
RAPPORT

Skårastranda - Reguleringsplan

OPPDRAKSGIVER

Nordplan AS

EMNE

Vurdering av områdestabilitet

DATO / REVISJON: 19. oktober 2023 / 01

DOKUMENTKODE: 10244036-RIG-RAP-002



Multiconsult

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

RAPPORT

OPPDRAG	Skårastranda - Reguleringsplan	DOKUMENTKODE	10244036-RIG-RAP-002
EMNE	Vurdering av områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Nordplan AS	OPPDRAGSLEDER	Tor-Helge Vehn Antonsen
KONTAKTPERSON	Øyvind Sødal	UTARBEIDET AV	Pernille Baustad
KOORDINATER	Sone: UTM 32V Øst: 297329 Nord: 6874445	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Kinn		

SAMMENDRAG

Det planlegges en utvidelse av eksisterende fylling på sjø for framtidig utbygging ved Skårastranda, Kinn kommune. Dette gjennom mottak av overskuddsmasser fra Stad skipstunnel. Det planlagte tiltaket består av en ny sjøfylling i Ulvesundet. Multiconsult Norge AS er engasjert av Nordplan AS for utførelse av geotekniske grunnundersøkelser på land og i sjø, samt geoteknisk rådgivning i forbindelse med reguleringsarbeidene.

På bakgrunn av funn av sprøbruddmateriale i tillegg til ugunstig topografi i område rundt Skårastranda er områdestabilitet vurdert iht. NVEs veileder nr. 1/2019. Sprøbruddmaterialets beliggenhet (dybde, mektighet og utstrekning) danner grunnlag for at aktuell skredmekanisme er flaskkred i området fra strandlinja og utover i sundet. En mulig overbelastning vurderes å medføre en progressiv bruddutvikling langs det svake laget, enten fremoverrettet eller bakoverrettet. *Sideveis utbredelse vurderes å være begrenset sannsynlig.* Basert på valgt skredmekanisme og sprøbruddmaterialets beliggenhet, er det foreslått to faresoner i planområdet. Faresonene er klassifisert med faregrad middels, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 3. Store deler av området rundt det planlagte tiltaket ligger innenfor områder med mulig sammenhengende forekomster av marin leire, og det kan ikke utelukkes fare for kvikkleireskred utenfor de avgrensede sonene i denne rapporten.

Den planlagte sjøfyllingen kommer i konflikt med begge de foreslåtte faresonene og beregningsmessig stabilitet er ikke iht. dagens krav. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet må det gjøres tiltak. Ved å mudre til faste masser under fyllingstopp, langs med fyllingsfronten og under fyllingsfoten, kan lengden på løsnemassene fra et eventuelt skred som starter lenger ute i sundet reduseres. Dette slik at den nye sjøfyllingen verken kan utløse eller bli berørt av områdeskred. Mudring av løsmasser vil i tillegg sikre nødvendig lokalstabilitet i sjøfyllingen.

Med kontrollert og nøyaktig mudring ned til faste masser eller berg under store deler av den planlagte utfyllingen, vurderes planområdet for den planlagte utfyllingen å være klarert mht. områdestabilitet. Videre geoteknisk detaljprosjektering gjenstår.

Sjøfyllingen og nødvendig mudring, krever også at miljøgeologi blir del av videre planlegging og detaljprosjektering. Dette med tanke på eventuell forurensing i sedimenter, samt deponering.

Foreliggende rapport er revidert i henhold til ferdigstilt uavhengig kvalitetskontroll (iht. NVEs veileder 1/2019).

01	19.10.2023	Utarbeidet rapport – Revisjon i henhold til ferdigstilt uavhengig kvalitetskontroll (iht. NVEs veileder 1/2019)	Tor-Helge Vehn Antonsen	Pernille Baustad	Joar Spencer Gloppestad
00	23.06.2023	Utarbeidet rapport – klar for uavhengig kvalitetskontroll iht. NVE 1/2019	Pernille Baustad	Tor-Helge Vehn Antonsen	Joar Spencer Gloppestad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

TEGNINGER

10244036-RIG-TEG-002_rev00	Borplan med profiler. Avgrensing av faresoner
-003_rev00	Borplan med profiler. Avgrensing av faresoner etter tiltak
-700_rev00	Profil A Tolket lagdeling. Avgrensing av løснеområde
-701_rev00	Profil B Tolket lagdeling. Avgrensing av løснеområde
-702_rev00	Profil C Tolket lagdeling. Avgrensing av løснеområde
-800.1_rev00	Profil A Stabilitetsberegning av dagens terreng
-800.2_rev00	Profil A Stabilitetsberegning med tiltak
-801.1_rev00	Profil B Stabilitetsberegning av dagens terreng
-801.2_rev00	Profil B Stabilitetsberegning med tiltak
-802.1_rev00	Profil C Stabilitetsberegning av dagens terreng
-802.2_rev00	Profil C Stabilitetsberegning med tiltak

VEDLEGG

Vedlegg A_rev00	Beregningsparametere og stabilitetsberegning
Vedlegg B_rev01	<i>Skjema for faregrads-, konsekvens- og risikoklassifisering av faresone 1 og 2</i>

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	<i>Bakgrunn og formål</i>	6
1.2	<i>Innhold og bruk av rapporten</i>	6
2	Sikkerhetskrav for planlagt tiltak	7
2.1	Klassifisering av tiltak	7
2.2	Krav til sikkerhet	9
3	Grunnlag	10
3.1	Befaring	10
3.2	Grunnundersøkelser	10
3.3	Grunnlagsdokumenter	10
3.4	Koordinat og høydesystem	11
4	Topografi og grunnforhold	12
4.1	Områdebeskrivelse	12
4.1.1	Eksisterende fylling	12
4.2	Kvartærgeologi	14
4.3	Kvikkleire	15
4.4	Grunnforhold	15
4.4.1	Berg	15
4.4.2	Løsmasser	16
4.4.3	Grunnvann og poretrykksforhold	16
4.4.4	Tolkning av lagdeling i terrengprofiler	16
5	Vurdering av områdestabilitet	19
5.1	Innledning	19
5.2	Aktuelle skredmekanismer	19
5.3	<i>Avgrensning av løsneområde</i>	19
5.4	<i>Avgrensning av utløpsområde</i>	23
6	Klassifisering av soner	24
7	Grunnlag for stabilitetsberegninger	25
7.1	Generelt	25
7.2	Beregningsprofiler	25
7.3	Lagdeling	25
7.4	Laster	25
7.5	Grunnvann og poretrykk	25
7.6	Materialparametere	25
7.7	Anisotropi og tøyningsskompatibilitet	26
8	Stabilitetsvurderinger	27
8.1	Stabilitetsberegning av dagens tilstand	27
8.2	Stabilitetsberegning av sjøfylling med tiltak	28
8.2.1	Mudringstiltak	28
8.2.2	Resultater	29
9	Konklusjon områdestabilitet	31
10	Referanser	32

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Det planlegges en utvidelse av eksisterende fylling på sjø for framtidig utbygging ved Skårastranda, Kinn kommune. Dette gjennom mottak av overskuddsmasser fra Stad skipstunnel. Det planlagte tiltaket består av en ny sjøfylling i Ulvesundet. I denne sammenheng er det behov for ny reguleringsplan.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Nordplan AS for utførelse av geotekniske grunnundersøkelser på land og i sjø, samt geoteknisk rådgivning i forbindelse med reguleringsarbeidene. Gjeldende planforslag for Skårastranda (inkl. planomtale, bestemmelser og plankart) er utarbeidet av Nordplan og datert 25. januar 2023 [1].

Det er gjort grunnundersøkelser i området i to omganger. Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale innenfor utbyggingsområdet. I byggesaksbehandlingen er det da etter gjeldende regler krav om utredning av områdestabilitet. Dette må utføres i forbindelse med reguleringsarbeidet for å svare ut konsekvenser for/fra omgivelsene. I praksis må det da utføres grunnundersøkelser i et omfang som muliggjør avgrensning av forekomst av kvikkleire eller materiale med sprøbruddegenskaper. Forhold som må svares ut er:

1. Om de planlagte tiltakene kan rammes av skred.
2. Om planlagte tiltak kan medvirke til å utløse skred, som kan ramme områder og bebyggelse utenfor tomt og planområde.

Vurdering av områdestabilitet utføres iht. prosedyre i veileder NVE 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [2]. Prosedyren kan deles i to hoveddeler; Del 1 (steg 1-3) for innledende vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområder for områdeskred, samt del 2 (steg 4-11) for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon.

Foreliggende *reviderte* rapport tar for seg geotekniske problemstillinger tilknyttet tiltaket, relatert til områdestabilitet. Øvrige geotekniske vurderinger på reguleringsplannivå relatert til gjennomførbarhet, er dokumentert i rapport nr. 10244036-RIG-RAP-003 rev. 00 av 25. august 2023.

Relatert til Multiconsult sin bistand innen miljø (forurenset sediment) og støy i oppdraget, foreligger det egne rapporter.

1.2 Innhold og bruk av rapporten

Foreliggende rapport omfatter en vurdering av stabilitet for utbyggingsområdet. Rapporten presenterer avgrensning og kvalifisering av nye faresoner ved utbyggingsområdet ved Skårastranda. Det er utført stabilitetsberegninger i tre kritiske snitt for dokumentasjon av områdestabilitet i dagens tilstand. Tilsvarende er også utført for vurdert nødvendig stabilitetsforbedrende tiltak, for å kunne utvide eksisterende sjøfylling i henhold til gjeldende planforslag.

Vurderingene i rev. 00 av foreliggende rapport er i henhold til NVEs kvikkleireveileder 1/2019, *kvalitetssikret* av uavhengig foretak. Denne uavhengige kvalitetskontrollen er nå ferdigstilt. Viser til kontrollnotat nr. 10235950-G01 rev. 02 fra Sweco Norge AS, signert 3. oktober 2023. Fra dette (ref. kontrollpunkt nr. 6) er det funnet behov for å revidere denne rapport, vedr. vurdering av skadekonsekvens relatert til mulig oppdemming/flom. Revidert tekst kommer frem i kursiv, se spesielt kap. 5.3, 6, 9 og vedlegg B_rev01.

Rapporten representerer ikke en detaljprosjektering av sjøfyllingstiltaket.

2 Sikkerhetskrav for planlagt tiltak

Reguleringsplanen for tiltaket er underlagt krav i lover og forskrifter:

- Plan- og bygningsloven (PBL) [3].
- Byggteknisk forskrift (TEK17) [4].
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7, del 1) [5].

Plan- og bygningsloven §21-8, stiller krav til at «grunn kan bare bebygges, eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold».

Byggteknisk forskrift (TEK17) kapittel 7 «Sikkerhet mot naturpåkjenninger» krever at (§7-1):

- Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger
- Tiltak skal prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket.

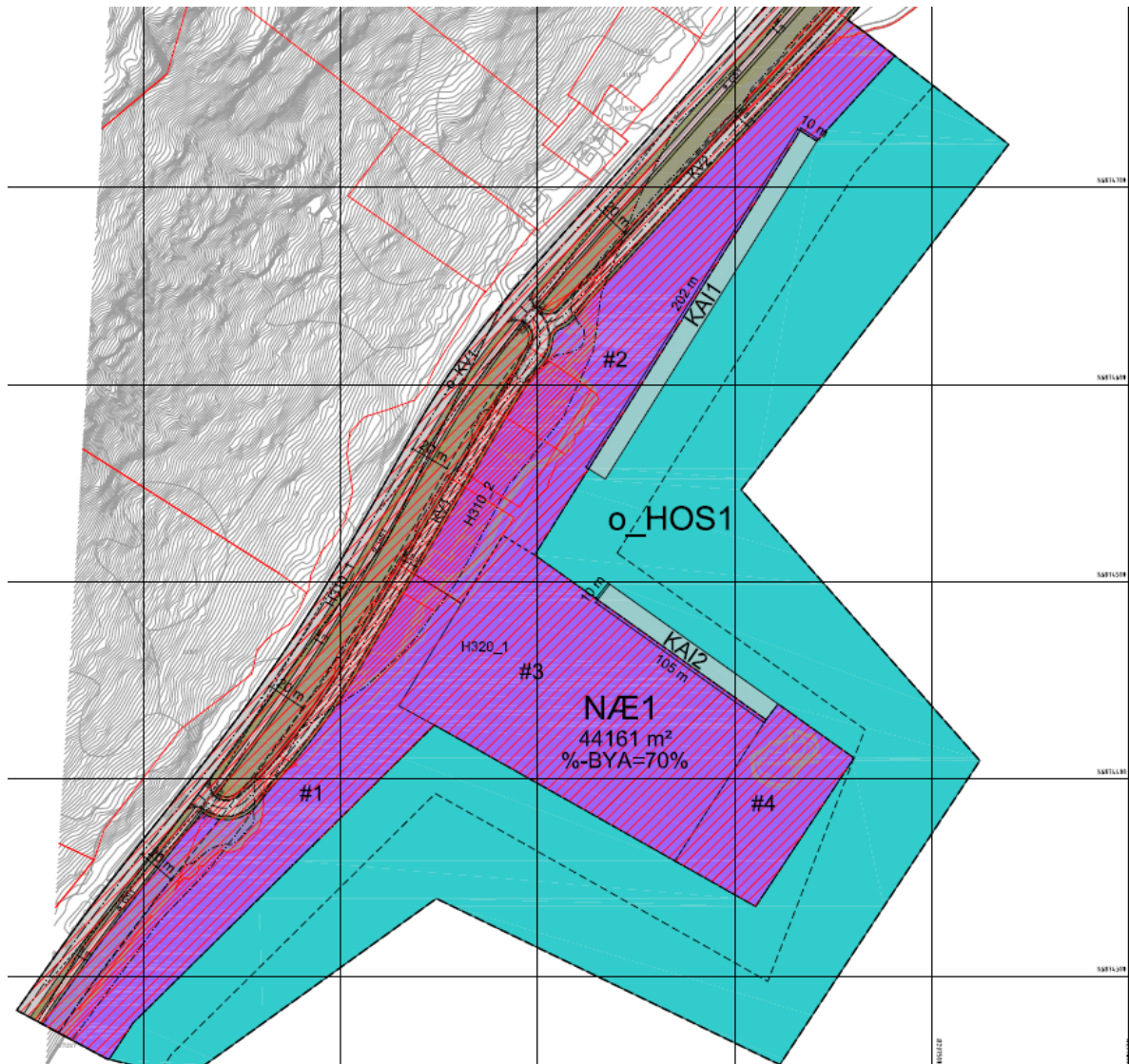
For kvikkleireskred sier §7-3 at krav til sikkerhet bestemmes ut ifra tiltakskategori gitt etter NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» [6] med tilhørende veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», [2].

NVEs veileder nr.1/2019 [2] beskriver hvordan kravene i kapittel 7 «Sikkerhet mot naturpåkjenninger» i Byggteknisk forskrift (TEK17) skal tilfredsstilles for områdeskred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (kvikkleireskred). I tillegg til å i forbindelse med reguleringsarbeidene vurdere områdestabiliteten (denne rapporten), må det i senere prosjektering påses at lokalstabiliteten er tilfredsstillende iht. Eurokode 7. Dette slik at eventuelt mindre utglidninger ikke forplanter seg, og utvikler seg til områdeskred. Evaluering av sistnevnte er også vurdert i forliggende rapport, ved evaluering av mulige skredmekanismer.

2.1 Klassifisering av tiltak

Det planlegges utnyttelse av området til næringsformål, se Figur 2-1 og Figur 2-2 fra gjeldende planforslag [1]. Tenkt mulig utbygging av små og middels store nærings- og industribygg samt kai-konstruksjoner på planlagt utvidet fylling på sjø, vurderes å høre inn under tiltakskategori K3 iht. NVEs veileder 1/2019 (tabell 3.2 i kap. 3.3.1) [2].

Nevnte mulige utbygging vurderes å verken være av det omfang eller samfunnsviktighet, som tiltakskategori K4 gjelder for [2].



Figur 2-1 Utklipp fra plankart, datert 25.01.23 [1].



Figur 2-2 Utklipp fra planomtale. Forslag til utforming av planområdet [1].

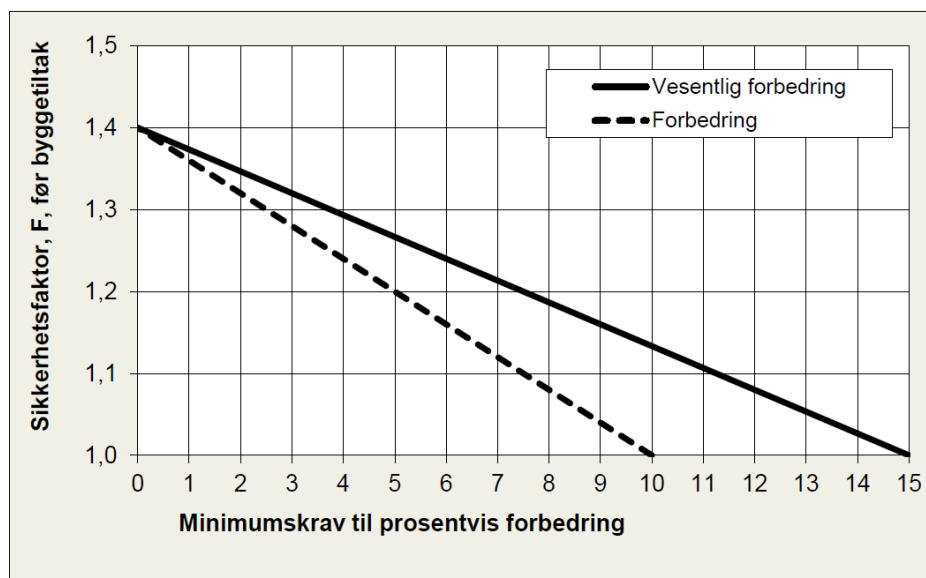
2.2 Krav til sikkerhet

Eurokode 7 stiller krav til at stabilitetsberegninger på totalspenningsbasis tilfredsstillende en sikkerhetsfaktor større eller lik 1,40, og på effektivspenningsbasis større eller lik 1,25 [5]. Dette gjelder både ved nybygg og ved bruksendring.

Iht. NVEs veileder 1/2019 (kap. 3.3.6) [2] for tiltak i tiltakskategori K3 i kvikkleiresoner med høy og middels faregrad, stilles det krav om:

- Absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} > 1,40 \cdot f_s = 1,61$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ hvis tiltak forverrer stabilitet.
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis, se Figur 2-3.
- For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes prosentvis, se Figur 2-3.

For tiltakskategori K3 i sone med høy eller middels faregrad, gjelder krav til forbedring, og ikke vesentlig forbedring. Dette i henhold til forhåndsdefinerte kriterier vist i Figur 2-3.



Figur 2-3 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, F_{cu} og $F_{c\phi}$. Hentet fra NVEs veileder 1/2019 kap. 3.3.6, fig. 3.3 [2].

For tiltakskategori K3 i sone med lav faregrad, gjelder kun krav til ikke forverring av sikkerhetsfaktor. Utredningen skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

3 Grunnlag

3.1 Befaring

Befaring av området ble utført av Multiconsult ved geotekniker Tor-Helge Vehn Antonsen den 12. desember 2022. Berg i dagen, og andre terrengforhold som er av betydning for skredutbredelse, ble observert og dokumentert. Se datarapport 10244036-RIG-RAP-001_rev01 [7].

3.2 Grunnundersøkelser

Multiconsult har utført grunnundersøkelser i det aktuelle området i to omganger. Først med borebåt Frøy i april/mai 2022, så supplerende med borerigg på land og borebåt Geo Cat i januar 2023. Det er tidligere også gjort grunnundersøkelser i området av Statens vegvesen både i 1999 og i 2005.

Tabell 3-1 viser grunnundersøkelser som er benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering. Plassering av borpunkt og type undersøkelser, kommer frem av tegning RIG-TEG-002 og 003, samt Figur 4-8.

Tabell 3-1 Grunnundersøkelser benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering.

Rapport nr.	Tittel/kommentarer	Utarbeidet av	Datert	Ref.
10244036-RIG-RAP-001_rev01	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	Multiconsult	27.03.23	[7]
05026	Geoteknisk rapport – Fv617 Hp02 Måløy - Raudeberg	Statens vegvesen	27.05.05	[8]
99015	Grunnundersøking Rv 617 Hp 02 Måløy-Raudeberg, Utfylling i sjø, utvidelse av veg	Statens vegvesen	12.11.99	[9]

3.3 Grunnlagsdokumenter

Utover de utførte grunnundersøkelsene, er tegninger/dokumenter benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering presentert i Tabell 3-2.

Tabell 3-2 Grunnlagsdokumenter benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering.

Tegning/dokument	Tittel/kommentar	Utarbeidet av	Datert
Fylling 220812.dwg	Tiltenkt sjøfylling	Nordplan AS	-
RRG 2014 – 36	Vågsøy – Vurdering av skredfare – Kaiprosjekt ved Skårastranda – Leisteholmen – Ulvesundet	Rusenes rådgiver geologi	27.08.14
Basiskart sept fra sosi.dwg	SOSI-fil for å etablere terrengmodell	Nordplan AS	-
Basiskart nov fra sosi.dwg	SOSI-fil for å etablere terrengmodell	Nordplan AS	-
Detaljregulering Skårastranda, gnr./bnr. 318/2 mfl. næring	Planomtale	Nordplan AS	25.01.23 [1]

3.4 Koordinat og høydesystem

I foreliggende rapport er geografisk sone UTM 32 og høydesystem NN2000 benyttet.

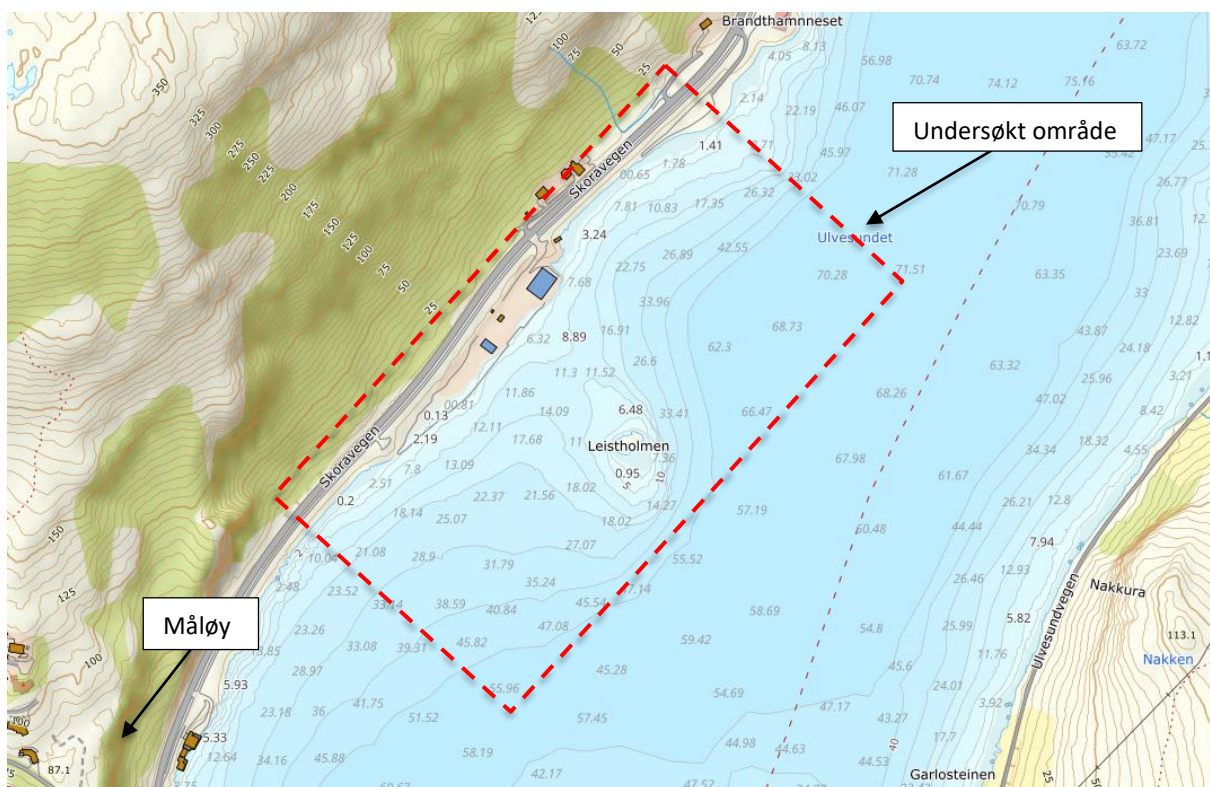
Til opplysning er laveste astronomiske tidevann (LAT, sjøkartnull) 1,23 m lavere ift. NN2000, for Måløy i Kinn kommune.

4 Topografi og grunnforhold

4.1 Områdebeskrivelse

Planområdet ligger like nord for Måløy på Vågsøy i Kinn kommune, som vist i Figur 4-1 og Figur 2-1. Planområdet på land består per i dag i hovedsak av fv. 617, og 2-3 mindre nærings-/industribygg på fylling i sjø (utfylt i to omganger mellom 2010 og 2021). Eksisterende fylling på sjø er planert med topp mellom ca. kote +1,7 og +2,5, for eksisterende bygninger og parkeringsplasser. På nordvestre side av fv. 617 har terrenget en stigning på ca. 1:1. I sørøst ligger Ulvesundet, som skiller Vågsøy fra fastlandet.

Multiconsult sine grunnundersøkelser i sjøen, er utført fra sjøbunns-koter mellom -3,1 til -25,3. Sjøbunnen har generelt en øst og sørøstlig helning, men stiger rundt Leistholmen. Se Figur 4-1.

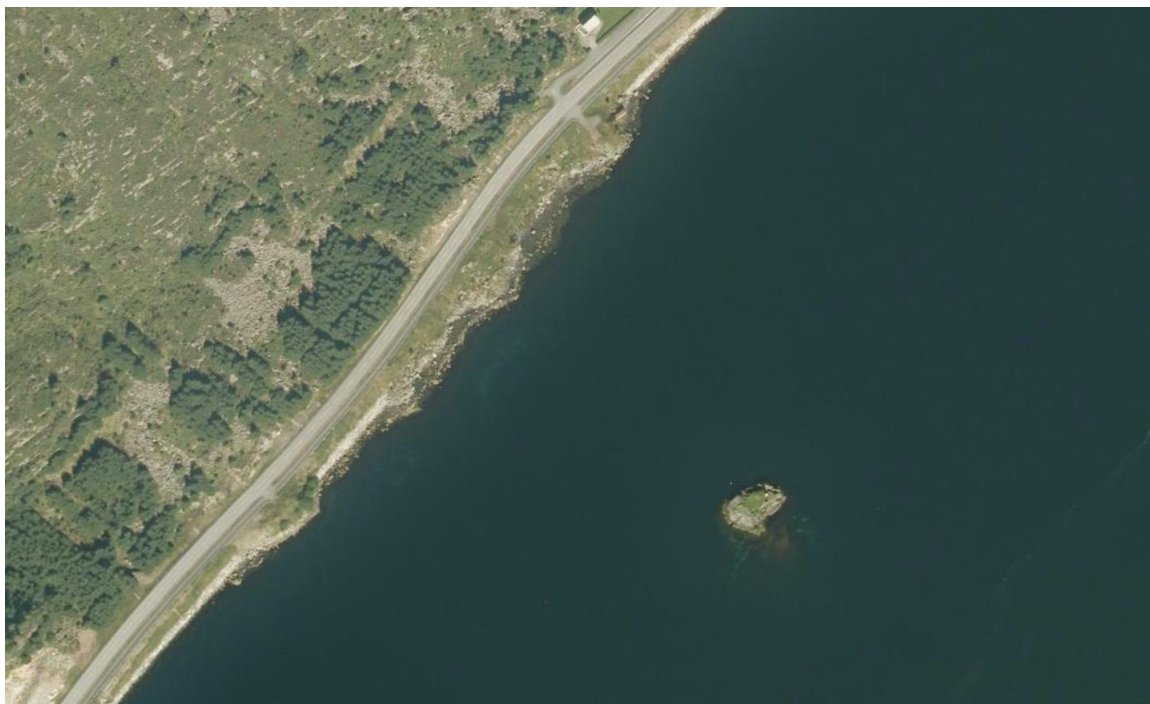


Figur 4-1 Oversiktskart over undersøkt område (Kilde; dybdata.no). Planområde markert med rødt [7].

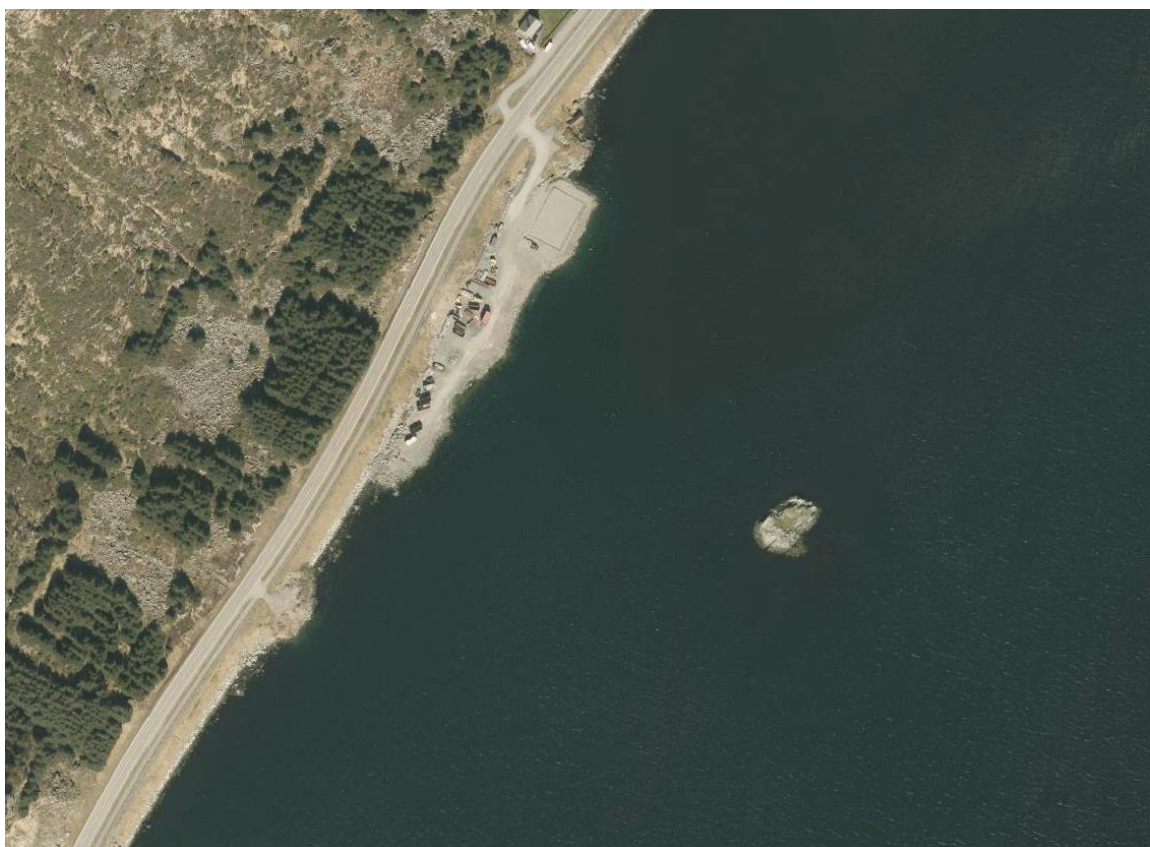
4.1.1 Eksisterende fylling

Det er tidligere fylt ut ved Skårastranda i to omganger. Første gang i perioden mellom 2010 og 2015, se Figur 4-2 og Figur 4-3. Dagens utstrekning av eksisterende sjøfylling ble etablert i perioden mellom 2015 og 2021, med sprengstein fra nærområdet, se Figur 4-4. Fra tilgjengelig informasjon kommer det fram at eksisterende sjøfylling skal være lagt lagvis utover i fjæra, og komprimert hver andre meter (antatt fra middelvannstands nivå). Midtre del av dagens fyllingsfront er plastret med sprengstein.

Viser også til observasjoner fra befaring, se 10244036-RIG-RAP-001_rev01 [7]



Figur 4-2 Flyfoto 2010 (Kilde; Finn.no)



Figur 4-3 Flyfoto 2015 (Kilde; Finn.no)

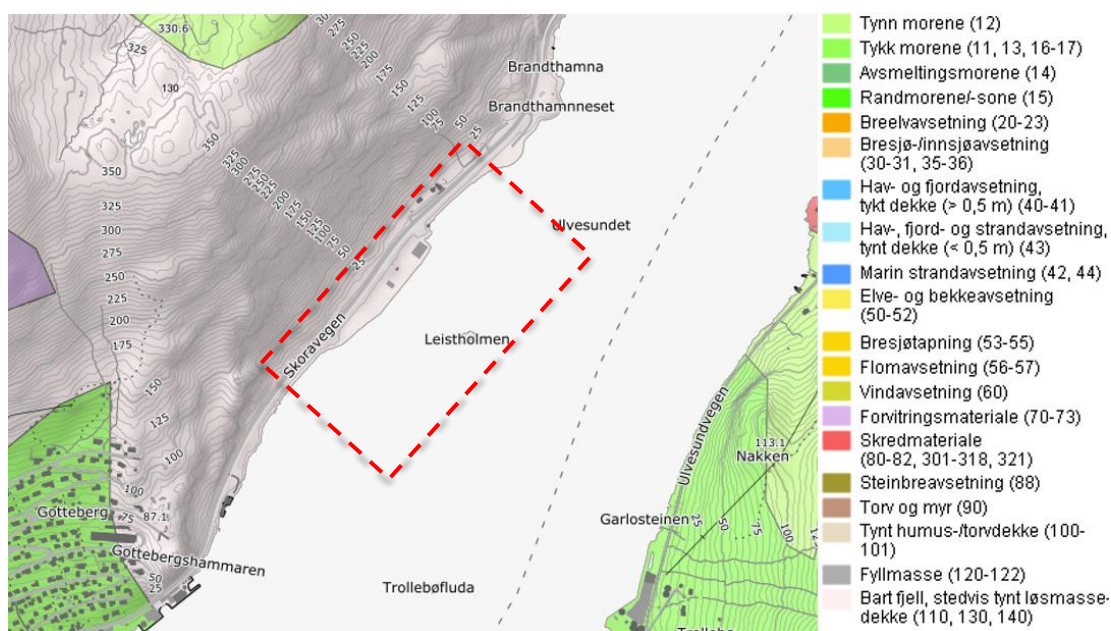


Figur 4-4 Flyfoto 2021 (Kilde; Finn.no)

4.2 Kwartærgeologi

Figur 4-5 viser utsnitt av NGUs kvartærgeologiske kart over området. Kartet indikerer at løsmassene på land i området hovedsakelig kan forventes å bestå av bart berg samt stedvis tynt dekke.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformede 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 bruk/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 4-5 Utsnitt av kvartærgeologisk kart – løsmasser (Kilde; geo.ngu.no). Planområde markert med rødt.

4.3 Kvikkleire

Faresonekart fra NVE-Atlas viser ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området [10]. Aktsomhet i forhold til marin leire er imidlertid anvist i nevnte kart, og da opp til ca. kote +8, Figur 4-6.



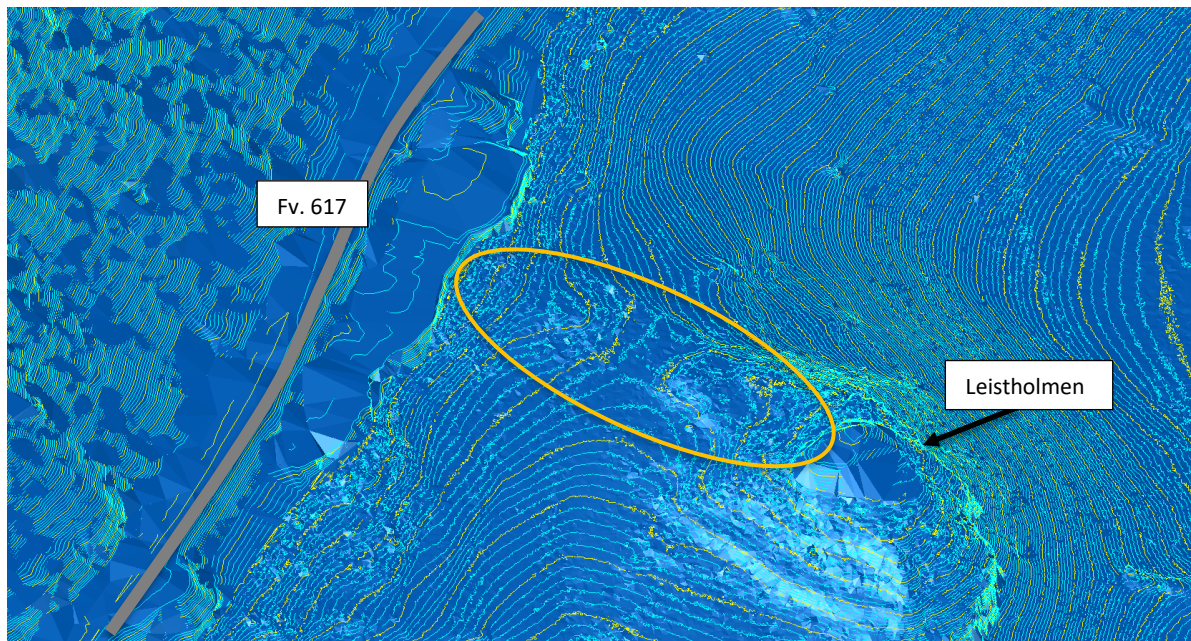
Figur 4-6 Utsnitt fra NVEs faresonekart over Skårastranda. Blå markering angir aktsomhetsområder med tanke på mulig forekomst av marin leire. (Kilde; NVE [10])

Som nærmere omtalt i kap. 4.4, har utførte grunnundersøkelser påvist sprøbruddmateriale på sjø, i det aktuelle planområdet [7].

4.4 Grunnforhold

4.4.1 Berg

Bergoverflaten er ved kontrollboring påtruffet i dybder mellom 1,2 m og 9,6 m under terrengnivå på land, samt mellom 0,4 m og 7,1 m under sjøbunnsnivå på sjø. Fra land og ut mot Leistholmen strekker det seg en bergrygg. I dette området er berghelningen fra strandlinjen ca. 1:6, før det flater ut og stiger opp mot Leistholmen, se Figur 4-7.



Figur 4-7 Bergrygg under sjøbunn, fra strandlinjen ut mot Leistholmen. Fra 3D-modell av terreng og sjøbunn.

4.4.2 Løsmasser

Både ut fra sonderingsresultat og historikk i området tolkes det til stede ulike utfyllinger ved Skårastranda. Steinfylling som del av fylkesveien sin veikropp tolkes ha mer innslag av sand og grus. Fylling for antatt tidligere stopp/snuplass har noe lavere sonderingsmotstand, og inneholder; jord, grus, sand, stein, noe teglstein samt organisk innhold helt ned ved ca. 6,5 m dybde under terreng. Eksisterende utfylling ved/ut i sjøen er en steinfylling med generelt større sonderingsmotstand, og tolkes i hovedsak å bestå av stein og grus helt ned til berg.

Løsmassene i sjøbunnen består i hovedsak av lag som er løsere lagret, bløte eller steinholdige. Sonderingsmotstanden varierer en del både i og mellom borpunkt. Bløte originale lag tolkes i hovedsak å bestå av silt og leire, med innslag av sand og noe stein. Lag med større sonderingsmotstand over berg, tolkes å være originale faste steinmasser (f.eks. morene).

Det er påvist sprøbruddmateriale på sjø i fem borpunkt. Basert på sammenligning og tolkning av sonderingsresultat, tas det i sjøbunnen også høyde for lag av løsmasser med sprøbrudd-egenskaper i ytterligere elleve borpunkt. Se tegning 10244036-RIG-TEG-002. Det vises ellers til datarapport for grunnundersøkelser [7].

4.4.3 Grunnvann og poretrykkforhold

Det ble verken installert poretrykksmålere eller observert grunnvannsspeil (f.eks. via prøvehull på land) i forbindelse med utførte grunnundersøkelser i oppdraget. Tidligere relevante grunnundersøkelser gir heller ingen opplysninger relatert til verken poretrykk eller grunnvannstand.

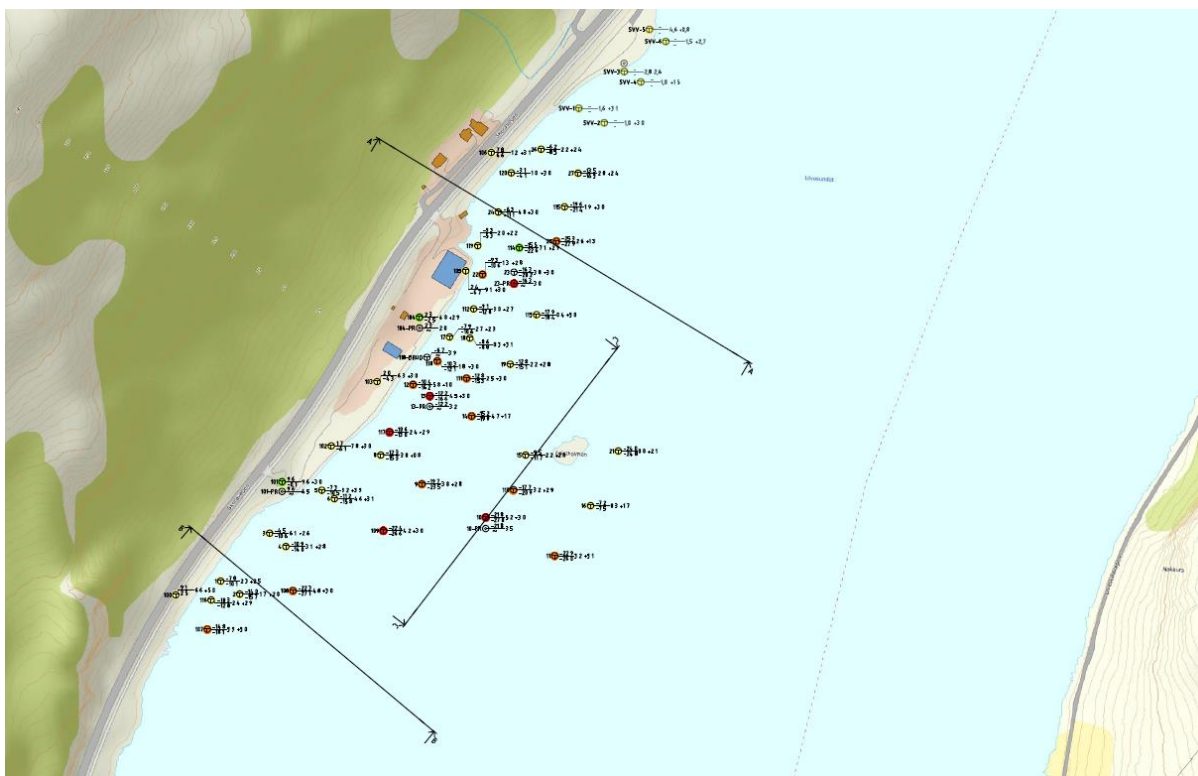
Viser ellers til kap. 7.5

4.4.4 Tolkning av lagdeling i terrengprofiler

For å vise grunnforhold i kritiske profiler i området er det gjort tolkning av lagdeling ut fra tilgjengelige og relevante grunnundersøkelser, ref. Tabell 3-1. Det vises til tegninger 10244036-RIG-TEG-700 t.o.m. – 702. Plassering av profilene er vist i Figur 4-8, og på tegning 10244036-RIG-TEG-002 og 003.

Der hvor det ikke er tilgjengelige grunnundersøkelser, er lagdeling tolket konservativt. Dette gjelder spesielt i dybden ut mot midten av Ulvesundet. Det må regnes med lokale variasjoner i lagdeling, mektighet av lag samt overgang til bergoverflate, utover det som kan antas og vises ved en rettlinjert interpolasjon mellom borpunkt.

Ved tolkning av lagdeling i profiler, har fokuset vært på utstrekning/beliggenhet og mektighet av lag med sprøbruddmateriale.



Figur 4-8 Grunnundersøkelser og plassering av kritiske profiler. Se også tegning 10244036-RIG-TEG-002.

Profil A

I profil A er sprøbruddmateriale tolket 45 meter fra strandlinjen, fra ca. 1 m dybde under sjøbunnen. Tykkelsen av sprøbruddmaterialet øker mot dypet og har en tykkelse på ca. 2,5 m i marbakken. Inn mot land kiler sprøbruddmaterialet ut, og går over i bløt leire inn mot strandlinjen. Se tegning 10244036-RIG-TEG-700.

Profil B

I Profil B er sprøbruddmaterialet tolket 35 meter fra strandlinjen, fra ca. 0,5-1 m dybde under sjøbunnen. Tykkelsen av sprøbruddmaterialet øker mot dypet og har en tykkelse på ca. 5 m i marbakken. Inn mot strandlinjen og på land, er det tolket faste masser. Se tegning 10244036-RIG-TEG-701.

Ved beregning av profil B fikk vi først en sikkerhetsfaktor $F < 1$. Da skråningen står den dag i dag, var ikke det en korrekt gjengivelse av dagens tilstand. Derfor foretok vi en reduksjon av mektigheten av kvikkleirelaget, siden usikkerheten var størst der. Dette med ca. 1,0 m i de siste 100 meterne ut mot dypet i profilet. Oppnådde da en sikkerhetsfaktor ≥ 1 .

- Tolkningen av lagdelingen mot dybden var i første omgang gjort svært konservativt, da det ikke finnes grunnundersøkelser ut mot dypet.

- Med justert mektighet av kvikkleirelaget ut mot dypet, vurderes det å fortsatt være en konservativ men reell lagdeling. Anses å være fornuftig i dette tilfellet.

Profil C

Profil C er trukket fra sør mot nord for å kontrollere utbredelsen av sprøbruddmaterialet på begge sider av bergryggen, som strekker seg fra strandlinjen og mot Leistholmen. Det er generelt kort dybde ned til berg (se f.eks. tegning 10244036-RIG-TEG-002). Det er tolket sprøbruddmaterialet i BP 110, og påvist sprøbruddmateriale i BP 10. Et tynt lag med sprøbruddmateriale strekker seg opp mot bergryggen, både på sør og nordsiden. Laget kiler ut før «toppen». Se tegning 10244036-RIG-TEG-702.

5 Vurdering av områdestabilitet

5.1 Innledning

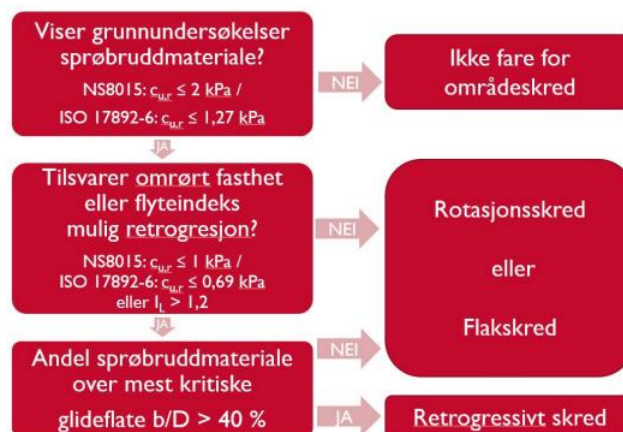
I planområdet på sjø er sprøbruddmateriale påvist i fem punkt. Det er i tillegg tolket sprøbruddmateriale via sonderinger i ytterligere elleve punkter.

Områdestabilitet defineres av en stabilitetstilstand der et initialt brudd kan igangsette en progressiv frem- eller bakoverrettet bruddutvikling i tilstøtende sprøbruddmateriale. Fare for områdeskred skal utredes for å tilfredsstille krav i NVEs veileder 1/2019 og TEK17. Utredningen skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.

5.2 Aktuelle skredmekanismer

Å identifisere en reell skredmekanisme er avgjørende for størrelsen på løсне- og utløpsområdet og gjøres i henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 kapittel 4.5, i tillegg til NVEs eksternrapport 9/2020.

Flytskjema gitt i veileder for vurdering av aktuell skredmekanisme er gjengitt i Figur 5-1.



Figur 5-1 Flytskjema for vurdering av aktuelle skredmekanismer, hentet fra NVEs veileder 1/2019, kap. 4.5.1 [2].

Grunnundersøkelsene viser forekomst av sprøbruddmateriale/kvikkleire med lavere omrørt skjærstyrke enn 0,69 kPa (ISO 17892-6). Basert på utførte sonderinger ligger laget med sprøbruddmateriale ca. 30-40 m fra strandlinjen. Mektigheten er tolket til ca. 0,5 – 1,0 m nærmest land, med økende mektighet mot dypet. Sprøbruddmaterialets beliggenhet (dybde, mektighet og utstrekning) finner vi grunnlag for at aktuell skredmekanisme ved Skårastranda, er flaskkred.

Flaskkred brukes som betegnelse på skred når et større flak glir ut i en bevegelse. Flaskkred inntreffer i relativt slakt terreng, gjerne der man har tynne overflateparallele lag av kvikkleire eller andre svake lag i grunnen.

Både profil A og B har tynne svake lag parallelt med terrenget. En mulig belastning enten i forkant eller i bakkant av skråningen, vil kunne utløse en progressiv bruddutvikling som forplanter seg i det svake laget.

5.3 Avgrensning av løsneområde

Med utgangspunkt i kapittel 3.1.2 i NVEs eksterne rapport 9/2020 [11] er utstrekningen av faresone i sjø vurdert.

Topografi i profil A og B indikerer at det er «kort avstand» til marbakken iht. kapittel 3.1.2 punkt 5 i NVEs eksterne rapport 9/2020. Marbakken regnes ned til maksimalt 25 meter dybde, dersom den ikke har noen naturlig form med sjøbunnsbeløning slakere enn 1:6.

Vurdering av områdestabilitet

Da flaskred her er vurdert som aktuell skredmekanisme vil et skred i dypet (også utenfor kote – 25,0) kunne bre seg opp mot land. Utstrekningen av løснеområdene her er avgrenset ved hjelp av tolket lagdeling, utbredelse av sprøbruddmateriale og topografi. Det er lagt til grunn at det må være brattere enn 1:6 for at et potensielt skred går (NVEs eksternrapport 9/2020 kap. 3.1 [11]) og slakere enn 1:15 (NVEs veileder 1/2019 [2]) før skredet stopper.

Sideveis utbredelse vurderes å være begrenset sannsynlig. Dette siden det er påvist tynne bløte lag, samt at det ut fra sjøbunnstopografi vurderes å være potensielt lite masser som kan bre seg mot sør. Tidligere grunnundersøkelser nord for tiltaksområdet på vestsiden av Ulvesundet [9], gir ikke grunn til å tolke forekomst av tynne bløte lag i den retningen.

Avgrensning av løsnedområdet er basert på utførte grunnundersøkelser i forbindelse med det aktuelle oppdraget. Store deler av området rundt det planlagte tiltaket ligger innenfor områder med mulig sammenhengende forekomster av marin leire, og det kan ikke utelukkes fare for kvikkleireskred utenfor de avgrensede sonene i denne rapporten.

Tabell 5-1 oppsummerer vurderinger og aktuelle skredmekanismer i representative snitt. Figur 5-2 viser foreslått avgrensning av faresone 1 og faresone 2. Planlagt sjøfylling og utbredelse av fyllingsfot er også skissert.

Tabell 5-1 Oppsummering av kritiske profiler for faresonene.

Profil	H land, [m]	H sjø, [m]	Borpunkter benyttet for vurdering	Tolket lagdeling 10244036-RIG-TEG	Aktuell skredmekanisme	Lengde løsnedområde, L [m]
A-A	8	63	Bp. 24, Bp. 114 Bp. 25	-700	Flaskred	≈ 218
B-B	9	38	Bp. 1, Bp. 2 Bp. 108	-701	Flaskred	≈ 129
C-C (nord)	-	*36	Bp. 15, Bp. 110, Bp. 10	-702	Flaskred (utbredelse fra profil A)	≈ 40
C-C (sør)	-	28	Bp. 15, Bp. 110, Bp. 10	-702	Flaskred (utbredelse fra profil B)	≈ 200

*Skråningshøyden øker ytterligere utenfor profilet.



Figur 5-2 Foreslått avgrensing av faresone 1 og faresoner 2. Sjøfylling med tilhørende fyllingsfot skissert i svart.

Faresone 1

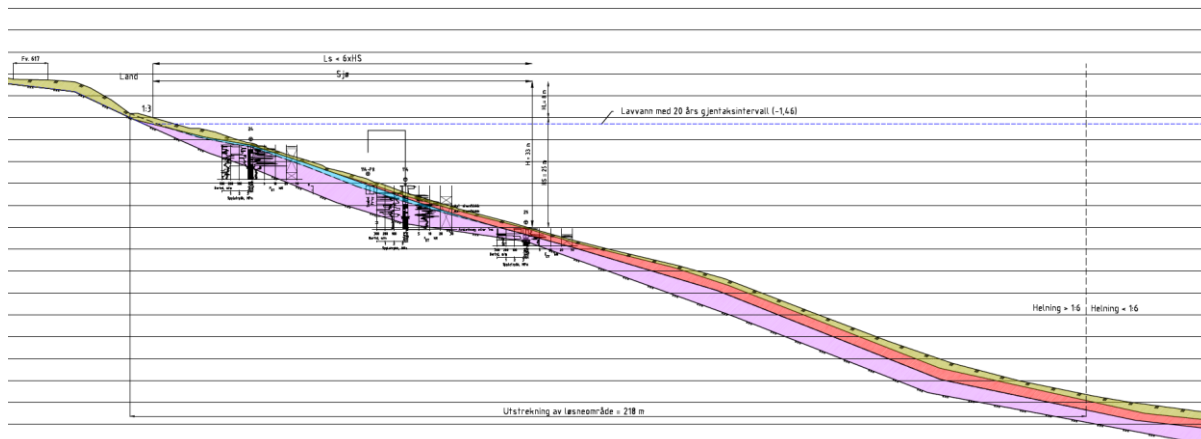
Faresone 1 defineres av profil A og den nordlige delen av profil C. Løsneområde er avgrenset fra der sjøbunnen blir brattere enn 1:6 og innover mot land.

I profil A får sjøbunnen helning $> 1:6$ ved ca. kote -63,0, ca. 210 meter fra strandlinjen. Fra kote -63,0 er det trukket en hjelpelinje oppover mot land i grensen mellom morenelaget og sprøbruddmaterialet over. Fra ca. kote -26,0 trekkes hjelpelinjen mellom morenelaget og leirelaget. Leiren i området er svært bløt og har tilnærmet like egenskaper sammenlignet med sprøbruddmaterialet. Denne leiren vurderes å kunne gå med i et eventuelt flakskred. Der leirelaget kiler ut og går over til sand, er det trukket en linje med helning 1:3 til terrengoverflaten iht. NGI-metoden i NVEs veileder 1/2019 [2]. I bredden er løsneområdet avgrenset av borpunkt fra grunnundersøkelser, der det ikke er påvist/tolket sprøbruddmateriale.

I den nordlige delen av profil C er det tolket sprøbruddmateriale opp mot Leistholmen. Helningen er ca. 1:2,5 og det vurderes at et eventuelt skred i profil A vil kunne bre seg innover mot profil C. Løsneområdet brer seg ca. 40 meter oppover mot Leistholmen og avgrenses der sprøbruddmaterialet kiler ut og går over til faste masser.

Figur 5-3 og Figur 5-5 viser geometrien i profil A og profil C som er lagt til grunn for vurdering av faresone 1. Det henvises også til 10244036-RIG-TEG-700/702.

Vurdering av områdestabilitet



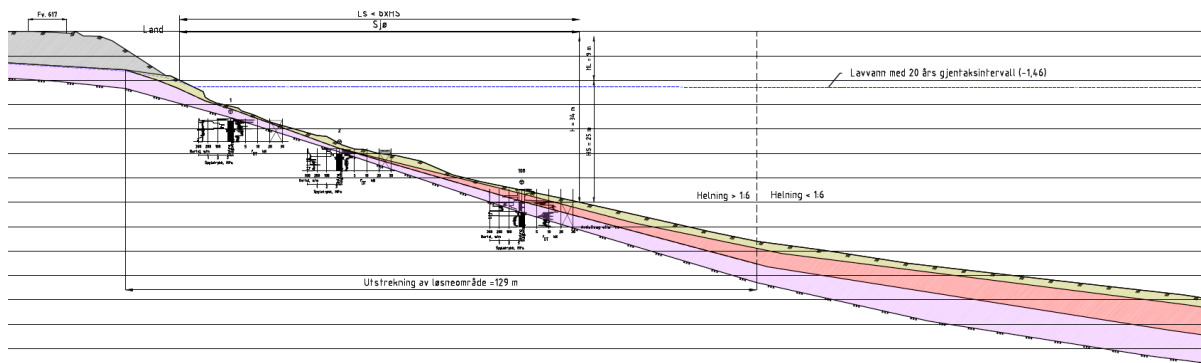
Figur 5-3 Lagdeling i profil A og vurdert løsnemråde (se også 10244036-RIG-TEG-700).

Faresone 2

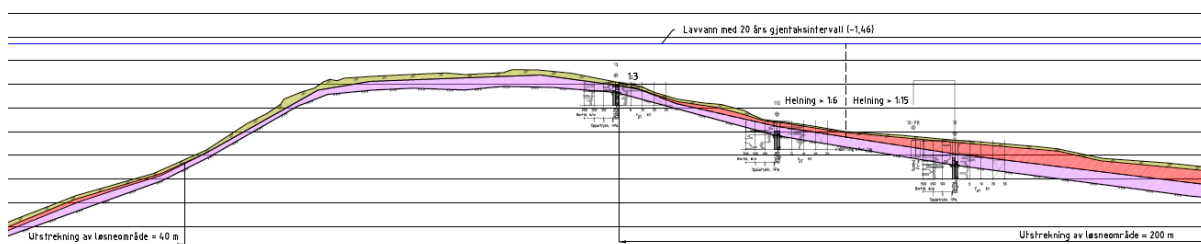
Faresone 2 defineres av profil B og den sørlige delen av profil C. I profil B får sjøbunnen helning $> 1:6$ ved ca. kote -33,0, ca. 118 m fra strandlinjen. Fra kote -33,0 er det trukket en hjelpelinje oppover mot land i grensen mellom morenelaget og sprøbruddmaterialet over. Der sprøbruddmateriale kiler ut og møter sand, er glideflaten lagt i grensen mellom morenelaget og sandlaget, da en linje med helning $1:3$ ikke treffer terrengoverflaten.

I den sørlige delen av profil C blir sjøbunnen slakere enn $1:6$ i ca. kote -20,0. Det vurderes likevel at et potensielt skred i profil B vil kunne bre seg opp mot Leistholmen da mektigheten av sprøbruddmateriale er stor og helningen er brattere enn $1:15$.

Figur 5-4 og Figur 5-5 viser geometrien i profil B og profil C som er lagt til grunn for vurdering av faresone 2. Det henvises også til 10244036-RIG-TEG-701/702.



Figur 5-4 Lagdeling i profil B og vurdert løsnemråde (se også 10244036-RIG-TEG-701).



Figur 5-5 Lagdeling i profil C og vurdering av løsnemråde (se også 10244036-RIG-TEG-702).

5.4 Avgrensing av utløpsområde

Sannsynlig utløpsområde for skredmasser er vurdert ut fra løsneområdet utstrekning, skredmekanisme og topografi.

Utløpsområdet til aktuelle faresoner ligger i sjøen og trenger derfor ikke være avgrenset i plangrunnlaget. Vi viser her også til 3. avsnitt kap. 3.2 i NVEs eksterne rapport 9/2020 [11].

6 Klassifisering av soner

Ved en soneutredning skal faresonen klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kap. 4 NVEs eksterne rapport 9/2020 [11].

Klassifisering er gjennomført iht. overnevnte kriterier, og resultatene er vist i *Vedlegg B_rev01*. En oppsummering av resultatene er vist i Tabell 6-1.

Tabell 6-1 Oppsummering av klassifisering av undersøkte faresoner i området.

Sone nummer	Sone navn	Faregrad	Konsekvensklasse	Risikoklasse
-	Faresone 1	Middels	Alvorlig	3
-	Faresone 2	Middels	Alvorlig	3

Det gjøres oppmerksom på at sonenes faktaark i *Vedlegg B_rev01* beskriver sonene i dagens tilstand, ikke etter utbygging.

Med utbygging som hensyntar og inkluderer tiltaket som denne rapporten konkluderer med behov for, kommer faresonens øvre avgrensing utenfor utbyggingens tiltaksgrense. Se tegning 10244036-RIG-TEG-002 og -003.

Som del av utredning av områdestabilitet, omtaler NVEs veileder 1/2019 [2] (trinn 11, tabell 3.1, kap. 3.2) innmelding av faresoner. For faresoner i sjø har det imidlertid i utgangspunktet ikke vært vanlig praksis at det utarbeides eller meldes inn til NVE. Etter nærmere avstemming med NVE, meldes de to aktuelle faresonene likevel inn.

7 Grunnlag for stabilitetsberegninger

7.1 Generelt

Stabilitet beregnes i dagens tilstand og ved tiltak, med både total- og effektivspenningsparametere.

Effektivspenningsanalyse vurderes å representere langtidstilstanden, mens totalspenningsanalyse kontrollerer stabiliteten for den udrenerte korttidstilstanden i leira.

Beregningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 22.01.0, med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden baserer seg på grenselikevektmetode, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende kraft- og momentlikevekt. Programmet søker etter mest kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definert variasjonsområde av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmer når man utfører beregninger for sammensatte glideflater.

7.2 Beregningsprofiler

Stabilitetsberegninger utføres i profil A, profil B og profil C. Profilene anses som kritiske eller representative snitt for de to faresonene. Kritiske profiler velges basert på en helhetsvurdering av skråningshøyde og -helning, mektighet og plassering av sprøbruddmateriale, samt beliggenhet mot planlagt utbyggingsområde.

Plassering av profilene er vist i tegning 10244036-RIG-TEG-002/003.

7.3 Lagdeling

Lagdeling er tolket ut fra resultatene fra utførte grunnundersøkelser, med støtte i relevante tidligere grunnundersøkelser.

Lagdeling i beregningsprofiler er vist i tegning 10244036-RIG-TEG-700, -701, -702.

7.4 Laster

I beregning av dagens situasjon er det brukt dimensjonerende last på 19,5 kPa, mtp. trafikklast fra fylkesvei 617.

I beregning med fylling og tiltak er det brukt en last på 19,5 kPa for trafikklast fra fylkesvei 617. På fyllingen er det brukt dimensjonerende last på 52,0 kPa.

7.5 Grunnvann og poretrykk

Det er ikke utført poretrykksmålinger i denne fasen av prosjektet. Grunnvannet antas ca. 1 m under terreng på land i profil A og B. I sjøen settes vannstanden til kote -1,46 som tilsvarer lavvann med 20 års gjentaksintervall.

7.6 Materialparametere

I stabilitetsberegningene er det benyttet materialparametere som vist i Tabell 7-1. Detaljer om tolkning av materialparametere er vist i Vedlegg A.

Tabell 7-1 Materialparametere og laginndeling brukt i stabilitetsberegninger.

Material/lag	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, ϕ [°]	Attraksjon, a [kPa]	Kohesjon, c [kPa]	Skjærfasthet, c_u [kPa]
Sjøfylling	18	42	2	1,8	-
Veifylling	18	42	3	2,7	-
Topplag, sand, grus	18	34	0	0	-
Leire	20	30	6	3,5	10
Kvikkleire/sprøbrudd	20	25	0	0	9
Antatt morene	18	38	4	3,1	-

Det bemerkes at tolkning av materialparametere er heftet med en viss grad av usikkerhet, og er derfor valgt noe konservativ.

7.7 Anisotropi og tøyingskompatibilitet

I totalspenningsanalysene tas det hensyn til spenningsanisotropi i leira. Dette betyr at udrenert skjærfasthet (c_u) varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet for fastsetting av skjærstyrke i de forskjellige hovedspenningsretningene er udrenert aktiv skjærfasthet.

For leira er direkte og passiv skjærfasthet beregnet ut ifra følgende sammenheng:

- $c_{uD} = 0,63 * c_{uA}$ (direkte hovedspenningsretning)
- $c_{uP} = 0,35 * c_{uA}$ (passiv hovedspenningsretning)

Dette er i henhold til NIFS rapport 14/2014 [12].

Iht. ny kvikkleireveileder 1/2019 skal det ikke foretas reduksjon av fasthet for å ta høyde for sprøbruddeffekt i selve beregningene, mens det i stedet gjøres en reduksjon av resulterende sikkerhetsfaktor.

8 Stabilitetsvurderinger

Det er utført stabilitetsberegninger i profil A, B og C. Det er beregnet stabilitet for dagens tilstand, og for planlagt sjøfylling med mudringstiltak.

Sikkerhetskrav er oppsummert i kapittel 2.

Det gjøres beregninger for drenert og udrenert tilstand.

8.1 Stabilitetsberegning av dagens tilstand

Det er utført effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse for dagens tilstand. Resultater fra stabilitetsberegninger med dagens terreng er vist i tegninger RIG-TEG-800.1 – 802.1.

Profil A

Profil	Tegnings nr. RIG-TEG-	Analyse	Resultater - dagens	
			Innenfor planområdet	Utenfor planområdet
A-A	800.1	ADP	1,06*	1,0
		afi	1,58	1,31

*Sammensatt glideflate

Beregningsmessig stabilitet av skråning i profil A i udrenert tilstand er lavere, mens i drenert tilstand høyere, enn kravet i standarden. De mest kritiske glideflatene finnes et stykke ned i skråningen mot dypet, ca. 80-90 m fra strandlinjen. Det vises til tegning RIG-TEG-800.1.

Profil B

Profil	Tegnings nr. RIG-TEG-	Analyse	Resultater - dagens	
			Innenfor planområdet	Utenfor planområdet
B-B	801.1	ADP	1,03*	1,07
		afi	3,18*	3,63

*Sammensatt glidefalte

Beregningsmessig stabilitet av skråning i profil B i udrenert tilstand er lavere, mens i drenert tilstand høyere, enn kravet i standarden. De mest kritiske glideflatene finnes et stykke ned i skråningen mot dypet, ca. 40-50 m fra strandlinjen. Det vises til tegning RIG-TEG-801.1.

Profil C

Profil	Tegnings nr. RIG-TEG-	Analyse	Resultater - dagens	
			Innenfor planområdet	Utenfor planområdet
C-C, nord	802.1	ADP	2,74*	-
		afi	3,00*	-
C-C, sør	802.1	ADP	2,39*	-
		afi	-	-

*Sammensatt glidefalte

Beregningsmessig stabilitet av skråning i profil C nord i både udrenert og drenert tilstand, er høyere enn kravet i standarden. Det vises til tegning RIG-TEG-802.1.

8.2 Stabilitetsberegning av sjøfylling med tiltak**8.2.1 Mudringstiltak**

Det planlagte tiltaket berører både faresone 1 og faresone 2, ref. kapittel 5.3. For tiltak i tiltaks-kategori K3 med høy og middels faregrad, stilles det krav om absolutt sikkerhet større enn 1,61 for totalspenningsanalyse og 1,25 for effektivspenningsanalyse. Sikkerhet for dagens situasjon er tilnærmet lik 1, og en sjøfylling vil forverre stabiliteten betraktelig. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet, må det gjøres tiltak.

Ved å mudre til faste masser under fyllingstopp, langs med fyllingsfronten og under fyllingsfoten, kan lengden på løsneområdet reduseres. Et mulig skred fra dypet vil stoppe i møte med faste masser, og vurderes dermed å ikke bre seg innover planområdet. Plantiltaket vil da verken utløse eller bli berørt av områdeskred.

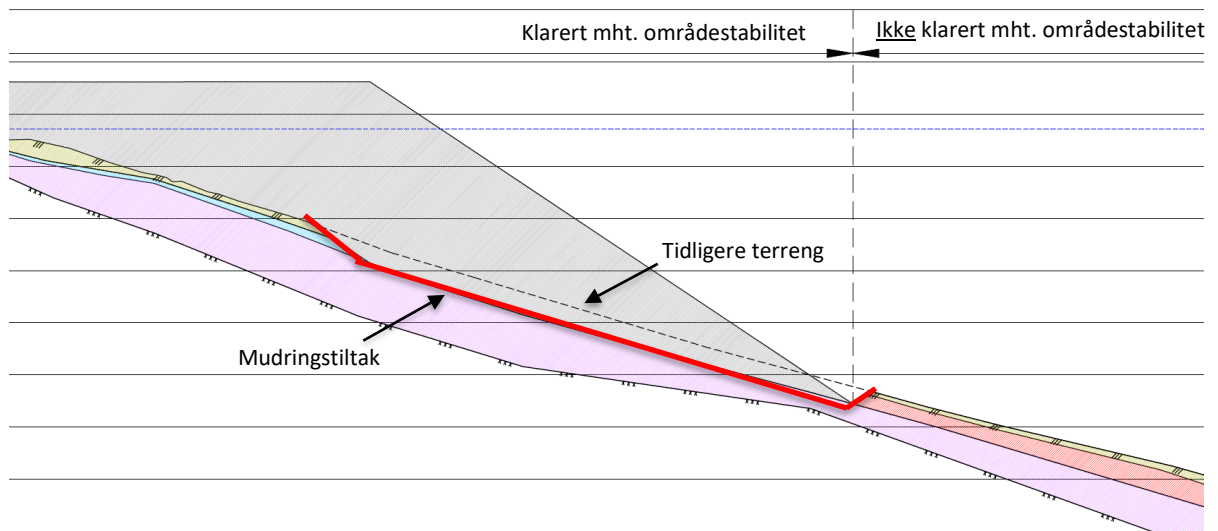
Mudring av løsmasser vil i tillegg sikre nødvendig lokalstabilitet i sjøfyllingen.

Mudring vurderes mulig å gjennomføre til de aktuelle dybder i planområdet, med grab fra sjøgående utstyr. Utfylling med egnede steinmasser må skje kontrollert, spesielt i fot av ny fylling. Grab fra sjøgående utstyr vurderes i så måte å foretrekke. Det bør med fordel mudres et stykke utenfor prosjektert fot ny fylling, for å etablere en sikkerhetssone. Sistnevnte spesielt ved bruk av split-lekter i utfyllingsfase. Størrelsesbehovet på en slik sikkerhetssone anslås foreløpig til ca. 5 – 10 meter. Dette fra prosjektert plassering av ytterkant ny fyllingsfot, og videre ut fra land.

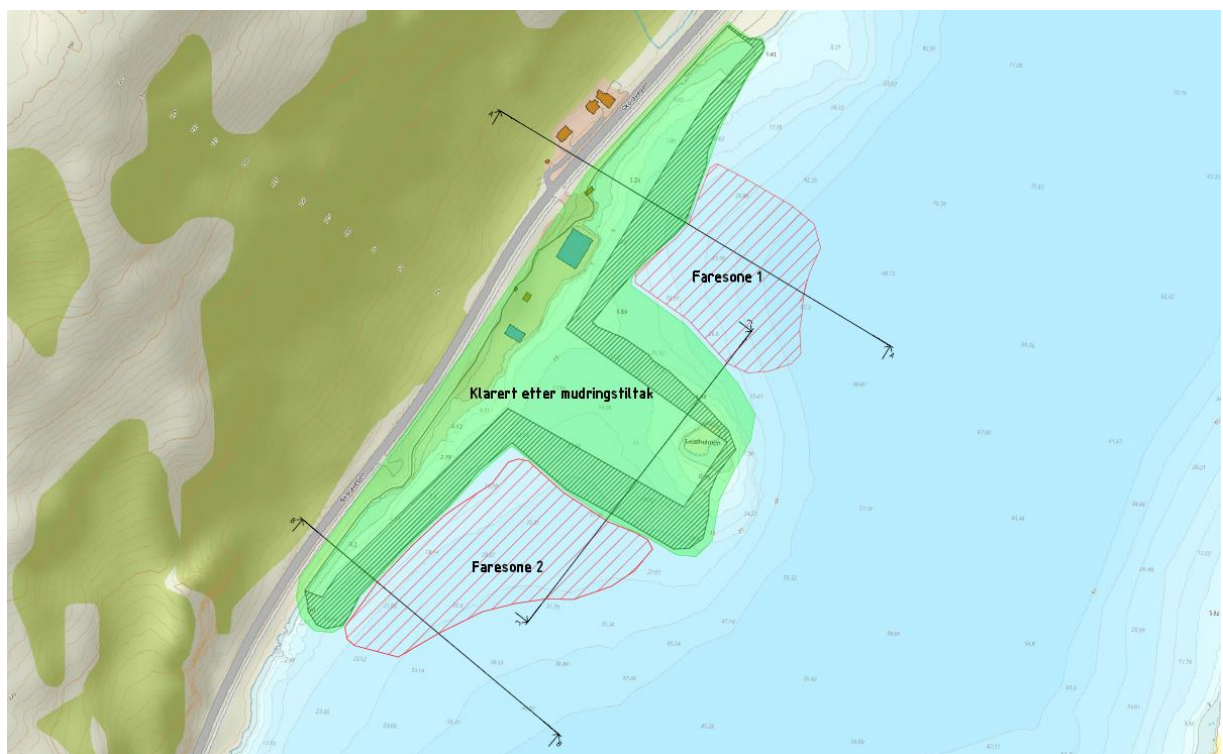
Figur 8-1 viser et prinsippnitt av mudringstiltaket. Figur 8-2 viser planlagt fylling og utstrekning av nye faresoner etter mudring av løsmasser.

Mudringstiltaket må inngå som både geoteknisk og miljøgeologisk del av senere detaljprosjektering for de planlagte utfyllingsarbeidene. Valg av utstyr og størrelse på sikkerhetssone, må vurderes nærmere. God erfaring vedr. fylling i sjø, vil være en fordel.

Vurdering av områdestabilitet



Figur 8-1 Prinsipsnitt av mudringstiltak.



Figur 8-2 Klarert område og utstrekning av nye faresoner etter mudringstiltak. Se også tegning 10244036-RIG-TEG-003.

8.2.2 Resultater

Det er utført effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse for sjøfylling med mudringstiltak. Det er fortsatt dårlig stabilitet utenfor planområdet, men det vurderes at et eventuelt skred utenfor planområdet, ikke lengre vil kunne påvirke det planlagte tiltaket, etter tilstrekkelig utført mudringsarbeid. Resultater fra stabilitetsberegninger med mudringstiltak er vist i tegninger RIG-TEG-800.2 – 802.2.

Da udnærte masser mudres vekk vil den kritiske glideflaten kun gå gjennom drenerte masser. Den udnærte og drenerte sikkerheten er derfor tilnærmet lik for profil A, profil B og profil C.

Vurdering av områdestabilitet

Profil A

Profil	Tegnings nr. RIG-TEG-	Analyse	Resultater - tiltak	
			Innenfor planområdet	Utenfor planområdet
A-A	800.2	ADP	1,55*	1,0
		afi	1,51*	1,31

*Sammensatt glideflate

Beregningsmessig stabilitet innenfor planområdet i profil A i udrenert og drenert tilstand, er høyere enn kravet i standarden. Det vises til tegning RIG-TEG-800.2.

Profil B

Profil	Tegnings nr. RIG-TEG-	Analyse	Resultater - tiltak	
			Innenfor planområdet	Utenfor planområdet
B-B	801.2	ADP	1,49*	1,12*
		afi	1,47	3,23*

*Sammensatt glideflate

Beregningsmessig stabilitet innenfor planområdet i profil B i udrenert og drenert tilstand, er høyere enn kravet i standarden. Det vises til tegning RIG-TEG-801.2.

Profil C

Profil	Tegnings nr. RIG-TEG-	Analyse	Resultater – tiltak	
			Innenfor planområdet	Utenfor planområdet
C-C, nord	802.2	ADP	1,58	-
		afi	1,61	-
C-C, sør	802.2	ADP	1,61*	2,36*
		afi	1,60*	-

*Sammensatt glideflate

Beregningsmessig stabilitet innenfor planområdet i profil C i udrenert og drenert tilstand, er høyere enn kravet i standarden. Det vises til tegning RIG-TEG-802.2.

Det gjøres oppmerksom på at selv om kravet til sikkerhet i profil C er innenfor krav ved beregning av dagens terreng, må det likevel også mudres ut mot Leistholmen. Fylling direkte på sjøbunnen i dette området, vil ikke gi tilstrekkelig sikkerhet.

9 Konklusjon områdestabilitet

På bakgrunn av funn av sprøbruddmateriale i tillegg til ugunstig topografi i område rundt Skårastranda er det foreslått to faresoner iht. NVEs veileder nr. 1/2019. Sprøbruddmaterialets beliggenhet (dybde, mektighet og utstrekning) danner grunnlag for at aktuell skredmekanisme vurderes å være flaskred i området fra strandlinja og utover i sundet. En mulig overbelastning vurderes å kunne medføre en progressiv bruddutvikling i det svake laget, enten fremoverrettet eller bakoverrettet. *Sideveis utbredelse vurderes å være begrenset sannsynlig.*

Den planlagte sjøfyllingen kommer i konflikt med begge de foreslåtte faresonene, og beregningsmessig stabilitet er ikke iht. gjeldende krav. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet må det gjøres tiltak. Ved å mudre til faste masser under fyllingstopp, langs med fyllingsfronten og under fyllingsfoten, kan lengden på løsneområdet fra et eventuelt skred som starter lenger ute i sundet reduseres. Dette slik at den nye sjøfyllingen verken kan utløse eller bli berørt av områdeskred. Mudring av løsmasser vil i tillegg sikre nødvendig lokal stabilitet i sjøfyllingen.

Avgrensing av løsneområdet er basert på utførte grunnundersøkelser i forbindelse med det aktuelle oppdraget. Store deler av området rundt det planlagte tiltaket ligger innenfor områder med mulig sammenhengende forekomster av marin leire, og det kan ikke utelukkes fare for kvikkleireskred utenfor de avgrensede sonene i denne rapporten.

Med kontrollert og nøyaktig mudring ned til faste masser eller berg under store deler av den planlagte utfyllingen, vurderes planområdet for den planlagte utfyllingen å være klarert mht. områdestabilitet.

Mudringstiltaket må inngå som geoteknisk del av senere detaljprosjektering for de planlagte utfyllingsarbeidene. Valg av utstyr og størrelse på sikkerhetssone, må vurderes nærmere. God erfaring vedr. fylling i sjø, vil være en fordel.

Sjøfyllingen og nødvendig mudring, krever også at miljøgeologi blir del av videre planlegging og detaljprosjektering. Dette med tanke på eventuell forurensing i sedimenter, samt deponering.

10 Referanser

- [1] Nordplan, «Detaljregulering Skårastranda, gnr./bnr. 318/2 mfl., næring», Planomtale 21159, jan. 2023.
- [2] (NVE) Norges Vassdrag- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, Veileder nr-1/2019», des. 2020.
- [3] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling plan og bygningsloven», 2008.
- [4] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift TEK 17», 2017.
- [5] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler (NS-EN 1997-1:2020)», Standard Norge, Norsk Standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004+NA:2016, nov. 2004.
- [6] (NVE) Norges Vassdrag- og energidirektorat, «Retningslinjer 2/2011 Flaum og skredfare i arealplaner», 2014.
- [7] Multiconsult Norge AS, «10244036-RIG-RAP-001_rev01 Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser Skårastranda», mar. 2023.
- [8] (SVV) Statens Vegvesen, «Geoteknisk rapport - Fv617 Hp02 Måløy-Raudeberg», 05026, aug. 2005.
- [9] (SVV) Statens Vegvesen, «Grunnundersøking Rv 617 Hp 02 Måløy-Raudeberg, Utfylling i sjø, utvidelse av veg», 99015, nov. 1999.
- [10] NVE, «Kvikkleiresonekart NVE Atlas». [Online]. Tilgjengelig på: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>
- [11] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Ekstern rapport nr. 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred», Oslo, 2020.
- [12] Norges Vassdrag- og energidirektorat, Statens vegvesen, Jernbaneverket, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropiforhold i prosjektering i norske leirer.», NIFS rapport 14/2014, jan. 2014.



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING ⊗ PRØVESERIE ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ENKEL SONDERING □ PRØVEGROP ⊕ KJERNEBORING
- ▽ RAMSONDERING ⚡ DREITRYKKSONDERING ⚡ FJELLKONTROLLBORING
- ▽ TRYKKSONDERING ⊠ SKRUPLATEFORSØK ⚡ BERG I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING + VINGEBORING

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA SOSI
 KORDINATSYSTEM: EUREF89, UTM sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN2000

EKSEMPEL: TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 BP 10 $\frac{4.3}{28.2}$ 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE • BORET I BERG
 ⚡ ANTATT BERGKOTE

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- TOLKET KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- TOLKET IKKE KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

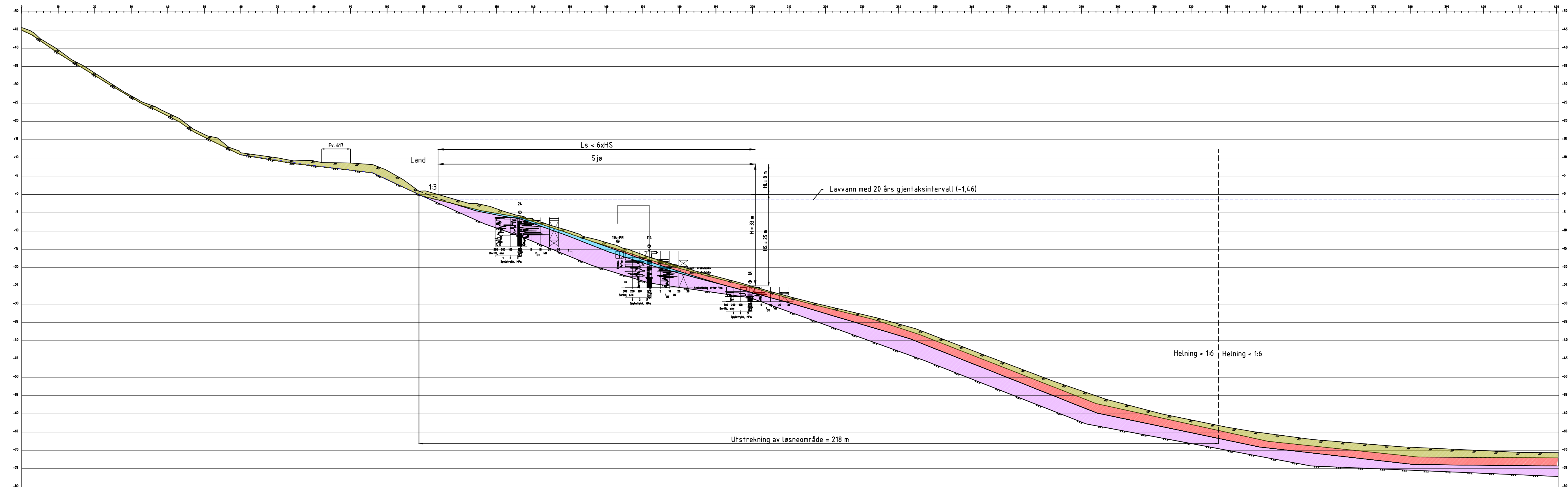
HENVISNINGER:

TIDLIGERE BORINGER :
 Tidligere boringer er opptegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
 Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:
 SVV-X: Statens vegvesen rapport nr. 99015 (1999) – Rv. 617 Hp 02 Måløy-Raudeberg
 *På grunn av usikkerheter angående høyderferanse i rapport, vises ikke kotehøyde i sjø

00 Utarbeidet tegning	2023-06-14 PERN THVA JSG
Rev. Beskrivelse	Date Tegn. Kontr. Godkj.
	Fag. Form. A1
Nordplan AS	
Skårastranda - Reguleringsplan	
Date: 2023-06-14	
Klassifisering av borpunkt	
Avgrensning av faresone etter tiltak	
Målestokk: 1:1500	
Status	Konstr./Tegnet
Oppdragsnr: 10244036	PERB
	Kontr./Tegnet
	THVA
	Godkjent
	JSG
Multiconsult	
www.multiconsult.no	
10244036	
RIG-TEG-003	
00	

V:\TR-Nasent-01\TR_Prosjekt\10244036\10244036-01-03_ABBESONDERINGSPLAN\10244036-01-03_ABBESONDERINGSPLAN.dwg
 Tegning: 10244036-01-03_ABBESONDERINGSPLAN.dwg, Dato: 2023-06-14, 14:34
 Tegningens tittel: Skårastranda - Reguleringsplan, Tegningsnummer: RIG-TEG-003, Rev: 00

Z:\010244\10244036-01\03 ARBEIDSMÅL\10244036-01-04 TEGNINGER\Arbeidsområde perb\10244036-RIG-TEG-700-Profil A-A.dwg - Layout: (600 (A3LL)) - Plottet av: perb, Date: 2023.06.13 kl 8:47



Profil A-A
1:200

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand, grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	30.0	3.5	10.00	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00	25.0	0.0	9.00	1.00	0.63	0.35
Antatt morene	18.00	8.00	38.0	3.1				

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 KOORDINATSYSTEM: EUREF 89, sone UTM 32

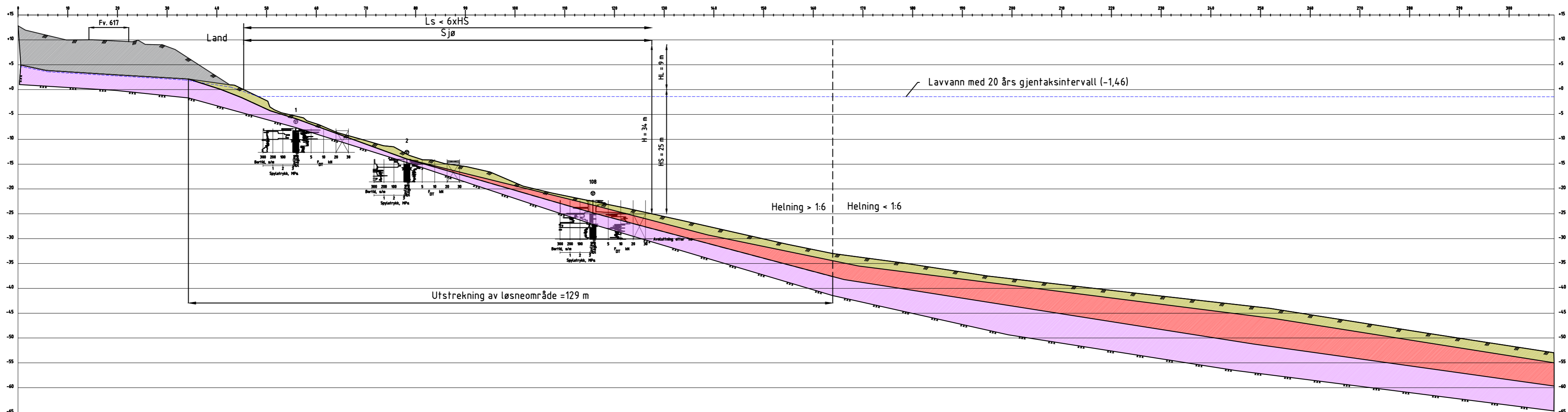
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Utarbeidet tegning	2023-06-12	PERB	THVA	JSG

Multiconsult
www.multiconsult.no

Nordplan AS
 Skårastranda Reguleringsplan
 Profil A-A
 Tolket lagdeling. Avgrensing av løseområde

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2023-06-12
Konstr./Tegnet	PERB	Kontrollert	THVA	Godkjent	JSG	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10244036-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-700	Rev.	00		

Z:\10244\10244036-01\10244036-01-03 ARBEIDSMÅRADE\10244036-01 RIG\10244036-01-04- TEGNINGER\Arbeidsområde perb\10244036-RIG-TEG-701-Profil B-B.dwg. - Layout: (600 (A3L)); - Plottet av: perb, - Dato: 2023.06.13 kl 8:47



Profil B-B
1 : 200

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Sand, grus	18.00	8.00	34.0	0.0	9.00	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00	25.0	0.0				
Antatt morene	18.00	8.00	38.0	3.1				
Veifylling	18.00	8.00	42.0	1.8				

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
HØYDEREFERANSE: NN2000
KOORDINATSYSTEM: EUREF 89, sone UTM 32

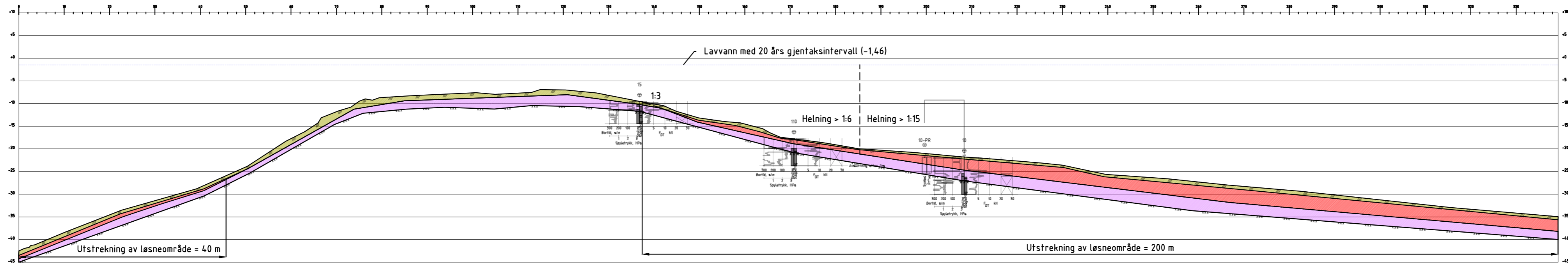
00	Utarbeidet tegning	2023-06-23	PERB	THVA	JSG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Nordplan AS
Skårastranda - Reguleringsplan
Profil B-B
Tolket lagdeling. Avgrensing av løseområde

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2023-06-12
Konstr./Tegnet	PERB	Kontrollert	THVA	Godkjent	JSG	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10244036-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-701	Rev.	00		

Z:\10244\10244036-01\0244036-01-03 ARBEIDSMÅRADE\10244036-01 RIG\10244036-01-04 TEGNINGER\Arbeidsområde perb\10244036-RIG-TEG-702-Profil C-C.dwg, - Layout: (600 (A3L)); - Plottet av: perb, - Dato: 2023.06.13 kl 8:48




Profil C-C
1:200

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Sand, grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	25.0	0.0	9.00	1.00	0.63	0.35
Antatt morene	18.00	8.00	38.0	3.1				

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET		Status	Fag	Originalt format	Dato
HØYDEREFERANSE: NN2000		-	RIG	A3L	2023-06-12
KOORDINATSYSTEM: EUREF 89, sone UTM 32		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
		PERB	THVA	JSG	1:650
Oppdragsnr. 10244036-01			Tegningsnr. RIG-TEG-702		Rev. 00

00	Utarbeidet tegning	2023-06-12	PERB	THVA	JSG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



www.multiconsult.no

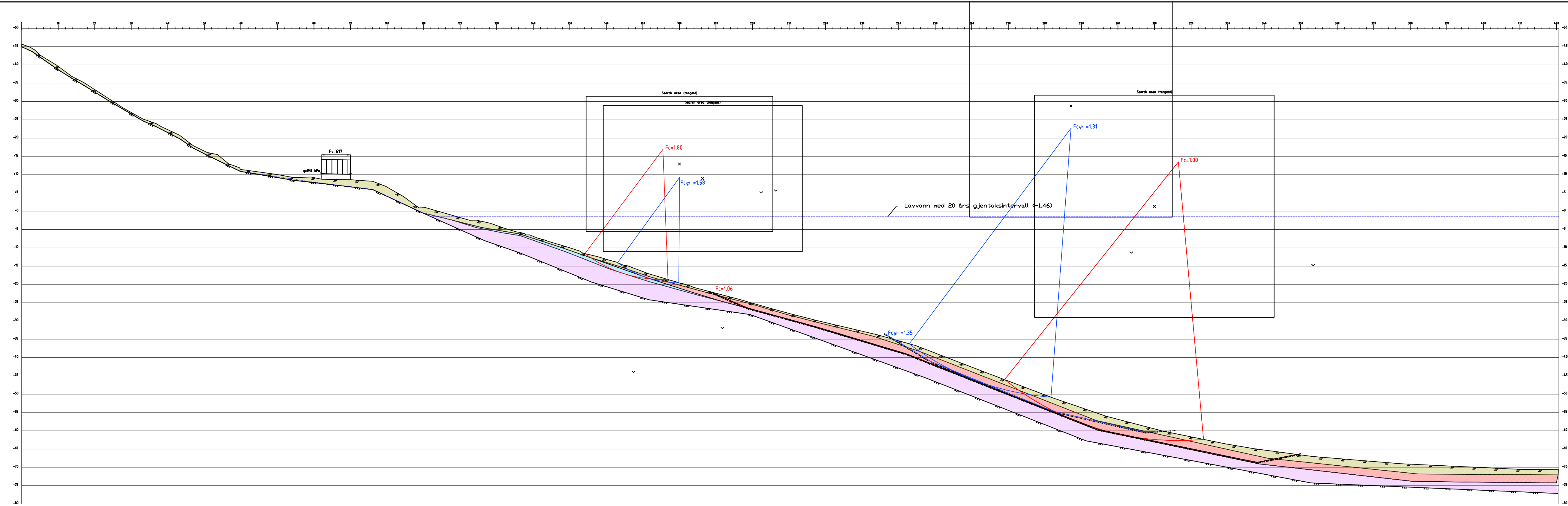
Nordplan AS

Skårastranda - Reguleringsplan

Profil C-C

Tolket lagdeling. Avgrensing av løснеområde

Z:\10244\10244036-01-03 ARBEIDSMÅL\10244036-01-04 TEGNINGER\Arbeidsområde_perb\VIC-TEG-800\1-Profil A-A.dwg, - Layout: 600 (A3LL), - Plottet av perb, Dato: 2023.06.13 kl 8.56



Profil A-A
1:1.200

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand, grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	30.0	3.5	10.00	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00	25.0	0.0	9.00	1.00	0.63	0.35
Antatt morene	18.00	8.00	38.0	3.1				

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 KOORDINATSYSTEM: EUREF 89, sone UTM 32

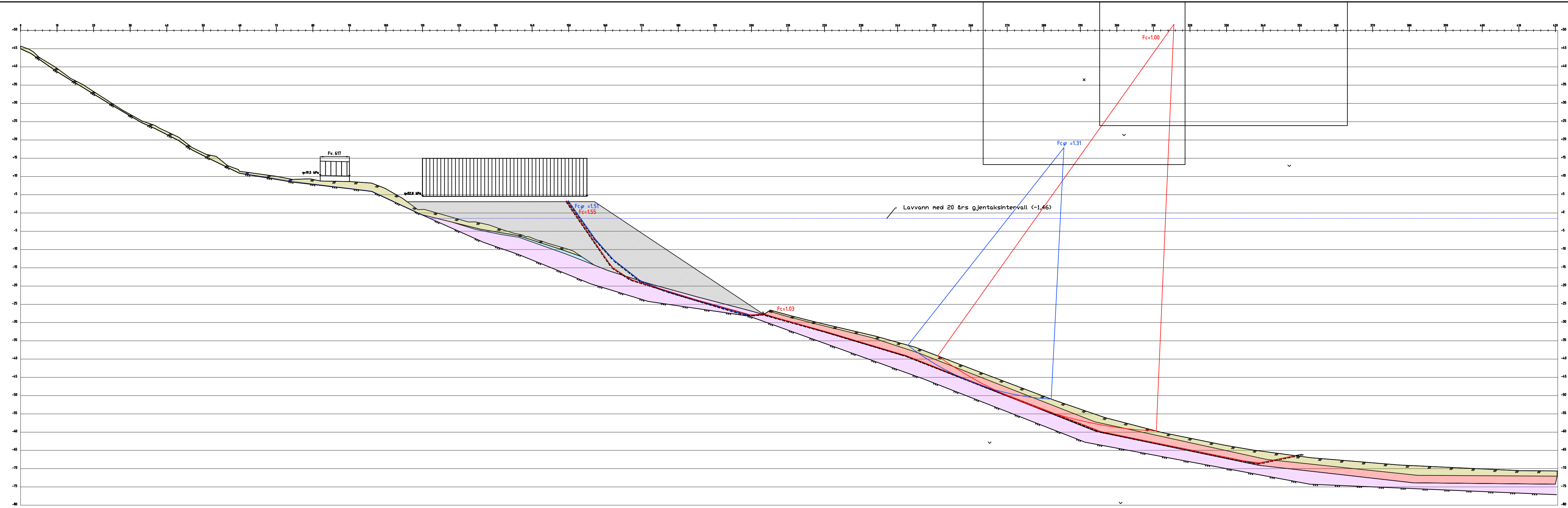
00	Utarbeidet tegning	2023-06-12	PERB	THVA	JSG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



Nordplan AS
 Skårastranda Reguleringsplan
 Profil A-A
 Stabilitetsberegning av dagens terreng

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2023-06-12
Konstr./Tegnet	PERB	Kontrollert	THVA	Godkjent	JSG	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10244036-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.1	Rev.	00		

Z:\10244\10244036-01\03 ARBEIDSMÅL\10244036-01-04 TEGNINGER\Arbeidsområde_perb\VRG-TEG-800\10244036-RIG-TEG-800.2-Profil A-A.dwg. - Layout: 600 (A3LL). - Plottet av: perb.
 Dato: 2023.06.13 kl. 8:55



Profil A-A
1:200

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand, grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	30.0	3.5	10.00	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00	25.0	0.0	9.00	1.00	0.63	0.35
Antatt morene	18.00	8.00	38.0	3.1				
Sjøfylling	18.00	10.00	42.0	1.8				

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 KOORDINATSYSTEM: EUREF 89, sone UTM 32

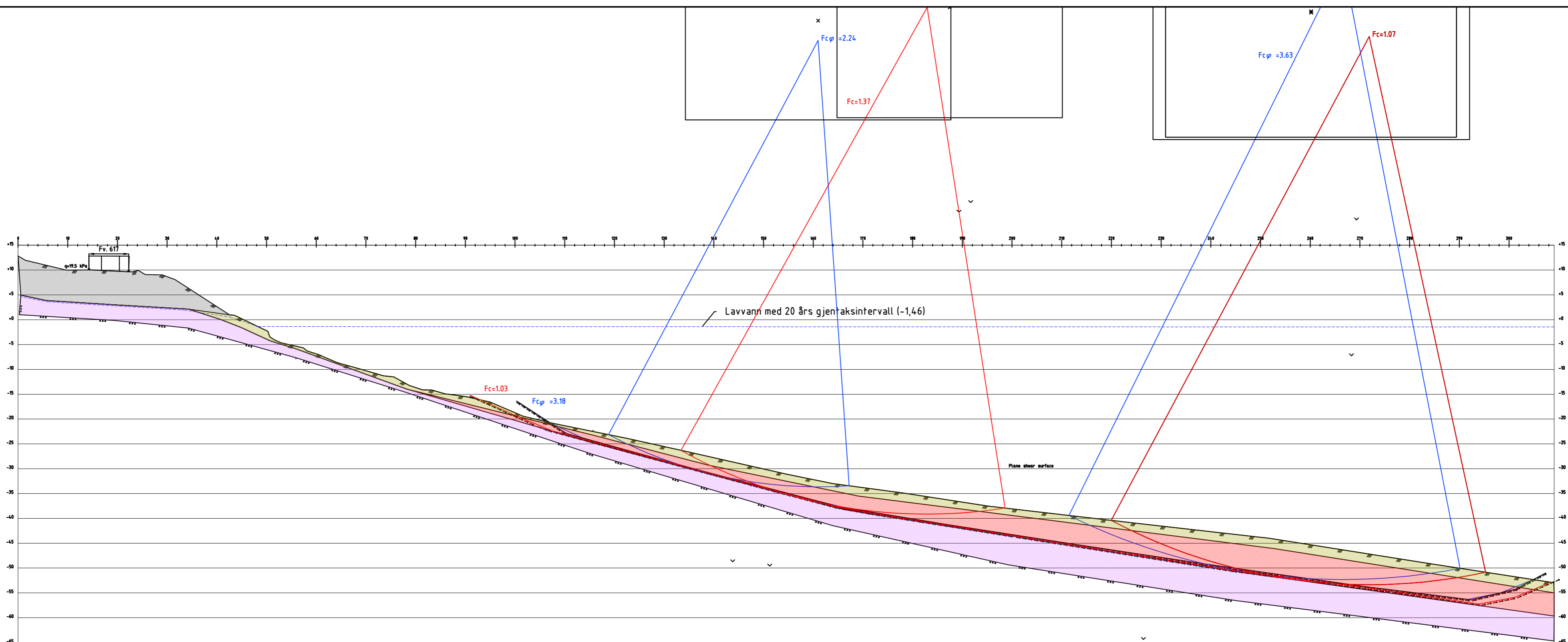
00	Utarbeidet tegning	2023-06-12	PERB	THVA	JSG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Nordplan AS
 Skårastranda Reguleringsplan
 Profil A-A
 Stabilitetsberegning med tiltak

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2023-06-12
Konstr./Tegnet	PERB	Kontrollert	THVA	Godkjent	JSG	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10244036-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.2	Rev.	00		

Z:\10244\10244036-01\10244036-01-03 ARBEIDSMÅRADE\10244036-01 RIG\10244036-01-04 TEGNINGER\Arbeidsområde perb\RIG-TEG-800\10244036-RIG-TEG-801.1-Profil B-B.dwg, - Plottet av: perb, Dato: 2023.06.15 kl 13:40



Profil B-B
1:200

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C [∞]	C	Aa	Ad	Ap
Sand, grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	25.0	0.0	9.00	1.00	0.63	0.35
Antatt morene	18.00	8.00	38.0	3.1				
Veifylling	18.00	8.00	42.0	1.8				

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 KOORDINATSYSTEM: EUREF 89, sone UTM 32

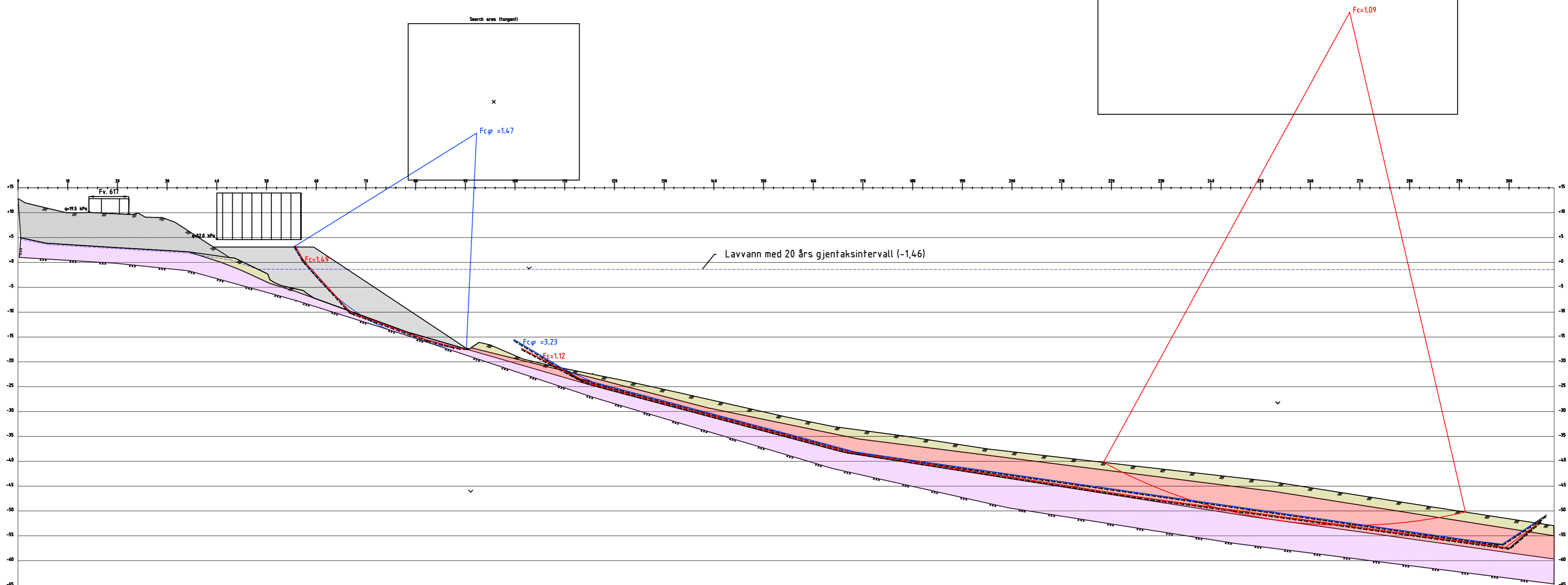
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Utarbeidet tegning	2023-06-12	PERB	THVA	JSG



Nordplan AS
 Skårastranda - Reguleringsplan
 Profil B-B
 Stabilitetsberegning av dages terreng

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2023-06-12
Konstr./Tegnet	PERB	Kontrollert	THVA	Godkjent	JSG	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10244036-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-801.1	Rev.	00		

Z:\010244\10244036-01\10244036-01-03 ARBEIDSMÅRADE\10244036-01 RIG\10244036-01-04 TEGNINGER\Arbeidsområde perb\RIG-TEG-800\10244036-RIG-TEG-801.2-Profil B-B.dwg, - Plottet av: perb, Dato: 2023.06.13 kl 8:59



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand, grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	25.0	0.0	9.00	1.00	0.63	0.35
Antatt morene	18.00	8.00	38.0	3.1				
Veifylling	18.00	8.00	42.0	1.8				
Sjøfylling	18.00	10.00	42.0	1.8				

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 KOORDINATSYSTEM: EUREF 89, sone UTM 32

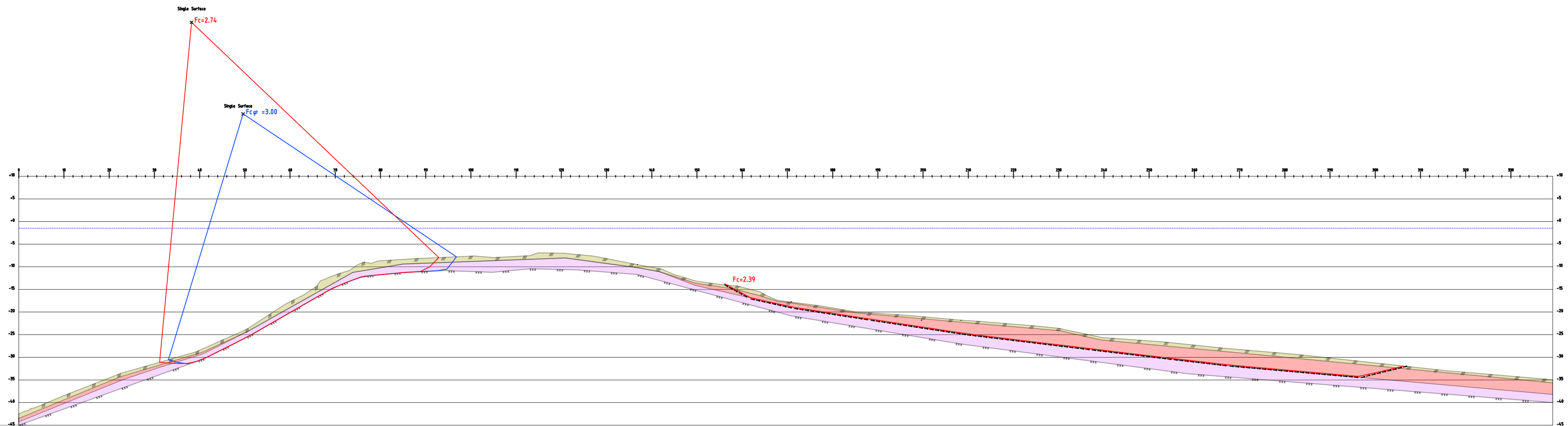
00	Utarbeidet tegning	22023-06-12	PERB	THVA	JSG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Nordplan AS
 Skårastranda - Reguleringsplan
 Profil B-B
 Stabilitetsberegning med tiltak

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2023-06-12
Konstr./Tegnet	PERB	Kontrollert	THVA	Godkjent	JSG	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10244036-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-801.2	Rev.	00		

Z:\10244\10244036-01\10244036-01-03 ARBEIDSMÅRADE\10244036-01 RIG\10244036-01-04 TEGNINGER\Arbeidsområde perb\RIG-TEG-800\10244036-RIG-TEG-802.1-Profil C-C.dwg, - Layout: (600 (A3L)), - Plottet av: perb, Dato: 2023.06.15 kl 13:04



Profil C-C
1:200

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Sand, grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	25.0	0.0	9.00	1.00	0.63	0.35
Antatt morene	18.00	8.00	38.0	3.1				

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 KOORDINATSYSTEM: EUREF 89, sone UTM 32

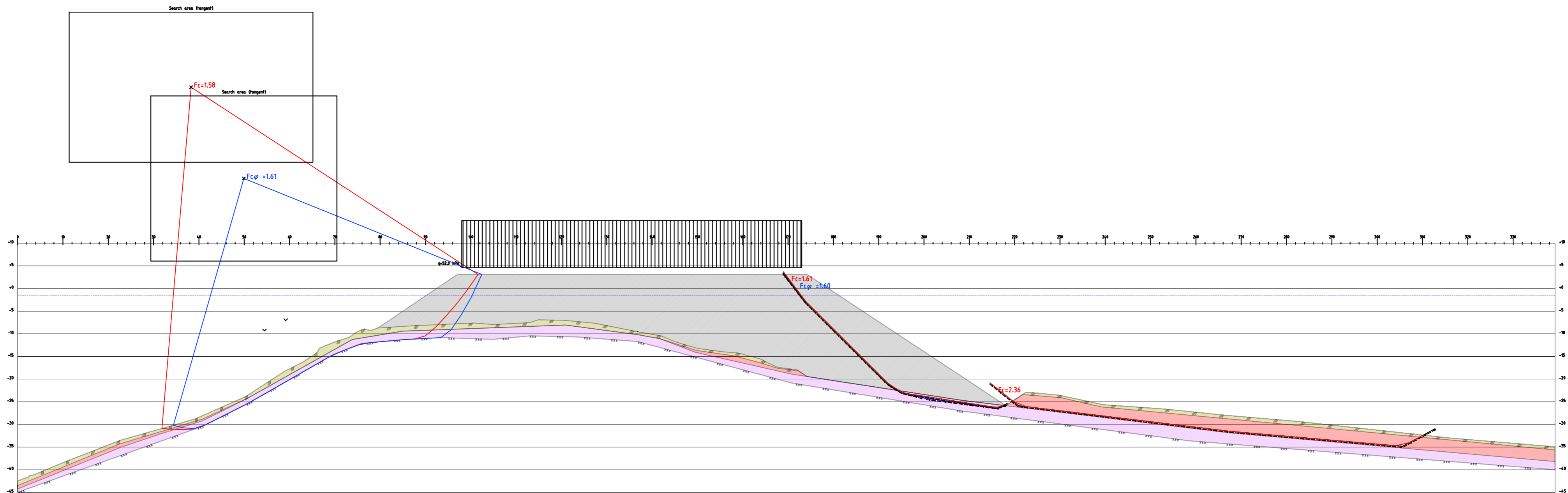
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Utarbeidet tegning	2023-06-12	PERB	THVA	JSG

Multiconsult
www.multiconsult.no

Nordplan AS
 Skårastranda - Reguleringsplan
 Profil C-C
 Stabilitetsberegning av dagens terreng

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2023-06-12
Konstr./Tegnet	PERB	Kontrollert	THVA	Godkjent	JSG	Målestokk	1:650
Oppdragsnr.	10244036-01		Tegningsnr.	RIG-TEG-802.1		Rev.	00

Z:\10244\10244036-01\10244036-01-03 ARBEIDSMÅRADE\10244036-01 RIG\10244036-01-04 TEGNINGER\Arbeidsområde perb\RIG-TEG-800\10244036-RIG-TEG-802.2-Profil C-C.dwg, - Layout: 600 (A3L), - Plottet av: perb, Dato: 2023.06.13 kl 9:01



Profil C-C
1:200

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Sand, grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	25.0	0.0	9.00	1.00	0.63	0.35
Antatt morene	18.00	8.00	38.0	3.1				
Sjøfylling	18.00	10.00	42.0	1.8				

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
HØYDEREFERANSE: NN2000
KOORDINATSYSTEM: EUREF 89, sone UTM 32

00	Utarbeidet tegning	2023-06-12	PERB	THVA	JSG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Nordplan AS
Skårastranda - Reguleringsplan
Profil C-C
Stabilitetsberegning med tiltak

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2023-06-12
Konstr./Tegnet	PERB	Kontrollert	THVA	Godkjent	JSG	Målestokk	1:650
Oppdragsnr.	10244036-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-802.2	Rev.	00		

Vedlegg A

Beregningsparametere og stabilitetsberegninger

Innholdsfortegnelse

A.1 Tolkning av beregningsparametere	1
A.1.1 Tyngdetetthet	1
A.1.2 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling	1
A.1.3 Tolkning av konsolideringsforhold	1
A.1.4 Tolkning av styrkeparametere	2
A.2 Stabilitetsberegninger	5
A.2.1 Generelt	5
A.2.2 Beregningsverktøy	5
A.2.3 Laster	5
A.2.4 Beregningsresultater	5
A.3 Referanser	6

A.1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning er gjort på basis av utførte laboratorieundersøkelser på opptatte prøveserier og utførte totalsonderinger. Det er også benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220. Tabell 1-1 viser en oppsummering av beregningsparameterne benyttet i stabilitetsberegningene.

A.1.1 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet.

Se tegning nr. 10244036-RIG-TEG-801.1 t.o.m. 10244036-RIG-TEG-802.2 for geotekniske data som er benyttet i beregningene.

A.1.2 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling

Det ble ikke installert poretrykksmålere i forbindelse med dette prosjektet. I stabilitetsberegningene er vannstand i sjø satt til kote – 1,46, som tilsvarer lavvann med 20 års gjentaksintervall.

På land er grunnvannsnivået satt ca. 1,0 meter under terreng.

A.1.3 Tolkning av konsolideringsforhold

Ødometerforsøkene brukes til å fremskaffe informasjon om prekonsolideringsspenninger og overkonsolideringsgrad for bruk i korrelasjonen mellom CPTU-sonderinger og treaksialforsøk. For tolkning av prekonsolideringsspenning i ødometerforsøkene er metoden, først presentert av Karlsrud benyttet [1]. Prekonsolideringsspenningen finnes her som gjennomsnittet av spenningen der tangentmodulen begynner å avta og spenningsnivået der helningen på den normalkonsoliderte linjen starter.

Det er ikke utført CPTU-forsøk i forbindelse med dette forsøket. Ødometerforsøkene vist i tegning RIG-TEG-400.1 og RIG-TEG-400.2 i datarapport 10244036-RIG-RAP-001, er dessverre ikke tolkbare [2].

A.1.4 Tolkning av styrkeparametere

Generelt skal karakteristisk skjærstyrkeprofil (S_{UA}) med aktive verdier tolkes ved hvert enkelt borpunkt, der det er mulig. Med et godt datagrunnlag velges mest sannsynlig opptredende verdier for profilet. Dersom målte styrkeverdier viser store variasjoner i forhold til normal variasjon i området, velges profilene i henhold til anbefalinger i NIFS veileder nr. 77/2014 [3] med forsiktighet.

Generelt skal et S_{UA} -profil velges ut ifra følgende rangering:

1. Treaksialforsøk av god kvalitet (Kvalitetsklasse 1)
2. CPTU (Anvendelsesklasse 1)
3. Erfaringsverdier ($S_{UA}/P_{0'}$, SHANSEP)
4. Konus/Enaks

Det er gjort et treaksforsøk. Treaksialforsøket er tolket basert på en vurdering av tøyning ved brudd og kvalitet av forsøkene. For vurdering av de drenerte styrkeparametere plottes radiell spenning mot opptredende skjærspenning, også kalt NTNU plott [3]. Friksjonsvinkelen kan her tolkes ut fra helningen på bruddlinjen og kan uttrykkes som:

$$\tan \phi = \frac{S_f}{\sqrt{1 + 2 * S_f}}$$

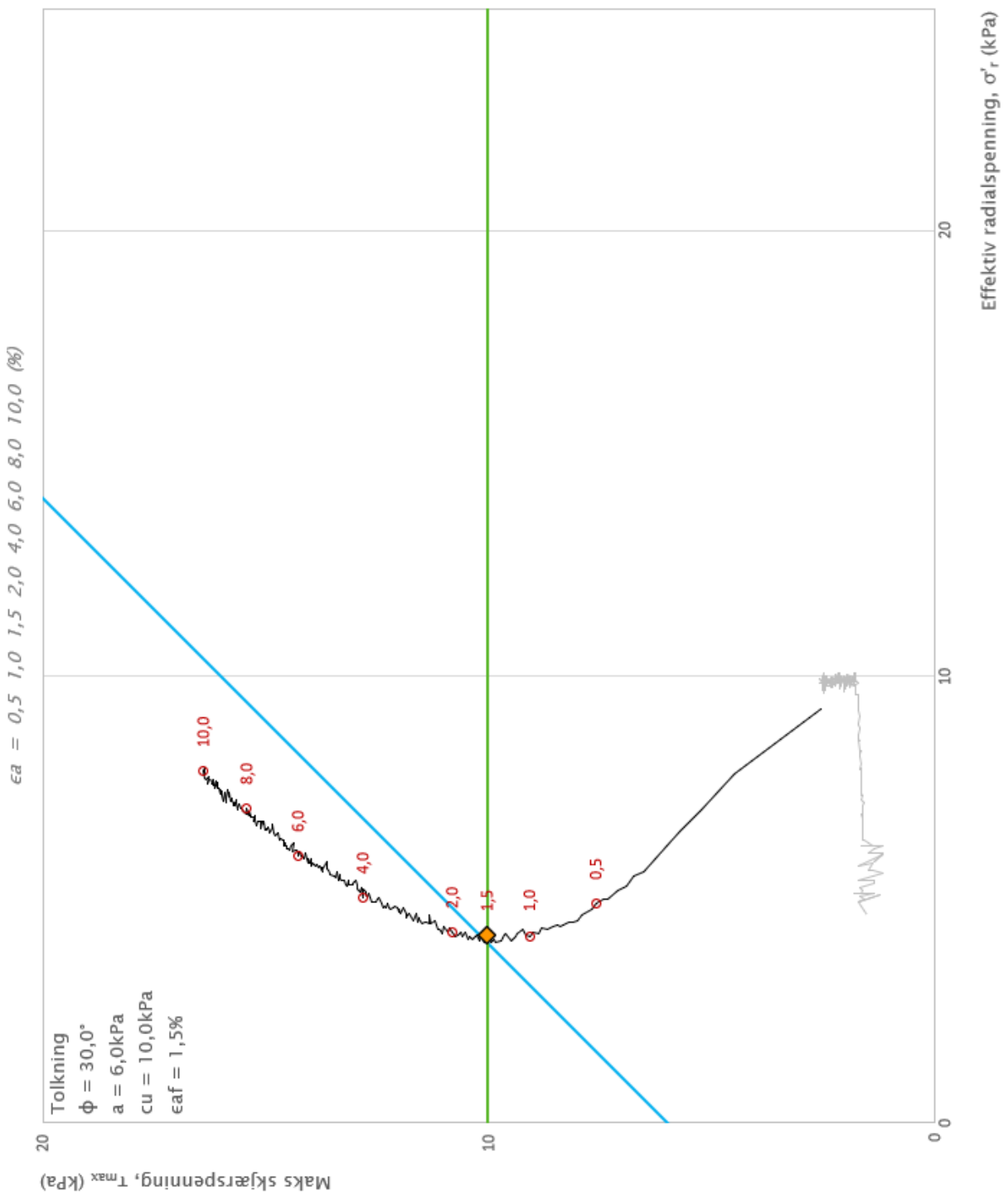
Hvor

S_f er stigningstallet på bruddlinjen

ϕ er friksjonsvinkelen

Figur 1-1 viser tolkning av treaksialforsøket. For leire er friksjonsvinkelen satt til 30° og attraksjonen til 6 kPa. Udrenert skjærstyrke fra treaksialforsøk anses å være verdier for aktiv skjærstyrke og er satt til 10 kPa ved tøyning 1,5 %.

For øvrige lag er resultater fra enaks og konus benyttet i kombinasjon med erfaringsverdier fra Statens Vegvesen Håndbok V220 [3].



rosjekt	Prosjektnummer: 10244036. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	
Skårastranda – Reguleringsplan				114	
inhold	penningsssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU)			Dybde (m)	
				1,67	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	VT	REGR	THVA	CAUc	
	Region	Dato utført	Revisjon	Figur	
	Midt	03.03.2023	0	450.1	
			Rev. dato		

Figur 1-1 Tolkning av treaksialforsøk

Vedlegg A – Beregningsparametere og stabilitetsberegninger

Tabell 1-1 Beregningsparametere benyttet i stabilitetsberegningen.

Material	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	Φ [°]	a [kPa]	c [kPa]	Cu [kPa]
Sjøfylling	18	10	42	2	1,8	-
Veifylling	18	8	42	3	2,7	
Topplag, sand, grus	18	8	34	0	0	-
Leire	20	10	30	6	3,5	10
Kvikkleire/sprøbrudd	20	10	25	0	0	9
Antatt morene	18	8	38	4	3,1	-

A.2 Stabilitetsberegninger

A.2.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegning i 3 profiler; A, B, og C. Det er utført beregninger både på effektiv- og totalspenningsbasis. Tolket lagdeling er vist i tegning nr. 10244026-RIG-TEG-700 t.o.m. 10244036--RIG-TEG-702. Plassering av profil er vist på situasjonsplan i tegning nr. 10244036-RIG-TEG-002 og 003.

A.2.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført i beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 22.0.0.0 med beregningsmetode «BEAST 2003». Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også søkt etter sammensatte skjærflater.

A.2.3 Laster

Ved stabilitetsberegningene er det benyttet en jevnt fordelt trafikklast på $F = 15$ kPa på trafikkerte flater, med lastkoeffisient 1,3. For næringsbygg er det lagt inn en last på 10 kPa per etasje (antatt 3 etasjer), pluss 10 kPa ekstra i forhold til usikkerheter knyttet til reguleringsfasen. Her også med lastkoeffisient 1.3.

A.2.4 Beregningsresultater

Beregningsresultat er vist i tegning nr. 10244023-RIG-TEG-800.1 t.o.m. 10244036-06-RIG-TEG-802.2. Tabell 2-1 viser beregningsresultater fra stabilitetsberegninger.

Tabell 2-1 Beregningsresultater for stabilitetsberegninger.

Profil	Tegnings nr. RIG-TEG-	Analyse	Resultater - dagens		Resultater - tiltak	
			Innenfor planområdet	Utenfor planområdet	Innenfor planområdet	Utenfor planområde
A	800.1/2	ADP	1,06*	1,0	1,55*	1,0
		afi	1,58	1,31	1,51*	1,31
B	801.1/2	ADP	1,03*	1,07	1,49*	1,12*
		afi	3,18*	3,63	1,47	3,23*
C, nord	802.1/2	ADP	2,74**	-	1,58**	-
		afi	3,00**	-	1,61**	-
C, sør	802.1/2	ADP	2,39*	-	1,61*	2,36*
		afi	-	-	1,60*	-

*Sammensatt glideflate

** Direkte sammenlignbare glideflater før og etter tiltaket

A.3 Referanser

- [1] K. Karlsrud, «Sammenstilling av noen erfaringer med prøvetaking og effekt av prøveforstyrrelse i norske marine leirer», 521500–6, 1991.
- [2] Multiconsult Norge AS, «10244036-RIG-RAP-001_rev01 Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser Skårastranda», mar. 2023.
- [3] Norges Vassdrag- og energidirektorat, Statens vegvesen, Jernbaneverket, «Valg av karakteristisk cuA-profil basert på felt- og labundersøkelser», NIFS rapport 77/214, mai 2015.
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, jun. 2014. [Online]. Tilgjengelig på:
https://www.vegvesen.no/_attachment/70057/binary/1305835?fast_title=H%C3%A5ndbok+V220+Geoteknikk+i+vegbygging+%2818+MB%29.pdf

Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire

Prosjektnummer:	10244036
Prosjektnavn:	Skårastranda
Utført av:	THVA
Kontrollert av:	PERN

Vedlegg B

Skårastranda - Faresone 1

Ref: [NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse»](#)

Dato: 19.10.2023
Rev: 01

Skadekonsekvens	Faktorer	Vektet tall	Skadekonsekvens, score				Valgt score for prosjektet	Merknad/vurdering	Resulterende skadekonsekvens for prosjektet
			3	2	1	0			
	Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	0		0
	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	2	2 stk. næringsbygg. iht. planforslag av 25/1-2023 kap. 6.2.4, er det totalt 18 stk. ansatte.	6
	Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	Ingen annen bebyggelse	0
	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2	FV617 - ÅDT ca. 1178 iht. kap. 6.2.4 i planforslag av 25/1-2023	4
	Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	0		0
	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1	Distribusjonsnett.	1
	Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2	Utløpsområde ligger i sjøen. Eventuell flodbølge kan oversvømme deler av tomta. Videre kan det ikke utelukkes tilsvarende konsekvenser på andre siden av Ulvesundet, eller i retning mot Måløy	4
	Sum		45	30	15	0			15
	% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %			33 %

Konsekvensklasse mindre alvorlig	Sum: 0-6
Konsekvensklasse alvorlig	Sum: 7-22
Konsekvensklasse meget alvorlig	Sum: 23-45

Evalueringen resulterer i følgende konsekvensklassifisering:

Konsekvensklasse alvorlig

Evaluering av faregrad	Faktorer	Vektet tall	Faregrad, score				Valgt score for prosjektet	Merknad/vurdering	Resulterende faregrad for prosjektet	
			3	2	1	0				
	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	Ingen. Kun tilfeller av steinsprang sør og nord for Skårastranda iht. NVE-Atlas	0	
	Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	3	Total høydeforskjell i kritiske profiler er over 30 m.	6	
	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1.0-1.2	1.2-1.5	1.5-2.0	>2.0	2	Usikkert	4	
	Poretrykk	Overtrykk, kPa:	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	Poretrykk er ikke målt, men det antas ut fra topografi å kunne være noe poreovertrykk i grunnen.	3
		Undertrykk, kPa:	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		0
	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	0	Tynne lag parallelt med terrenget	0	
	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	1	Sensitivitet er målt til under 10. Noe forstyrret - tar høyde for lav sensitivitet	1	
	Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	Ingen tegn til erosjon.	0	
	Inngrep	Forverring	3	Stor	Noe	Liten		2	Det er fylt opp en gang tidligere. Vurderes å ha forverret stabiliteten noe.	6
		Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0		0
	Sum		51	34	17	0			20	
	% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %			39 %	

Faregradklasse lav	Sum: 0-17
Faregradklasse middels	Sum: 18-25
Faregradklasse høy	Sum: 26-51

Evalueringen resulterer i følgende faregradklassifisering:

Faregradklasse middels

Risikoklasse (skadekonsekvens x faregrad) 1307

Risikoklasse 1	Tallverdi: 0 - 170
Risikoklasse 2	Tallverdi: 170 - 630
Risikoklasse 3	Tallverdi: 630 - 1900
Risikoklasse 4	Tallverdi: 1901 - 3200
Risikoklasse 5	Tallverdi: 3201 - 10 000

Evalueringen resulterer i følgende risikoklassifisering:

Risikoklasse 3

Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire

Prosjektnummer: **10244036**
 Prosjektnavn: **Skårastranda**
 Utført av: **THVA**
 Kontrollert av: **PERB**

Vedlegg B

Skårastranda - Faresone 2

Ref: [NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse»](#)

Dato: **19.10.2023**
 Rev: **01**

Skadekonsekvens	Faktorer	Vektet tall	Skadekonsekvens, score				Valgt score for prosjektet	Merknad/vurdering	Resulterende skadekonsekvens for prosjektet
			3	2	1	0			
	Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	0		0
	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	2	2 stk. næringsbygg. Iht. planforslag av 25/1-2023 kap. 6.2.4, er det totalt 18 stk. ansatte.	6
	Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	Ingen annen bebyggelse	0
	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2	FV617 - ÅDT ca. 1178 iht. kap. 6.2.4 i planforslag av 25/1-2023	4
	Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	0		0
	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1	Distribusjonsnett.	1
	Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2	Utløpsområde ligger i sjøen. Eventuell flodbølge kan oversvømme deler av tomta. Videre kan det ikke utelukkes tilsvarende konsekvenser på andre siden av Ulvesundet, eller i retning mot Måløy	4
	Sum		45	30	15	0			15
	% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %			33 %

Konsekvensklasse mindre alvorlig Sum: 0-6
 Konsekvensklasse alvorlig Sum: 7-22
 Konsekvensklasse meget alvorlig Sum: 23-45

Evalueringen resulterer i følgende konsekvensklassifisering:
Konsekvensklasse alvorlig

Evaluering av faregrad	Faktorer	Vektet tall	Faregrad, score				Valgt score for prosjektet	Merknad/vurdering	Resulterende faregrad for prosjektet
			3	2	1	0			
	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	Ingen. Kun tilfeller av steinsprang sør og nord for Skårastranda iht. NVE-Atlas	0
	Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	3	Total høydeforskjell i kritiske profiler er over 30 m.	6
	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1.0-1.2	1.2-1.5	1.5-2.0	>2.0	2	Usikkert.	4
	Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	Poretrykk er ikke målt, men det antas ut fra topografi å kunne være noe poreovertrykk i grunnen.	3
		Overtrykk, kPa:	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0	
	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	0	Tynne lag parallelet med terrenget.	0
		Undertrykk, kPa:							
	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	1	Sensitivitet en målt til under 10. Noe forstyrret - tar høyde for lav sensitivitet	1
	Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	Ingen tegn til erosjon.	0
	Inngrep	3	Stor	Noe	Liten		2	Det er fylt opp en gang tidligere. Vurderes å ha forverret stabiliteten noe.	6
		Forverring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	
	Sum		51	34	17	0			20
	% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %			39 %

Faregradklasse lav Sum: 0-17
 Faregradklasse middels Sum: 18-25
 Faregradklasse høy Sum: 26-51

Evalueringen resulterer i følgende faregradklassifisering:
Faregradklasse middels

Risikoklasse (skadekonsekvens x faregrad) 1307

Risikoklasse 1 Tallverdi: 0 - 170
 Risikoklasse 2 Tallverdi: 170 - 630
 Risikoklasse 3 Tallverdi: 630 - 1900
 Risikoklasse 4 Tallverdi: 1901 - 3200
 Risikoklasse 5 Tallverdi: 3201 - 10 000

Evalueringen resulterer i følgende risikoklassifisering:
Risikoklasse 3