

Til: Norrøna Marina AS
v/ Andreas Storstrøm

Kopi: Helge Hellebust

Fra: GrunnTeknikk AS

Dato: 04.08.2025
Dokumentnr.: 118434n2 Rev 1
Prosjektnr.: 115067
Utarbeidet av: Oda L. Jess Jakobsen
Kontrollert av: Olav Frydenberg

Moss. Stranda 68-70**Områdestabilitet, notat iht. NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»****Sammendrag:**

Norrøna Marina AS planlegger leilighetsbebyggelse på tomta Stranda 68-70 i Moss kommune. GrunnTeknikk AS er engasjert av Norrøna Marina AS v/ Andreas Storstrøm for å gjennomføre en områdestabilitetsvurdering av planlagt tiltak. Hele tomta ligger iht. NVEs faresonekart innenfor et løsneområde for kvikkleireskred med høy faregrad; kvikkleiresone 2092 Nordre Feste. Sonen ble utredet av Golder for NVE ref. [2].

Foreliggende notat inneholder en vurdering av områdestabiliteten knyttet til planlagt tiltak, utført iht. NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Vi har utført stabilitetsberegninger ifm. områdestabilitetsvurderingen, oppsummert i beregningshefte 118434tb3 ref. [4].

Det legges til grunn at planlagte bygg fundamenteres på peler, slik at den eneste belastningen på grunnen er planlagt graving/oppfylling av terreng ifm. med tiltaket. All graving på tomta vil føre til en forverring for gildeflater som kommer opp i foten av aktuell graveskråning, og krav til sikkerhet $F_c \geq 1,61$ er gjeldende. Ved KC-stabilisering før utgraving vil det totale tiltaket forbedre sikkerheten, noe som gjør at $F_c \geq 1,40$ er gjeldende.

Utførte stabilitetsberegninger viser at tilstrekkelig sikkerhet $F_c \geq 1,40$ oppnås ved å KC-stabilisere ned til fjell i forkant av planlagte gravearbeider mot øst. For å sikre utgraving av parkeringskjelleren har vi forutsatt at man KC-stabiliserer i en ca. 20 m bred sone fra tomtegrensa i øst. Videre må det etableres en KC-barriere ned til fjell langs tomtegrensa i sør med en bredde på ca. 30 m, i kombinasjon med avstivet spunt, for å sikre tomta mot områdeskred fra sør.

Beregninger ut i sjøen viser tilstrekkelig sikkerhet med underlaget som foreligger. Underlaget på sjø er imidlertid noe begrenset, og det skal utføres suppl. grunnundersøkelser på sjø i en senere fase av prosjektet for å endelig dokumentere stabiliteten. Skulle disse vise dårligere

forhold enn antatt skal sikringstiltak prosjekteres. Trolig mest aktuelt tiltak er motfylling i sjø, men andre tiltak vil da også vurderes.

Vi er i all hovedsak enig i tidligere utredningen av kvikkleirefaresone 2092 Nordre Feste, og har på nåværende tidspunkt vurdert at det ikke er nødvendig å revidere denne. Når suppl. grunnundersøkelser på sjø foreligger bør man gjøre en ny vurdering av avgrensningen mot sjøen i vest.

Detaljer fremgår av notatet.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	4
2	Planer	4
3	Terreng og grunnforhold	5
3.1	Terreng.....	5
3.1.1	Sjøbunnstopografi.....	7
3.2	Grunnforhold.....	9
4	Utførte grunnundersøkelser.....	10
5	Områdestabilitet.....	11
5.1	Oppsummering og gjennomgang av prosedyre.....	11
5.2	Avgrens løseområde.....	15
5.3	Klassifiser faresone.....	17
5.4	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet.....	19
5.4.1	Sikkerhetskrav K4.....	19
5.4.2	Dagens sikkerhet sør for tomte.....	20
5.4.3	Dagens sikkerhet ut i sjøen.....	22
5.4.4	Oppnådd sikkerhet ved utgraving for kjeller	24
5.5	Kvalitetssikring.....	27
6	Konklusjon.....	28

Vedlegg

- 1 Klassifisering av faresone iht. ref. [2]
- 2 GrunnTeknikk klassifisering av faresone

Referanser

- [1] Sweco AS, Datarapport 172110, Norrøna Marina, Rygge. 29.04.2014
- [2] Golder for NVE, Rapport 6-2019, Regional kvikkleirekartlegging. 14.02.2019
- [3] Multiconsult AS, Datarapport 511032-1, Stranda 7, Rygge. 24.08.2007
- [4] GrunnTeknikk AS, stabilitetsberegninger 118434tb3 Rev 1, Moss. Stranda 68-70, datert 04.08.2025
- [5] NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred, datert desember 2020
- [6] NVEs retningslinjer 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplanar, revidert 22. mai 2014
- [7] NVE Ekstern rapport nr. 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred, datert des. 2020

1 Innledning

Norrøna Marina AS planlegger leilighetsbebyggelse på tomta Stranda 68-70 i Moss kommune. Grunnteknikk er engasjert av Norrøna Marina AS v/ Andreas Storstrøm for å gjennomføre en områdestabilitetsvurdering av planlagt tiltak. Hele tomta ligger iht. NVEs faresonekart innenfor et løsneområde for kvikkleireskred med høy faregrad; kvikkleiresone 2092/Nordre Feste. Sonen ble utredet av Golder for NVE ref. [2].

Foreliggende notat inneholder en vurdering av områdestabiliteten knyttet til planlagt tiltak, utført iht. NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Rev 1 inneholder mindre justeringer med bakgrunn i kommentarer fra Terraplan, som utførte uavhengig kvalitetssikring av områdestabilitetsvurderingen.

2 Planer

Lundhagem arkitektkontor har utformet en foreløpig plan for boligbebyggelsen på aktuell tomt. Mottatt situasjonsplan er vist i Figur 1. Bebyggelsen består av 4 leilighetsbygg. Det er også planlagt underliggende, felles parkeringskjeller.

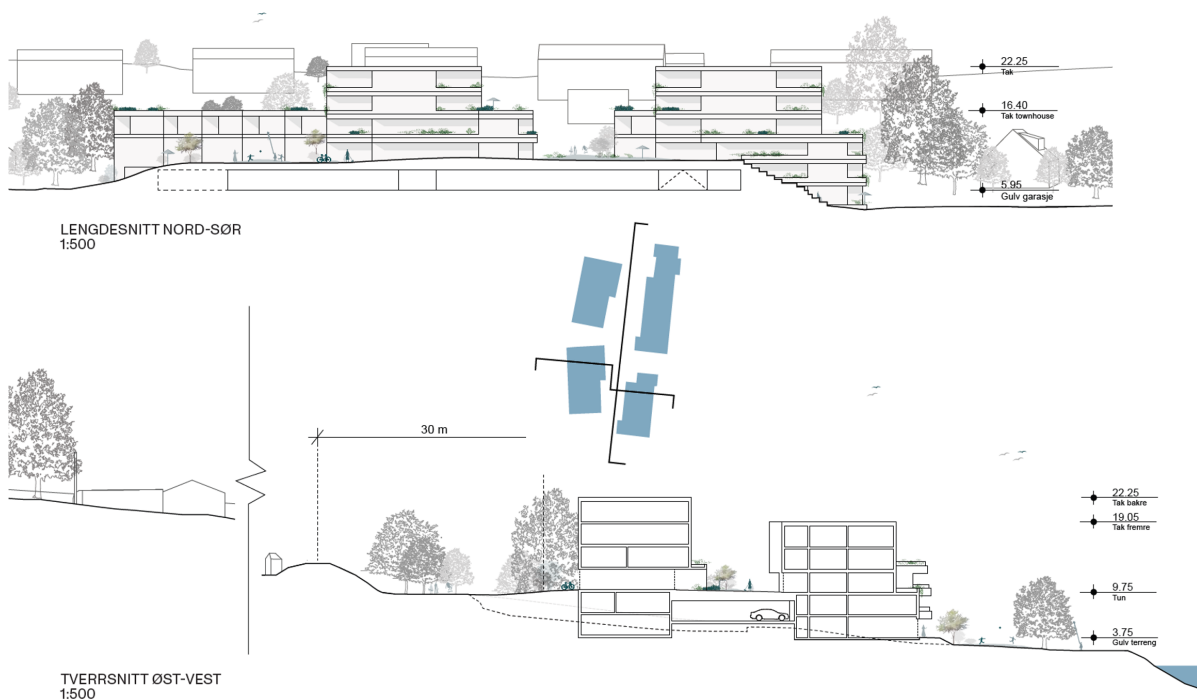


Figur 1: Mottatt foreløpig situasjonsplan utarbeidet av Lundhagem.

Oppgitt kote for OK gulv i de ulike bygningsdelene (vist i Figur 2) er benyttet som grunnlag for vurdering av gravedybder og områdeskredfare. I Figur 3 er mottatt lengde- og tverrsnitt vist.



Figur 2: Kote OK gulv for de ulike bygningsdelene.



Figur 3: Mottatt lengde- og tverrsnitt av planlagt boligbebyggelse.

Vi forutsetter et graveplanum 0,5 m under OK gulv. Dermed blir dypeste utgraving til kote +5,45 (park. kjeller) for store deler av tomten, med unntak av utgraving til kote +3,25 for sørøstre leilighetsbygg.

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Terreng

Aktuell tomt grenser til sjøen i vest og Østfoldbanen i øst. Nord og sør for tomten er det boligbebyggelse. Terrenget stiger fra ca. kote +2,4 i det planerte området i sørvest til ca. kote +11 i nordøst der tomten grenser til adkomstveien Stranda.



Figur 4: Skråfoto tatt fra vest hentet fra kart.1881.no, aktuell tomt markert med gult.

På Figur 5 er det påtegnet aktuelle helninger fra det stigende terrenget i øst og ned på tomten. Helningene varierer fra 1:7 til 1:9. På selve tomten har man en naturlig terrenghelning på nordsiden, mens terrenget er planert ut og terrassert på sørsiden. Brattest helning 1:6 finner man noe sør for tomten.



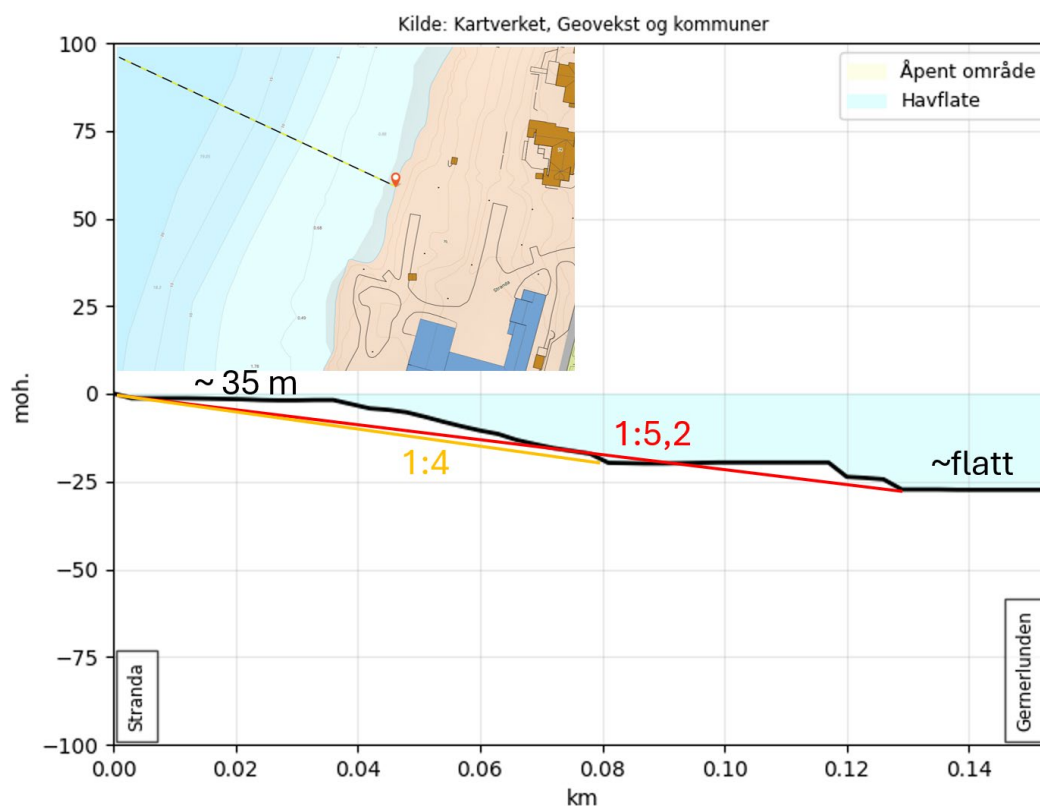
Figur 5: Aktuelle helninger ned mot tomten. Bildeutsnitt og helninger er hentet fra høydedata.no.

3.1.1 Sjøbunnstopografi

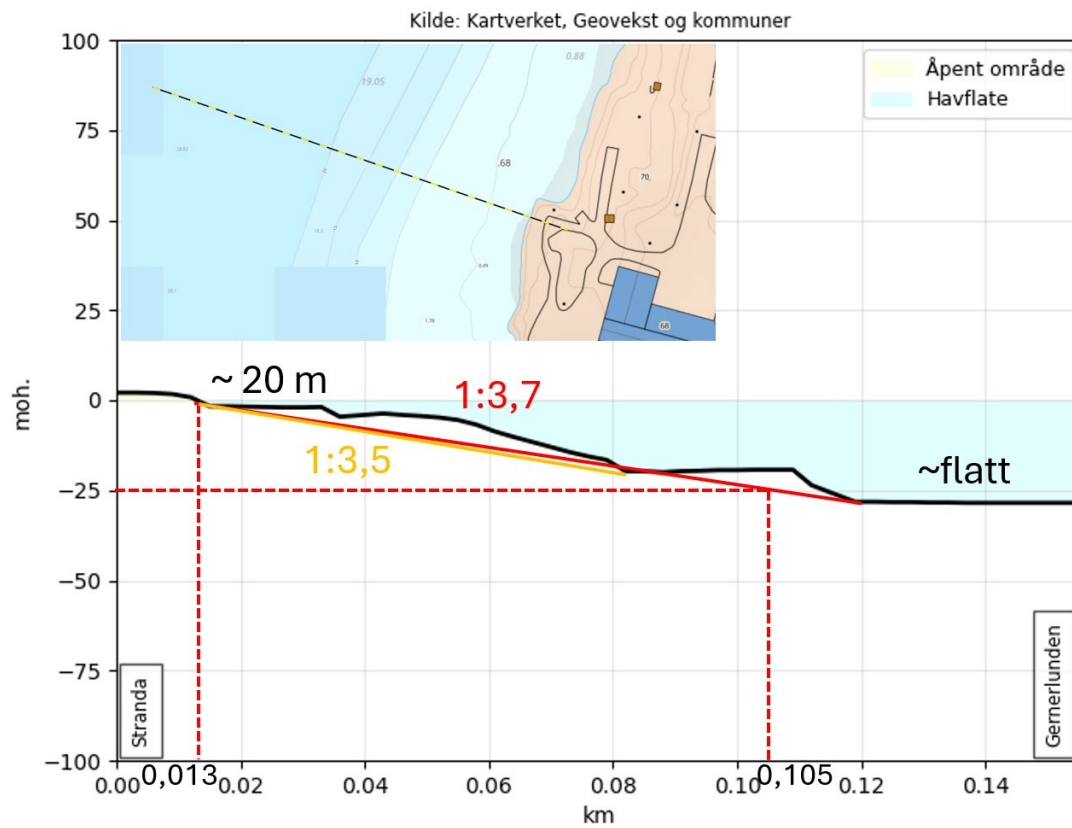
Sjøbunnstopografi er hentet fra Norgeskart.no, og er basert på havnekart 482 «Moss havn» med målestokk 1:20 000. Havnekartserien er sjøkart som dekker havner og innseilinger langs norskekysten.

Sjøbunnen utenfor aktuell tomt har først et langgrunt parti, etterfulgt av en bratt helning ned til et platå ved ca. 20 m dybde, og deretter en ny skråning ned mot en flate ved ca. 28 m dybde.

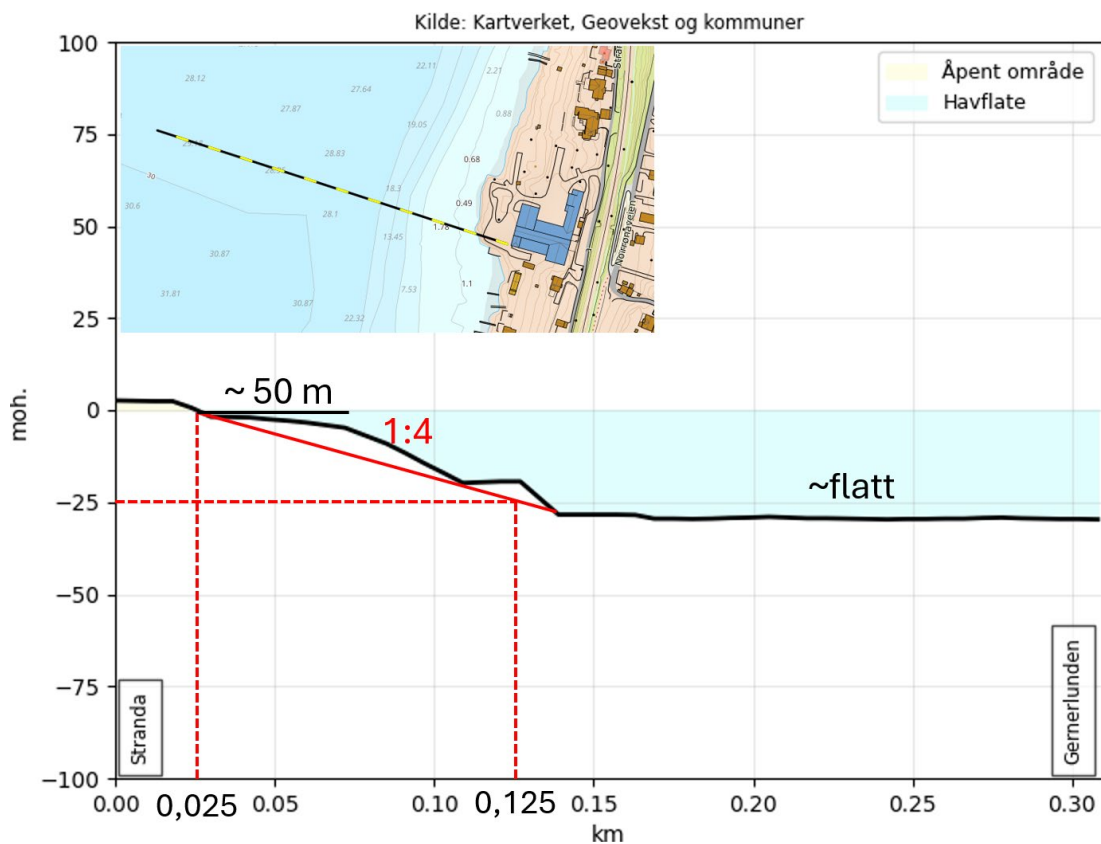
Figur 6 til 8 viser sjøbunnsterreng, hentet fra Norgeskart. Helningen fra tomta ned til skråningsfot marbakke er 1:3,7-1:5,2, mens gjennomsnittlig helning fra tomta til første platå ved 20 m dybde er 1:3,5-1:4. Innledende langgrunt parti er ca. 20 til 50 m bredt (litt mer helning på «platået» lengst sør).



Figur 6: Terreng sjøbunn lengst nord, hentet fra Norgeskart



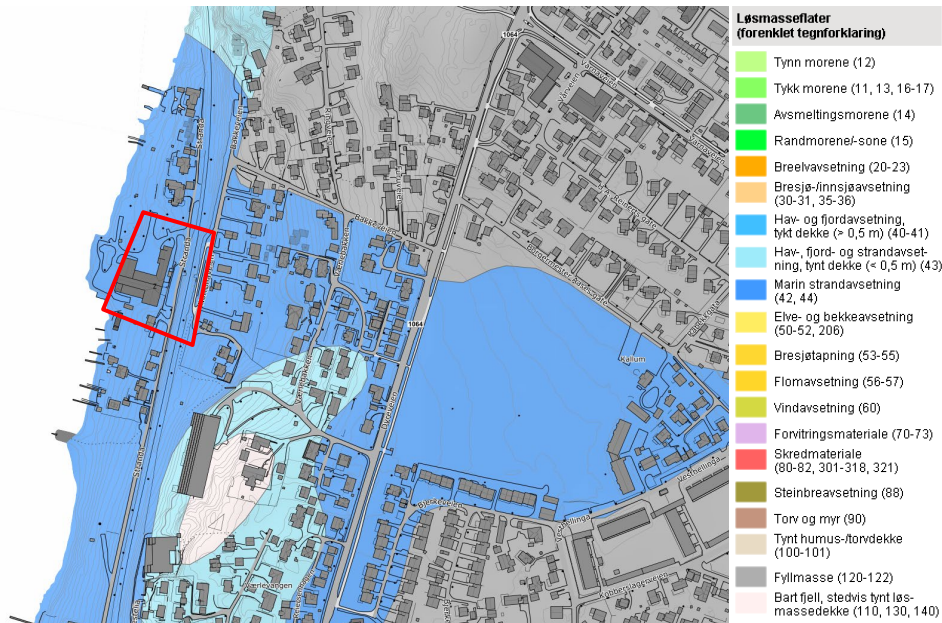
Figur 7: Terreng sjøbunn nord (profil A), hentet fra Norgeskart



Figur 8: Terreng sjøbunn sør (profil B), hentet fra Norgeskart

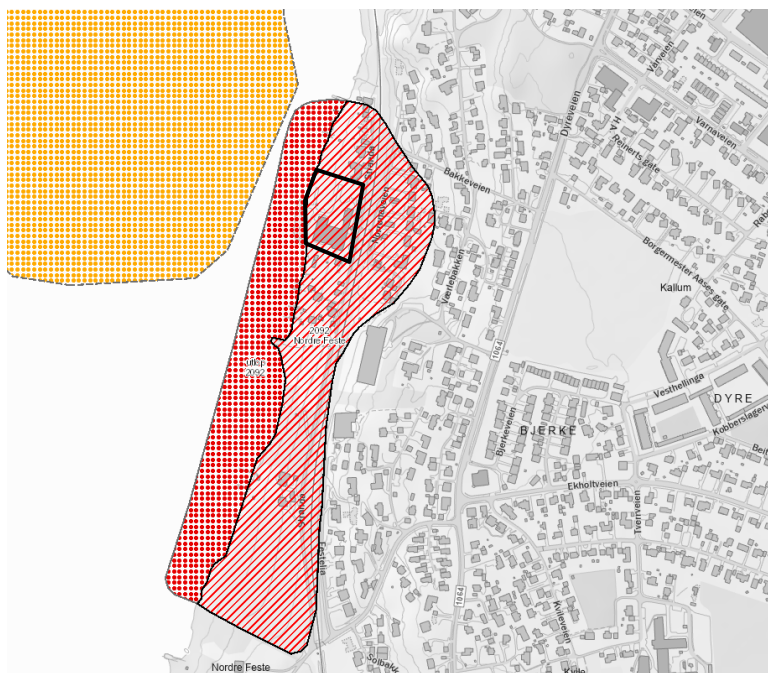
3.2 Grunnforhold

Figur 9 viser NGUs løsmassekart i aktuelt område. Forventede løsmasser i området er et sammenhengende dekke av marine strandavsetninger. Sørøst for aktuell tomt finner man en fjellblotning og et omkringliggende tynt løsmassedekke med marine avsetninger. Mot nord er det også markert et tynnere dekke.



Figur 9: Kvartærgeologisk kart hentet fra ngu.no. Aktuell tomt er markert.

Hele tomten ligger innenfor en kartlagt kvikkleiresone med høy faregrad; 2092/Nordre Feste, vist på Figur 10. Aktuell tomt og skråningen øst for tomten ligger i kartlagt løsneområde, med utløpssone i sjøen i vest. Løsneområdet er begrenset av fjellblotningen sørøst og nordøst for tomten, samt undersøkelser som ikke viser sprøbruddmasser lengre opp i skråningen mot øst.

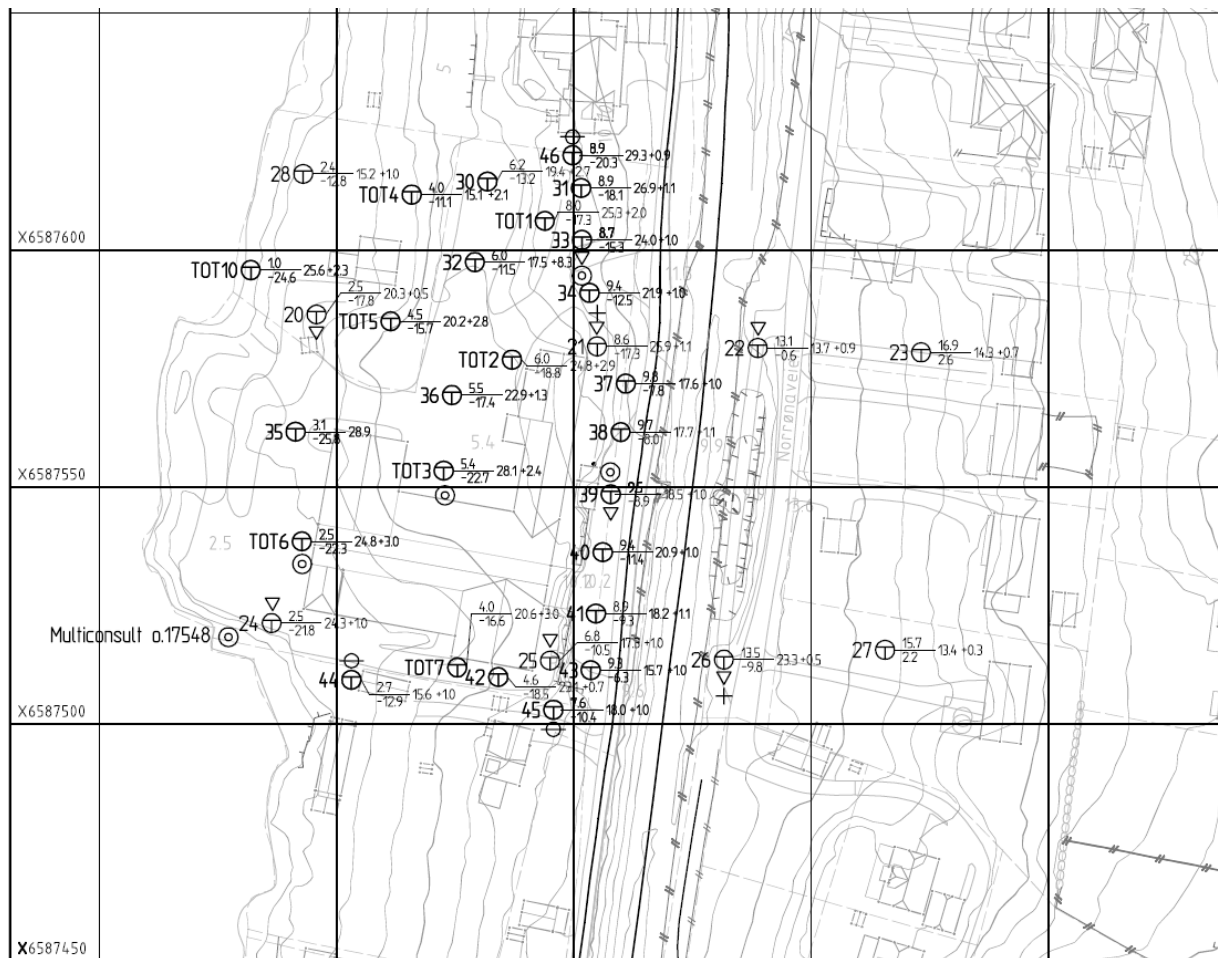


Figur 10: Temakart fra nve.no som viser kvikkleirefarezoner. Aktuell tomt er markert.

4 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i området i flere omganger, og utførte stabilitetsberegninger er basert på en datarapport fra Sweco (2014) ref. [1], tilgjengeliggjorte CPTU-data fra samme prosjekt, regional kvikkleirekartlegging fra NVE (2019) ref. [2] og en datarapport fra Multiconsult (2007) ref. [3].

Sweco har utført grunnundersøkelser i to omganger på aktuell tomt, i 2011 og 2014. Dette ble gjort i forbindelse med planlagt utbygging av boligblokker på tomten, og er sammenfattet i rapport ref. [1]. Figur 11 viser borplan fra aktuell datarapport. Her er også grunnundersøkelser gjort av Multiconsult i 2007 ref. [3] påtegnet, markert med «TOT».



Figur 11: Borplan hentet fra Swecos datarapport ref. [1].

Sweco har i sin rapport beskrevet grunnforholdene på tomten basert på utførte grunnundersøkelser:

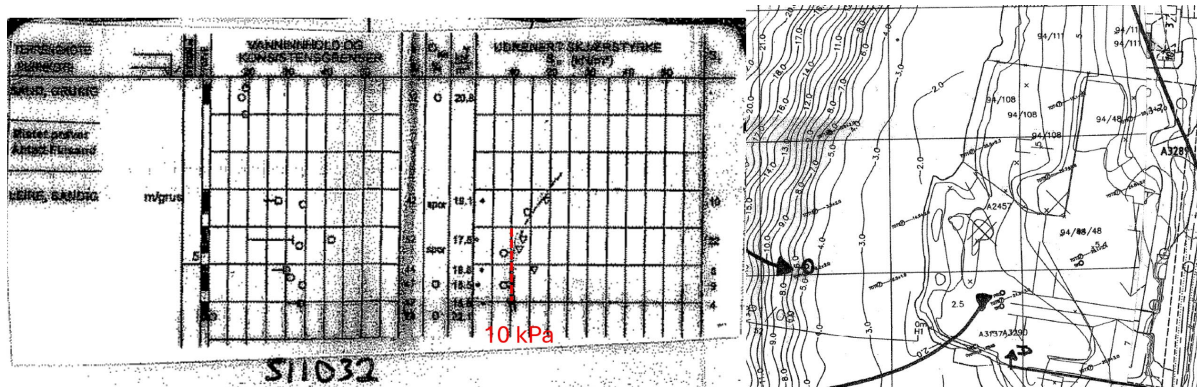
Grunnundersøkelsene utført på tomten viser at det er bløt til middels fast, meget sensitiv og/eller kvikk leire til relativt store dybder under et varierende topplag bestående av sand/grus og leire/tørreskorpeleire. Dybdene til berg i borpunktene varierer fra 13,2 m til 29,3 m. [...] Laboratorieanalyser viser at leira er kvikk under 4-5 m dybde.

Sweco installerte 6 poretrykksmålere på tomten i desember 2013; 2 stk på 3 lokasjoner. Basert på 3 avlesninger vinter/vår 2014 har man artesisk overtrykk på tomten, som er mest

fremtredende i sør mot sjøen (pkt 44: vann til topps ved måling 15 m under terreng, pkt. 45: ca. 10 kPa overtrykk, pkt. 46: under 5 kPa overtrykk).

Golder har på oppdrag fra NVE utført en oversiktskartlegging av områder med potensiell fare for store kvikkleireskred i Moss, Rygge og Råde kommune ref. [2]. Denne rapporten er også benyttet for innhenting av laboratorie- og feltundersøkelser i området.

I ref. [2] fremkommer det at det er hentet opp en prøveserie på sjø, ved ca. 5 m dybde utenfor sørenden av tomta. Utførte laboratorietester viste en udrenert styrke ned mot 10 kPa fra 4-6 m dybde. Det er vurdert at opptatte prøver trolig har vært forstyrret.



Figur 12: Utklipp av prøveserie på sjø, hentet fra ref. [2].

5 Områdestabilitet

Plan- og bygningsloven (PBL) §28-1 angir at «Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, *«dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold».*

I foreliggende notat er sikkerhet mot områdeskred vurdert. Områdeskred brukes som samlebegrep for skred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

For våre vurderinger ligger NVEs retningslinjer og veileder ref. [5] og [6] til grunn. Disse oppfyller krav om sikker byggegrunn i forhold til plan- og bygningsloven (PBL) og forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17).

5.1 Oppsummering og gjennomgang av prosedyre

I NVEs veileder 1/2019, ref. [5], kap. 3.2 er det angitt prosedyre for identifisering og avgrensning av sprøbrudd/kvikkleireområder.

Ettersom tiltaket finner sted i en allerede registrert kvikkleirefarezone gjennomgås prosedyren for å kontrollere om vi er enige i utredningen av eks. sone, samt for å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet for planlagt tiltak.

En oppsummering av resultatene presenteres i Tabell 1.

Tabell 1. Utredning av områdestabiliteten med utgangspunkt i prosedyre i NVEs veileder 1/2019 [5].

	Punkt	Overskrift i NVE veileder 1/2019	Vurdering	Status												
Del 1: Aktsomhetsområder	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	NVEs temakart viser at aktuelt område ligger innenfor kvikkleirefaresone 2092 Nordre Feste med høy faregrad. Prosedyren fortsettes fra steg 4.	Utført												
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	Utgår	Utført												
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred:	Utgår	Utført												
Del 2: Utredning av faresoner	4	Bestem tiltakskategori	Tiltakskategori K4, ettersom tiltaket kategoriseres som <i>bolighus med mer enn to boenheter</i>. Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak <table><tr><th>Tiltaks-kategori</th><th>Type tiltak</th></tr><tr><td>K0</td><td>Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger</td></tr><tr><td>K1</td><td>Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)</td></tr><tr><td>K2</td><td>Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre masseflyttinger</td></tr><tr><td>K3</td><td>Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg</td></tr><tr><td>K4</td><td>Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg</td></tr></table> For tiltakskategori K4 utredes det videre iht. prosedyre.	Tiltaks-kategori	Type tiltak	K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger	K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)	K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre masseflyttinger	K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg	K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg	Utført
	Tiltaks-kategori	Type tiltak														
	K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger														
	K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)														
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre masseflyttinger															
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg															
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg															
	5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsrneområde	Vi er enig i ref. [2] sin identifikasjon av mulig løsrneområde, med bakgrunn i topografi, løsmassetykkelse og påviste kvikkleireforekomster.	Utført												
	6	Befaring	Befaring ble utført ifm. med faresoneutredningen, oppsummert i ref. [2].	Utført												
	7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser på tomta og i nærområdet i flere omganger. Områdestabilitetsvurderingen er basert på en datarapport fra Sweco (2014) ref. [1], regional kvikkleirekartlegging fra NVE (2019) ref. [2] og en datarapport fra Multiconsult (2007) ref. [3].	Utført												

	<i>Punkt</i>	<i>Overskrift i NVE veileder 1/2019</i>	<i>Vurdering</i>	<i>Status</i>
			Underlaget på sjø er imidlertid noe begrenset, og det skal utføres suppl. grunnundersøkelser på sjø i en senere fase av prosjektet for å endelig dokumentere stabiliteten	
	8	<i>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder</i>	Dagens løsneområde er avgrenset mot sjøen i vest, og avgrenset i nord og sør pga. «tynt eller usammenhengende dekke» av marine avsetninger. Mot øst er sonen avgrenset på bakgrunn av berg i dagen i sør, og sannsynlig utbredelse i nord. Ettersom avgrensningen i nordøst er vurdert som en «sannsynlig utbredelse» har vi konservativt ant. at et kvikkleireskred kan ha utbredelse helt bak til Værdebakken (se lokasjon i Figur 14). Iht. NVE ekstern rapport 9/2020 ref. [7] defineres sjøbunnstopografien utenfor Stranda 68-70 som «kort avstand» til marbakken, noe som gjør at en faresone også skal omfatte området i sjøen ut til foten av marbakken. Vi har vurdert at avgrensningen mot sjø i ref. [2] hovedsakelig er gjort basert på visuelle observasjoner. En evt. utvidelse av faresonen ut i sjø må foretas etter utførelse av suppl. grunnundersøkelser på sjø. Videre framgår det fra ref. [2] at det ved befaring ikke ble funnet soner der stranderosjon anses å medføre en betydelig påvirkningsfaktor. Jordarter langs de bratteste områdene består av stein og blokk som ikke er erosjonsutsatte.	Utført
	9	<i>Klassifiser faresoner</i>	Vi har gjennomgått vurderingen, og er enig i det meste som er oppgitt. I faregradsvurderingen fra ref. [2] er OCR (for hele faresonen) satt lik 1,2-1,5. CPTU-soneringene fra tomta Stranda 68-70 viser generelt en OCR rundt 1,5-2. Ved å oppjustere OCR ender vi opp med middels faregrad, heller enn høy faregrad. Det er vurdert at det ikke er nødvendig å foreta en revidering av faregraden i eks. faresone, ettersom OCR-verdien som er lagt til grunn trolig er mer korrekt for hele faresonen. Det kan imidlertid bemerkes at faregraden trolig er noe	Utført

	Punkt	Overskrift i NVE veileder 1/2019	Vurdering	Status
			lavere lengst nord i faresonen, muligens også ved det aktuelle prosjektet. En KC-barriere kombinert med spunt mot sør, som hindrer skred fra denne retningen, vil derfor være gunstig både for tomta og for boligområdet nord for barrieren.	
	10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Vi har utført stabilitetsberegninger ifm. områdestabilitetsvurderingen knyttet til planlagt tiltak, oppsummert i beregningshefte 118434tb3 ref. [4]. All graving på tomta vil føre til en forverring for gildeflater som kommer opp i foten av aktuell graveskråning, og krav til sikkerhet $F_c \geq 1,61$ er gjeldende. Ved KC-stabilisering <i>før</i> utgraving vil det totale tiltaket forbedre sikkerheten, noe som gjør at $F_c \geq 1,40$ er gjeldende. Utførte stabilitetsberegninger viser at tilstrekkelig sikkerhet $F_c \geq 1,40$ oppnås ved å KC-stabilisere ned til fjell i forkant av planlagte gravearbeider. For å sikre utgraving av parkeringskjelleren har vi forutsatt at man KC-stabiliserer i en 20 m bred sone fra tomtegrensa i øst. Stabilitetsberegninger sør for tomta viser lav sikkerhet (F ned mot 1,1). Det skal derfor etableres en ca 20-30 m bred KC-barriere kombinert med avstivet spunt langs tomtegrensa i sør, for å sikre tomta mot områdeskred. Spunten dimensjoneres i senere fase. Beregninger på nordre del av tomta anses som representative for skråningen nord for tomta. Disse viser at tilstrekkelig sikkerhet oppnås for dagens situasjon. Beregninger ut i sjøen viser tilstrekkelig sikkerhet med underlaget som foreligger. Underlaget på sjø er imidlertid noe begrenset, og det skal utføres suppl. grunnundersøkelser på sjø i en senere fase av prosjektet for å endelig dokumentere stabiliteten. Skulle disse vise dårligere forhold enn antatt skal sikringstiltak projekteres. Trolig mest aktuelt tiltak er motfylling i sjø. Vi har vurdert at utførte stabilitetsberegninger dokumenterer at man kan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for planlagt tiltak.	Utført

	Punkt	Overskrift i NVE veileder 1/2019	Vurdering	Status

5.2 Avgrens løснеområde

Utreddelse av faresone 2092 Nordre Feste er gitt i NVE ekstern rapport 6/2019 – «Regional kvikkleirekartlegging, risiko for kvikkleireskred i Moss, Rygge og Råde kommuner» [2].

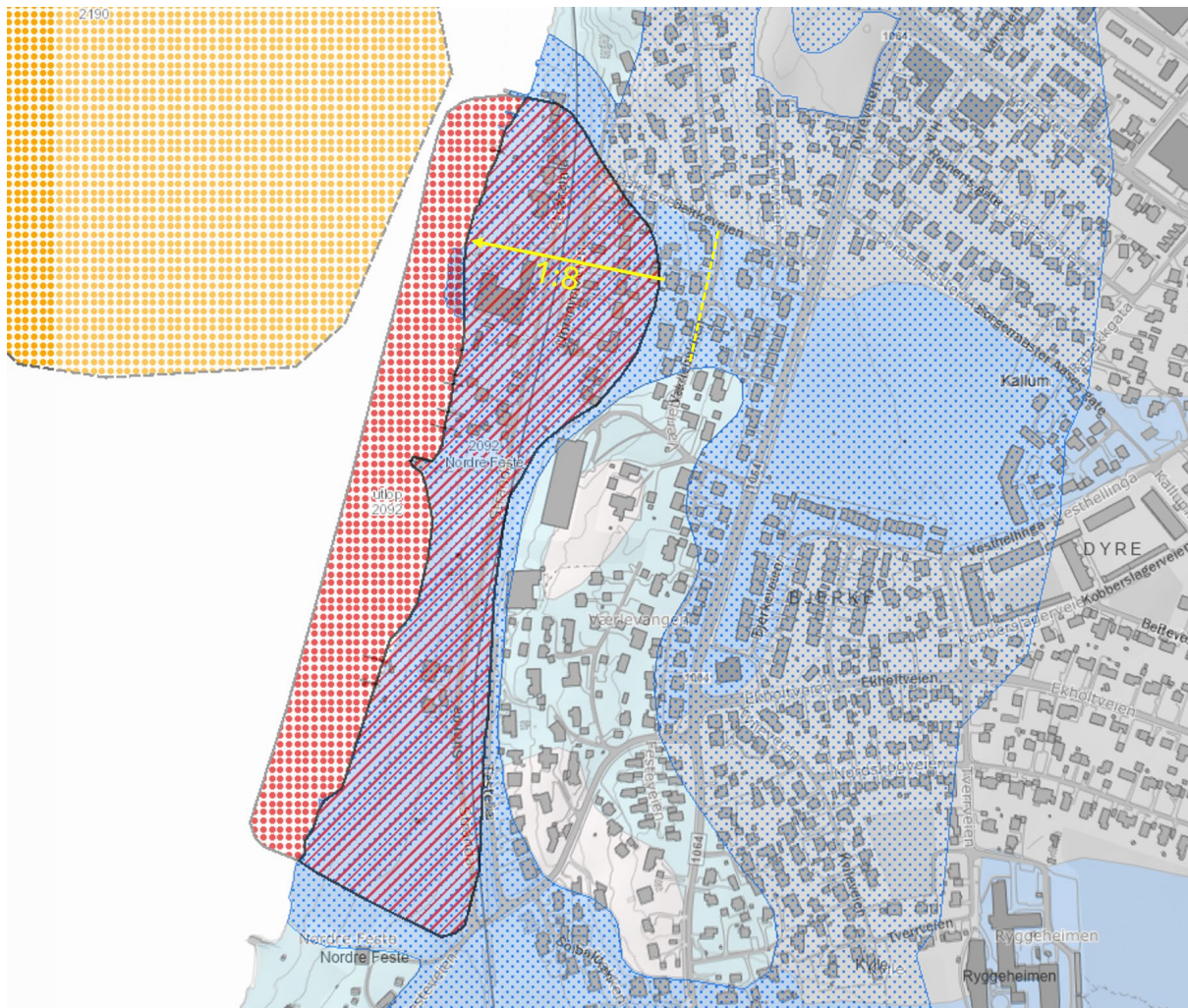
Ettersom de har kartlagt et såpass stort område, er det ikke gitt en full utredning av hvert område, men det er beskrevet en generell metodikk:

Utbredelse og omfang av kvikkleiresoner er generelt tolket og tegnet opp slik at de i bakkant enten avgrenses av topografi og fastmarkspartier, eller fra avstandskriteriet som tilsier at maksimal størrelse av sone tilsvarer $15 \times \text{skråningshøyden } H$ (for terrassert terreng). I bunnen følger sonen skråningsfot, vannkant og ellers dypeste punkt i raver.

Dagens løснеområde er avgrenset mot sjøen i vest, og avgrenset i nord og sør pga. «tynt eller usammenhengende dekke» av marine avsetninger, se Figur 14. Mot øst er sonen avgrenset på bakgrunn av berg i dagen i sør, og terrengkrav/sannsynlig utbredelse (ettersom Figur 14 viser en min. helning $1:8 > 1:15$) i nord. Avgrensningen i nordøst er ikke basert på dokumenterte ikke-kvikke masser, ettersom bakerste tilgjengelige prøveserier i skråningen ovenfor Stranda 68–70 (vist i Figur 13) viser kvikkleireforekomster i begge punkter.



Figur 13: Prøveserier i bakkant av tomta, hentet fra ref. [2]. Aktuell tomt er markert med rødt omriss.



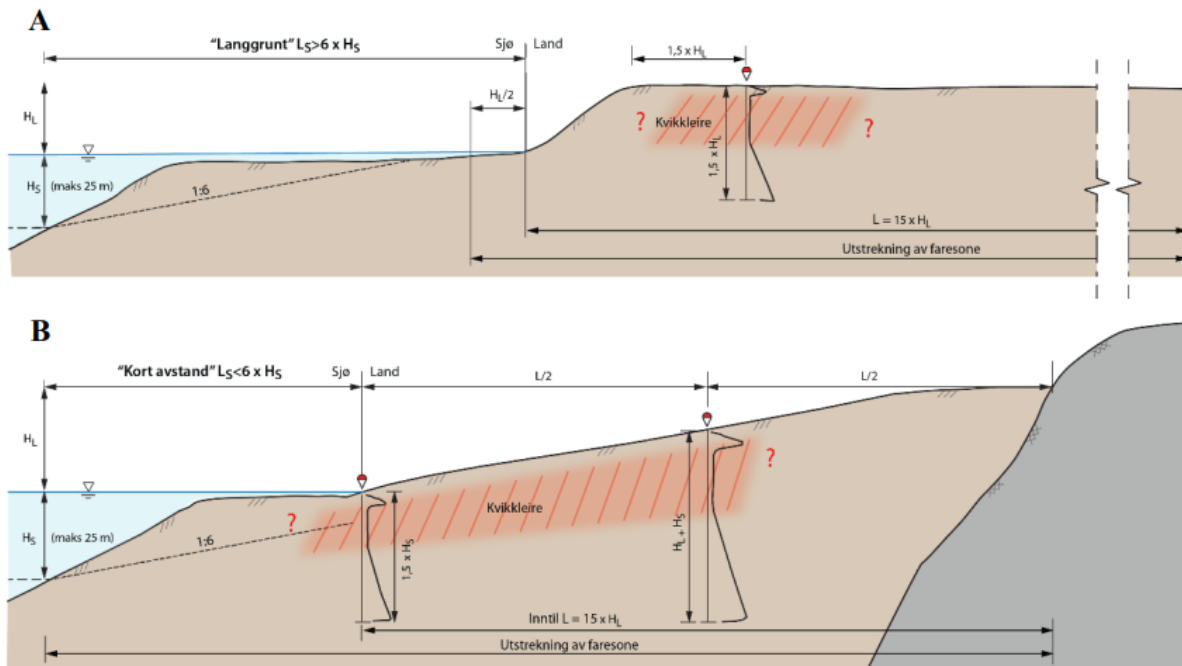
Figur 14: NVE sitt aktsomhetskart kombinert med NGUs løsmassekart. Gul stiplet linje viser konservativ utbredelse av kvikkleiresone.

Vi er i all hovedsak enige i vurdert avgrensning av løsneområdet. Ettersom avgrensningen i nordøst er vurdert som en «sannsynlig utbredelse» har vi konservativt ant. at et kvikkleireskred kan ha utbredelse helt bak til Værdebakken (markert med gul, stiplet linje i Figur 14) i utførte stabilitetsberegninger.

Faresone i sjø

NVE ekstern rapport 9/2020 ref. [7] definerer hvordan man skal vurdere faresoner i sjø. Iht. Figur 15 har man «kort avstand» til marbakken dersom foten av marbakken ligger mindre enn $6 \times$ marbakkehøyden (H_s) fra land. Basert på sjøbunnstopografien vist i Figur 6 til Figur 8 har man en helning 1:3,5-1,4, noe som gjør at følgende blir gjeldende:

For tilfeller med "kort avstand" til marbakken og sprøbruddmaterialer i grunnen, skal faresonene omfatte området i sjøen ut til foten av marbakken (jf. Figur 9B). Det forutsettes da at skred i marbakken potensielt kan utvikle seg inn på land og forårsake kvikkleireskred med stor utbredelse.



Figur 9 Prinsipp - topografiske kriterier i strandsonen og på land. (A) Plassering av borer og avgrensning av faresone der det er "langgrunt" i sjøen. Eksempelen viser "platåterreng" på land. (B) Plassering av borer og avgrensning av faresone der det er "kort avstand" til marbakken. Eksempelen viser "jevnt hellende terreng" på land.

Figur 15: Utklipp av Figur 9 fra ref. [7].

Dagens faresone omfatter ikke områder i sjøen. I NVE ekstern rapport 6/2019 – «Regional kvikkleirekartlegging, risiko for kvikkleireskred i Moss, Rygge og Råde kommuner» [2] står det følgende om utført kartlegging i strandsoner:

For kartlagte delområder som omfattes av denne kartleggingen gjelder generelt at det vanligvis er svært langgrunt med liten dybde ut til stor avstand fra sjøkanten (visuelle observasjoner). På denne bakgrunn er det vurdert at det ikke forekommer noen faresoner som har sin årsak i skredfarlige undersjøiske skrån timer i strandsonen.

Ang. erosjon i strandsonen er det konstatert:

Noen av sonene ligger i tilknytning til strandsoner mot sjø. Ved befaringene har synlige deler av strandlinjene blitt observert. Det ble ikke funnet soner der stranderosjon anses å medføre en betydelig påvirkningsfaktor. Jordarter langs de bratteste områdene består av stein og blokk som ikke er erosjonsutsatte. Ved grunne strandområder ble det ofte observert sand. Bølgeerosjon anses derfor ikke å være en reell utløsningsmekanisme for noen av sonene.

Vi har vurdert at avgrensningen mot sjø hovedsakelig er gjort basert på visuelle observasjoner. Vi har derfor utført stabilitetsberegninger for å se på områdestabiliteten ut i sjø, se avsnitt 5.4.3. En evt. utvidelse av faresonen ut i sjø må foretas etter utførelse av suppl. grunnundersøkelser på sjø.

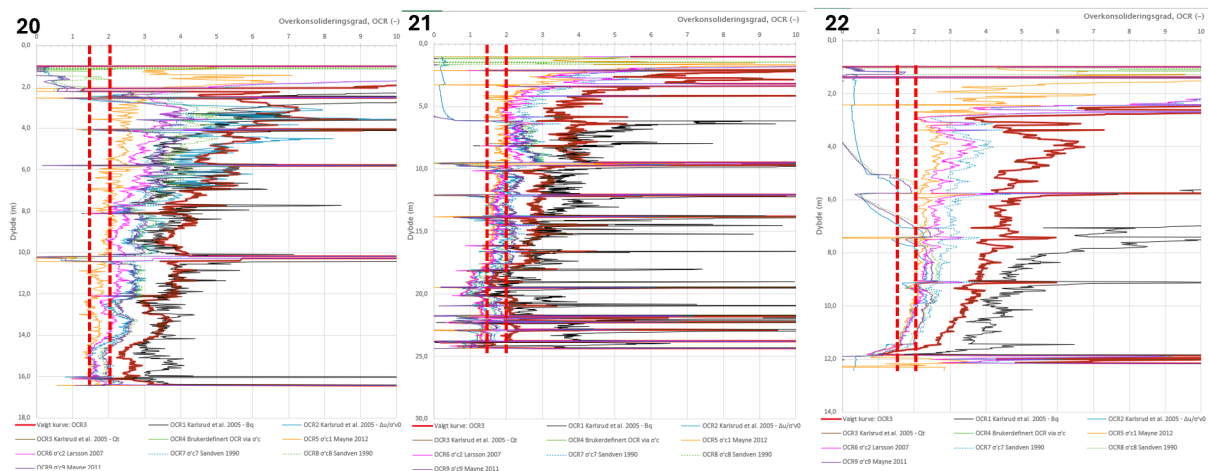
5.3 Klassifiser faresone

Faresonen er gitt faregrad høy. Vi har gjennomgått vurderingen, og er enig i det meste som er oppgitt, med mener man kan diskutere noen av forutsetningene som er lagt til grunn. Klassifiseringen av faresonen fra ref. [2] er vedlagt som vedlegg 1, og ny evaluering av faregrad er gitt i vedlegg 2.

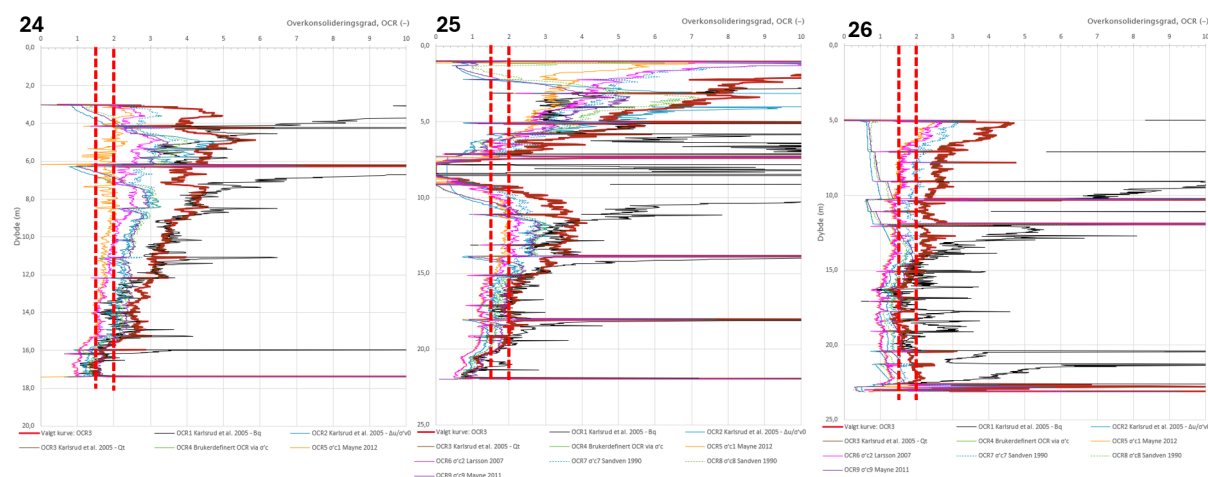
Vi har lagt til grunn samme skråningshøyde som i ref. [2]; >30 m - ca. 20 m på land og >20 m i sjø. Skråningshøyden i kritisk snitt er større enn høydeforskjellen innenfor opptegnet kvikkleirefaresone på maks. 24 m ettersom de har regnet med marbakken selv om denne ikke er innlemmet i eks. faresone. Det fremkommer av ref. [7]: *Dersom kritisk snitt omfatter marbakken, skal også marbakkehøyden medregnes (maksimalt ned til 25 m).*

I ref. [2] fremgår det at kvikkleiremekktigheten er $H/2$ til $H/4$, der H er skråningshøyden. Det fremgår at man har rundt 19 m med kvikkleire, men ettersom man har lagt til grunn en skråningshøyde >40 m, tilsvarer dette en mektighet $<H/2$. Vi sier oss enig i denne vurderingen

I faregradsvurderingen fra ref. [2] er OCR (for hele faresonen) satt lik 1,2 til 1,5. CPTU-sonderingene fra tomta Stranda 68-70 viser generelt en OCR rundt 1,5 til 2, se Figur 16 og Figur 17.



Figur 16: Tolket OCR fra CPTU-sonderingen i pkt. 20, 21 og 22 (nord på tomta). Stiplede linjer markerer OCR-intervallet 1,5 til 2.



Figur 17: Tolket OCR fra CPTU-sonderingen i pkt. 24, 25 og 26 (sør på tomta). Stiplede linjer markerer OCR-intervallet 1,5 til 2.

Iht. ref. [7] er OCR-faktoren definert som følger:

Områder som tidligere har hatt et høyere terrengnivå enn i dag, er forkonsoliderte. Terrensenkning kan være forårsaket av skredaktivitet eller erosjon. Effekten av en slik forkonsolidering er at leiren har en høyere skjærfasthet enn nåværende terrengnivå skulle

tilsi. Bestemmelse av forkonsolideringsforholdet (OCR) er således viktig for å vurdere faren for skred.

(...)

Videre skal OCR bestemmes i nivå med antatt kritisk glideflate. Når data er usikre bør det foretas en konservativ vurdering. Normalkonsolidert leire, dvs. leire med OCR=1, får høyeste score.

Ved å oppjustere OCR fra 1,2-1,5 til 1,5-2 ender vi opp med middels faregrad heller enn høy faregrad. Denne nedjusteringen av faregrad gjelder nord i faresonen, hvor aktuell tomt er lokalisert. Det er også vurdert at man trolig har hatt mer terrengendring på industritomta Stranda 68-70 enn lenger sør, hvor man hovedsakelig har jorder ned mot sjøen. Vi kan se av Figur 17 at OCRen syntes noe lavere mot sør.

Det er vurdert at det ikke er nødvendig å foreta en revurdering av faregraden i eks. faresone, ettersom OCRen som er lagt til grunn trolig er mer korrekt for hele faresonen. Man kan derimot merke seg at faregraden trolig er noe lavere lengst nord i faresonen.

5.4 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Vi har utført stabilitetsberegninger ifm. områdestabilitetsvurderingen knyttet til planlagt tiltak, oppsummert i beregningshefte 118434tb3 ref. [4]. Alle beregningsforutsetninger fremkommer av beregningsheftet, mens resultatene fra utførte stabilitetsberegninger er gjengitt her.

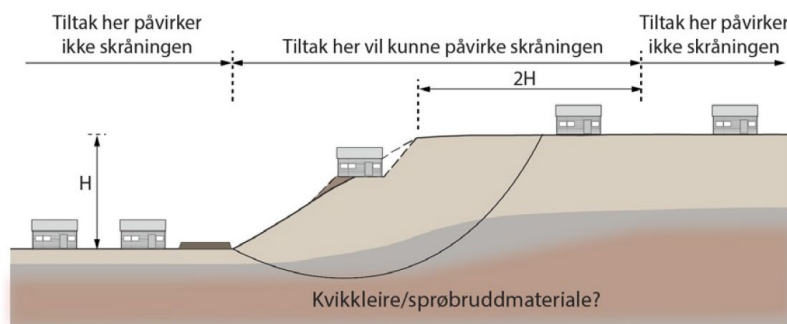
5.4.1 Sikkerhetskrav K4

Da tiltaket ligger innenfor en registrert kvikkleirefaresone, er krav til sikkerhet bestemt iht. NVE veileder 1/2019 [7].

Tiltaket er plassert under tiltakskategori K4 iht. NVE veileder 1/2019. Dette medfører følgende krav til sikkerhetsfaktor:

- Tiltak som forverrer stabiliteten ift. dagens situasjon: $F \geq 1,61$ for totalspenningsanalyser eller $F \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyser.
- For skråninger i faresonen innenfor influensområdet for aktuelt tiltak gjelder:
 - Tiltak som *ikke* forverrer stabiliteten ift. dagens situasjon: $F \geq 1,40$ for totalspenningsanalyser eller $F \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyser. Hvis krav til absolutt sikkerhetsfaktor ikke kan oppfylles åpnes det for bruk av prosentvis forbedring iht. veilederen.
- For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet for aktuelt tiltak gjelder:
 - $F \geq 1,20$ for totalspenningsanalyser og $F \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyser. Hvis krav til absolutt sikkerhetsfaktor ikke kan oppfylles åpnes det for bruk av prosentvis forbedring iht. veilederen.

Influensområdet i bakkant av en skråning er definert til å omfatte 2 ganger skråningshøyden av aktuell skråning, som vist på Figur 18.



Figur 18: Definisjon av influensområde, utsnitt av figur fra NVE veileder 1/2019.

Tiltaket skal utføres «midt» i en lang skråning, dersom man ser på marbakken ut i vannet som en forlengelse av aktuell skråning. Ettersom tiltaket ligger i skråningen, benyttes ikke prinsippet om influensområde/senket krav ift. robusthet for aktuelt tiltak. For skråningen og glideflater som ligger ovenfor tiltaket (i prinsippet øst for Stranda og Jernbanen) vil sikkerhetskravet være $F \geq 1,2$.

All graving på tomte vil føre til en forverring for glideflater som kommer opp i foten av aktuell graveskråning, da man fjerner mothold i foten av disse glideflatene. For disse glideflatene gjelder krav til sikkerhet på $F \geq 1,61$ (totalspenningsbasis).

Ved KC-stabilisering før utgraving vil det totale tiltaket forbedre sikkerheten. I dette tilfellet gjelder krav til sikkerhet $F \geq 1,40$ (totalspenningsanalyse).

5.4.2 Dagens sikkerhet sør for tomte

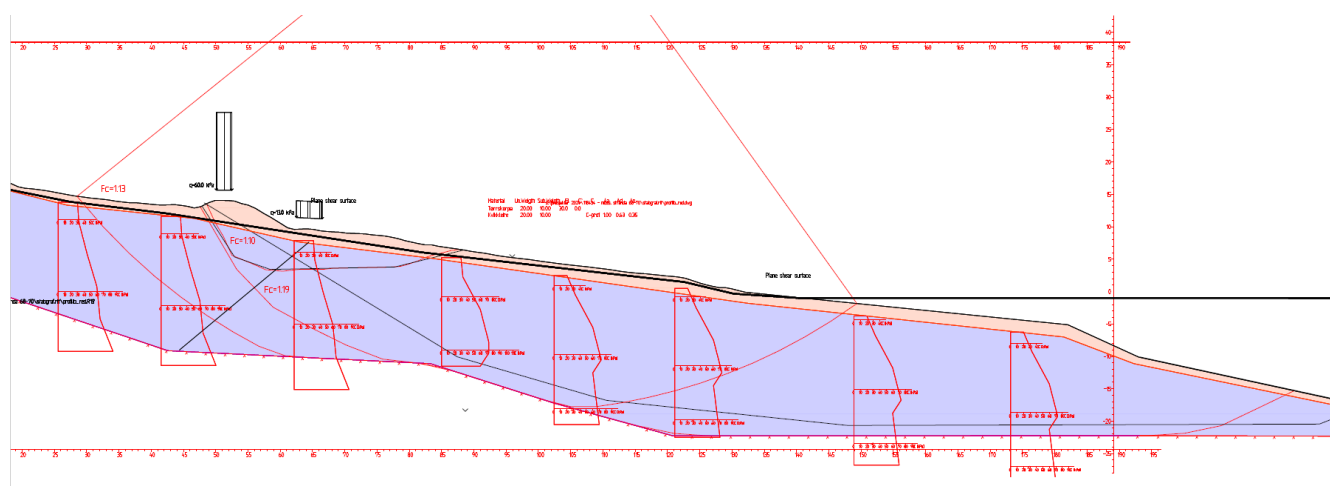
Sikkerheten i et snitt 40 m sør for tomte er beregnet. Lokasjonen til «Profil sør» er gitt i Figur 19, her kalt «Profil B».



Beregningene viser at vi har ikke tilstrekkelig sikkerhet mot områdeskred på totalspenningsbasis i «Profil sør» for dagens situasjon ($F_c=1,13$). I Figur 20 er de kritiske glidesirklene markert.

Tabell 2: De viktigste resultatene fra utførte stabilitetsberegninger

Profil og analyse	Lokasjon	Sikkerhet
Profil sør, udrenert	Bakketopp til østside jernbane	2,11
	Østside jernbane til vannkant	1,13
	Østside jernbane ut i fjorden	1,19
	Østside jernbane ut på terreng	1,10
Profil sør, udrenert, uten toglast	Bakketopp ut i fjorden	1,23
	Østside jernbane ut i fjorden	1,15
	Østside jernbane til vannkant	1,27
	Østside jernbane ut på terreng	1,35
Profil sør, drenert	Østside jernbane til vannkant	2,15
	Østside jernbane ut i fjorden	2,47
	Østside jernbane ut på terreng	1,99
	Lokalskred jernbane	1,50

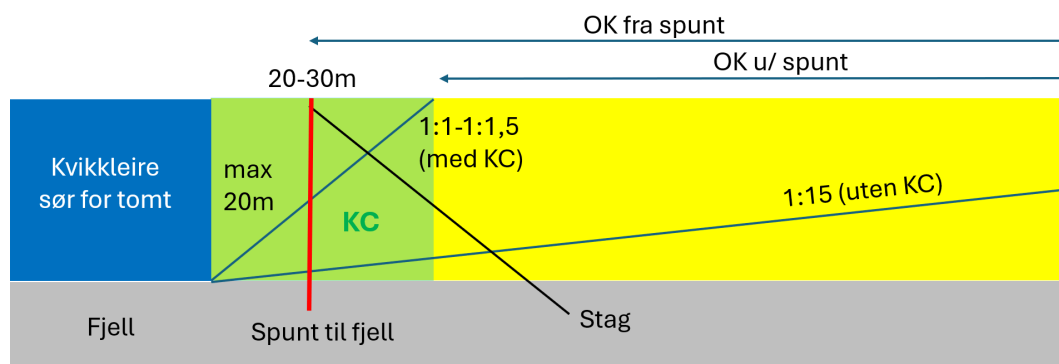


Figur 20: Profil B, udrenert analyse. Kritiske glidesirkler markert med rødt.

Nødvendige sikringstiltak

Det legges til grunn at man KC-stabiliserer en barriere mot sør, for å sikre aktuell tomt mot områdeskred fra sør. Leirlaget i sør er antatt inntil ca. 20 m tjukt, som tilsvarer en kritisk sone på 20-30 m ved KC-stabilisering (ant. brudd langs 1:1-1:1,5-linje i KC-stabilisert leire).

Da man ønsker å bygge nærmere enn ca. 20-30 m fra tomtengrensa i sør kreves det i tillegg avstivet spunt til fjell, se prinsippskisse under. Det legges til grunn at man stabiliserer leirlaget fra tomtengrensa til vannkanten. Spunt og avstivning forutsettes dimensjonert i senere fase.



Figur 21: Prinsippskisse fra sør mot nord, som viser hvor langt sør det er OK å bygge, med og uten spunt. KC-barriere er inntegnet med grønt.

5.4.3 Dagens sikkerhet ut i sjøen

Valg av styrkeprofil på sjø

Vi har bare tilgang på én prøveserie fra sjø, like utenfor profil B på 5 m vanndybde, som viser svært lav udrenert skjærstyrke (se Figur 12). Vi forventer at opptatte prøver fra sjø er omrørt/dårlige, noe som gir opphav til lavere styrke enn hva som er reelt.

Derfor har vi regnet på to tilfeller ved stabilitetsberegninger ut i sjø:

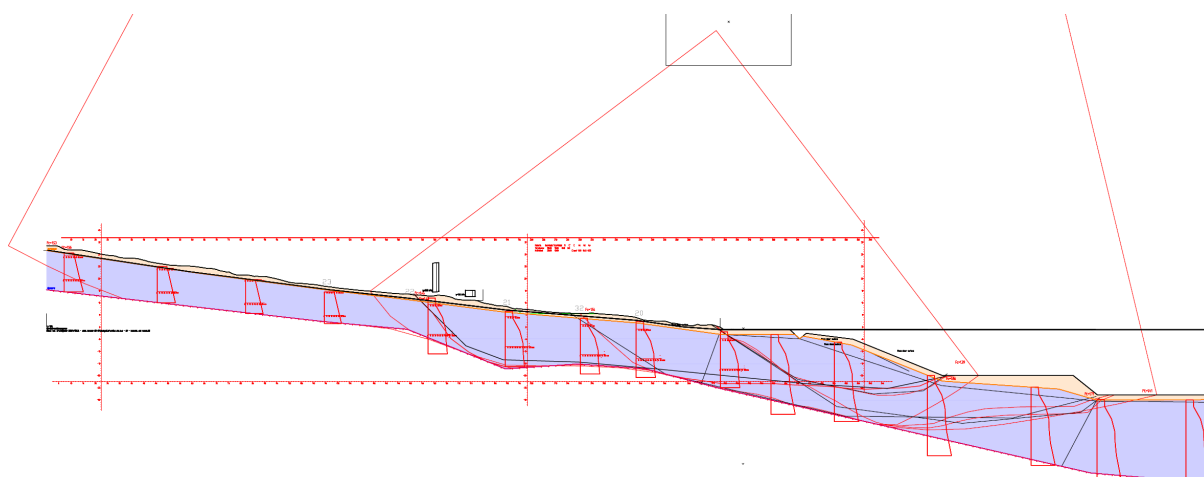
- Viderefører styrkeprofil basert på CPTU-sonderinger fra sjøkanten – dette er den styrken vi tror på
- Styrke basert på prøveserie på sjø; $s_{u,D}=12$ kPa $\rightarrow$ $s_{u,A}=19$ kPa i topp av leirlaget som øker med $0,2 \cdot p_0'$ – konservativt tilfelle for å sjekke om vi stadig har tilstrekkelig sikkerhet.

For profil A i nord oppnås sikkerhet $F \geq 1,4$ for alle glideflater ut i sjø ved samme styrkeprofil på sjø som på land, og $F \geq 1,2$ ved styrkeprofil basert på prøveserie fra sjø.

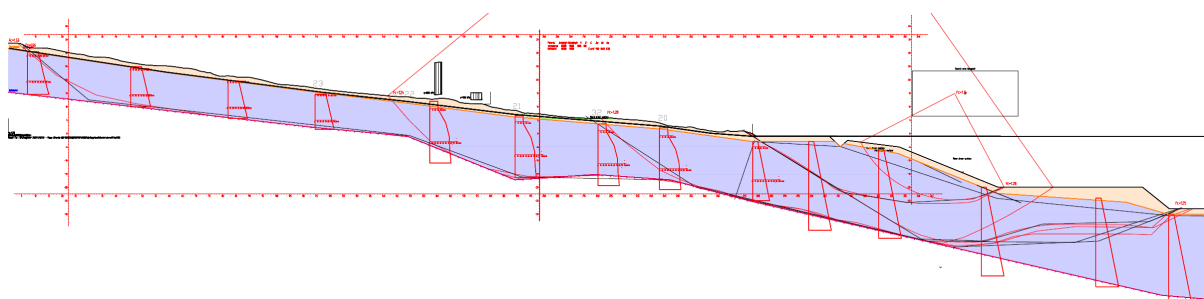
I profil B gir lik styrkeprofil på sjø som på land sikkerhet $F=1,24$ og $F=1,33$ for to lange glideflater, hhv. fra jernbanen og fra fjellblotningen i øst (disse glideflatene vil forbedres ved angitt KC-barriere mot sør). Redusering av styrken på sjøbunn gir enda lavere sikkerhet.

Tabell 3: Dagens sikkerhet ut i sjøen for profil A.

Lokasjon	Type glideflate	Samme styrkeprofil som på land, ant. som mest realistisk	Styrkeprofil basert på prøveserie fra sjø, ant. konservativt
JB til 1. marbakke	Sirkulær	1,39	1,24
	Sammensatt	1,45	1,28
Bakkant til 2. marbakke	Sirkulær	1,41	-
	Sammensatt	1,40	1,27
Midt på tomte til 2. marbakke	Sammensatt	1,54	1,28
Vannkant til 1. marbakke	Sammensatt	1,86	1,28
Vannkant til 2. marbakke	Sammensatt	1,71	1,25
	Sirkulær	-	1,33
Lokalstab 1. marbakke	Sirkulær	1,62	1,14



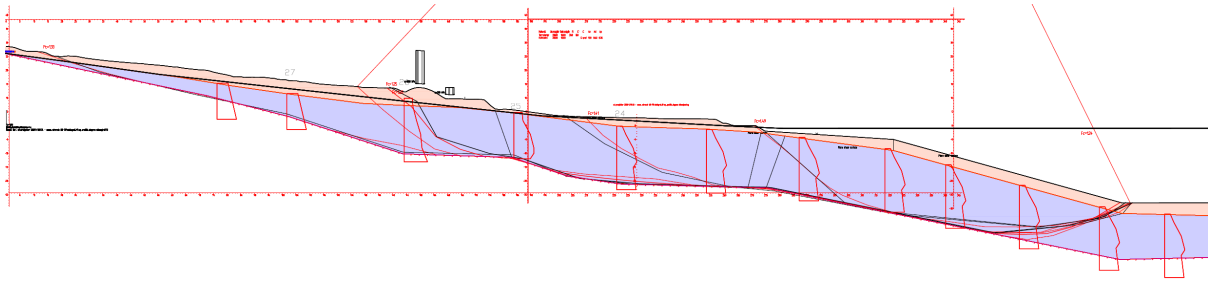
Figur 22: Profil A, samme styrkeprofil som på land: dagens sikkerhet ut i sjøen



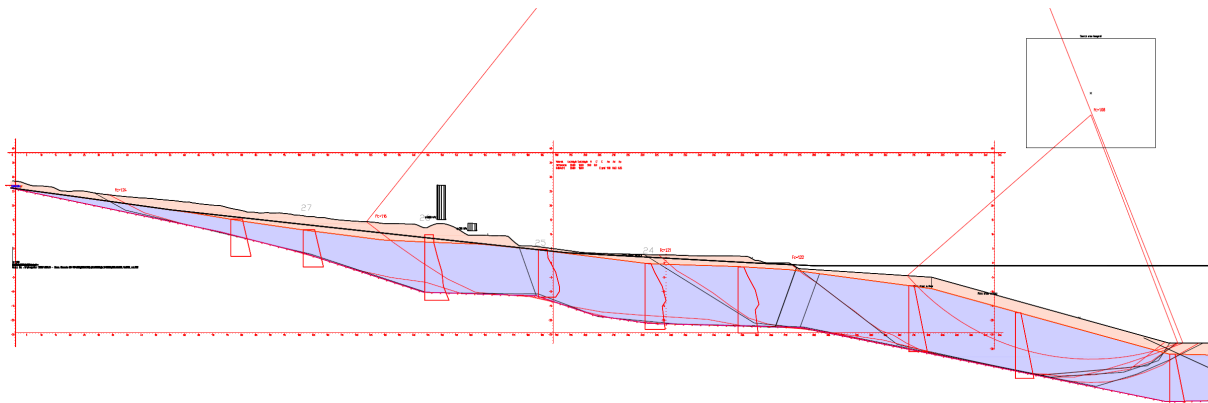
Figur 23: Profil A, styrkeprofil basert på prøveserie fra sjø: dagens sikkerhet ut i sjøen.

Tabell 4: Dagens sikkerhet ut i sjøen for profil B.

Lokasjon	Type glideflate	Samme styrkeprofil som på land, ant. som mest realistisk	Styrkeprofil basert på prøveserie i sjø, ant. konservativt
JB til marbakke	Sirkulær	1,24	1,16
	Sammensatt	1,25	1,27
Bakkant til marbakke	Sammensatt	1,33	1,24
Midt på tomte til marbakke	Sammensatt	1,41	1,21
Vannkant til marbakke	Sammensatt	1,49	1,22
Lokalstabilitet marbakke	Sirkulær	1,42	1,08



Figur 24: Profil B, samme styrkeprofil som på land: dagens sikkerhet ut i sjøen.



Figur 25: Profil B, styrkeprofil basert på prøveserie fra sjø: dagens sikkerhet ut i sjøen.

Alle glideflater som krysser tomte vil forbedres ved KC-stabilisering. Dette gjelder spesielt i sør, hvor det skal etableres en KC-barriere. Dersom vi har omtrent lik styrke på sjø som på land er sikkerheten ut i sjøen tilstrekkelig.

For lokale glideflater ut i sjøen (utenfor selve tiltaket) vil det mulig kunne argumenteres for kun krav til robusthet $F \geq 1,2$, dette må i så fall diskuteres nærmere med uavhengig kvalitetssikrer dersom det er relevant for videre vurderinger mot sjøen.

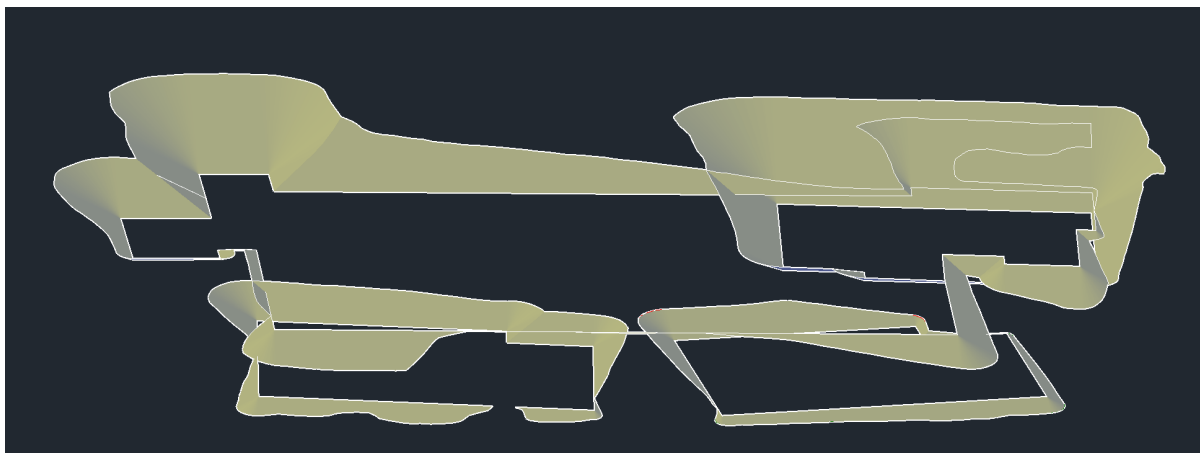
Underlaget på sjø er begrenset, og det skal derfor utføres suppl. grunnundersøkelser på sjø i en senere fase av prosjektet for å endelig dokumentere stabiliteten. Skulle disse vise dårligere forhold enn antatt skal sikringstiltak prosjekteres. Trolig mest aktuelt tiltak er motfylling i sjø.

5.4.4 Oppnådd sikkerhet ved utgraving for kjeller

Det legges til grunn at planlagte bygg fundamenteres på peler, slik at den eneste belastningen på grunnen blir evt. utgraving eller oppfylling av terreng.

For de presenterte beregningstilfellene er det regnet med jernbanelast i bakkant, da prosjektet er tenkt påbegynt før banen skal flyttes.

Nødvendig graving for mottatte planer er vist i Figur 26. Her har man ant. sørøstlig bygg med OK gulv +3,75, for å sjekke om dette er gjennomførbart.



Figur 26: 3D-tegning av nødvendig graving (og oppfylling) basert på mottatte planer, sett fra vest.

All graving på tomte fører til forverring av dagens sikkerhet, noe som gjør at man krever sikkerhet $F_c \geq 1,61$. Dette oppnås ikke for planlagt graving i hverken sør eller nord, ref. [4].

For å kunne utføre planlagt graving på tomte må man KC-stabilisere til fjell, fra tomtengrensa og utover, før planlagte gravearbeider utføres. Kombinert tiltak med KC-stabilisering+graving vil totalt forbedre sikkerheten i aktuelt område, og krav om sikkerhet er dermed $F_c \geq 1,40$ for dimensjonering av KC-barriere mot øst.

Nødvendige sikringstiltak i nord

Profil A i nord representerer maksimal graving til parkeringskjeller i bakkant (ekskl. lokale graveutslag grunnet små variasjoner i terreng eller byggegrop), samt noe graving til sjøfrontbygg i nord.

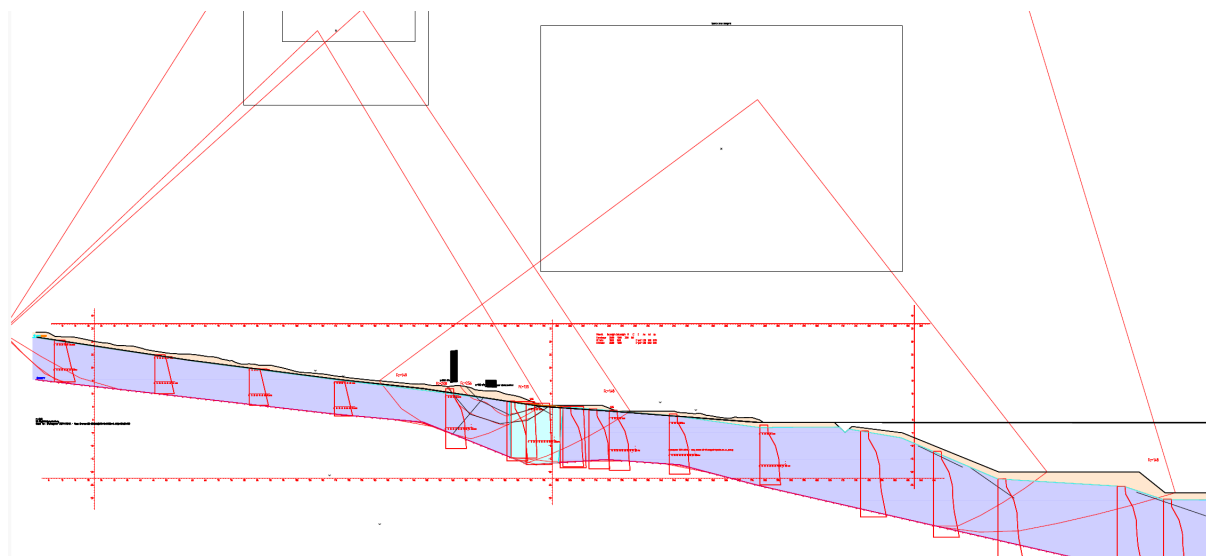
Kritisk glideflate for bredde av KC-sone går fra skråningstopp til 2. graveskråning. Tabell 5 angir oppnådd sikkerhet, og viser at man oppnår tilstrekkelig sikkerhet ved å KC-stabilisere fra tomtengrensa og 20 m utover.

I utførte beregninger er det forutsatt samme styrkeprofil på sjøbunn som på land, med mindre det er spesifisert «styrke basert på PR». For disse tilfellene oppnås sikkerhet som kan rundes opp til kravet på 1,4.

Tabell 5: Profil A – dagens sikkerhet sammenlignet med oppnådd sikkerhet ved KC-stabilisering +utgraving.

Glidesirkel	Dagens sikkerhet [-]	Bredde KC-stabilisert område [m]	Type	Sikkerhetsfaktor KC + utgravd	Sikkerhetskrav
Skråningstopp til 2. graveskråning	1,46	30	Sirkulær	1,53	Ikke forverring: 1,4 -> OK
			Sammensatt	1,55	
		20	Sirkulær	1,48	
			Sammensatt	1,50	
Skråningstopp til 1. graveskråning	1,51	20	Sirkulær	1,55	Ikke forverring: 1,4 -> OK
			Sammensatt	1,58	

Bakkant til 2. marbakke - styrke som på land	1,39	20	Sirkulær	1,48	Ikke forverring: 1,4 -> OK
Bakkant til 2. marbakke - styrke basert på PR	1,24	20	Sirkulær	1,36	Ikke forverring: 1,4 -> OK
		30	Sirkulær	1,37	
JB til 1. marbakke - styrke som på land	1,40	20	Sirkulær	1,49	Ikke forverring: 1,4 -> OK
JB til 1. marbakke - styrke basert på PR	1,27	20	Sirkulær	1,36	Ikke forverring: 1,4 -> OK
		30	Sirkulær	1,40	
JB til 1. graveskråning	1,72	20	Sammensatt	2,08	Ikke forverring: 1,4 -> OK
Veg til 1. graveskråning	1,96	20	Sammensatt	2,56	Ikke forverring: 1,4 -> OK



Figur 27: Profil A - oppnådd sikkerhet ved 20 m KC-stabilisering fra tomtengrense + utgraving.

Nødvendige sikringstiltak i sør

Profil B i sør representerer evt. dyp graving til bygg i sørvest (tilnærmet ingen graving ved kun utgraving til parkeringskjeller), og oppfylling under sjøfront-hus i sør.

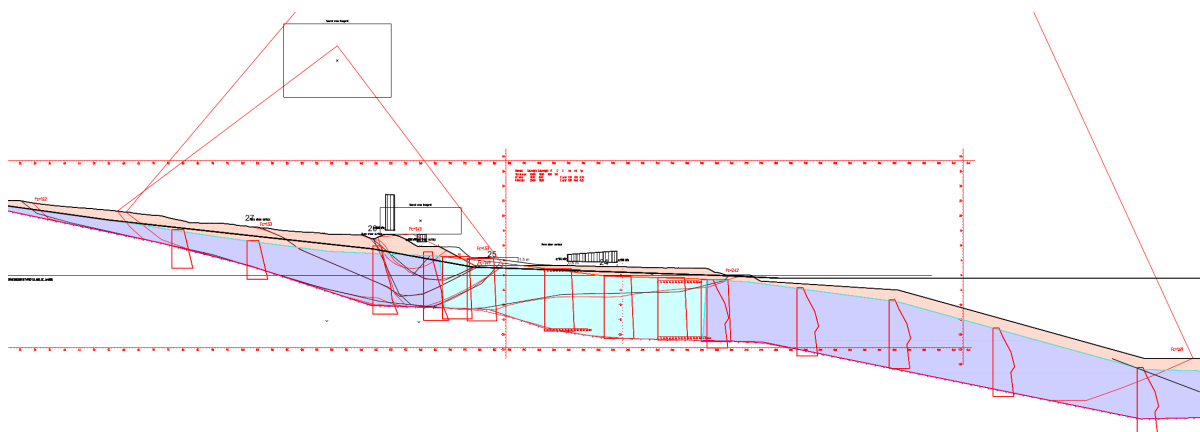
Vi forutsetter at det etableres en KC-barriere fra tomtengrense til vannkant langs søndre tomtengrense, som beskrevet i 5.4.2. Grunnet denne KC-barrieren er det vurdert at nødv. oppfylling kan trolig utføres med sprengsteinsmasser.

I utførte beregninger er det forutsatt samme styrkeprofil på sjøbunn som på land.

Tabell 6 viser at man oppnår tilstrekkelig sikkerhet for alle glideflater ved etablering av KC-barriere i sør, konservativt forutsatt utgraving til kote +3,25 i bakkant av tomte (til sørøstlig bygg med OK gulv +3,75).

Tabell 6: Profil B – dagens sikkerhet sammenlignet med oppnådd sikkerhet ved KC-barriere+utgraving.

Glidesirkel	Type	Dagens sikkerhet	Sikkerhetsfaktor KC	Sikkerhetskrav
Skråningstopp til fot graveskråning	Sammensatt	1,38	1,52	Ikke forverring: 1,4 -> OK
2. øverst i skråning til fot graveskråning	Sirkulær	1,33	1,53	Ikke forverring: 1,4 -> OK
3. øverst i skråning til fot graveskråning	Sammensatt	1,44	1,53	Ikke forverring: 1,4 -> OK
JB til graveskråning (lokal)	Sirkulær	1,21	1,43 (bakkant KC)	Ikke forverring: 1,4 -> OK
	Sammensatt	1,20	1,49	
JB til vannkant	Sammensatt / sirkulær	1,38	2,42	Ikke forverring: 1,4 -> OK
Bakkant til marbakke	Sammensatt	1,33	1,69	Ikke forverring: 1,4 -> OK



Figur 28: Profil B - oppnådd sikkerhet ved KC-barriere + utgraving.

5.5 Kvalitetssikring

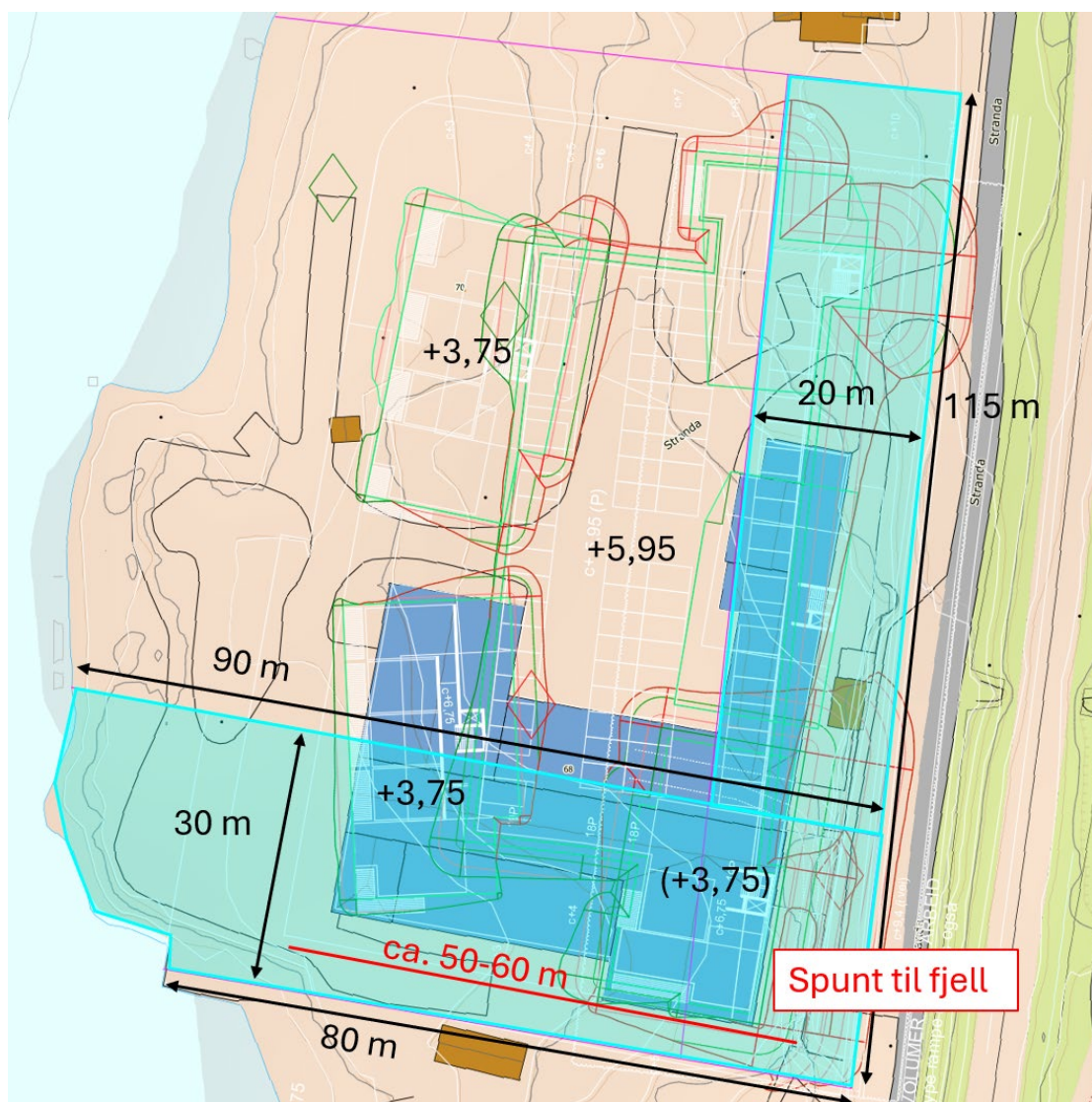
Iht. NVEs kvikkleireveileder må våre vurderinger kvalitetssikres av uavhengig foretak. Vurderinger i notatet må anses som foreløpig til denne kvalitetssikringen er gjennomført og godkjent.

6 Konklusjon

Vi er i all hovedsak enig i utredningen av kvikkleirefaresone 2092 Nordre Feste, og har på nåværende tidspunkt vurdert at det ikke er nødvendig å revidere denne. Når suppl. grunnundersøkelser på sjø foreligger bør man gjøre en ny vurdering av avgrensningen i vest, samt evt. faregradsevalueringen.

Utførte stabilitetsberegninger viser at tilstrekkelig sikkerhet $F_c \geq 1,40$ oppnås ved å KC-stabilisere ned til fjell i forkant av planlagte gravearbeider. For å sikre utgraving av parkeringskjelleren skal det KC-stabiliseres langs østre tomtegrense, i en bredde på rundt 20 m. For å sikre området mot sideveis utbredelse fra initialskred sør for tomta må det etableres en KC-barriere langs tomtegrensa i sør, med en bredde på ca. 20-30 m. Da bygg planlegges innenfor denne sonen skal det i tillegg etableres en spuntvegg som sikrer disse.

En skisse av vurderte tiltak som må legges til grunn for at prosjektet skal kunne gjennomføres uten å forverre områdestabiliteten er vist i Figur 29. Vi forutsetter at detaljert KC-plan og dimensjonering av spunt behandles i detaljprosjektet.



Figur 29: Skisse av foreløpige sikringstiltak med KC (turkis farge) og spunt (rød farge) for å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet.

Det er viktig å påpeke at KC-stabilisering utgjør en midlertidig forverring av stabiliteten. Gjennomføring som sikrer at dette er neglisjerbart skal vurderes i detalj i prosjekteringen. Videre vil tett oppfølging være påkrevd. Når tiltaket er gjennomført utgjør dette en forbedring av områdestabiliteten i hele området nord og ovenfor tiltaket.

Underlaget på sjø er begrenset, og det må utføres suppl. grunnundersøkelser på sjø i en senere fase for å kontrollere faktisk styrke på sjøbunnen ved CPTU-sonderinger. Planlagt tiltak vil ikke forverre sikkerheten ut i sjøen, men da marbakken er innenfor influensområdet til tiltaket kreves det i prinsippet sikkerhet $F_c \geq 1,40$ for glideflater ut på sjø.

Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Moss. Stranda 68-70 - Områdestabilitet, notat iht. NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»	Dokumentnr.: 118434n2 Rev 1
Oppdragsgiver: Norrøna Marina AS	Dato: 04.08.2025
Emne/Tema: Områdestabilitet	

Sted		
Land og fylke: Norge, Østfold	Kommune: Moss	
Sted: Stranda 68-70		
UTM sone:	Nord:	Øst:

Kvalitetssikring og dokumentkontroll				
Rev.	Revisjonsgrunnlag	Egenkontroll:	Intern systematisk kontroll:	Godkjent:
00	Originaldokument	05.06.2025 Oda L. Jess Jakobsen	06.06.2025 Olav Frydenberg	06.06.2025 Olav Frydenberg
01	Noen mindre justeringer med bakgrunn i kommentarer fra Terraplan (uavh. kval.sikring)	31.07.2025 Oda L. Jess Jakobsen	04.08.2025 Olav Frydenberg	04.08.2025 Olav Frydenberg

ROS-ANALYSE

Ref: "Program for Økt sikkerhet mot leirskred, metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire".
20001008-2 datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8. oktober 2008

Skadekonsekvens

Vurdering:			
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar
Boligenheter, antall	4	3	Tett boligenheter
Næringsbygg, personer	3	2	Industrivirksomhet/fabrikk, antatt antall 10-50
Annen bebyggelse, verdi	1	0	Ingen
Vei, ÅDT	2	1	Lokalvei
Toglinje, baneprioritet	2	3	Toglinje - Østfoldbanen
Kraftnett	1	1	Distribusjon
Oppdemming/flom	2	0	Ingen

Poeng (score x vekttall): 27

Beregnet skadekonsekvensklasse:

Meget alvorlig

Skadekonsekvens:

60,0%

Faregradsklasser (sannsynlighet)

Vurdering			
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	0	Ingen
Skråningshøyde	2	3	Ca. 20 m på land samt >20 m i sjø
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	2	Ingen forandring av terreng, OCR antatt 1,2-1,5
Poretrykk, overtrykk	3	2	Antatt/observert, iht. Multiconsult år 2011 (rapport 121550-1)
Poretrykk, undertrykk	-3	0	Overtrykk iht. Multiconsult 2011 (rapport 121550-1)
Kvikkleiremektighet	2	2	Ca. 19 m (ca. H/2-H/4), iht. boring 218 i Multiconsult 2011 (rapport 121550-1)
Sensitivitet	1	3	Sensitivitet ca. 260-410 iht. 13-24
Erosjon	3	1	Lite (noe i strandsone)
Inngrep, forverring	3	0	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0	Ingen

Poeng (score x vekttall): 26

Beregnet Faregradsklasse:

Høy

Faregrad

51,0%

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)

3059

Risikoklasse:

4

Fakta-ark

Oppdrag: NVE, Moss-Rygge-Råde

Oppdragsnummer: 1665114

Område : 2092 Nordre Feste (RY2)

Saksbehandler: EJ/SB

Dato: 12.2.2019

Undersøkningspunkt : 13-2, 13-24

Kontrollert: OS

Skadekonsekvens

		Konsekvens, score			
Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Grenserverdier for skadekonsekvensklasse

0-6: Mindre alvorlig

7-22: Alvorlig

23-45: Meget alvorlig

Faregradsklasser (sannsynlighet)

		Faregrad, score			
Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	>30	20-30	15-20	<15
Forkonsolidering (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen

Grense for faregradsklasse

0-17 Lav

18-25 Middels

25-51 Høy

Grenseverdier for risikoklasse

0-170 1

171-630 2

631-1900 3

1901-3200 4

3201-10000 5

		Klassifisering av kvikkleiresoner		Versjon 1.35 revidert 16.12.2022		Kommentarer	
		Iht. NVE ekstern rapport 9/2020 "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred" rev. 4 utarbeidet av NGI, datert 27.11.2020.				Kontroll av vurdering - kvikkleirefaresonen 2092 Nordre Feste, høy faregrad	
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.				
OLJJ	05.06.2025						
Ktr.	Dato	Moss. Stranda 68-70	116514				
OFR	05.06.2025						

Fargekoder:

Fylles ut

Beregnes

Klassifisering av kvikkleiresoner

Iht. NVE ekstern rapport 9/2020 "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred" rev. 4 utarbeidet av NGI, datert 27.11.2020.

Kontroll av vurdering - kvikkleirefaresonen 2092 Nordre Feste, høy faregrad

Fylles ut

Beregnes

Evaluering av faregrad (ref. tabell 1)

Faktorer		Klassifisering	Faregrad score (F)	Vekttall (V)	Produkt V x F	Kommentar
Tidligere skredaktivitet		Ingen	0	1	0	Det er ikke indikasjon av skred i nyere tid og heller ikke angitt tidligere skredaktivitet på NVE atlas. Samme vurdering som før.
Skråningshøyde [m]		> 30	3	2	6	Ca. 20 m på land og >20 m i sjø. Skårningshøyden i kritisk snitt er større enn høydeforskjellen innenfor opptegnet kvikkleirefaresone (maks. 24 m). Samme vurdering som før.
Tidligere/nåværende terrengnivå, OCR [-]		1,5 til 2,0	1	2	2	Basert på CPTU fra tomta har man en OCR rundt 2-3. Tidligere vurdering: OCR 1,2-1,5.
Poretrykk	Overtrykk [kPa]	10 til 30	2	3	6	Det er registrert et poreovertrykk på over 15 kPa (sørvest) til under 5 kPa (nordøst), ref. Sweco datarapport 172110. Samme vurdering som før.
Kvikkleiremektighet		H/2 til H/4	2	2	4	Kvikkleire påvist fra 5-18 m dybde. TOT tyder på rundt 15 m kvikkleire - høyere enn H/2=12 m. Tidligere vurdering: ca. 19 m -> ca. H/2-H/4 av hele skråningen, inkl. marbakke.
Sensitivitet [-]		> 100	3	1	3	Sensitivitet >100 basert på utførte prøveserier, ref. Sweco datarapport 172110. Samme vurdering som før.
Erosjon		Litt	1	3	3	Golder utførte befarng på vegne av NVE. For faresone Nordre Feste ble det ikke registrert noe pågående erosjon, og i sør er stranda steinsatt.
Inngrep	Forbedring	Ingen	0	-3	0	

Evaluering av skadekonsekvens (ref. tabell 2)

Faktorer	Klassifisering	Konsekvens score (K)	Vekttall (V)	Produkt V x K	Kommentar
Boligheter, antall	Tett > 5	3	4	12	Tett bebyggelse med mer enn 5 boenheter innenfor sonen. Samme vurdering som før.
Næringsbygg, personer	Ingen	0	3	0	Tidl. industrivirksomhet skal nå rives til fordel for leiligheter. Tidligere vurderin anga industrivirksomhet/fabrikk, antatt antall 10-50
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	0	1	0	Ingen. Samme vurdering som før.
Vei, ÅDT	100 til 1000	1	2	2	Lokalvei. Samme vurdering som før.
Toglinje, bruk	Persontraffik	3	2	6	Toglinje, Østfoldbanen. Samme vurdering som før.
Kraftnett	Distribusjon	1	1	1	Distribusjon. Samme vurdering som før.
Oppdemning og flodbølge	Ingen	0	2	0	Ingen. Samme vurdering som før.

Poengsum, faregrad:

Prosent av maks. poengsum (F_pct):

Faregradsklasse:

Poengsum, skadekonsekvens:

Prosent av maks. poengsum (K_pct):

Konsekvensklasse:

Poengverdi, risiko (K_pct x F_pct):

Risikoklasse: