

Stabilitet Jevika

Geoteknisk prosjekteringsrapport

Reguleringsplan



Dokumentnr. 23254A-RIG02

Versjon 3

20.12.2023



Prosjekt

Prosjektnavn: Stabilitet Jevika
Prosjektfase: Reguleringsplan
Oppdragsgiver: STRANDLÅVEN EIENDOM AS
Kontaktperson: Erik M Langset

Vårt oppdrag

Oppdragsnummer: 23254A
Oppdragsleder: Sigurd Holo Leikarnes
Fagansvarlig: Sigurd Holo Leikarnes
Andre nøkkelpersoner: Henrik Faye

Dokument

Dokumenttype: Geoteknisk prosjekteringsrapport –
Reguleringsplan

Versjoner

Indeks	Dato	Beskrivelse	Ansvarlig	Kontroll
1	2.10.2023	Til kontroll	Henrik Faye	Sigurd Holo Leikarnes
2	20.11.2023	Til kontroll. Ny grunnundersøkelse og innmåling på sjø.	Henrik Faye	Sigurd Holo Leikarnes
3	20.12.2023	Justering etter kontroll	Henrik Faye	Magne Bonsaksen

Sammendrag

Det er planlagt å bygge ut småbåthavn i Høvika. Situasjonsplan viser at det er planlagt en utvidelse av molo på 6,6 m, utgravinger ifm. småbåthavn, båtslipp, parkeringsplasser, et klubbhus/servicebygg og tomter for fremtidige naust/rorbuer.

Grunnundersøkelsene viser friksjonsmasser i de øverste meterne. Under dette påtreffes et bløtt lag. Laboratorieundersøkelser viser at dette bløte laget er siltig kvikkleire. Videre påtreffes et hardere lag med antatt morene over berg. Supplerende grunnundersøkelser ytterst på fylling viser fylling over et mektigere lag med friksjonsmasser. Under dette finnes trolig det samme leirlaget over morene til berg.

Tiltaket ligger i et utløpsområde for sonen 1856 Jevika. Tidligere utførte beregninger viser at sikkerheten er tilstrekkelig. Tiltaket ligger i tillegg i utløpsområdet for en ny faresone. Det er utført stabilitetsberegninger i ett snitt med ulike konfigurasjoner. Det er gjort vurderinger rundt disse. Sikkerheten vurderes som tilstrekkelig for et tiltak i utløpssonen.

Tiltaket ligger innenfor et potensielt løснеområde i sjø. Det er utført nye stabilitetsberegninger basert på et supplert grunnlag. [Det er i tillegg utført en sensitivitetsanalyse](#). Beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet for oppføring av fritidsboliger på eksisterende fylling.

Områdestabiliteten vurderes som ivaretatt. [Lokalstabilitet er ikke dokumentert. Det må gjøres supplerende grunnundersøkelser for å få tilstrekkelig kunnskap om grunnforholdene, og det må gjøres beregninger av lokalstabilitet til byggesak. Dersom molo skal utvides, vil det bli behov for grunnundersøkelser også på sjø.](#)

[Ny tekst tilført i versjon 3 er markert med blått. Fjernet tekst er ikke merket.](#)

Kategorisering

Tiltakskategori: K4

Foreliggende rapport er utarbeidet av ERA Geo AS, som har opphavsrett til hele og deler av rapporten. Rapporten er utarbeidet for gitt prosjekt basert på en konkret problemstilling. Geoteknikere fra andre selskaper og andre som evt. bruker rapporten videre må være kritisk til innholdet og står selv ansvarlig for egne vurderinger. Rapporten kan ikke endres uten vårt samtykke.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Beskrivelse av tiltaket og terreng	6
3	Grunnforhold	8
4	Regelverk, laster og faktorer	9
4.1	Standarder.....	9
4.2	Partialfaktor	9
4.3	NVEs kvikkleireveileder 1/2019	10
5	Naturfare	10
6	Geotekniske vurderinger	12
6.1	Områdestabilitet	12
6.2	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	12
6.2.1	Avgrens områder med marine avsetninger	12
6.2.2	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred	13
6.2.3	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	13
6.2.4	Undersøk eksisterende underlag for videre informasjon	18
6.2.5	Grunnundersøkelser	19
6.2.6	Klassifisering av faresoner	20
6.2.7	Dokumentasjon	22
7	Konklusjon	26
	Referanser	27

Vedlegg

- V301 - Snitt A-A - NC - Lav GV
- V302 - Snitt A-A - NC - Middels GV • V303 - Snitt A-A - Lav GV
- V304 - Snitt A-A - Middels GV
- V305 - Snitt A-A - Høy GV
- V306 - Snitt B-B – LAT
- [V307 - Snitt B-B – Sensitivitetsanalyse](#)
- 1856 Jevika - Profil H-H

1 Innledning

Det er planlagt å bygge ut småbåthavn i Høvika. Situasjonsplan viser at det er planlagt en utvidelse av molo på 6,6 m, utgravinger ifm. småbåthavn, båtslipp, parkeringsplasser, et klubbhus/servicebygg og tomter for fremtidige naust/rorbuer (også markert med 1, 2 og 3 i situasjonsplan). Situasjonsplan er vist i Figur 1.

I versjon 1 av dette dokumentet ble det vurdert at dersom det skal bygges boliger (klubbhus/naust/rorbu) på tiltaksområdet må disse plasseres minimum 40 m bak eksisterende fylling/bølgebryter basert på det underlaget som da forelå. Det er i versjon 2 innhentet videre underlag og gjort nye beregninger og vurderinger.

I versjon 3 er det gjort en sensitivitetsanalyse av områdestabilitet ut i sjøen.



Figur 1: Situasjonsplan (Kilde: Erik Langseth, mottatt 7.9.23). Det presiseres at på området markert 1 og 2 er det tenkt plassert fritidsboliger. Det samme gjelder området markert 3.

Tomten til tiltaket ligger på gnr. 221, bnr. 24 på Høvikvegen 41 i Molde kommune slik det er vist i Figur 2.

ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk prosjektering.



Figur 2: Tiltakets plassering i Molde kommune (Kilde: norgeskart.no, hentet: 8.9.2023)

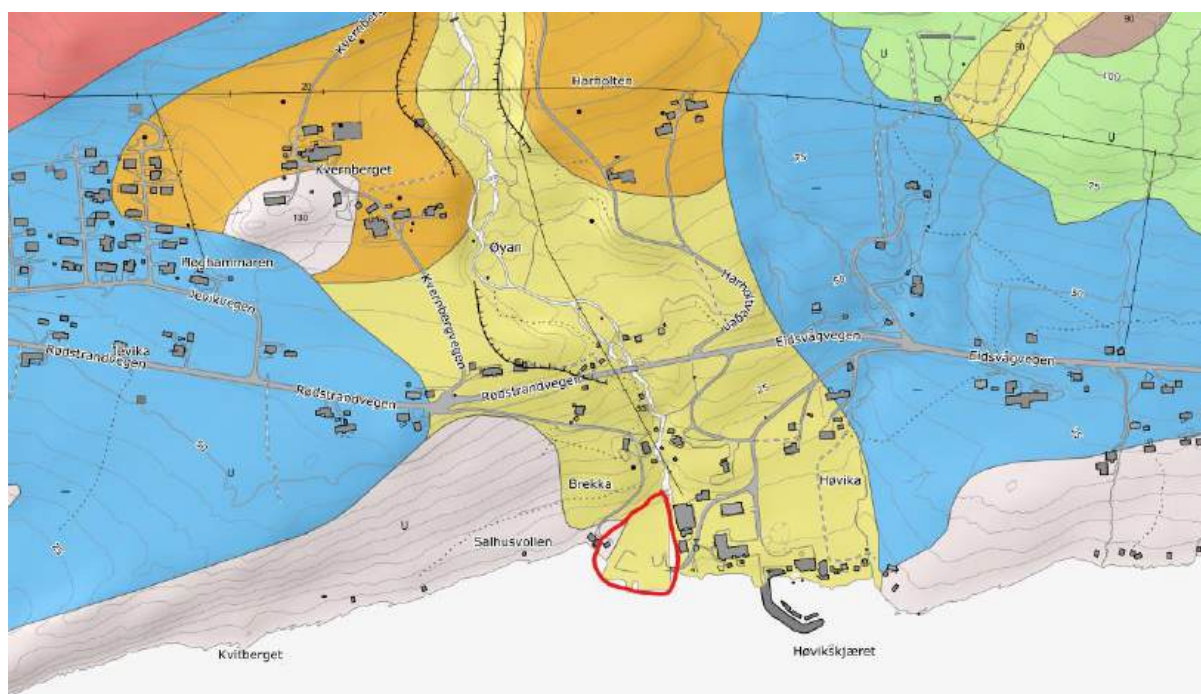
2 Beskrivelse av tiltaket og terreng

Terrenget heller generelt mot sør med en helning på mellom 1:11 og 1:2. Nord for Rødstrandvegen viser kartet at elven har gravd seg ned i terrenget og gitt elvenedskjæringer. Topografisk kart med skyggerelieff er vist i Figur 3.

I følge løsmassekart fra NGU består området av fluviale avsetninger ved tiltaket og langs elven som renner like øst for tiltaket. Lengre mot øst og mot vest viser kartet hav- og fjordavsetninger. Løsmassekart er vist i Figur 4. Det gjøres oppmerksom på at løsmassekartet kun viser hvilken jordart som er forventet å dominere i de øverste meterne av terrengoverflaten. Tykke og tynne lag av andre jordarter kan opptre lengre ned i jordprofilen.



Figur 3: Topografisk kart med skyggerelieff med tiltakets plassering markert i rødt (Kilde: kartverket.no, hentet: 11.9.2023)



Figur 4: Løsmassekart med tiltakets plassering markert i rødt (Kilde: geo.ngu.no, hentet: 8.9.2023)

3 Grunnforhold

Det er utført grunnundersøkelser med geoteknisk borerigg for å skaffe grunnlag til geoteknisk prosjektering. For denne rapporten er grunnundersøkelsene tilpasset reguleringsplan, og det er fokus på områdestabilitet. Det er i første omgang skråningen mot nord som er undersøkt. I senere omgang er det gjort undersøkelse på eksisterende fylling i strandkanten.

Det kan bli behov for ytterligere grunnundersøkelser i senere planfaser. Det må avgjøres av geoteknisk prosjektering i planfasen.

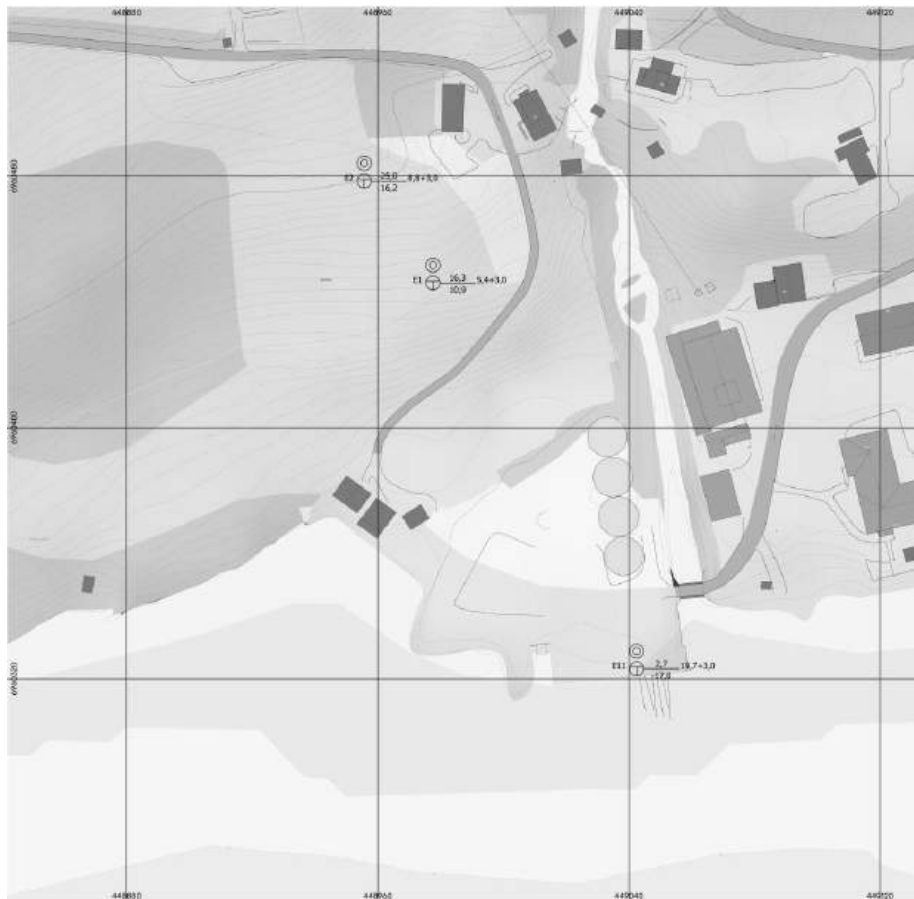
I grunnundersøkelsene utført i første omgang ble maksimal registrert løsmassemektighet fra de utførte boringene 8,8 m. Det er påtruffet berg i alle posisjoner. Grunnundersøkelsene viser friksjonsmasser i de øverste meterne. Under dette påtreffes et bløtt lag.

Laboratorieundersøkelser viser at dette bløte laget er siltig kvikkleire. Videre påtreffes et hardere lag med antatt morene over berg. Ytterligere detaljer om grunnforhold fra første omgang er dokumentert i 23254-RIG01 (1).

Det er utført supplerende grunnundersøkelser i en posisjon etter at versjon 1 av dette dokumentet ble levert til kunde. De nye undersøkelsene er utført på eksisterende fylling i strandkanten. Det er boret 19,7 m i løsmasser før antatt berg er påtruffet.

Grunnundersøkelsene viser fylling i topp over et relativt mektig lag med friksjonsmasser. Under dette påtreffes trolig samme leirlag som er observert i de tidligere undersøkelsene. Videre påtreffes et hardere lag med antatt morene over berg. Enkeltplott for denne posisjonen (E11) og borlogg er gitt i vedlegg. Det ble forsøkt tatt opp representative prøver av det antatte leirlaget, uten å lykkes.

Situasjonsplan med grunnundersøkelser utført i begge omganger er vist i Figur 5.



Figur 5: Grunnundersøkelser fra første omgang (E1 og E2) og supplerende grunnundersøkelser (E11) (kilde: 23254-RIG01 (1))

4 Regelverk, laster og faktorer

4.1 Standarder

I samsvar med gjeldende regelverk foreslås det å plassere tiltaket i følgende kategorier på nåværende tidspunkt. Dette må verifiseres i detaljprosjekteringsfasen:

- Pålitelighetsklasse CC/RC2
- Tiltaksklasse 2
- Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2
- Geoteknisk kategori 2
- Tiltakskategori K4

Ved tiltaksklasse 2 skal det i henhold til Byggesaksforskriften § 14-7 (2) utføres uavhengig kontroll av detaljprosjekteringen. I tillegg settes det krav til intern systematisk kontroll og utvidet kontroll for tiltak i kontrollklasser PKK/UKK 2 i henhold til Eurokode 0 (3).

Kontrollomfanget er gitt i de respektive regelverkene/standardene.

Tiltaket omfatter konvensjonelle konstruksjoner uten unormale risikoer. Videre er grunnforholdene kartlagt i tilfredsstillende omfang og vurderes oversiktlige og forutsigbare.

Tiltaket plasseres derfor i geoteknisk kategori 2.

4.2 Partialfaktor

Materialfaktorer er satt ut fra Eurokode 7 og NVE sin kvikkleireveileder 1/2019 (4).

I henhold til Eurokode 7-1 (5), Tabell NA.A.4, er kravet til partialfaktor 1,25 for effektiv-spenningsanalyser og 1,4 for totalspenningsanalyser. I fotnote d i tabellen åpnes det for å tillate uendret eller forbedret partialfaktor for områdestabilitet dersom beregnet initiell partialfaktor er lavere enn kravet.

4.3 NVEs kvikkleireveileder 1/2019

Kapittel 3.3 i NVEs veileder nr. 1/2019 (4) angir krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet for tiltak i kvikkleiresoner basert på tiltakskategori og faregrad før utbygging. Tiltaket settes i tiltakskategori K4.

Ved tiltakskategori K4 gjelder følgende:

Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet (1,15) som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til 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 iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVE 1/2019.

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_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVE 1/2019.

Kriteriene for hva som kan regnes som skråninger utenfor influensområdet til tiltaket fremgår av kap. 3.3.7 i NVE 1/2019. Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltaket er utført. Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse. Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak.

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
-----------	---

Figur 6: Tiltakskategori K4 (Kilde: NVEs kvikkleireveileder 1/2019)

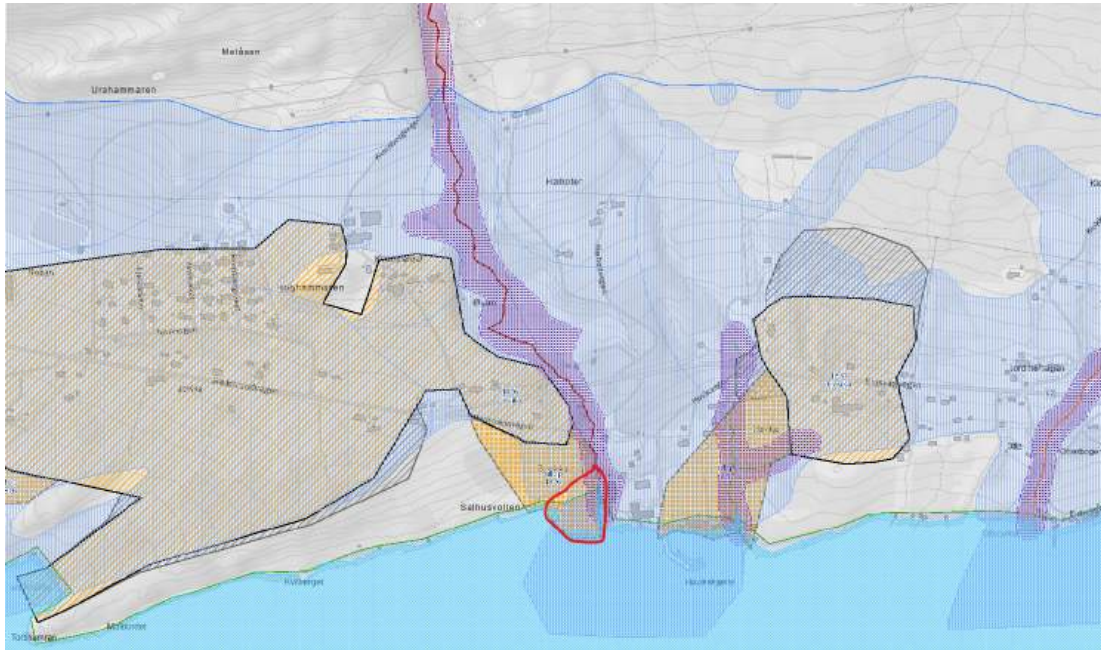
Utredning etter NVEs Veileder 1/2019 er gjennomført av siv. ing. Henrik Faye og fagansvarlig siv. ing. Sigurd Holo Leikarnes. Det bekreftes med dette at Sigurd Holo Leikarnes har mer enn 5 års erfaring med å jobbe med fagområdet geoteknikk, innehar den formelle kompetansen beskrevet i NVE 1/2019 kap 3.1 og har jobbet med relevante kvikkleireutredninger tidligere. Kompetansekravet for å kunne gjennomføre utredningen er ivaretatt.

5 Naturfare

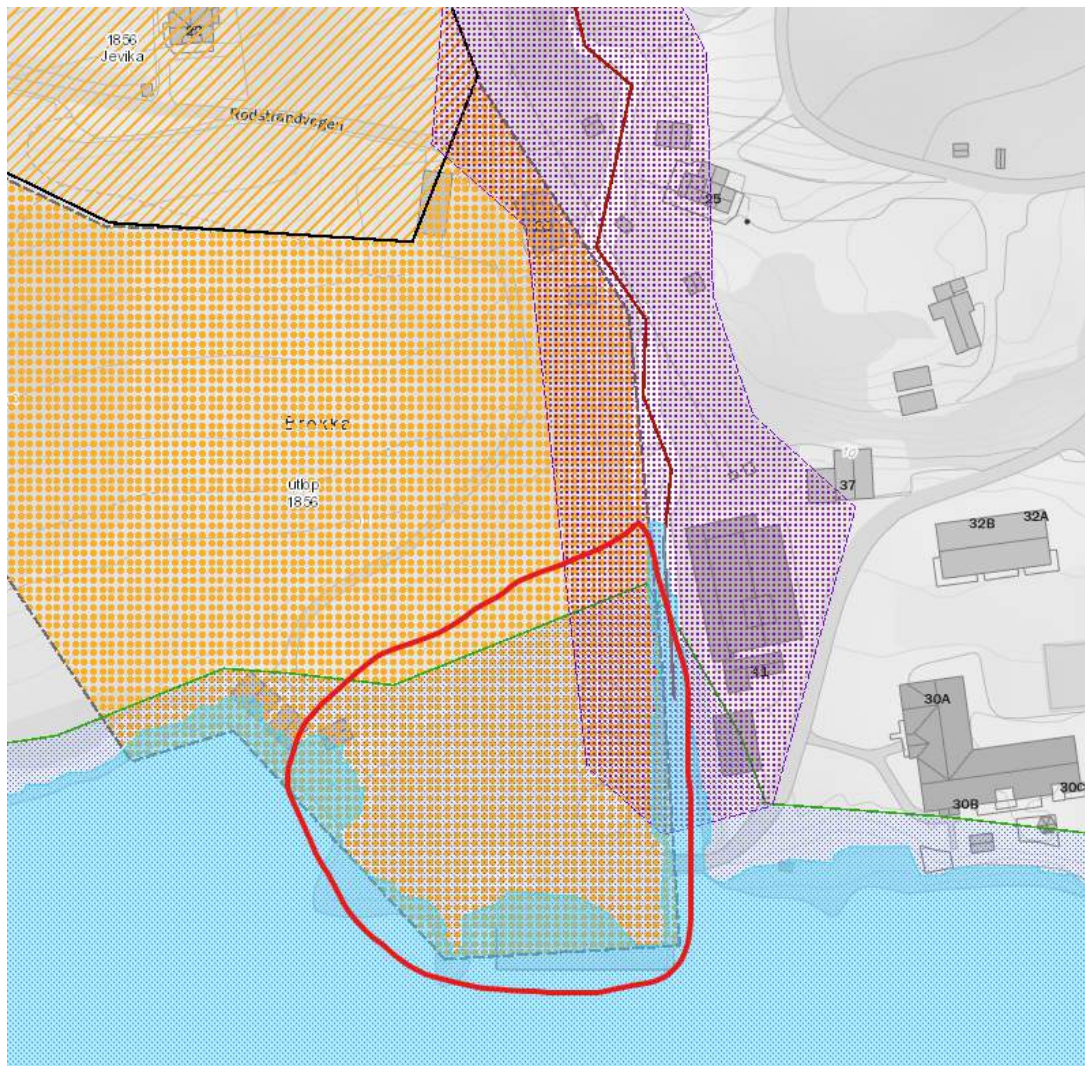
Det er undersøkt for registrerte naturfarer på NVE Atlas. Tiltaket ligger under marin grense og innenfor aktsomhetsområde for marin leire. Kvikkleiresone 1856 Jevika ligger like nord for tiltaket, og tiltaket ligger i utløpsområdet til denne sonen. Deler av tiltaksområdet ligger også innenfor aktsomhetsområde for flom fra elva mot øst. Enkelte deler vil kunne berøres av stormflo med 200-års intervall. Hele tiltaksområdet ligger innenfor faresone for tsunami eller oppdemning med sannsynlighet $< 1/5000$.

ERA Geo utreder i denne rapporten faren for områdestabilitet. Flom, stormflo og evt. andre farer må utredes av annet foretak.

Registrerte naturfarer fra atlas.nve.no er vist i Figur 7 og Figur 8.



Figur 7: Registrerte naturfarer (Kilde: atlas.nve.no, hentet: 13.9.2023)



Figur 8: Registrerte naturfarer (Kilde: atlas.nve.no, hentet: 14.9.2023)

6 Geotekniske vurderinger

Det er i det følgende gjort utredninger av områdestabiliteten for tiltaket.

6.1 Områdestabilitet

Utredning av områdestabilitet følger foreslått oppbygging etter NVEs Veileder 1/2019 (4).

6.2 Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være

Tiltaket settes i tiltakskategori K4 i henhold til avsnitt 4.

K4-tiltak er tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Eksempler på K4-tiltak er bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg.

Tiltaket settes til K4 ettersom situasjonsplanen fra Arkitektene bbw viser planer med fremtidig utbygging av naust/rorbuer, som vil medføre tilflytning med mer enn to boenheter.

6.2.1 Avgrens områder med marine avsetninger

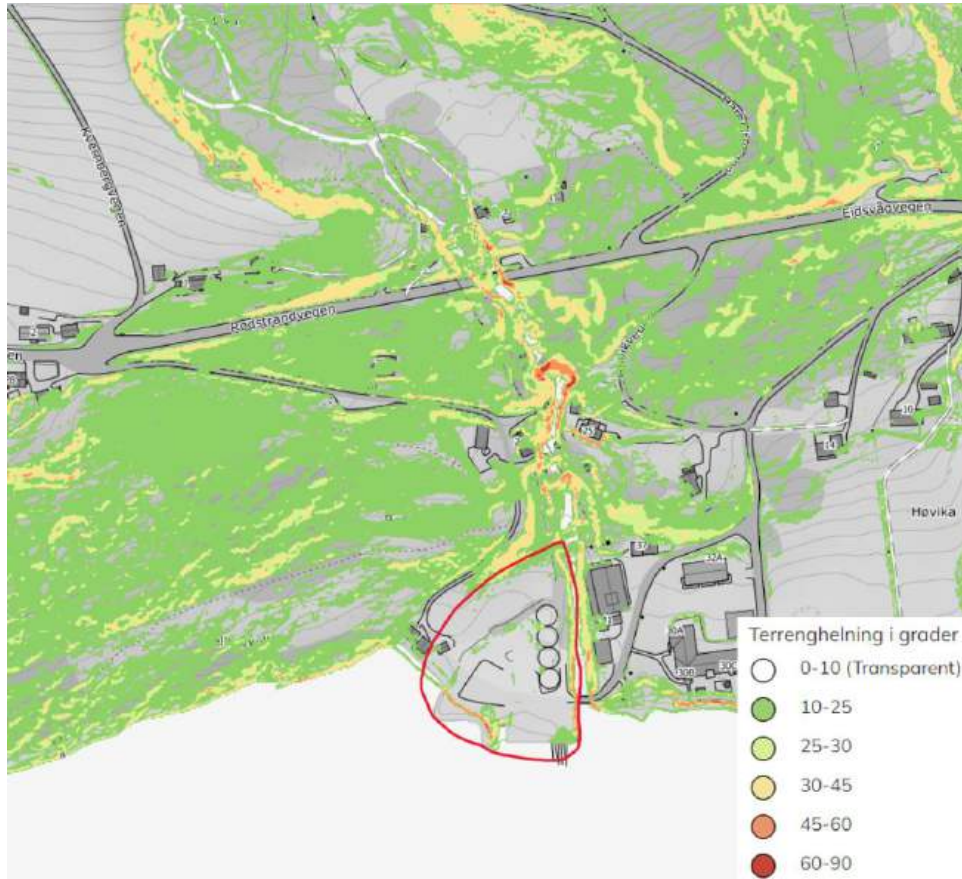
Tiltaket og mulige løseområder i høyereliggende terreng ligger under marin grense.

6.2.2 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred

Det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred iht. NVE sin detaljerte kartlegging av naturfarer. Disse er vist i Figur 7 og Figur 8.

6.2.3 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

Terrenget rundt tiltaket er vist i Figur 9 og Figur 10.



Figur 9: Bratthetskart for jordskred (Kilde: hoydedata.no, hentet 14.9.23)



Figur 10: Sjøkart med høydekoter (Kilde: norgeskart.no, hentet 15.9.23)

Det er utført innmålinger av sjøbunnen av Erik Langset. Innmålingene er vist i Figur 11 og Figur 12.

Dybtemålinger Høvika 09°-10° 4/10-23

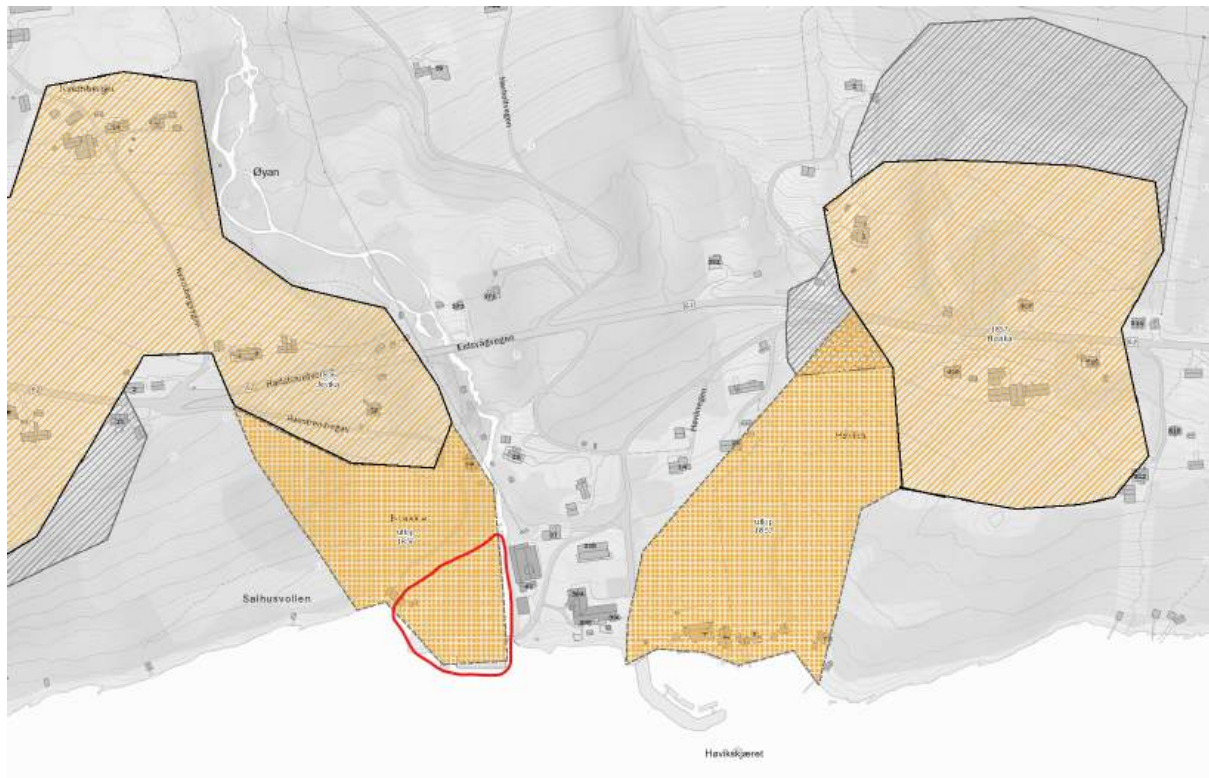
Dyp (m)	1	2	3
-26	N: 62° 46' 118"	62 46 106	62 46 092
	E: 7° 59' 857	8 00 075	8 00 159
-20	62 46 127	62 46 132	62 46 122
	7 59 885	8 00 068	8 00 096
-15	62° 46' 139"	62 46 153	62 46 135
	7 ° 59' 927"	8 00 070	8 00 131
-10	62° 46' 152	62 46 159	62 46 152
	7° 56' 976	8 00 072	8 00 120
-5	62 46 168	62 46 164	62 46 166
	8° 00 037	8 00 071	8 00 116
-2.5	62 46 173	62 46 168	62 46 165
	8° 00 048	8 00 073	8° 00 93

Figur 11: Dybtemålinger utført av Erik Langset 4.10.2023



Figur 12: Dybtemålinger utført av Erik Langset 4.10.2023

Løsne- og utløpsområde for de eksisterende sonene 1856 Jevika og 1857 Høvika er vist i Figur 13.



Figur 13: Eksisterende soner (Kilde: atlas.nve.no, hentet 15.9.23)

Terreng som kan inngå i løsneområder

Som vist i Figur 9 heller terrenget på tomten mot sør med helning på mellom 1:11 og 1:2. På selve tiltaksområdet er terrenget så og si flatt. Basert på topografi kan det meste av terrenget nord for tiltaket inngå i et løsneområde. Løsneområdet på sonen 1856 Jevika avgrenses av berg i dagen. I sonens utløpsområde er det også bratt nok til at det kan gå skred. Utløpsdelen av sonen frem til tiltaksområdet ansees også som et potensielt løsneområde. Dette løsneområdet er avgrenset av berg i dagen mot nord og berg i dagen i Høvikelva mot øst. Mot sør avgrenses området av topografi. Mot vest er avgrensningen noe usikker. Det potensielle løsneområdet er vist i Figur 14. Tomten ligger altså i et potensielt utløpsområde fra to ulike aktsomhetssoner.

ERA Geo har tidligere stilt spørsmål til NVE om krav til utredning av eksisterende soner i en annen sammenheng. NVE sa i sitt svar følgende:

“For byggetiltak som ligger innenfor eksisterende faresoner eller kan ligge i utløp av slike, må man alltid dokumentere at der er tilfredsstillende sikkerhet mot skred. Ofte finner man behov for oppdeling eller justering av de opprinnelige soneavgrensningene i forbindelse med utredning av fare.

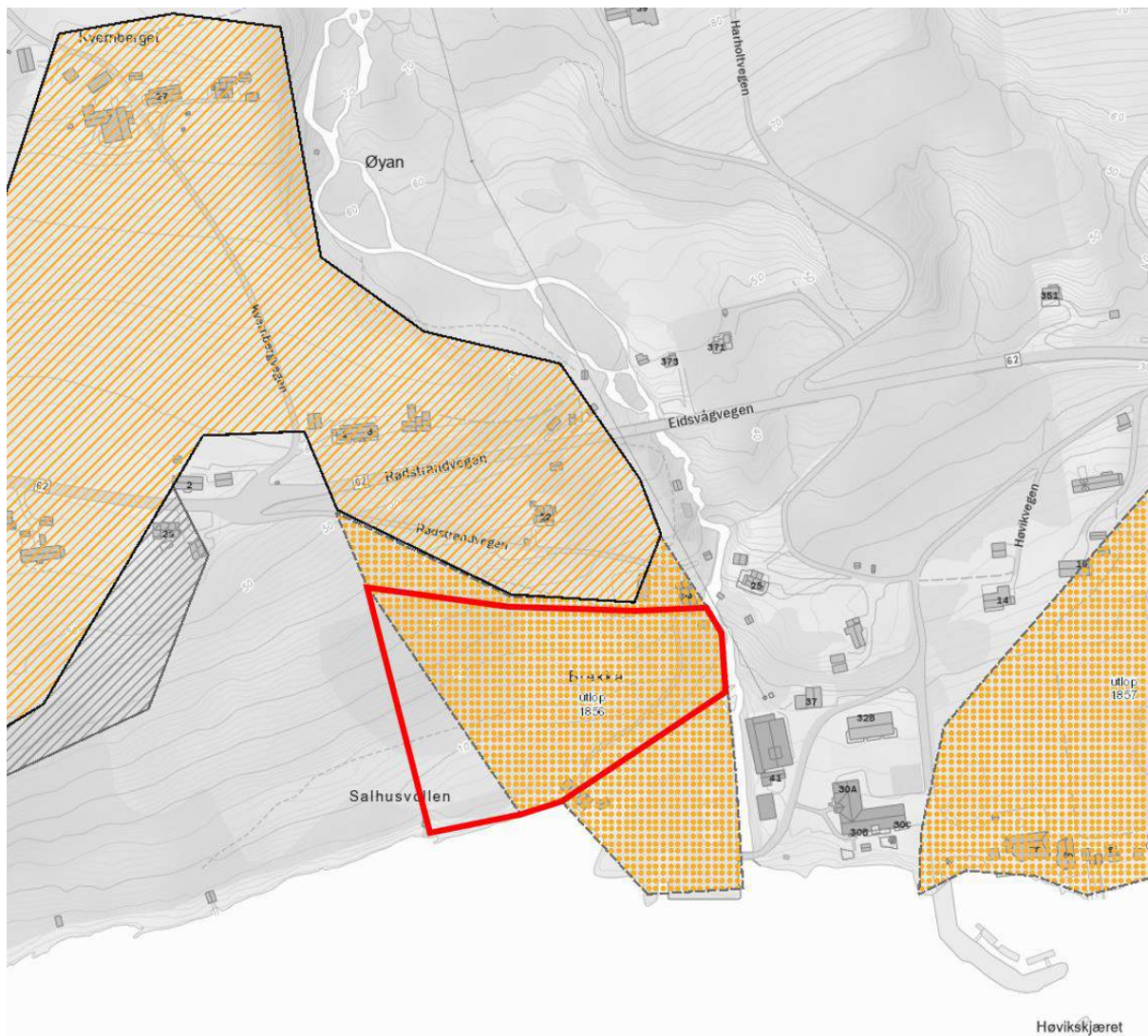
Det er ikke sikkert det er behov for fullstendig utredning av hele sonen når tiltak som ligger i utkanten av en større eksisterende kvikkleiresone. Dvs. det er ikke nødvendigvis behov for å regne på alle kritiske skråninger i de eksisterende sonene. Men, det som må fremgå av dokumentasjonen, er en vurdering av hva som er de kritiske snittene som kan medføre skred som involverer tiltaket eller som vil nå tiltaket om dette ligger i et utløpsområde. At det er tilstrekkelig sikkerhet for disse må dokumenteres. Samtidig bør det fremgå av utredningen at skred som starter i andre kritiske snittene i sonen ikke kan nå tiltaket (for eksempel som

følge av kvikkleiras beliggenhet eller tykkelse på lag som vil være førende for skredmekanisme). Om det er beregnet tilstrekkelig sikkerhet for andre kritiske skråninger i andre sammenhenger, bør dette fremgå av dokumentasjonen.”

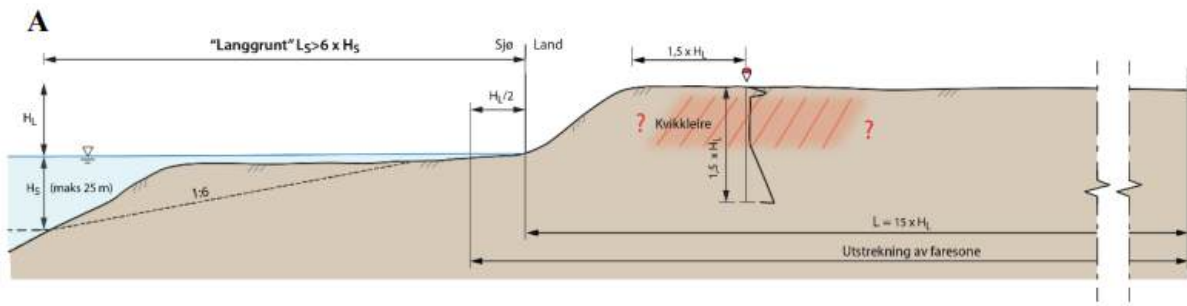
På bakgrunn av dette gjøres det vurderinger av kritisk snitt som kan treffe tiltaket. Det gjøres altså ikke en utredning av sonene.

Fra tiltaket og ut i sjøen mot sør har havbunnen helning på omtrent 1:5,5 frem kote -10, helning 1:4,8 frem til kote -20 og helning 1:4,7 frem til kote -50 basert på sjøkart. Sjøkart er vist i Figur 10. Etter NVEs Ekstern rapport 9/2020 (6) skal det undersøkes om det er langgrunt eller om det er kort avstand til marbakken. Langgrunt vil si at foten av marbakken ligger mer enn 6 x marbakkehøyden (Hs) fra land, som vist i Figur 15. Helningen er brattere enn 1:6 fra strandlinjen til 25 m dybde. Det må gjøres vurderinger av dette potensielle løsneområdet.

Det er utført nye innmålinger av sjøbunnen av Erik Langset 4.10.2023. Disse er vist i Figur 11. Målingene viser fortsatt en helning i snitt 2 som er brattere enn 1:6.



Figur 14: Nytt potensielt løsneområde inntegnet i rødt (Kilde: atlas.nve.no)



Figur 15: Prinsipp - topografiske kriterier i strandsonen og på land (Kilde: NVE Ekstern rapport 9/2020 (6))

Terreng som kan inngå i utløpsområder

Tomten ligger i utløpsområdet for sonen 1856 Jevika. Den ligger også i utløpsområdet for en eventuell ny sone. Utløpsområdet vil være det samme for den nye faresonen som for utløpsområdet til 1856 Jevika mot tiltaket, da denne sonen allerede dekker alt tørt land ved tiltaket.

6.2.4 Undersøk eksisterende underlag for videre informasjon

Det er utført flere grunnundersøkelser i området tidligere. Det henvises til NADAG for fullstendig oversikt over disse.

Det finnes to kvikkleiresoner i nærheten av tiltaket. Mot øst finnes sonen 1857 Høvika. Denne sonen berører ikke tiltaket. Nordvest for tiltaket ligger kvikkleiresone 1856 Jevika. Løsneområdet på denne sonen er avgrenset av berg mot sør. Det observeres berg i dagen ved Rødstrandvegen 28. På befaring er det avdekket berg i dagen like nedenfor Rødstrandvegen 22. Dette er vist i Figur 16. Det observeres berg i Høvikelva mot øst. Utløpsområdet på sonen berører tiltaksområdet.

Eksisterende underlag er vist i Figur 16.



Figur 16: Bilder tatt av ERA Geo ifm. befaring 4.5.23

6.2.5 Grunnundersøkelser

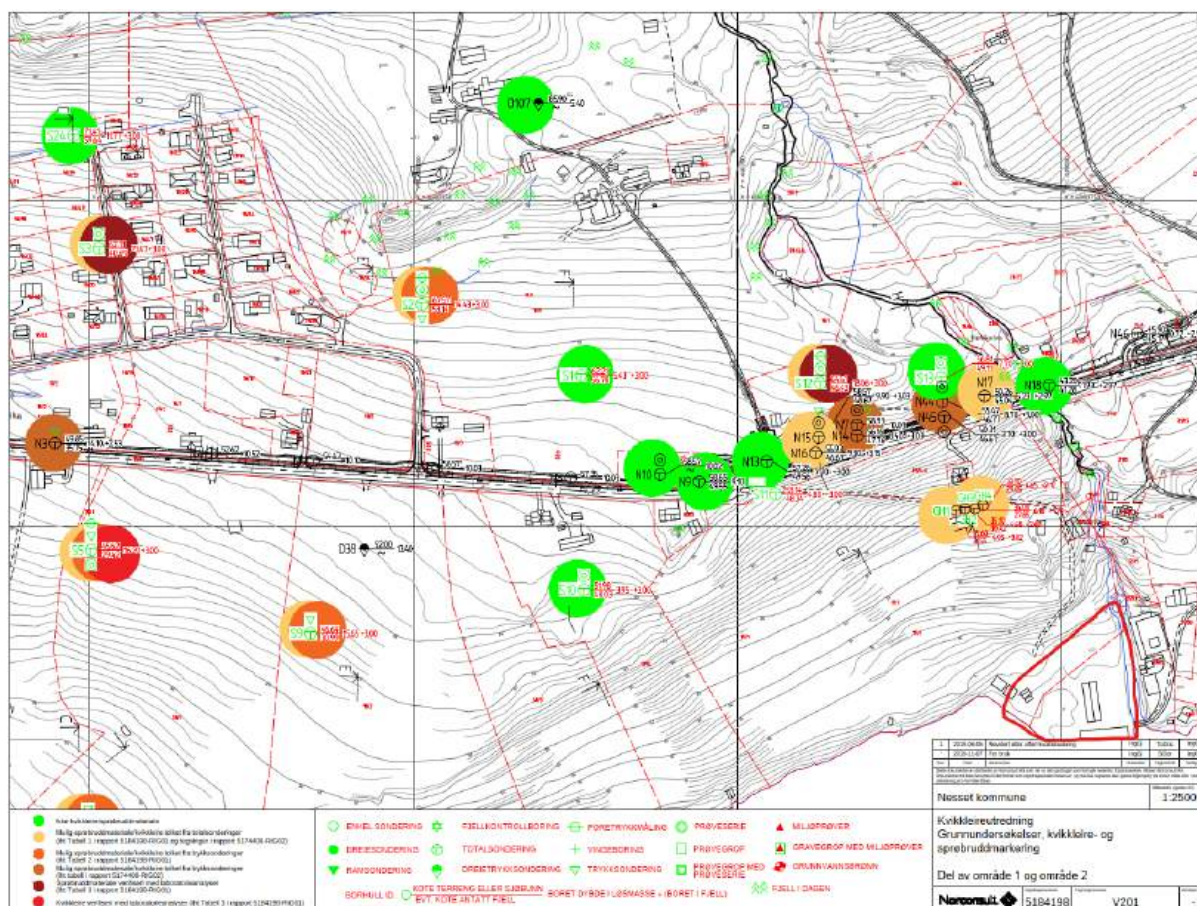
Tidligere grunnundersøkelser er beskrevet i avsnitt 3 og omtalt i 23254-RIG01 (1).

Det er som nevnt påvist sprøbruddmateriale i de utførte boringene. Sprøbruddmaterialet ligger omtrent 4,3-4,8 m under terreng i posisjon E1 og 6,5-8,0 m under terreng i posisjon E2. Under dette materialet ligger det et fastere lag med antatt morene over berg.

Situasjonsplan med aktuelle grunnundersøkelser er vist i Figur 17 og Figur 18.



Figur 17: Situasjonsplan med utførte grunnundersøkelser (Kilde: 23254-RIG01 (1))



Figur 18: Tidligere utførte grunnundersøkelser (Kilde: 5184198-RIG02 -Kvikkleireutredning / Gang- og sykkelveg, Fv62 Hargota - Jevika, hentet fra NADAG 14.9.23)

Det er utført supplerende grunnundersøkelser i ett punkt på eksisterende fylling i strandkanten. Det er boret 19,7 m i løsmasser før antatt berg er påtruffet. Grunnundersøkelsene viser trolig samme leirlag som er observert i de tidligere undersøkelsene. I denne posisjonen ligger dette laget omtrent fra 17,7-19,2 m under terreng. Det ble forsøkt tatt opp representative prøver av dette laget uten suksess. Se 23254-RIG01 Geoteknisk datarapport (1).

Situasjonsplan med grunnundersøkelser i første omgang (E1 og E2) og supplerende grunnundersøkelser (E11) er vist i Figur 5.

6.2.6 Klassifisering av faresoner

Løsne- og utløpsområdet for et potensielt områdeskred utgjør til sammen faresonen. I det følgende er faresonen klassifisert med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kap. 4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 (6).

Faregrad

Faregrad er bestemt for det mest kritiske snittet i løsneområdet. Utløpsområdet får samme faregrad som løsneområdet.

Tabell 1: Evaluering av faregrad

Faktorer	Vurdering	Vurdering vektet	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	1	
Skråningshøyde, meter	2	4	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	0	
Poretrykk			
Overtrykk [kPa]	0	0	
Undertrykk [kPa]		0	
Kvikkleiremektighet	0	0	
Sensitivitet	0	0	Antatt lav sensitivitet
Erosjon	1	3	
Inngrep			
Forverring		0	
Forbedring	0	0	
Sum		8	Lav faregrad
% av maksimal poengsum		16 %	

Skadekonsekvens

Konsekvens er vurdert samlet for løsne- og utløpsområdet.

Tabell 2: Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vurdering	Vurdering vektet	Kommentar
Boligheter, antall	3	12	Det legges opp til å bygge ut naust/orbuer på tomten. Antall boenheter er ikke opplyst, men det antas at det vil kunne være flere enn 5.
Næringsbygg, personer	1	3	I situasjonsplanen er det tegnet inn et klubbhus
Annen bebyggelse, verdi	1	1	
Vei, ÅDT	0	0	
Toglinje, bruk	0	0	
Kraftnett	0	0	Heina kraftverk leverer til lokalnettet basert på kartlag i NVE Atlas.
Oppdemning og flodbølge	1	2	
Sum poeng		18	Alvorlig
% av maksimal poengsum		40 %	

Risikoklasse

Risiko er lik skadekonsekvens x faregrad. For å få en enhetlig basis for beregningene er poengverdiene for skadekonsekvens og faregrad omgjort til "% av maksimal poengverdi". Tallverdien for risiko fremkommer således ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad.

Basert på vurderingene av skadekonsekvens og faregrad blir den vurderte faresonen satt til risikoklasse 2.

6.2.7 Dokumentasjon

På land

Det er allerede kjent at tiltaksområdet ligger i utløpsområdet for kvikkleiresonen 1856 Jevika. Det er utført stabilitetsberegninger ifm. 1856 Jevika. Profil H-H er vist i vedlegg. Beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet for tiltak i utløpssonen ($F_{cu} > 1,2$, $F_{c\phi} = 1,25$).

Som omtalt i avsnitt 6.1.4 er deler av utløpssonen til sone 1856 Jevika også et mulig løsneområde. Det ble derfor utført grunnundersøkelser for å avdekke eventuelt sprøbruddsmateriale i dette området og for å kunne dokumentere sikkerhet mot skred som kan treffe tiltaket. I grunnundersøkelsene ble det påvist sprøbruddsmateriale.

Det er utført et treksialforsøk. Tolket skjærstyrke fra dette forsøket er $S_u = 34 \text{ kPa}$. Det var utfordringer med lekkasje under konsolideringen til forsøket, som omtalt i 23254-RIG01 (1), så skjærstyrken må tolkes på bakgrunn av dette.

Ut ifra geometrien i området med hellende terreng er det grunn til å tro at materialet er overkonsolidert. I grunnundersøkelsene utført av ERA Geo og Lingen Grunnboring er skjærstyrken noe høyere enn den ville vært om det var en NC-leire. Reell skjærstyrke er som nevnt trolig noe høyere. Kvikkleireutredningene fra 1856 Jevika og 1857 Høvika viser overkonsolidering. I 5184198-RIG02 skrives følgende: "Data fra ødometerforsøk og sammenligning med oppgitt konsolideringsspenning i treksialforsøkene indikerer en overkonsolideringsgrad (OCR) mellom 2,2 og 3,6 og et spenningstillegg på 170-230 kPa." Dersom $OCR = 2$, grunnvannet ligger lavt og SHANSEP benyttes, blir skjærstyrken:

$$C_u = S(OCR)^m \cdot \sigma'_{v0} = 0,28 \cdot 2^{0,7} \cdot (19 \cdot 5,5) = 47,5$$

Treksialforsøket hadde en lekkasje som medførte at prøven ble konsolidert isotropt i bunnen med opp mot 80 kPa ekstra. Toppen av prøven var ikke påvirket. Midten av prøven har da fått middelverdi på 40 kPa ekstra radiell last. Den var planlagt konsolidert omtrent 50 radielt og 80 vertikalt. Med en tidligere OCR på 2, betyr det at tidligere overlagering har vært 2 ganger dagens last. Det vurderes at treksialforsøket er tilregnelig. At den viser lavere verdi en SHANSEP antas å skyldes prøveforstyrrelse. Skjærstyrken er trolig høyere enn 34 kPa, som er tolket fra treksialforsøket. Samtidig er differansen mellom treks og beregningen over stor. Det er i beregningene tatt utgangspunkt i skjærstyrken fra treks. Dette ansees som en nedre verdi for skjærstyrken og gir en robust vurdering for denne planfasen.

Det er utført stabilitetsberegninger i ett snitt for å vurdere sikkerheten. Snitt A-A er vist i Figur 21. Det er regnet med NC-leire og leire med noe overkonsolidering, som diskutert over. Snitt og beregninger er vist i vedlegg V301-V305. Tiltaket ligger i et utløpsområde. Krav til sikkerhet etter NVEs Veileder 1/2019 for skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket er $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Beregningene viser at sikkerheten er for lav dersom grunnvannet ligger rett under terrengoverflaten. Dette gjelder både for NC-leire (vedlegg V302, $F_{cu} = 1,06$, $F_{c\phi} = 1,21$) og for leire med noe overkonsolidering (vedlegg V305, $F_{cu} = 1,13$, $F_{c\phi} = 1,25$). Dersom grunnvannet ligger i overgangen mellom friksjonsmassene og leiren viser beregningene tilfredsstillende sikkerhet for NC-leire (vedlegg V301, $F_{cu} = 1,20$, $F_{c\phi} = 2,11$) og for noe overkonsolidert leire (vedlegg V303, $F_{cu} = 1,30$, $F_{c\phi} = 2,03$).

Dersom grunnvannet legges noe høyere enn denne overgang, slik det er gjort i 5184198-RIG02, blir sikkerheten også tilfredsstillende for noe overkonsolidert leire (vedlegg V304, $F_{cu} = 1,29$, $F_{c\phi} = 1,93$). OCR er trolig høyere enn 2, skjærstyrken er trolig høyere enn 34 kPa og grunnvannstanden ligger trolig i overgangen mellom friksjonsmateriale og leire eller like over denne. Ettersom det på befaring er observert sand i skråningen og fortalt av byggherre at det er gravd i mye sand er det grunn til å tro at grunnvannet ligger lavt. ERA Geo legger

beregningsprofil V304 til grunn i helhetsvurderingen. Basert på dette vurderes sikkerheten som tilfredsstillende.

Disse vurderingene forutsetter at tiltaket ikke medfører graving i foten av skråningen. Oppfylling i foten vil virke positivt.

I sjø

Tiltaket ligger i Høvikelvas utløp. Det forventes et mektig sandsediment i området. Supplerende grunnundersøkelser bekrefter dette. Samtidig viser disse et mulig leirlag fra 17,7-19,2 m. Laget ligger altså nokså dypt og har begrenset mektighet.

Sonderingen i E11 viser også mulighet for bløtere masser på omtrent 7,0-11,5 m og 12,5-15,5 m. Det er derfor utført en sensitivitetsanalyse hvor det er lagt inn et gjennomgående leirlag i disse dybdene i tillegg.

I situasjonsplanen som er gitt fra kunde, vist i Figur 19, er det vist at det er planlagt å mudre større deler av dagens fylling for å gjøre plass til småbåthavn. Dagens situasjon er vist i Figur 20. Mudring vil føre til en avlastning i området. Dette vil være gunstig for stabiliteten ut i sjøen.

Ved utredning etter NVEs Ekstern rapport 9/2020 (6) er kriteriene som legges til grunn for oversiktskartleggingen basert på enkle teoretiske betraktninger. Blant annet at marbakker brattere enn 1:6 vurderes (helning normalt på høydekotene) og at løsneområder maksimalt vil få en lengde tilsvarende 6 x marbakkehøyden i sjø (normalt på høydekotene). Marbakkehøyden regnes i denne sammenhengen maksimalt ned til 25 meter under normalvannstand (kote 0) dersom sjøbunnen ikke flater ut.

Som tidligere omtalt ligger tiltaksområdet innenfor et potensielt løsneområde i sjø. Helningen fra strandlinjen til 25 m dybde er omtrent 1:4,8, som er noe brattere enn 1:6. Innmålinger utført av Erik Langset viser også en helning brattere enn 1:6.

Det er utført stabilitetsberegninger i ett kritisk snitt ut i sjøen. Snitt B-B er vist i Figur 21. Samme premisser som omtalt for vurderinger på land er lagt til grunn. Det er gjort beregninger med grunnvannstand lagt til høyeste astronomiske tidevann (HAT) og laveste astronomiske tidevann (LAT). LAT er lagt til grunn da dette ga kritisk situasjon. En last på 20 kPa er plassert ute på fyllingen. Skjærstyrken i leirlaget er tolket med bakgrunn i SHANSEP og relatert mot treks-forsøket som er utført på prøve fra 7,2 m dybde fra E2. Skjærstyrken fra treksforsøket er tolket til 34 kPa. Relatert mot SHANSEP (med grunnvannstand 1 m under terreng) er forholdet mellom skjærstyrke og vertikal effektivspenning følgende:

$$\frac{C_u}{\sigma'_{v0}} = S(OCR)^m = \frac{34}{(19 \cdot 1 + 9 \cdot 6,2)} = \frac{34}{75} = 0,45$$

Beregninger i GeoSuite Stability med et leirlag på 17,7-19,2 m dybde, vist i vedlegg V306, viser at bruddsirkelen går i leirlaget på omtrent 17 m dybde og dypere. På 17 m dybde vil effektiv vertikalspenning $\sigma'_{v0} = 9 \cdot 17 = 153$. Med forholdet som er vist i likningen over tolkes skjærstyrken til $C_u = 0,45 \cdot 153 = 69 \text{ kPa}$. Det er valgt å bruke denne skjærstyrken også for dypere dybder selv om vertikalspenningen her vil være større og skjærstyrken følgelig vil være større.

Beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet for alle situasjoner som er undersøkt for beregningssnitt V306 – Snitt B-B – LAT. Beregningene og resultater er gitt i vedlegg.

Etter gjennomgang med uavhengig kontrollør er det gjennomført sensitivitetsanalyser med de mulige bløte lagene i E11 på omtrent 7,0-11,5 m og 12,5-15,5 m dybde. Skjærstyrken i lagene er valgt etter SHANSEP med samme forhold som omtalt tidligere. Det er brukt C-

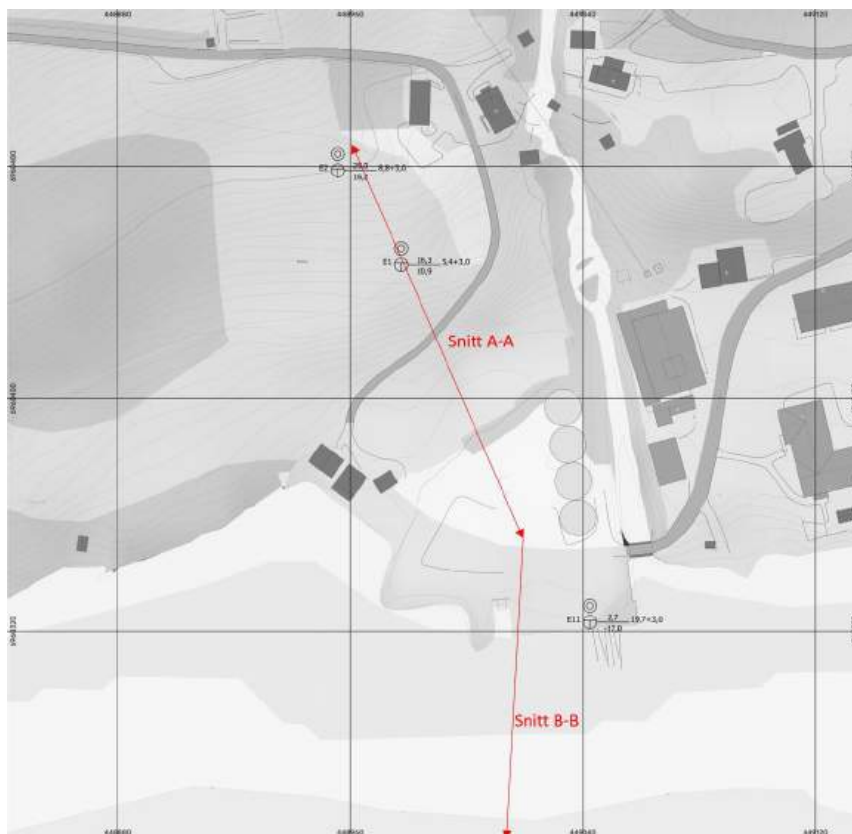
Figurer til dokumentasjon av sikkerhet er vist i Figur 19 og Figur 20.



Figur 19: Tiltaket (Kilde: Erik Langseth, mottatt 7.9.23). Det presiseres at på området markert 1 og 2 er det tenkt plassert fritidsboliger. Det samme gjelder området markert 3.



Figur 20: Dagens situasjon (Kilde: finn.no, hentet 15.9.23)



Figur 21: Beregningssnitt A-A og B-B

7 Konklusjon

I de foregående kapitlene er områdestabiliteten utredet.

Det er vist at tiltaket ligger i et utløpsområde for sonen 1856 Jevika. Tidligere utførte beregninger viser at sikkerheten er tilstrekkelig for tiltak i utløpssonen. Tiltaket ligger i utløpsområdet for en ny faresone. Det er utført stabilitetsberegninger i ett snitt med ulike konfigurasjoner. Det er gjort vurderinger rundt disse. Sikkerheten vurderes som tilstrekkelig for tiltak i utløpssonen.

Tiltaket ligger innenfor et potensielt løsneområde i sjø. Helningen i sjøen er noe brattere enn 1:6 fra strandlinjen og 25 m dybde. Det forventes et mektig sandsediment i området. Planlagt mudring vil føre til en avlastning i området. Det er utført stabilitetsberegninger i ett snitt ut i sjøen som viser tilstrekkelig sikkerhet. [Det er også gjennomført en sensitivitetsanalyse for dette snittet, som også viser tilstrekkelig sikkerhet.](#) Basert på disse argumentene ansees tiltaket som gjennomførbart.

Områdestabiliteten vurderes som ivaretatt slik planene foreligger per dags dato. [Lokalstabilitet er ikke dokumentert. Det må gjøres supplerende grunnundersøkelser for å få tilstrekkelig kunnskap om grunnforholdene, og det må gjøres beregninger av lokalstabilitet til byggesak. Dersom molo skal utvides, vil det bli behov for grunnundersøkelser også på sjø.](#)

Som omtalt i kapittel avsnitt 4 stilles det krav til at kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak. Kunde sørger for at dette gjennomføres.

Tiltaket vurderes som egnet.

Referanser

1. **ERA Geo.** *23254-RIG01 Geoteknisk datarapport.* 2023.
2. **Direktoratet for byggkvalitet.** *Byggesaksforskriften (SAK10) - Publikasjonsnummer: HO-1/2011.* 2011.
3. **Standard Norge.** *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* 2016.
4. **Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.** *Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.* 2020.
5. **Standard Norge.** *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler.* 2016.
6. **Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).** *Ekstern rapport 9/2020.* 2020.



Vi gir deg trygg grunn.

ERA Geo er et uavhengig spesialiselskap innenfor geoteknikk, som jobber aktivt i det geotekniske miljøet. Vi bistår i prosjekter over hele Norge.

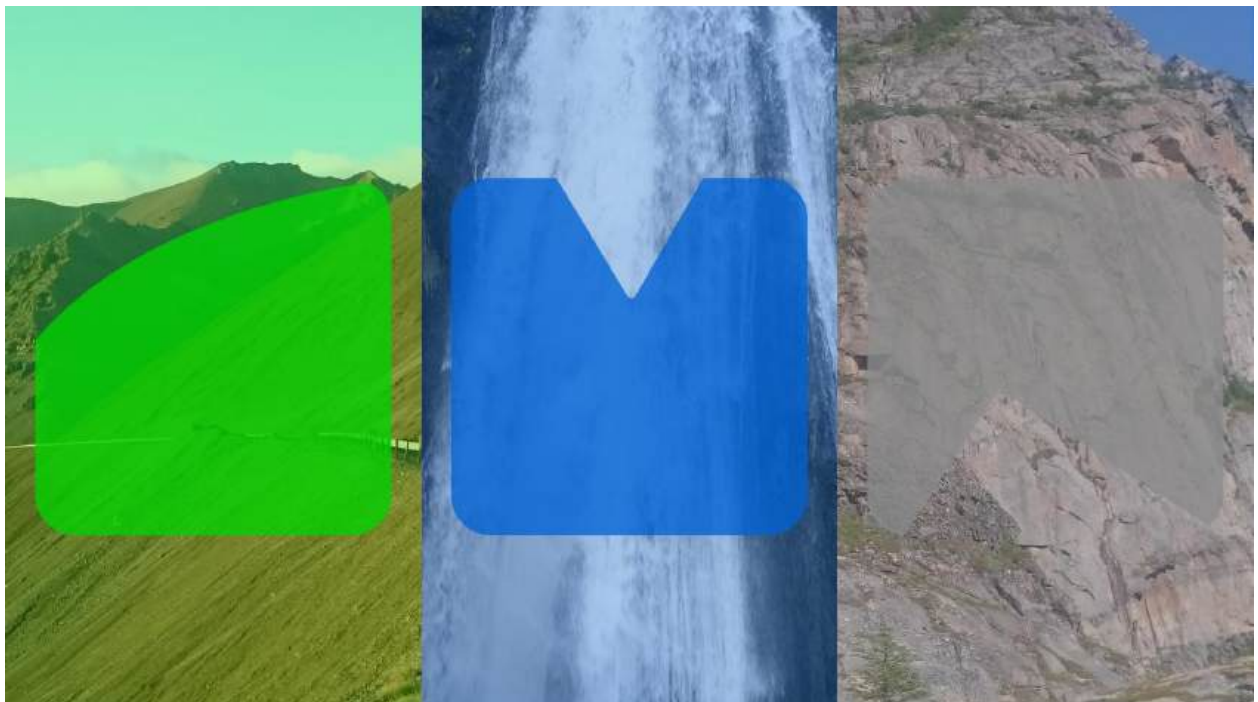
ERA Geo AS

era-geo.no

Verftsgata 10
6416 Molde

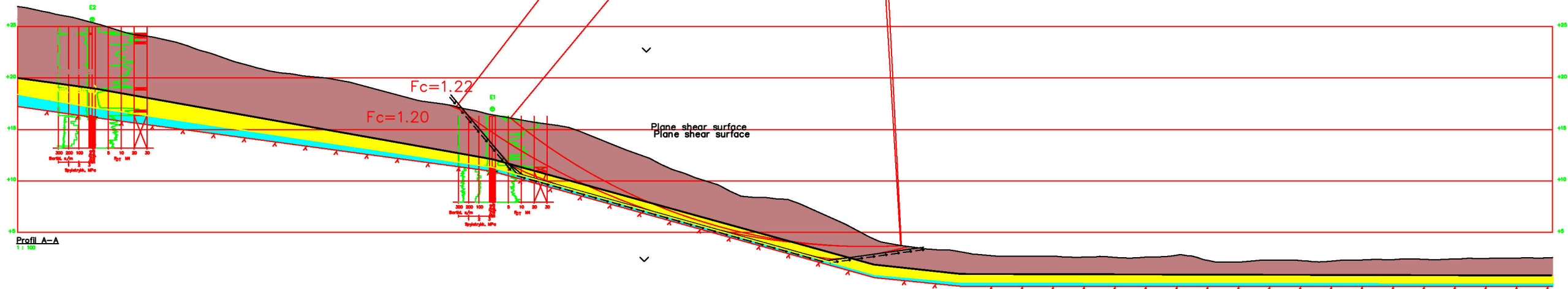
Tel.: 70 23 89 00
post@era-geo.no

Org.nr. NO 920 591 035 MVA

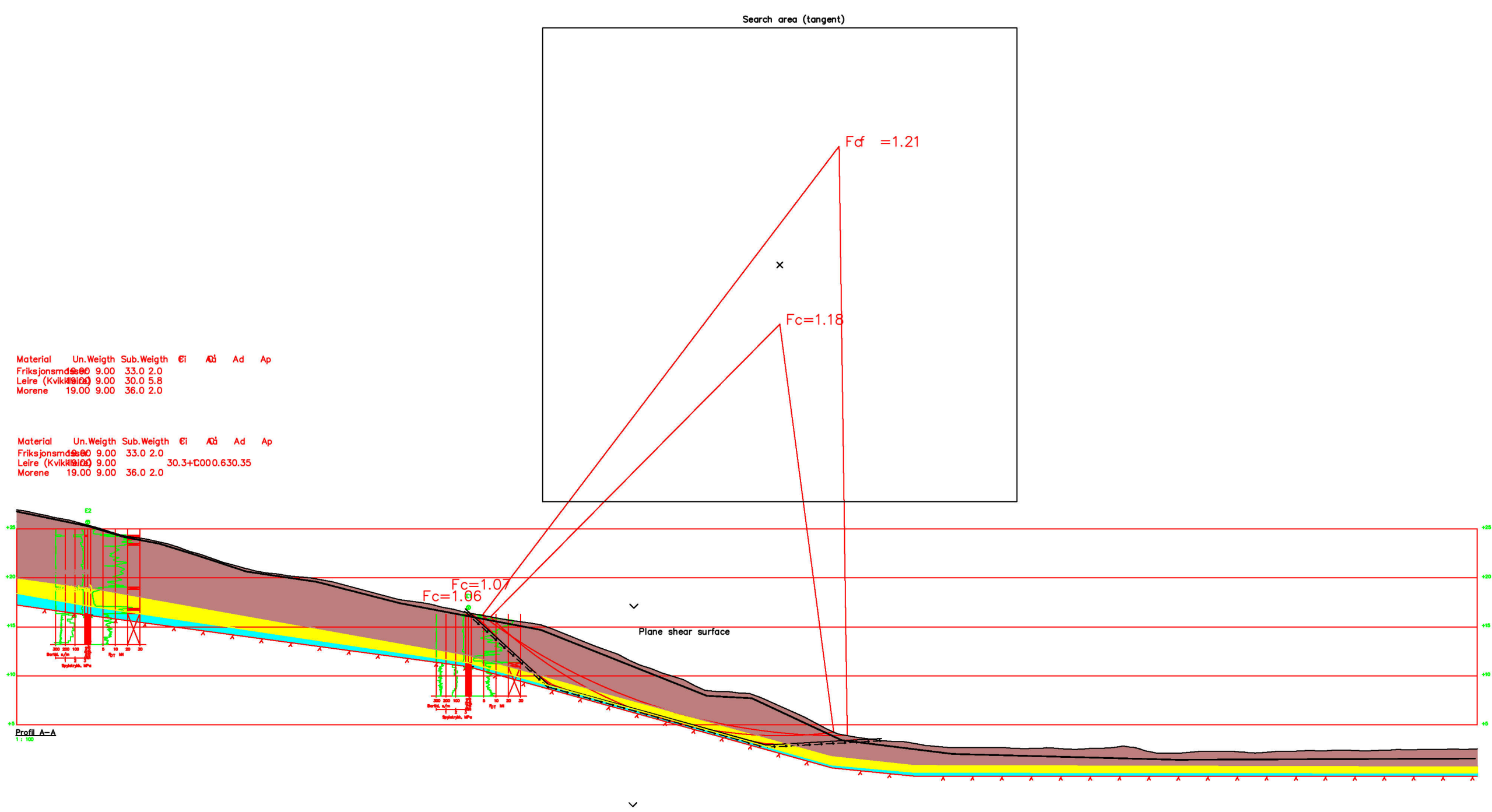


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	EI	Åd	Ad	Ap
Friksjonsmasse	9.00	33.0	2.0			
Leire (Kvikkleire)	9.00	30.3	0.630	0.35		
Morene	19.00	9.00	36.0	2.0		

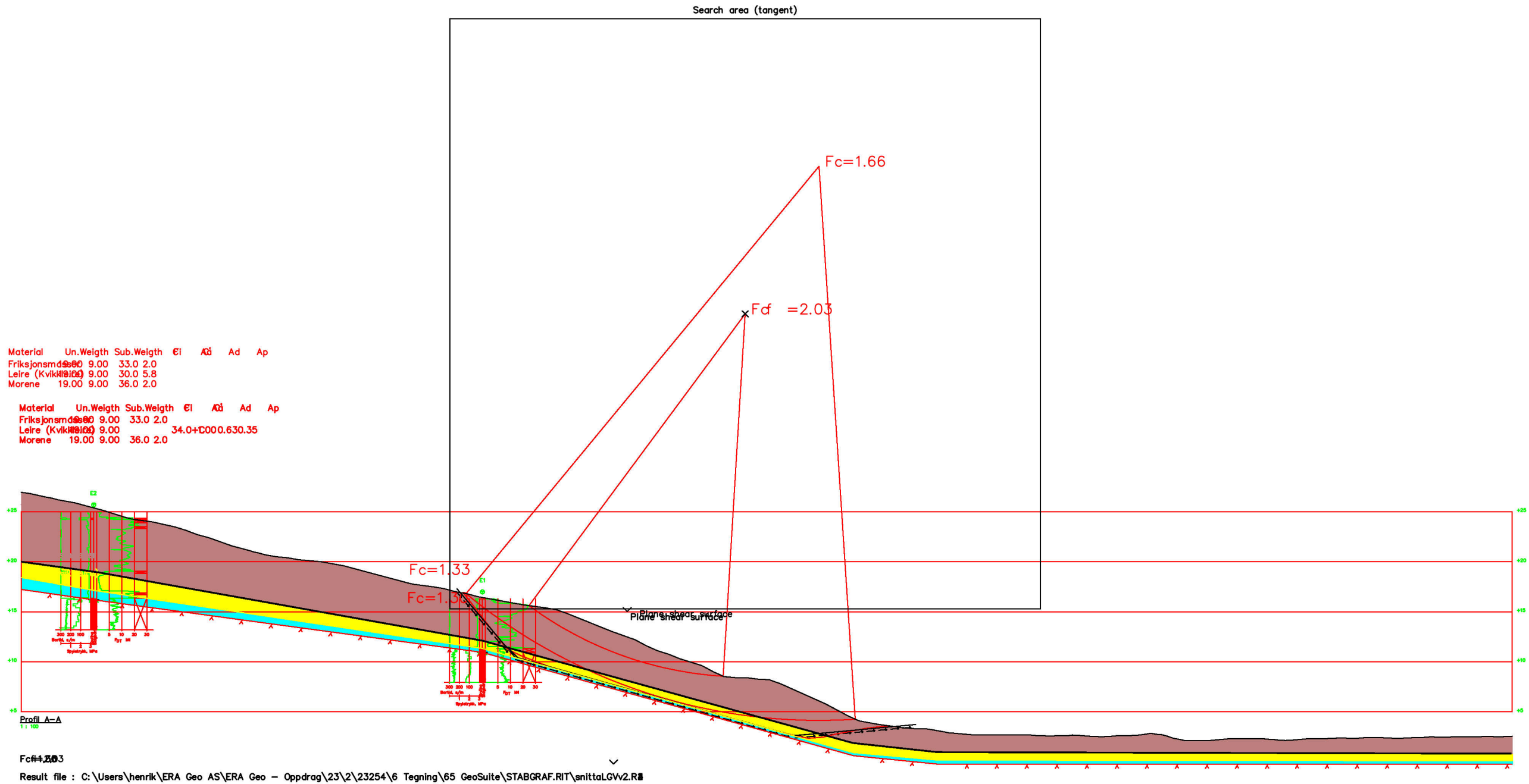
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	EI	Åd	Ad	Ap
Friksjonsmasse	9.00	33.0	2.0			
Leire (Kvikkleire)	9.00	30.0	5.8			
Morene	19.00	9.00	36.0	2.0		



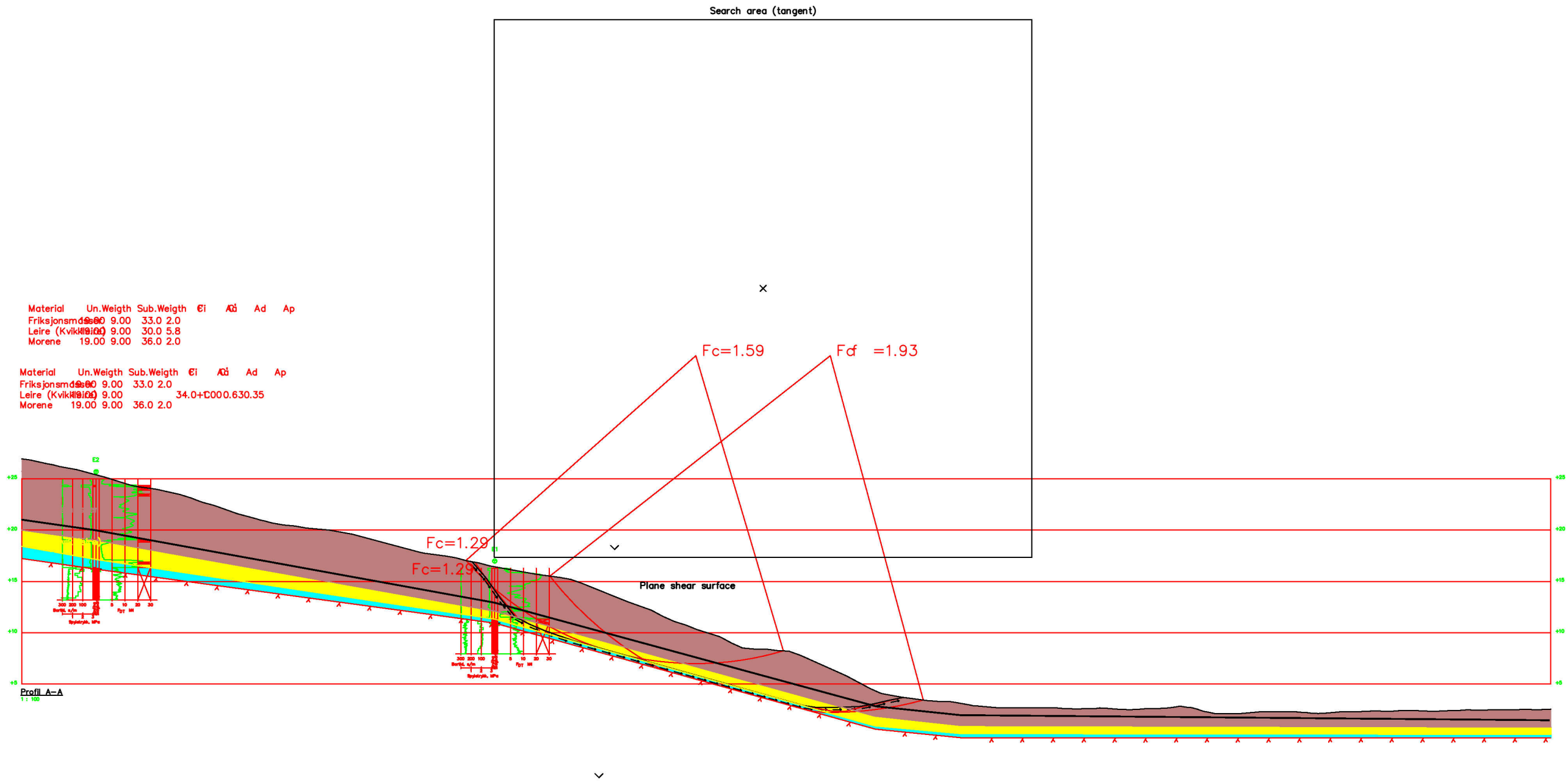
V1	Til bruk	HF	SHL	14.9.23
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Snitt A-A NC - Lav GV		Målestokk (A3) 1:1000		
		Dato 14.9.23		
Stabilitet Jevika		Kunde Strandlåven Eiendom AS		
		Oppdragsnr. 23254		
 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V301		V1



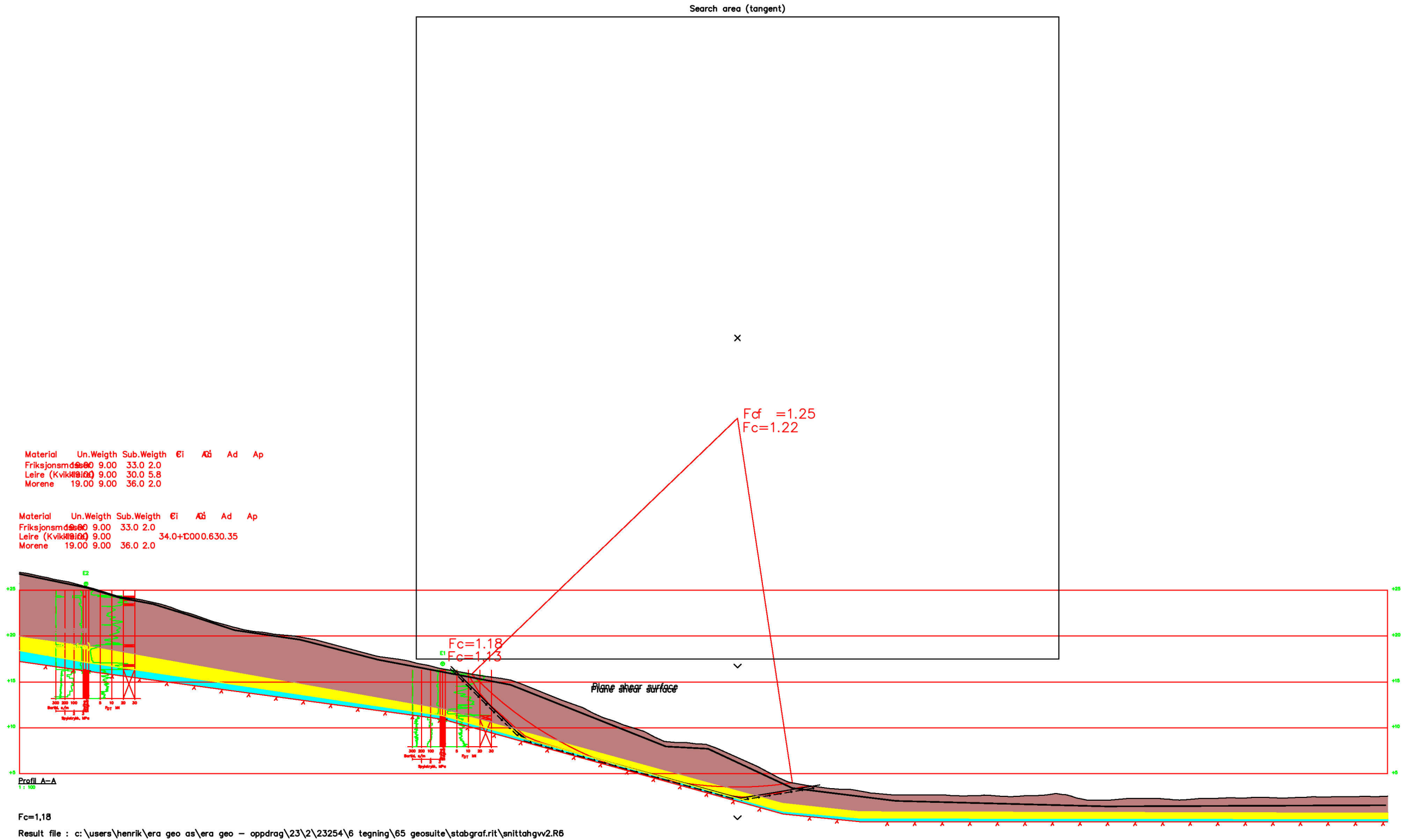
V1	Til bruk	HF	SHL	14.9.23
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Snitt A-A NC - Høy GV		Målestokk (A3) 1:1000		
		Dato 14.9.23		
Stabilitet Jevika		Kunde Strandlåven Eiendom AS		
		Oppdragsnr. 23254		
ERA Geo 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V302		V1



V1	Til bruk	HF	SHL	14.9.23
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Snitt A-A Lav GV		Målestokk (A3) 1:1000		
		Dato 14.9.23		
Stabilitet Jevika		Kunde Strandlåven Eiendom AS		
		Oppdragsnr. 23254		
ERA Geo 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V303		V1



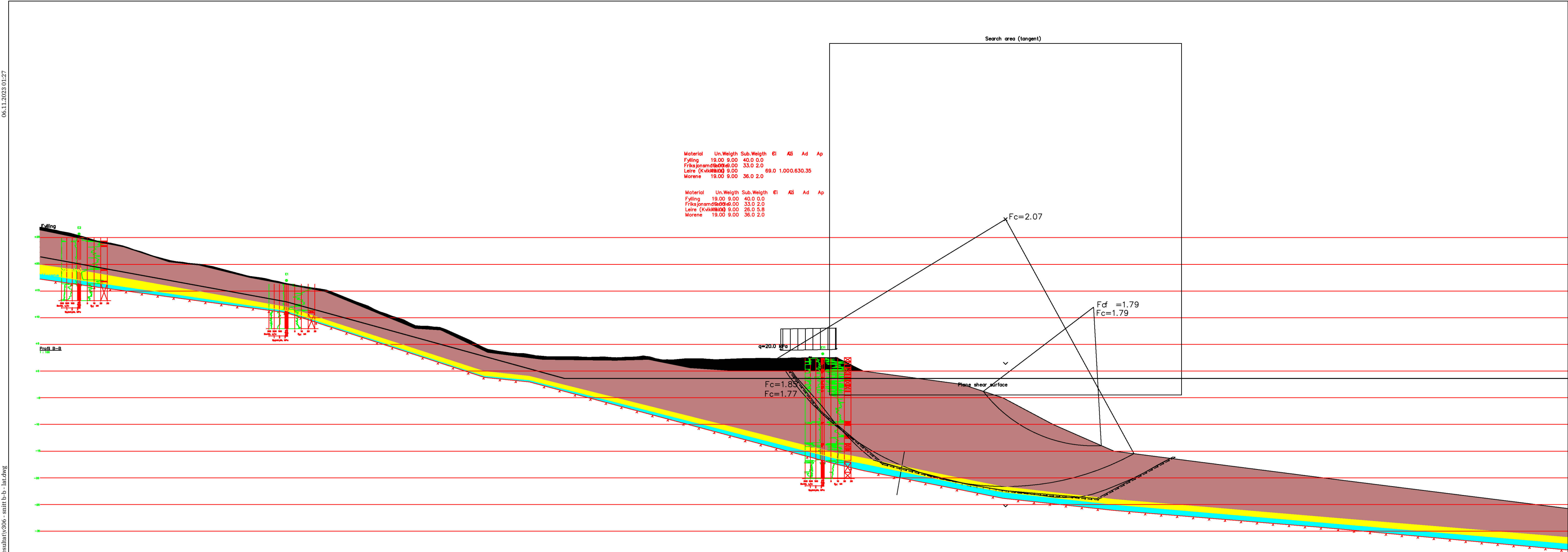
V1	Til bruk	HF	SHL	14.9.23
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Snitt A-A Middels GV		Målestokk (A3) 1:1000		
		Dato 14.9.23		
Stabilitet Jevika		Kunde Strandlåven Eiendom AS		
		Oppdragsnr. 23254		
ERA Geo 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V304		V1



V1	Til bruk	HF	SHL	14.9.23
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Snitt A-A Høy GV		Målestokk (A3) 1:1000		
		Dato 14.9.23		
Stabilitet Jevika		Kunde Strandlåven Eiendom AS		
		Oppdragsnr. 23254		
ERA Geo 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V305		V1

06.11.2023 01:27

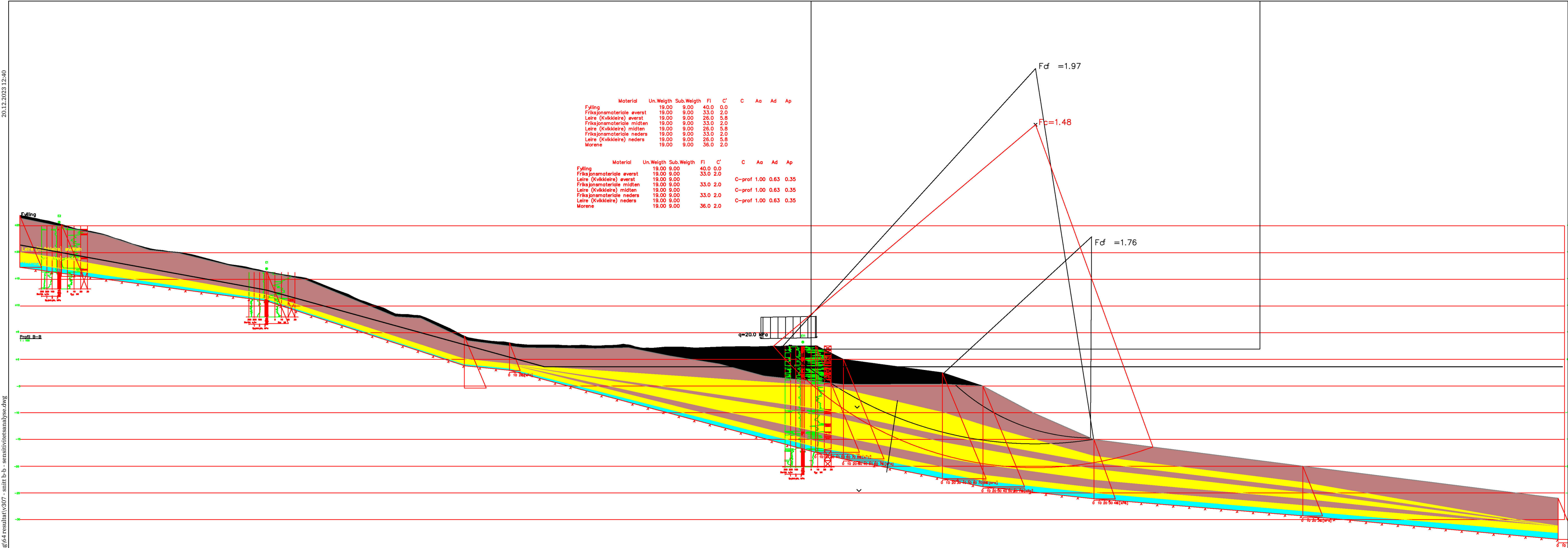
c:\users\henrik\era geo - oppdrag\23\2\23254\6 regning\64 resultat\306 - snitt b-b - lat.dwg



V1	Til bruk	HF	SHL	10.11.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Snitt B-B LAT		Målestokk (A3) 1:500		
		Dato 10.11.2023		
Stabilitet Jevika		Kunde Strandlåven Eiendom AS		
		Oppdragsnr. 23254		
ERA Geo 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				V306
				V1

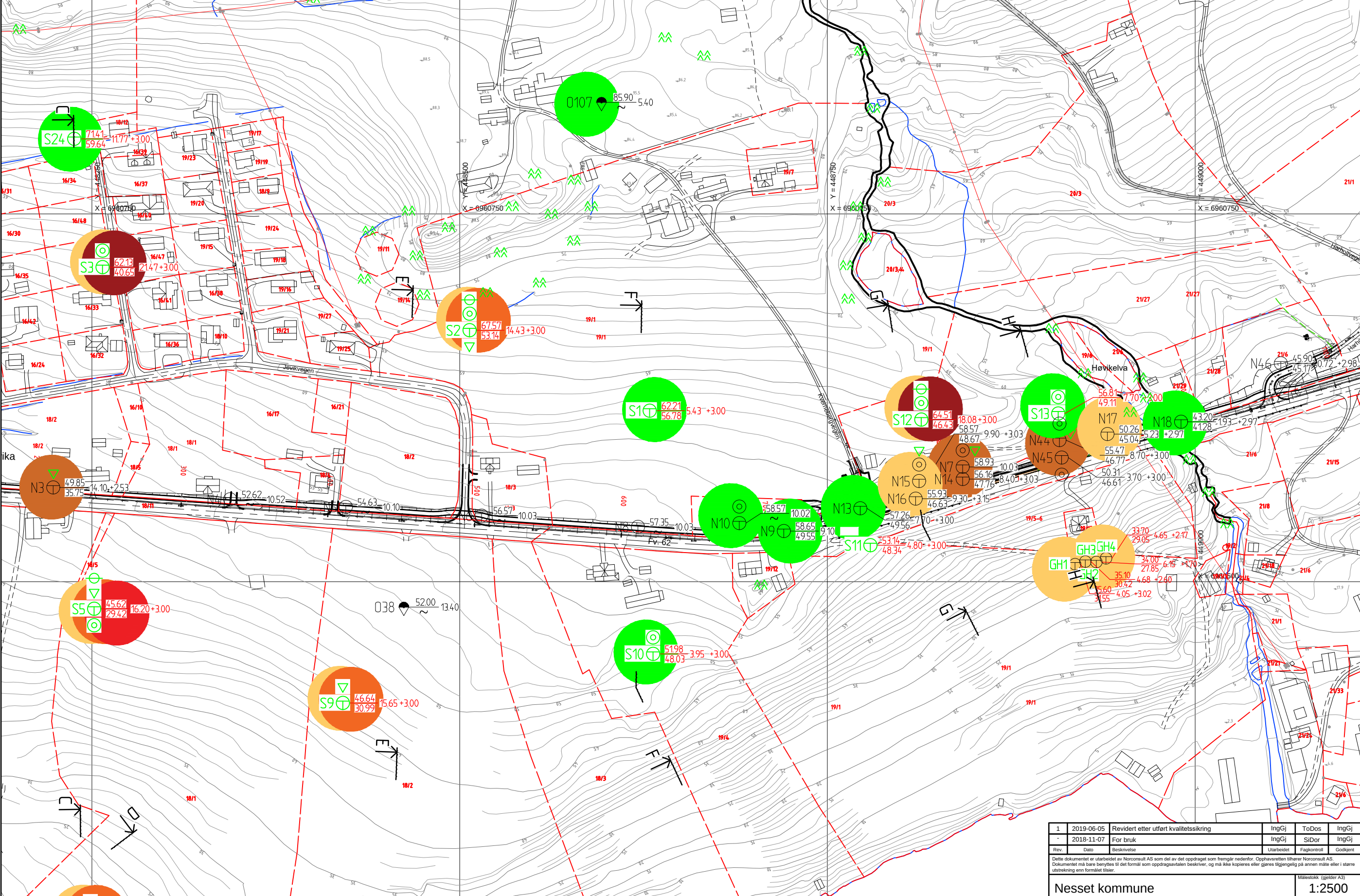
20.12.2023 12:40

c:\users\henrik.era-geo\era-geo-as\era-geo - oppdrag\23\2\23254\6 tegning\64 resultat\v307 - snitt b-b - sensitivitetsanalyse.dwg



V1	Til bruk	HF	MB	18.12.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Snitt B-B Sensitivitetsanalyse		Målestokk (A3) 1:500		
		Dato 18.12.2023		
Stabilitet Jevika		Kunde Strandlåven Eiendom AS		
		Oppdragsnr. 23254		
ERA Geo 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V307		V1

"X:\noroppdrag\Modell\5174408\BIM\Geoteknikk\Arkiv\200\202.dwg - IngGj - Plottet: 2019-06-05, 16:25:39 - LAYOUT = V201 - XREF = T.kart, I.geom, rev. 2017.11.28, T.Beregning - med kvikkleiremerking, T.Rueneit - RASTER = EXPORT.PNG"



- Ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale

●

Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra totalsonderinger (iht Tabell 1 i rapport 5184198-RIG01 og tegninger i rapport 5174408-RIG02)

●

Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra trykksonderinger (iht Tabell 2 i rapport 5184198-RIG01)

●

Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire tolket fra trykksonderinger (iht tabell i rapport 5174408-RIG02)

●

Sprøbruddmateriale verifisert med laboratorieanalyser (iht Tabell 3 i rapport 5184198-RIG01)

●

Kvikkleire verifisert med laboratorieanalyser (iht Tabell 3 i rapport 5184198-RIG01)
- ENKEL SONDERING
- ★

FJELLKONTROLLBORING
- ⊕

PORETRYKKMÅLING
- ⊙

PRØVESERIE
- ▲

MILJØPRØVER
- DREIESONDERING
- ⊕

TOTALSONDERING
- +

VINGEBORING
- PRØVEGROP
- ▲

GRAVEGROP MED MILJØPRØVER
- ▼

RAMSONDERING
- ⬇

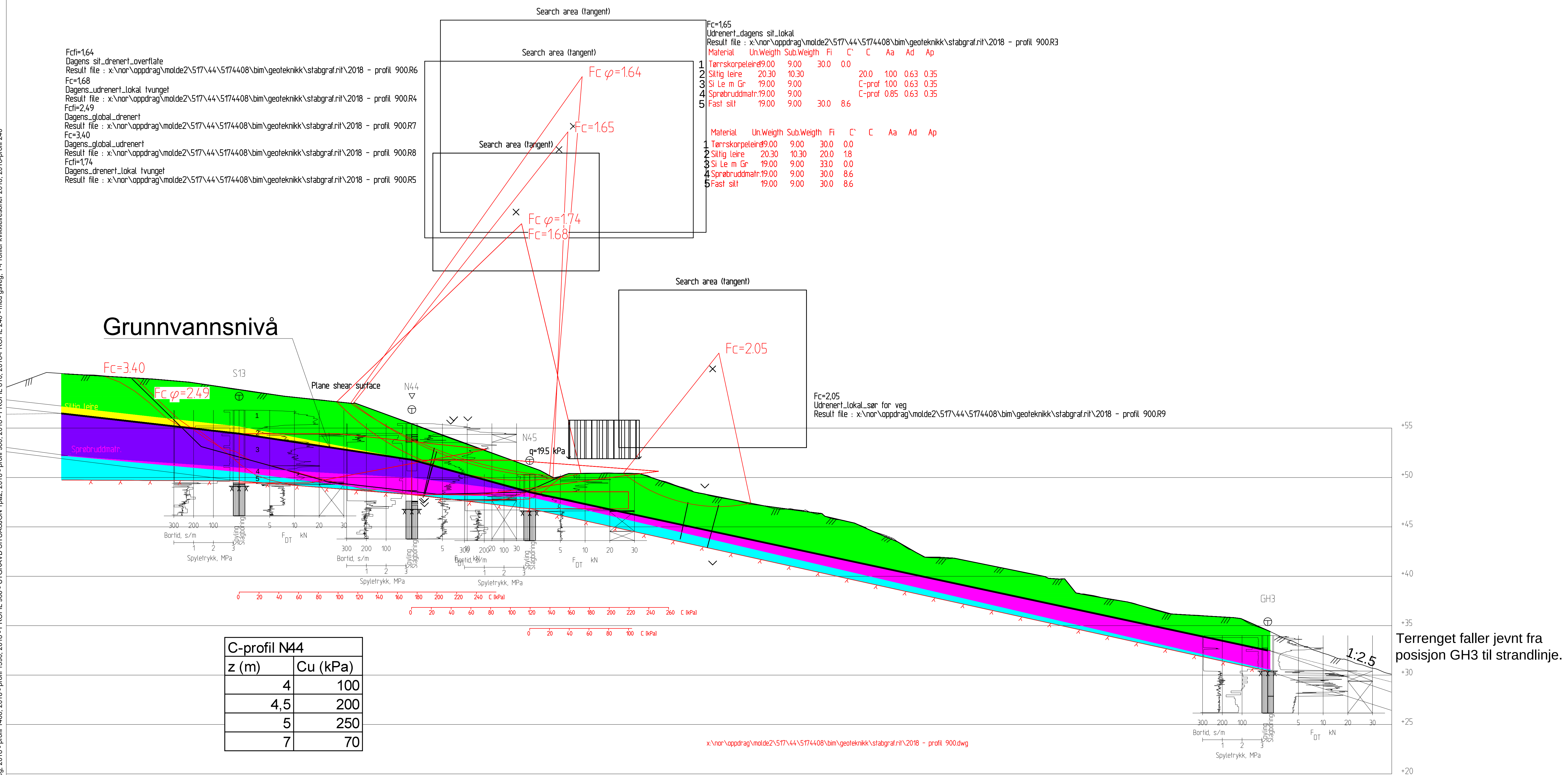
DREIETRYKKSONDERING
- ▽

TRYKKSONDERING
- ⊕

PRØVEGROP MED PRØVESERIE
- GRUNNVANNSBRØNN
- BORHULL ID.
- KOTE TERRENG ELLER SJØBUNN
- BORET DYBDE I LØSMASSE + (BORET I FJELL)
- EVT. KOTE ANTATT FJELL
- ▲

FJELL I DAGEN

1	2019-06-05	Revidert etter utført kvalitetssikring	IngGj	ToDos	IngGj
-	2018-11-07	For bruk	IngGj	SiDor	IngGj
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.					
Nesset kommune					1:2500
Kvikkleireutredning Grunnundersøkelser, kvikkleire- og sprøbruddmarkering					
Del av område 1 og område 2					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5184198	V201	-	



C-profil N44	
z (m)	Cu (kPa)
4	100
4,5	200
5	250
7	70

1.	2019-06-05	For bruk	IngGj	ToDos	IngGj
Rev.	Date	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjeres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Nesset kommune	Målestokk (gjelder A1) 1:200
----------------	--

Kvikkleireutredning Stabilitetsberegning

Profil H-H - Dagens situasjon

	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5184198	V212	1