

NOTAT

Oppdrag	Spåkenes - områdevurdering	Dokumentkode	10247673-RIG-NOT-001
Emne	Geoteknisk vurdering av områdestabilitet	Tilgjengelighet	Åpen
Oppdragsgiver	Lyngen North AS	Oppdragsleder	Ragnhild Fromreide
Kontaktperson	Daniel Berg	Utarbeidet av	Ragnhild Fromreide
Kopi		Ansvarlig enhet	10235011 Geoteknikk Nord

SAMMENDRAG

Lyngen North planlegges utvidet med blant annet utvidelse av eksisterende restaurant. Det planlegges også etablering av en enebolig. Det er i den forbindelse utført en vurdering av områdestabilitet med tanke på kvikkleireskred iht. NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

Tiltakene ligger innenfor faresonen *Spåkenes Nordre* som tidligere er vurdert til å ha middels faregrad, alvorlig konsekvens og risikoklasse 3.

Terrenget på tiltaksområdet er jevnt hellende mot sjøen i nordvest med gjennomsnittlig helning 1:9. Øst for tiltaksområdet går en løsmasseterrasse som er ca. 15 m høy, og skråningen fra terrassehøyden mot sjøen er bratt med helning rundt 1:1,25. Det pågår aktiv erosjon fra bølgeaktivitet i strandsona.

Grunnundersøkelsen viser generelt økende sonderingsmotstand med dybden for borpunktene på tiltaksområdet. Det er påtruffet leire med ca. 1 m mektighet ved mellom 4-7 m dybde. Leira har ikke sprøbruddegenskaper. Øst for tiltaksområde er det påtruffet bløt leire klassifisert som kvikkleire og sprøbruddmateriale.

Supplerende grunnundersøkelser fra 2020 viste at faresonen *Spåkenes Nordre* kan innskrenkes noe mot vest. Vurdering av skadekonsekvens for faresonen er redusert til *mindre alvorlig*.

Tiltaket for Lyngen North AS ligger utenfor ny faresone, og områdestabiliteten er dermed tilfredsstillende for dette tiltaket. Kun planlagt enebolig ligger innenfor faresone for kvikkleireskred.

Beregnet sikkerhetsfaktor av glideflater til selve tiltaksområde (enebolig) viser tilfredsstillende sikkerhet.

Stabilitetsberegningene viser at skråningen ved løsmasseterrassen ikke tilfredsstiller kravet til robusthet i kvikkleireveilederen. Det er dermed nødvendig med stabiliserende tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet. Det er foreslått nedslaking av skråningen, erosjonssikring samt etablering av motfylling i foten av skråningen.

Prosjektet må detaljprosjekteres og arbeidsprosedyrer må beskrives nærmere før utbygging kan påbegynnes.

00	2022-11-02	Geoteknisk vurdering – områdestabilitet	Ragnhild Fromreide	Silje R. Ramberg	Ragnhild Fromreide
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
2	Områdebeskrivelse	3
3	Grunnforhold	6
4	Utredning av områdeskredfare iht. NVE veileder 1/2019	7
4.1	Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området»	7
4.2	Steg 4: «Bestem tiltakskategori»	8
4.3	Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde»	8
4.4	Steg 6: «Befaring»	11
4.5	Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser»	12
4.6	Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder»	12
4.7	Steg 9: «Klassifiser faresoner»	13
4.8	Steg 10: «Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet»	14
4.8.1	Tolkning av lagdeling	14
4.8.2	Materialparametre	15
4.8.3	Krav til sikkerhet	15
4.8.4	Resultater	17
4.8.5	Konklusjon	18
5	Sluttkommentar	18
6	Referanser	19

Vedlegg

10247673-RIG-TEG	-900	Situasjonsplan. Tiltaksområder, faresone, borpunkter
	-901	Situasjonsplan. Tolkning av borpunkter og kritisk snitt
	-902	Situasjonsplan. Ny faresone og stabiliserende tiltak
	-800	Stabilitetsberegning. Dagens situasjon
	-801	Stabilitetsberegning. Etter tiltak
	-802	Stabilitetsberegning. Med stabiliserende tiltak

1 Innledning

Lyngen North AS planlegges utvidet. Det planlegges utvidelse av eksisterende restaurant og etablering av enebolig samt at det i senere faser mulig skal etableres flere små bygninger (1 etasje) innenfor regulert område. Multiconsult er i den forbindelse engasjert som rådgivende ingeniør i geoteknikk.

Det er utført grunnundersøkelser i området i forbindelse med regional kvikkleirekartlegging i Nord-Troms i regi av NVE. Det vises til følgende rapporter:

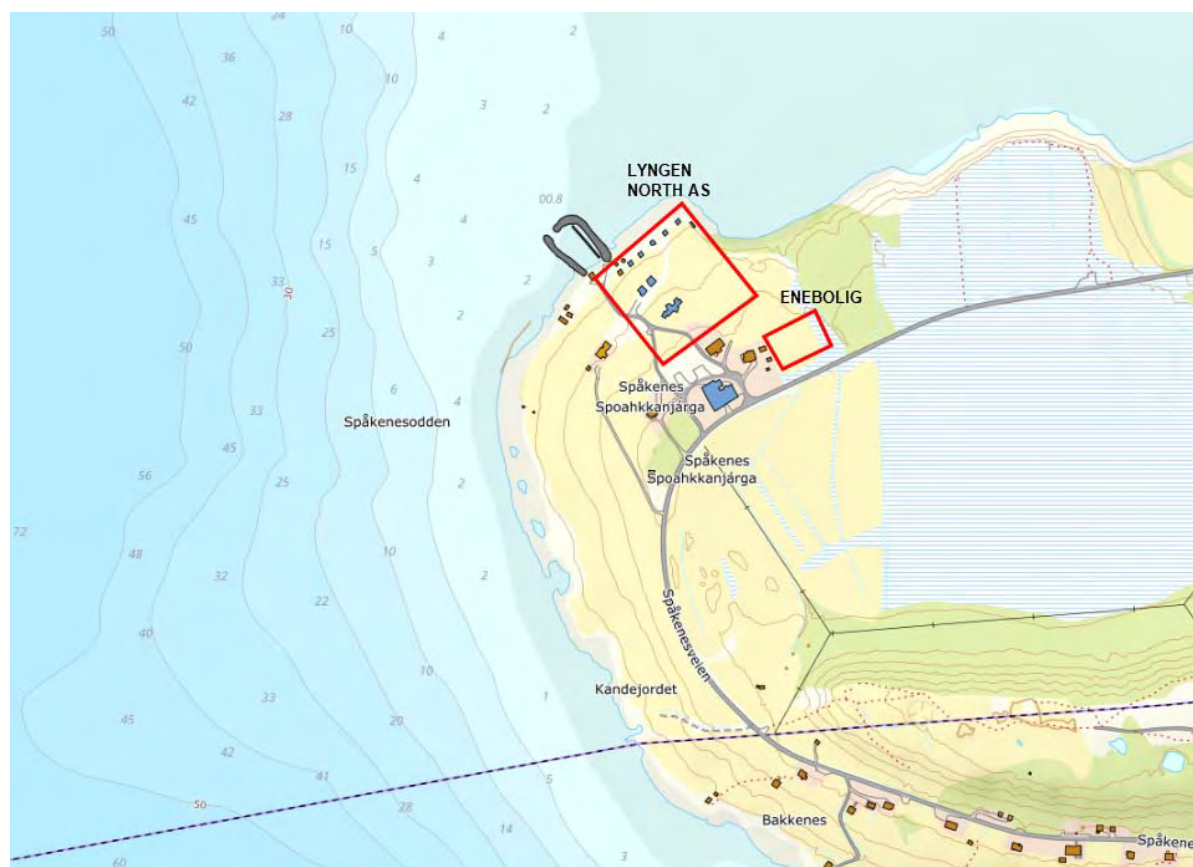
- Rapport 1898-3-r1-Kåfjord utført av GeoStrøm AS i 2018 [1]
- Rapport 10219639-RIG-RAP-001 utført av Multiconsult Norge AS i 2020 [2]

Foreliggende notat omhandler vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [3].

2 Områdebeskrivelse

Det aktuelle området ligger på Spåkenes i Nordreisa kommune. Terrenget på tiltaksområdet er jevnt hellende ned mot strandsonen i nord-vestlig retning, mellom ca. kote 3 og 18 med gjennomsnittlig helning 1:9. Øst for tiltaksområdet går en løsmasseterrasse som er ca. 15 m høy. Skråningen fra terrassehøyden mot sjøen er bratt med helning rundt 1:1,25.

Figur 1 viser oversiktskart over området med markert tiltaksområder og Figur 2 viser området i flyfoto.

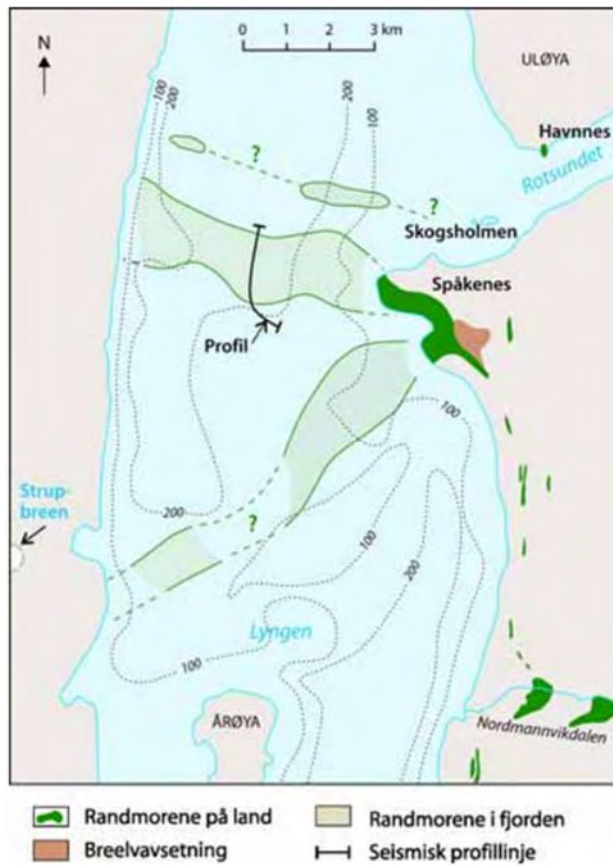


Figur 1: Oversiktskart over området [norgeskart.no].

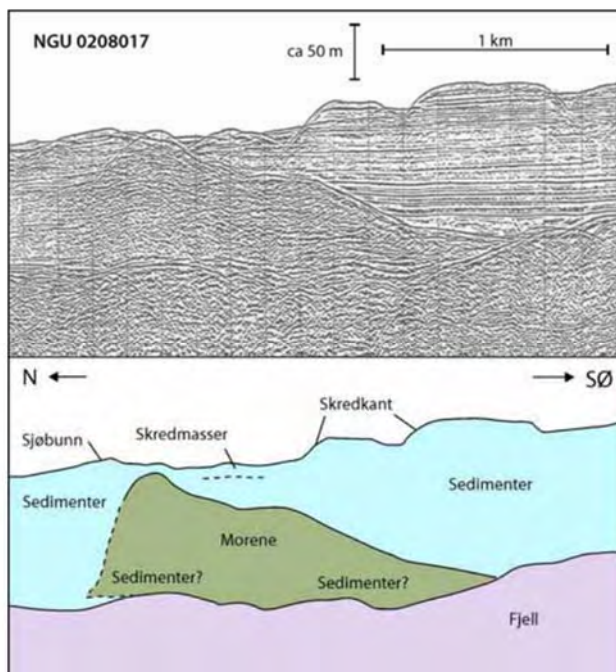


Figur 2: Området i flyfoto [norgeskart.no].

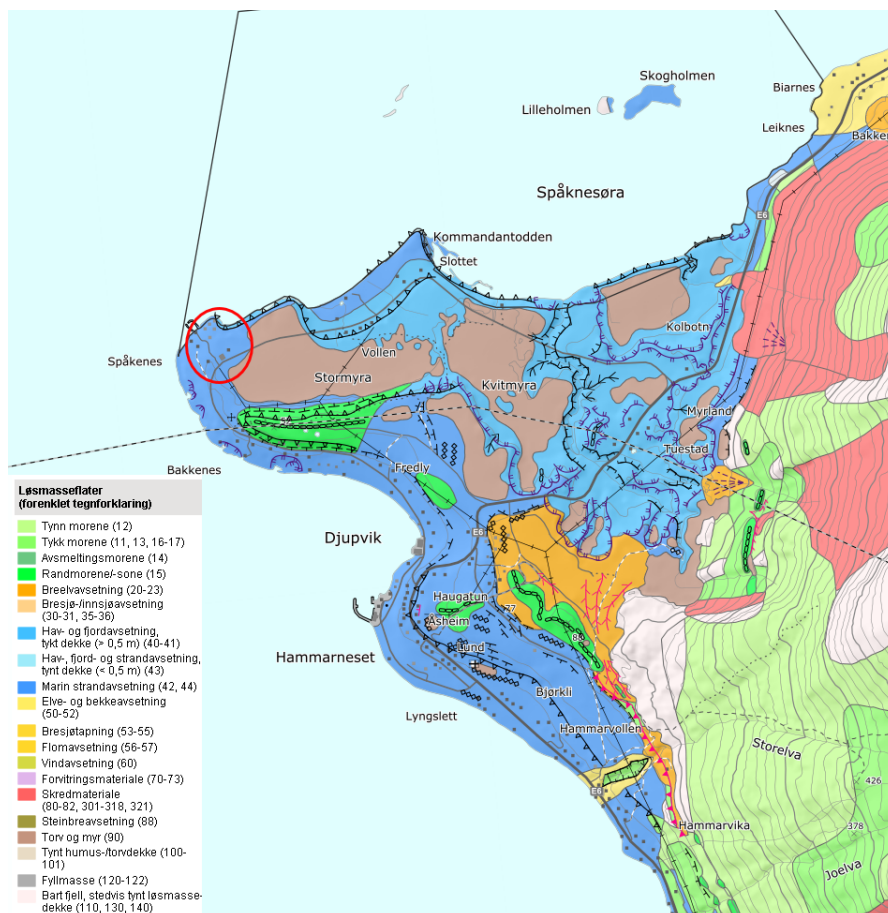
NGU har tidligere utført en større løsmassekartlegging på Spåkenes i 2005 [4]. Spåkenes er en stor landtunge som fortsetter som en morenerygg tvers over fjorden til Lyngenhavøya, vist på Figur 3. Området består av meget tykke hav- og fjordavsetninger av sensitive løsmasser av leire og silt, vist på løsmassekartet på Figur 5. Hele området er preget av mange groper da det historisk har gått store kvikkleireskred [4]. Figur 4 viser et seismisk tverrprofil fra løsmassekartleggingen som viser moreneryggen, samt skredkant og skredmasser fra historiske skred.



Figur 3: Utklipp fra [4] som viser kart over Spåkenes som viser randmorenene som krysser fjorden i to store ryggformasjoner.



Figur 4: Utklipp fra [4] som viser seismisk tverrprofil som krysser randmorenen utenfor Spåkenes.



Figur 5: Utklipp av NGU løsmassekart [5]. På kartet er det også markert historiske skredgroper, raviner, erosjonskanter fra bølgeaktivitet og tidligere strandlinje.

3 Grunnforhold

Det er utført grunnundersøkelser i området i forbindelse med regional kvikkleirekartlegging i Nord-Troms. Det vises til rapporter [1] og [2]. I det aktuelle området er det utført 6 dreietrykksonderinger, 1 totalsondering og 5 prøveserier. Figur 6 viser utklipp av relevante borer i området.

Borpunktene på tiltaksområdet viser generelt økende sonderingsmotstand med dybden. Det er et lag med lavere sonderingsmotstand med ca. 1 m mektighet ved mellom 4-7 m dybde. Prøveserien i borpunkt 6E-4 klassifiserer laget som siltig, sandig leire. Leira har ikke sprøbruddegenskaper.

Øst for tiltaksområdet viser grunnundersøkelsen bløtere lag i grunnen og at løsmassene er noe mer lagdelt med vekselvis lagdeling av sand/silt og leire. Leirelaget har mektighet opp til ca. 4 m. Det er påvist kvikkleire og leire med sprøbruddegenskaper i borpunkt 6E-3, 6E-7, 6E-2 og 6E-1.



Figur 6: Kartutsnitt som viser plassering av relevante borer i området.

4 Utredning av områdeskredfare iht. NVE veileder 1/2019

I henhold til TEK17 §7-1 [1] skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger som flom og skred.

Utredningen utføres iht. NVEs veileder 1/2019 [2] «Sikkerhet mot kvikkleireskred», derunder veilederens avsnitt 3.2 «Prosedyre for utredning av områdeskredfare» og tilhørende tabell 3.1 «Prosedyre for utredning av områdeskredfare».

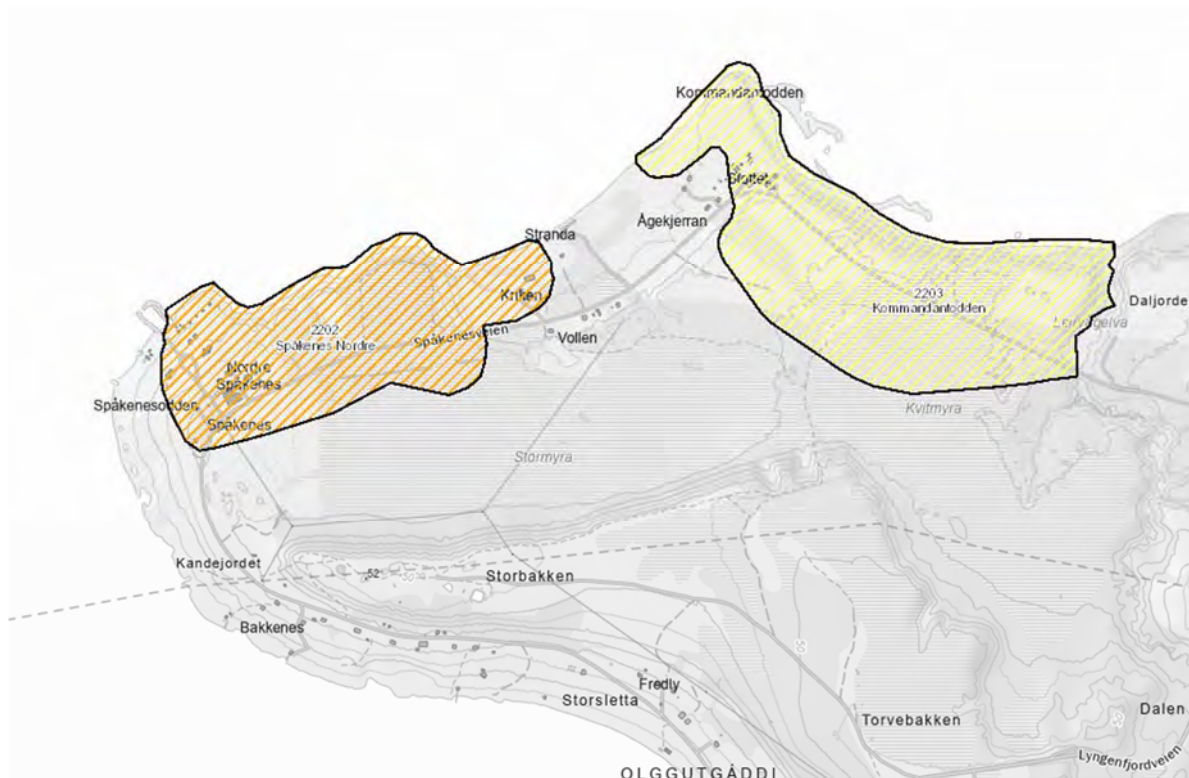
Prosedyren kan grovt deles i to hoveddeler; Del 1, som omfatter steg 1-3, for innledende vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområder for områdeskredfare, og del 2, som omfatter steg 4-11, for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon.

Veilederen stiller krav til nivå på kvalitetssikring avhengig av tiltakskategori, K0-K4. Utredningen utføres på reguleringsplannivå.

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

Tiltaket ligger innenfor faresone Spåkenes Nordre (2202). Faresonen er vurdert til å ha middels faregrad, alvorlig konsekvens og satt i risikoklasse 3. Rett øst for tiltaksområdet er faresonen Kommandantodden, med faregrad lav, konsekvens alvorlig og risikoklasse 2. Faresonene er utredet i forbindelse med regional kvikkleirekartlegging i Kåfjord kommune [6]. Figur 7 viser utklipp fra NVE-atlas med registrerte faresoner i området [7].

Siden tiltaket ligger innenfor en registrert faresone fortsettes prosedyren fra steg 4 i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019 [3].



Figur 7: Utklipp fra NVE-atlas som viser registrerte faresoner i området [7].

4.2 Steg 4: «Bestem tiltakskategori»

Tiltakskategori (TEK17 § 7-3) fastsettes ut fra konsekvens for tiltaket ved skred, jf. Tabell 3.2 i NVEs veileder 1/2019 [3]. Tiltaket vurderes å være i tiltakskategori K3, siden det planlegges etablering av bolighus med inntil to boenheter og mindre næringsbygg.

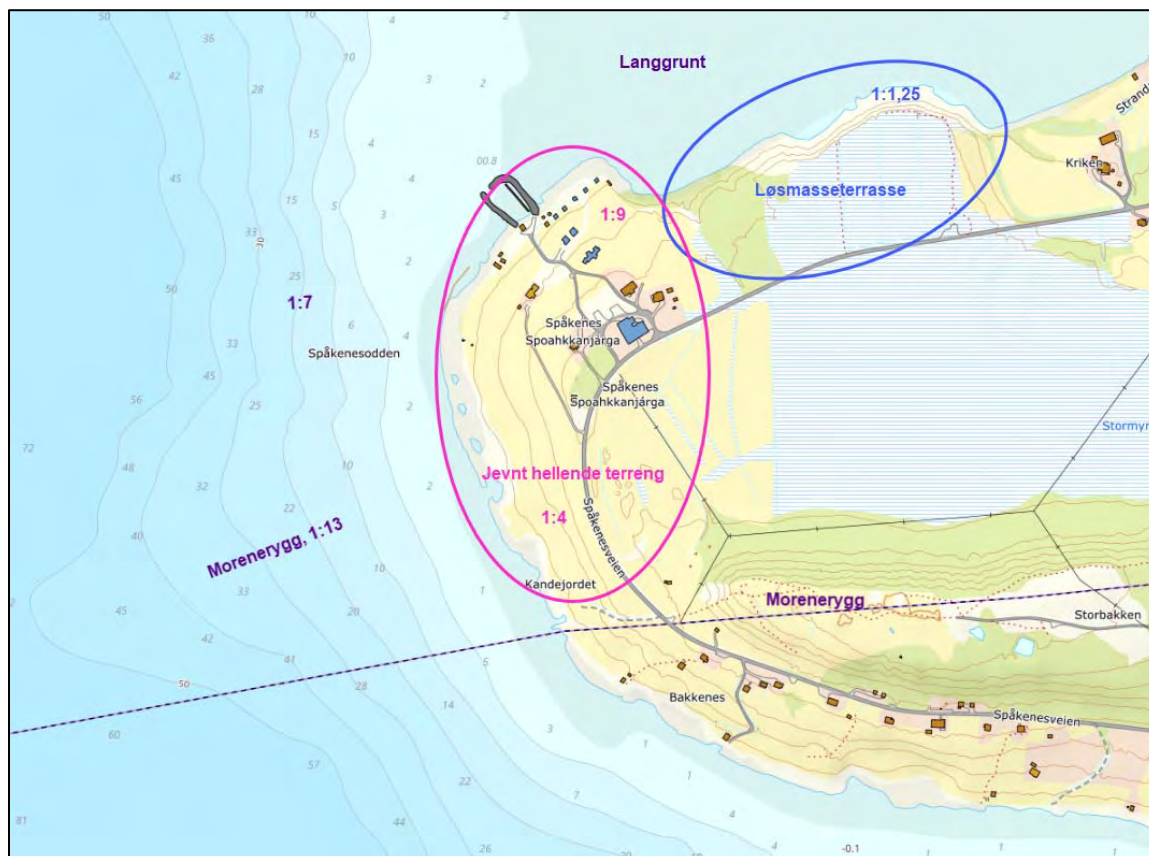
Ved tiltak i tiltakskategori K3 settes det krav om uavhengig kvalitetssikring av uavhengig foretak dersom det vurderes at tiltaket kan bli berørt av områdeskred.

4.3 Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde»

Kritiske skråninger vurderes å være det jevnt hellende terrenget på tiltaksområde og terrassehøyden øst for tiltaksområde. På Figur 8 er det markert relevante terrengformasjoner og terrenghelninger.

Det jevnt hellende terrenget har helning varierende mellom ca. 1:4 sør for tiltaksområde og ca. 1:9 på selve tiltaksområdet opp til ca. kote 20. Høydeforskjellen på terrassen er ca. 15 m, og skråningen fra terrassehøyden ned mot sjøen er relativt bratt med helning rundt 1:1,25.

Det går en morenerygg sør for tiltaket som fortsetter som undersjøisk rygg over til Lyngnehavvøya. På sjø har moreneryggen helning på ca. 1:13 ut til kote minus 50. På sidene av moreneryggen er sjøbunnen brattere med helning på ca. 1:7. Nord for løsmasseterrassen er det langgrunt.



Figur 8: Kartutklipp hvor relevante terrengformasjoner og terrenghelninger er markert.

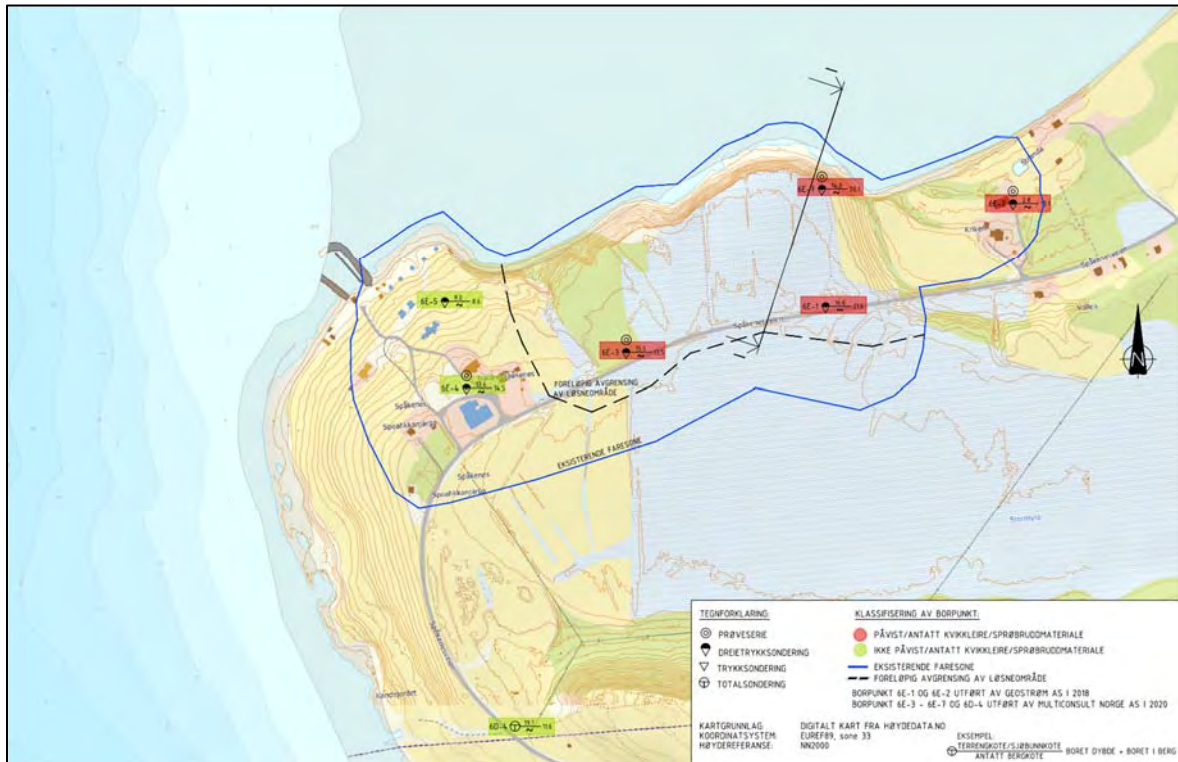
Figur 9 viser en sammenstilling av eksisterende grunnlag. Røde borpunkt viser tolkede borpunkt med antatt/påvist sprøbruddmateriale og grønne borpunkt viser påvist/antatt ikke sprøbruddmateriale. Figur 10 viser utklipp av borpunkt 6E-3 og 6E-7, med røde markeringer der prøveserie påviser kvikkleire og leire med sprøbruddegenskaper.

Ut ifra tolkede borpunkt ser sprøbruddmateriale ut til å forekomme i østlig del av området. Eksisterende faresone, vist med blå linje på Figur 9, ble i 2018 utredet kun med borpunkt 6E-1 og 6E-2 som grunnlag. Supplerende grunnundersøkelser fra 2020 viser dermed at faresonen kan avgrensnes ytterligere i vest da det vurderes å ikke være sprøbruddmateriale i borpunkt 6E-4 og 6E-5.

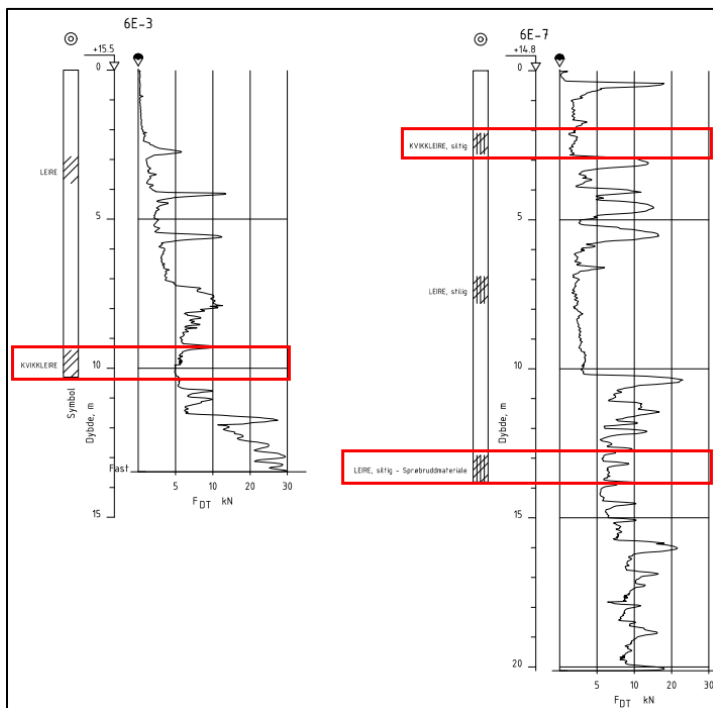
Svart stiplet linje i figuren under viser foreløpig avgrensning av løснеområde vurdert ut ifra tolkede borpunkter, samt en lengde på løснеområde satt til $L = 15 \cdot H$, hvor H er skråningshøyden. Iht. NVEs

veileder 1/2019 må det som utgangspunkt forutsettes at det kan gå retrogressivt skred, og maksimalt løsnemråde for retrogressive skred er $15^{\circ}H$.

Det er valgt et kritisk snitt, se Figur 9, hvor det er brattest skråning, størst skråningshøyde kombinert med borpunkter som viser sprøbruddmateriale.



Figur 9: Tolkede borpunkt med tanke på kvikkleire/sprøbruddmateriale.



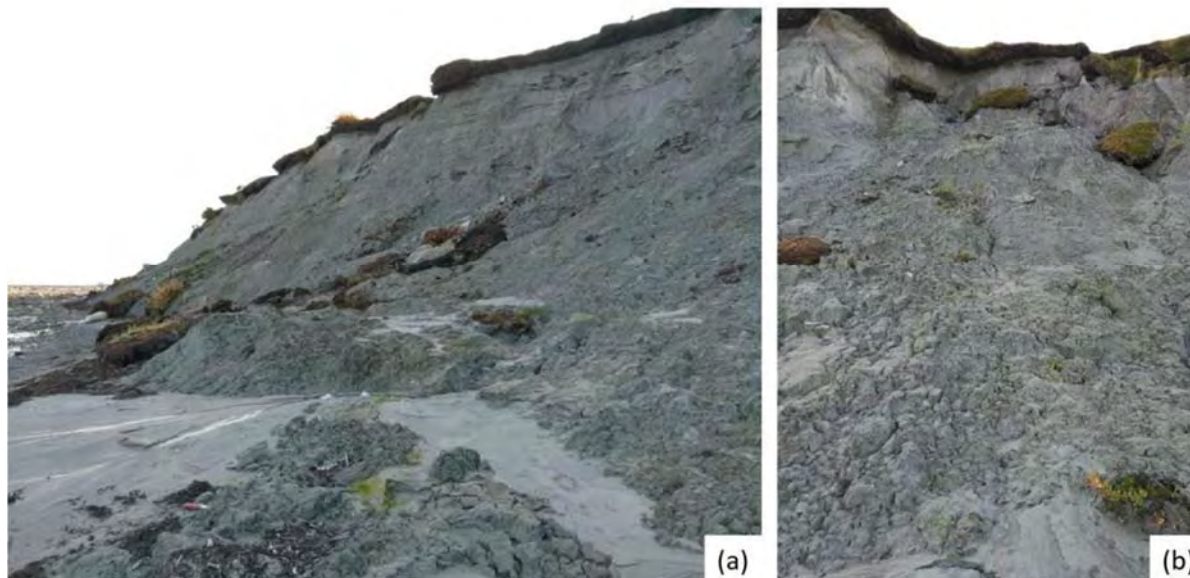
Figur 10: Utklipp av sondering og prøveserie i borpunkt 6E-3 og 6E-7, med røde markering der prøveserie viser påvist kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper.

4.4 Steg 6: «Befaring»

Multiconsult utførte befaring til området i forbindelse med regional kvikkleirekartlegging i 2018. Det vises til befarringsrapport 714062-RIG-RAP-1.2_rev02 [8].

Befaringen viste at langs den ca. 400 m lange skråningen ved terrassehøyden er det leire i dagen som eroderes av bølgeaktivitet i sjøen. I strandsonen foran skråningen lå det utrast leire som viste tegn på å ha vært flytende. Ved å bevege på leira mistet den fastheten og ble flytende igjen.

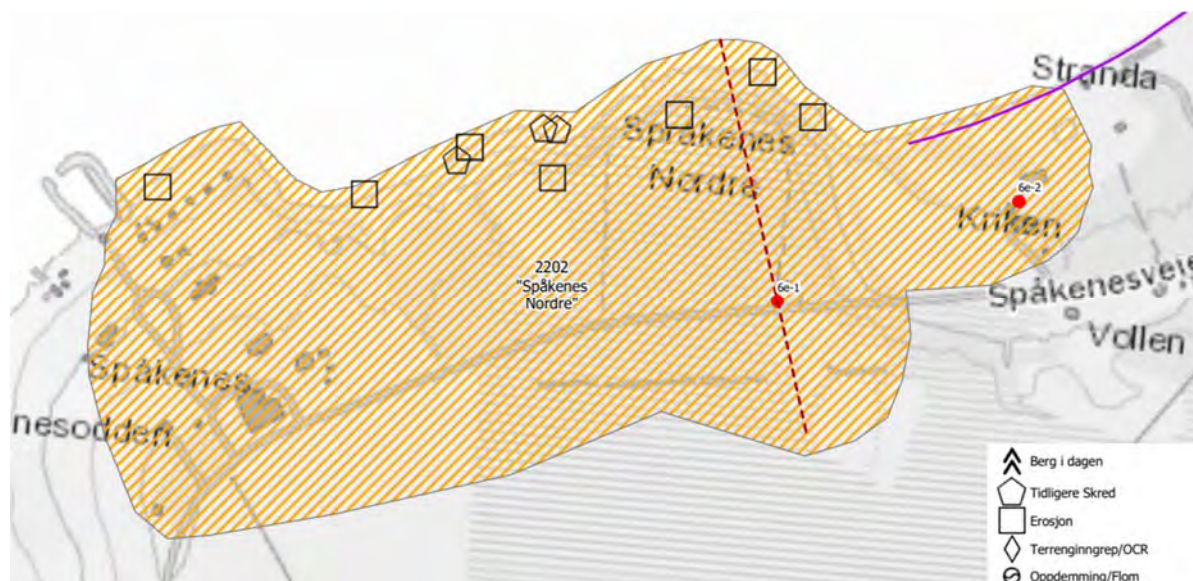
Figur 11 a og b og Figur 12 viser bilder tatt på befaringen av leirskråningen og leira i strandsonen. Figur 13 viser feltregistreringer fra befaringen, med registreringer av erosjon og tidligere skred.



Figur 11: (a) viser den aktive leirskråningen. Den var nylig rast ut da befaringen ble gjennomført i 2018. (b) viser skråningen og skredgrop sett forfra. [8]



Figur 12: Bildet viser leire som ligger helt flatt i strandsonen under leirskråningen.



Figur 13: Utklipp fra tegning 5-6-1 som viser faregrad, feltregistreringer og grunnundersøkelser for faresonen Spåkenes Nordre [6].

4.5 Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser»

Det ble utført grunnundersøkelser i området i forbindelse med regional kvikkleirekartlegging i Nord-Troms i regi av NVE. Det vises til følgende rapporter:

- Rapport 1898-3-r1-Kåfjord utført av GeoStrøm AS i 2018 [1]
- Rapport 10219639-RIG-RAP-001 utført av Multiconsult Norge AS [2]

Se kapittel 3 for beskrivelse av grunnforholdene.

4.6 Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder»

Aktuell skredmekanisme er blant annet avhengig av terrengforhold, sprøbruddmaterialets beliggenhet og leiras omrørte skjærfasthet. Skredmekanisme bestemmes ut ifra flytskjema i NVE veileder 1/2019 [3], vist på Figur 14.



Figur 14: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme [3].

Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale:

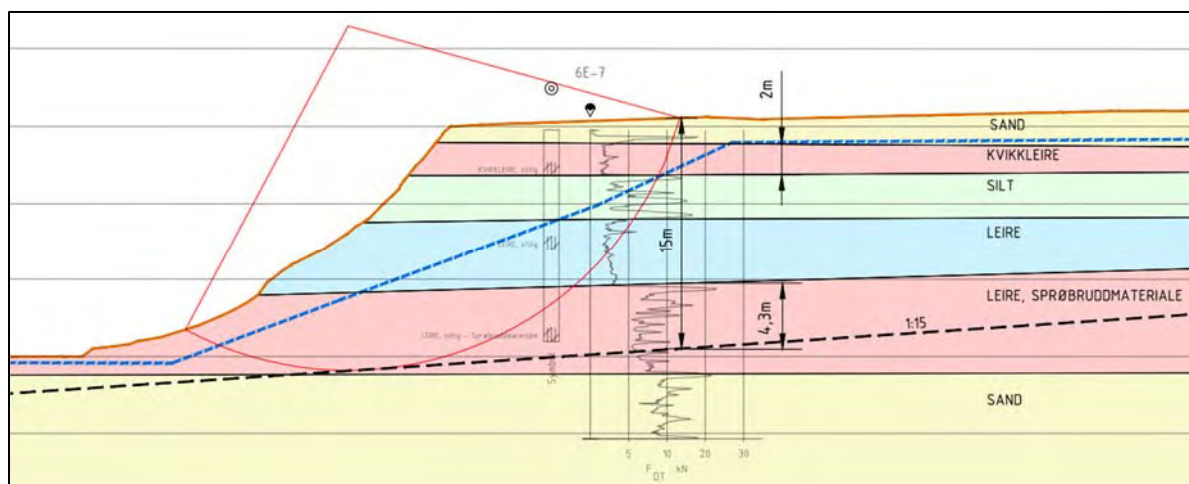
- Ja, det er påvist sprøbruddmateriale i prøveserie i borpunkt 6E-1, 6E-2, 6E-3 og 6E-7. Omrørt skjærfasthet $c_{u,r} \leq 1,27$ kPa i flere dybdeintervaller ved prøveseriene.

Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogressjon:

- Det er påvist sprøbruddmateriale med omrørt skjærfasthet $c_{u,r} \leq 0,69$ kPa, som gir mulighet for retrogressjon.

Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$:

- Stabilitetsberegninger utføres for å definere kritisk glideflate. Det tegnes en 1:15-linje som tangent til kritisk glideflate. Andelen sprøbruddmateriale bestemmes i bakkant av kritiske glideflate. Som vist på Figur 15 er andel sprøbruddmateriale for snitt I-I; $b/D = (2 \text{ m} + 4,3 \text{ m})/15 \text{ m} = 42\% > 40\%$. Antatt aktuell skredmekanisme vurderes å være retrogressivt skred.



Figur 15: Beregningsnitt I-I som viser andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate.

Gjennomgang av flytskjema i figur 4.3 viser at det det er fare for retrogressivt skred. Lengde på løснеområdet settes lik $L=15H$. Høyden på løsnemasserassen er ca. 15 m, slik at løснеområdet har en lengde på ca. 225 fra foten av skråningen. Løснеområdet er i tillegg avgrenset basert på tolkning av sprøbruddmaterialets utbredelse, vist med fargekoder på tegning -901.

Opptegning av løsnemråde er vist på tegning -902. Utløpsområdet vil være i sjø.

Ny avgrensing av faresonen viser at tiltaket for Lyngen North AS er utenfor faresone for kvikkleireskred. Dermed vurderes områdestabiliteten til å være tilfredsstillende for tiltaket med blant annet utvidelse av eksisterende restaurant.

Kun planlagt enebolig ligger innenfor faresone for kvikkleireskred.

4.7 Steg 9: «Klassifiser faresoner»

Faresonen skal klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kap. 4 i NVE ekstern rapport 9/2020 [9]. Faresoneevalueringen utføres med dagens situasjon som utgangspunkt, og må evt. justeres i ettertid.

Tabell 1 viser faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse i eksisterende faresone *Spåkenes Nordre*.

Tabell 1: Faregrad, skadekonsekvens og risiko i sone 2202 «Spåkenes Nordre».

	Faregrad	Skadekonsekvens	Risiko
Klasse	Middels	Alvorlig	3

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

Etter tolkning av supplerende grunnundersøkelser i 2020 er faresonen ytterligere avgrenset mot vest, noe som har ført til at vurdering av skadekonsekvens er redusert for området. De punktene som er endret/revidert er markert med blått og kommentert under tabellen. Konsekvensen til faresonen er redusert til *mindre alvorlig*.

Faregraden er vurdert til å være uendret.

Tabell 2: Oppdatert konsekvensevurdering – mindre alvorlig konsekvens.

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

mindre alvorlig

Punkt 1: Ny faresone ekskluderer bebyggelsen i vestlig del av faresonen, slik at antall boligheter i faresonen er 2-3.

Punkt 2: Ny faresone ekskluderer båthavna og dagens næringsbygg fra Lyngen North.

4.8 Steg 10: «Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet»

Beregninger er utført med «GeoSuite Stability» og utført i et kritisk snitt. Plassering av beregningssnitt er vist på tegning -901. Beregningene er utført på:

- Effektivspenningsbasis
- Totalspenningsbasis, ADP-analyse

Følgende anisotropiforhold er benyttet for udrenert skjærfasthet (ADP-analyse):

- Aktiv udrenert skjærfasthet = $1,0 \times S_{UA}$
- Direkte udrenert skjærfasthet = $0,63 \times S_{UA}$
- Passiv udrenert skjærfasthet = $0,35 \times S_{UA}$

Videre i beregninger er det forutsatt at:

- Laster på terreng er satt til 20 kPa (trafikklast + lastfaktor) iht. håndbok N200 fra SVV [10]. Lasten er satt til å virke over planlagt byggetomt oversendt fra kunde og er antatt å tilsvare lasten av trafikklast.
- Planlagt tiltak er omtrentlig plassert i kritisk snitt ved å måle avstand fra terrassekant til tiltaket.

4.8.1 Tolkning av lagdeling

Tolkning av lagdeling i grunnen gjort med dreietrykksonderinger og prøveserier som grunnlag. Det er generelt tatt opp få prøver i området, noe som gir usikkerhet i valg av lagdeling.

Prøveserie i borpunkt 6E-7 viser et lag med leire med sprøbruddegenskaper ved 13-14 m dybde. Sonderingene viser en noe taggete profil ved dybdeintervallet mellom 11 og 16 m i borpunkt 6E-7. Dette kan tyde på at løsmassene er lagdelte med tynne vekselvise lag med leire og løsmasser med drenerende egenskaper. I stabilitetsberegningene er dette laget tolket som leire, på tross av at det antakeligvis også er innslag av lag av mer friksjonsretta art.

4.8.2 Materialparametre

Materialparametre er valgt ut ifra prøveserier og erfaringsparametre fra SVV Håndbok V220 [11]. Tabell 3 viser valgte materialparametere brukt i beregninger.

Tabell 3: Valgte materialparametre i stabilitetsberegninger.

Materiale	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, ϕ [°]	Attraksjon, a [kPa]	Udrenert skjærstyrke, S_u
Sand	19	34	5	
Kvikkleire	20	22	5	40
Silt	19	32	5	
Leire/Sprøbruddmateriale	20	24	5	50-60
Fylling	19	42	5	

Innledende valg av materialparametre ga beregnet sikkerhetsfaktor vesentlig lavere enn 1,0, noe som ikke er reelt da skråningen står slik den er i dag, tross i at det er registrert overflateglidninger i skråningen. Materialparameterne er dermed økt noe for at beregnet sikkerhet for dagens situasjon skal ligge rundt 1,0.

4.8.3 Krav til sikkerhet

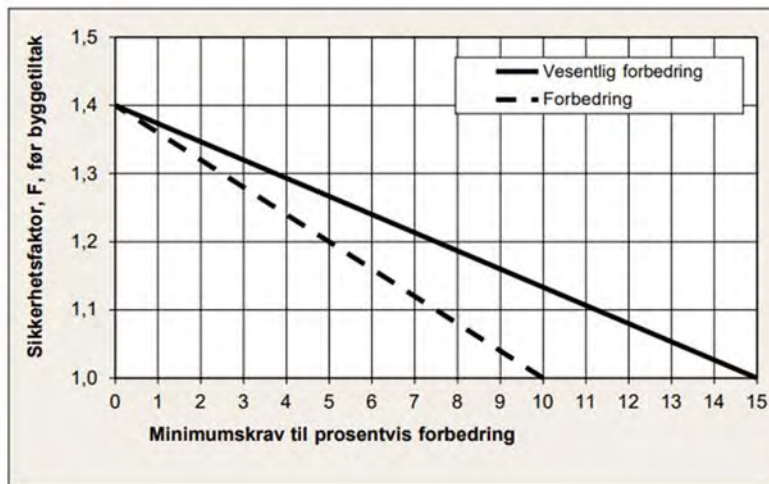
Det undersøkte området er tenkt utbygget til næringsområde, samt bolighus og krav til sikkerhet må tilfredsstille Plan og bygningsloven (PBL) § 28 *Krav til byggetomta og ubebygget areal*, samt *Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17)*, kap. 17 *Sikkerhet mot naturpåkjenninger*, § 7-3 *Sikkerhet mot skred*.

Veiledningen til byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-3 om sikkerhet mot skred følger retningslinjer gitt i NVE veileder 1/2019 [3].

Krav til sikkerhet avhenger av tiltakskategori og faregrad iht. kapittel 3.3.6 i NVEs kvikkleireveileder 2019.

Krav til sikkerhet er:

- Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} = 1,25$, der f_s er sprøhetsforholdet iht. kap. 5.3.3 [3], $f_s = 1,15$.
- Hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} = 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 (vist på figur Figur 16) i Kvikkleireveilederen.
- Skråninger som ligger utenfor influensområdet til tiltaket skal ha sikkerhet $F_{c\phi} = 1,25$ samt krav til robushet $F_{cu} \geq 1,20$.
- Tiltaket skal kontrolleres av kollega og uavhengig foretak.



Figur 16: Utklipp av figur 3.3 i NVE veileder 1/2019 [3] som viser krav til prosentvis forbedring.

Avgrensning av faresonen viser at den planlagte eneboligen ligger innenfor faresone for kvikkleireskred. Kravet til sikkerhet avhenger av hvor tiltaket ligger i faresonen, det vil si om tiltaket ligger innenfor influensområdet til skråningen.

Iht. kvikkleireveilederen er en skråning utenfor influensområdet til tiltaket dersom tiltaket ligger i større avstand enn $2H$ bak skråningstopp (i ravine- og platåterreng), hvor H er høydeforskjell på skråningen. Prinsippsnitt av definisjon av influensområde er vist på Figur 17. Høyden på terrassen er ca. 15 m. Planlagt enebolig ligger mer enn $2H = 30$ m bak skråningstopp, og er dermed ikke innenfor influensområdet til skråningen, skissert inn på Figur 18.



Figur 17: Prinsippsnitt som viser når et tiltak kan vurderes som utenfor influensområdet til en skråning. Hentet fra kvikkleireveilederen [3].



Figur 18: Kartutklipp som viser at planlagt enebolig ligger utenfor influensområdet til skråningen.

4.8.4 Resultater

Laveste beregnet sikkerhetsfaktor i kritisk beregningsprofil I-I er oppsummert i Tabell 4.

Tabell 4: Beregnet sikkerhetsfaktor for mest kritiske skjærflate ved stabilitetsberegningene.

	Dagens situasjon		Etter tiltak		Med stabiliserende tiltak		Tegning
	Udrenert	Drenert	Udrenert	Drenert	Udrenert	Drenert	
Glideflater ved skråning	0,90	1,01	0,89	0,97	1,16	1,47	800, 801 og 802
Glideflater til tiltaksområde	1,76	2,48	1,75	2,47	2,03	3,50	800, 801 og 802

Stabilitetsberegningene viser at tiltaket forverrer stabiliteten med utgangspunkt i de planene som er tenkt.

Følgende krav til sikkerhet gjelder dermed for tiltaket:

- Skråninger som ligger utenfor influensområdet til tiltaket skal ha sikkerhet $F_{c\phi} = 1,25$ samt krav til robushet $F_{cu} \geq 1,20$, eller økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i kvikkleireveilederen.
- Glideflater som går helt bak til tiltaksområde har følgende krav til sikkerhet: Hvis tiltaket forverrer stabiliteten kreves det absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} = 1,25$, der f_s er sprøhetsforholdet iht. kap. 5.3.3 [3], $f_s = 1,15$.

4.8.5 Konklusjon

Beregningene gir tilfredsstillende sikkerhet for glideflater bak til selve tiltaksområde.

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon viser at skråningen ved løsmasseterrassen står med lav sikkerhet. Beregnet sikkerhetsfaktor for mest kritiske skjærflate ligger rundt 0,9, noe som tilsier at skråningen er labil.

Kravet til robusthet er ikke oppfylt for skråningen, og det kreves stabiliserende tiltak for å øke sikkerhetsfaktoren prosentvis. Faresoneutredningen ga faregrad høy til faresonen, noe som setter krav til *forbedring* for tiltak i tiltakskategori K3 i Tabell 3.3 [3]. Minimumskravet til prosentvis forbedring er dermed 10% iht. Figur 3.3. Beregnet sikkerhetsfaktor må minimum være 1,1 for skråningen utenfor influensområdet til tiltaket.

Forslag til stabiliserende tiltak er nedslaking av skråningen til helning 1:2, erosjonssikring og etablering av en motfylling i foten av skråningen. Tegning -802 viser økt og tilfredsstillende sikkerhetsfaktor med stabiliserende tiltak. Tegning -902 viser hvor det er nødvendig med stabiliserende tiltak i situasjonsplan.

5 Sluttkommentar

Befaring fra 2018 viser at det er aktiv erosjon fra bølgevirksomhet i strandsonen, og at det tidligere også har skjedd overflateglidninger. Det må utføres erosjonssikring langs terrasseskråningen for å hindre videre erodering.

Dersom det utføres supplerende grunnundersøkelser og grunnforholdene er bedre enn forutsatt er det mulig at faresonen og foreslåtte stabiliserende tiltak kan reduseres. Supplerende borpunkter kan være aktuelt ved grensen til faresonen i vest, samt langs terrassekanten.

Det er viktig at det ikke utføres tilleggsbelastning i nærheten av skråningen ved løsmasseterrassen. For eksempel anbefales det ikke mellomlagring av gravemasser i området. Dersom det mot formodning planlegges mellomlagring av masser på området, så utløses det krav om absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 * fs$. Dette må vurderes i samråd med geotekniker.

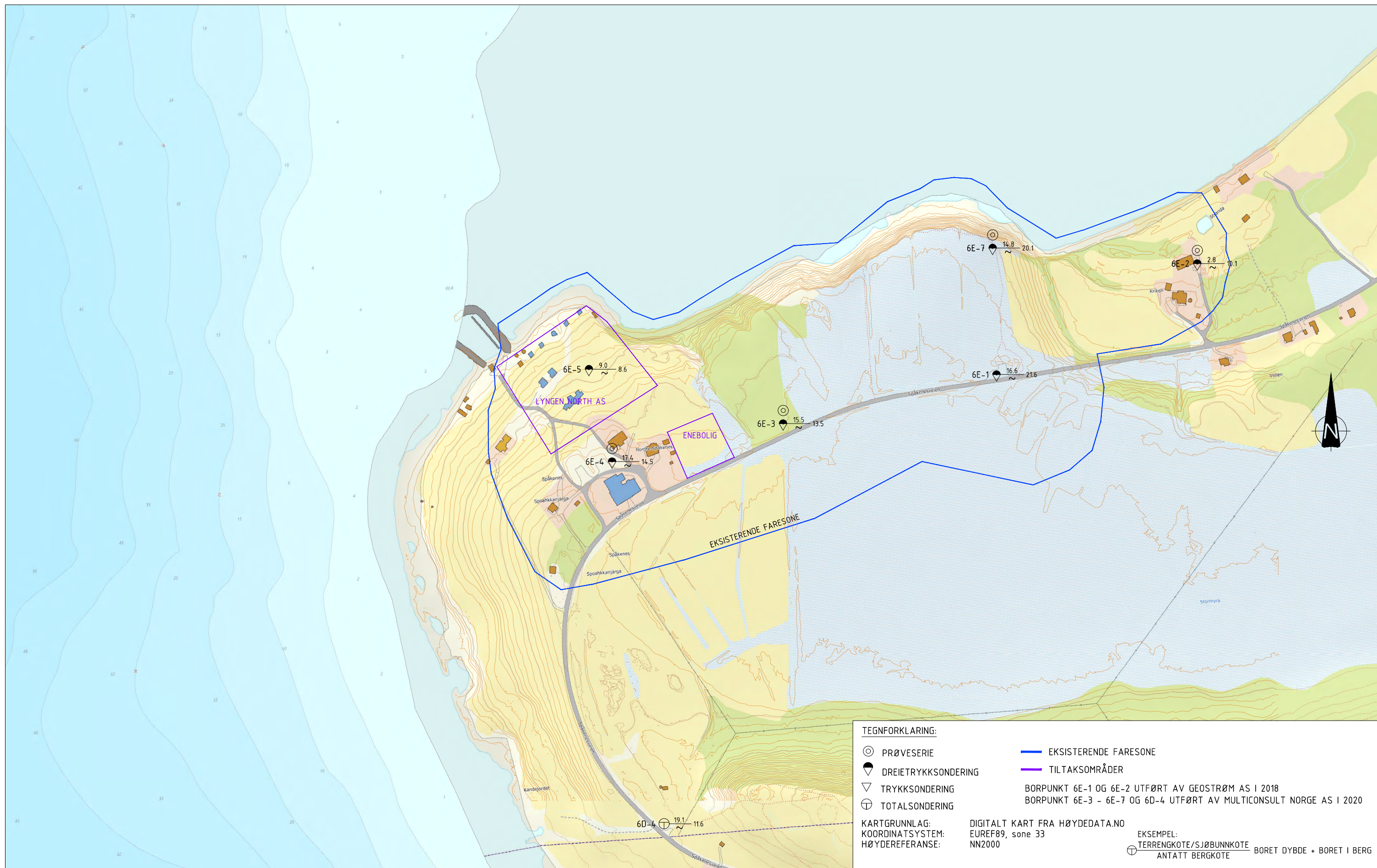
Det er særlig krav om rekkefølgebestemmelser i områder med kvikkleire da anleggsfasen gjerne er den mest kritiske. Det kan bli behov for detaljprosjektering av prosjektet og arbeidsprosedyrer må beskrives før tiltaket kan påbegynnes.

Det må ikke graves i foten av skråningen, da dette vil bidra til forverring av dagens stabilitet.

6 Referanser

- [1] GeoStrøm AS, Rapport 1898-3-r1-Kåfjord, Grunnundersøkelse for kvikkleirekartlegging i Lyngen, Storfjord, Kåfjord og Nordreisa, 2018.
- [2] Multiconsult Norge AS, Regional kvikkleirekartlegging Nord-Troms - Supplerende grunnundersøkelser, 2020.
- [3] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder nr.1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2019.
- [4] NGU, Rapport 2005.015 - Leirkartlegging i Troms: Kvartærgeologien ved Spåkenes, Olderdalen, Trollvik og Lyngseidet sør - et grunnlag for videre skredfarekartlegging i kommunene Nordreisa, Kåfjord og Lyngen, 2005.
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [6] Multiconsult Norge AS, 714062-RIG-RAP-2.2_rev01, Regional kvikkleirekartlegging - Risiko for kvikkleireskred i Kåfjord kommune, 2018.
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no.
- [8] Multiconsult Norge AS, 714062-RIG-RAP-1.2_rev02, Regional kvikkleirekartlegging i Kåfjord kommune - Befaringsrapport og innledende vurderinger, 2018.
- [9] NVE, Ekstern rapport Nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred, 2020.
- [10] Statens vegvesen, «Håndbok N200, Vegbygging,» 2018.
- [11] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2022.

Z:\010247\10247673-01\10247673-01-03 ARBEIDSMRÅDE\10247673-01-05 MODELLER\10247673-RIG-TEG-900.dwg, - Layout: (900), - Plottet av: raf, Dato: 2022.10.31 kl 10:52



TEGNFORKLARING:

- ⊙ PRØVESERIE
 - ▼ DREITRYKKSONDERING
 - ▽ TRYKKSONDERING
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - EKSISTERENDE FARESONE
 - TILTAKSOMRÅDER
- BORPUNKT 6E-1 OG 6E-2 UTFØRT AV GEOSTRØM AS I 2018
 BORPUNKT 6E-3 - 6E-7 OG 6D-4 UTFØRT AV MULTICONSULT NORGE AS I 2020
- KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA HØYDEDATA.NO
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 33
 HØYDEREFERANSE: NN2000
- EKSEMPEL:
 ⊕ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

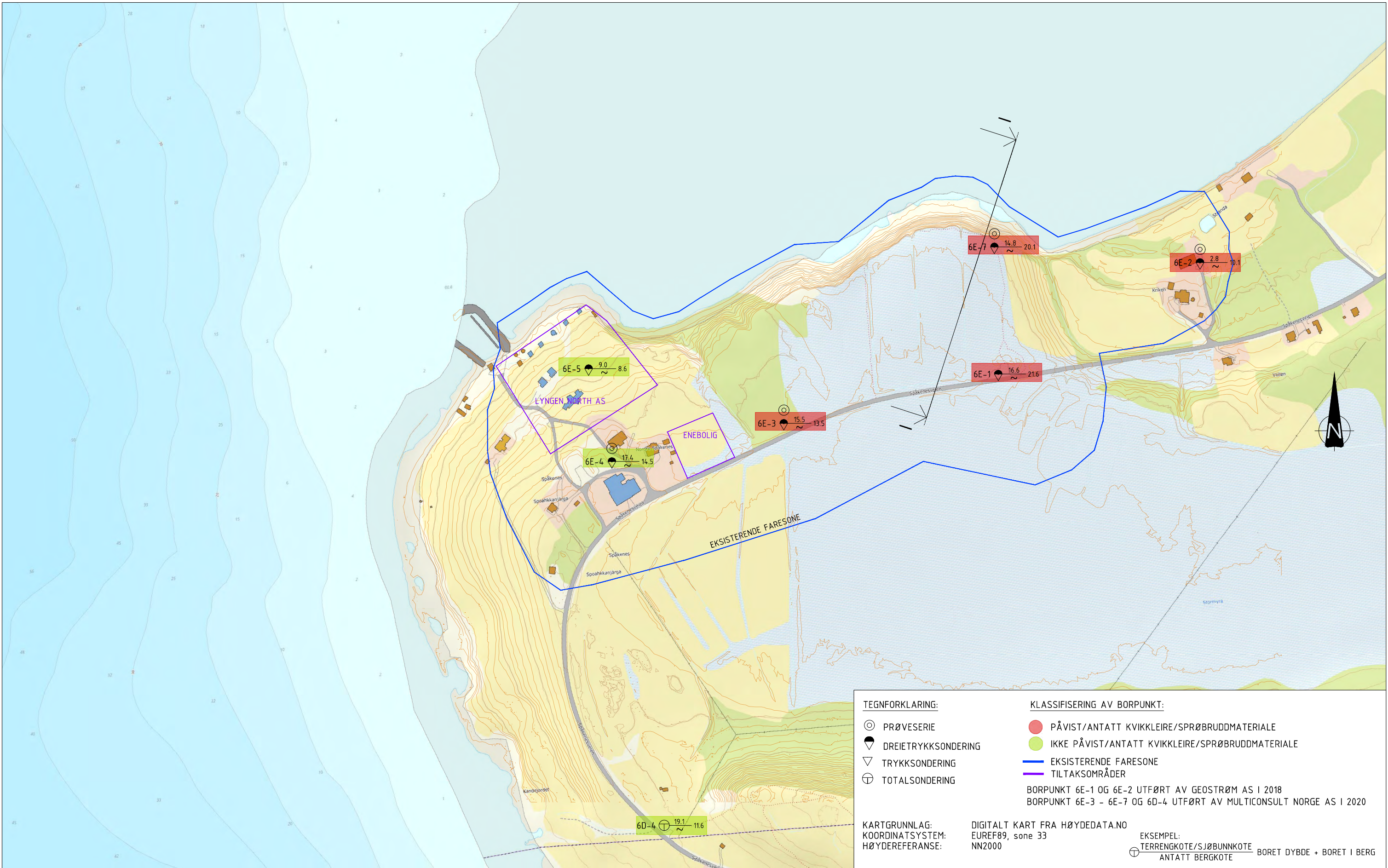
00	-	YYYY-MM-DD	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



LYNGEN NORTH AS
 SPÅKENES - OMRÅDEVURDERING
 SITUASJONSPLAN
 TILTAKSOMRÅDE, FARESONE, BORPUNKTER

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-10-31
Konstr./Tegnet	RAF	Kontrollert	SRR	Godkjent	RAF	Målestokk	1:4000
Oppdragsnr.	10247673	Tegningsnr.	RIG-TEG-900	Rev.	00		

Z:\10247\10247673-01\10247673-01-03 ARBEIDSMRÅDE\10247673-01-05 MODELLER\10247673-RIG-TEG-900.dwg - Layout: (901) - Plottet av: raf, Dato: 2022.10.31 kl 10:52



TEGNFORKLARING:

- ⊙ PRØVESERIE
- ⬇️ DREITRYKKSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST/ANTATT KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST/ANTATT KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- EKSISTERENDE FARESONE
- TILTAKSOMRÅDER

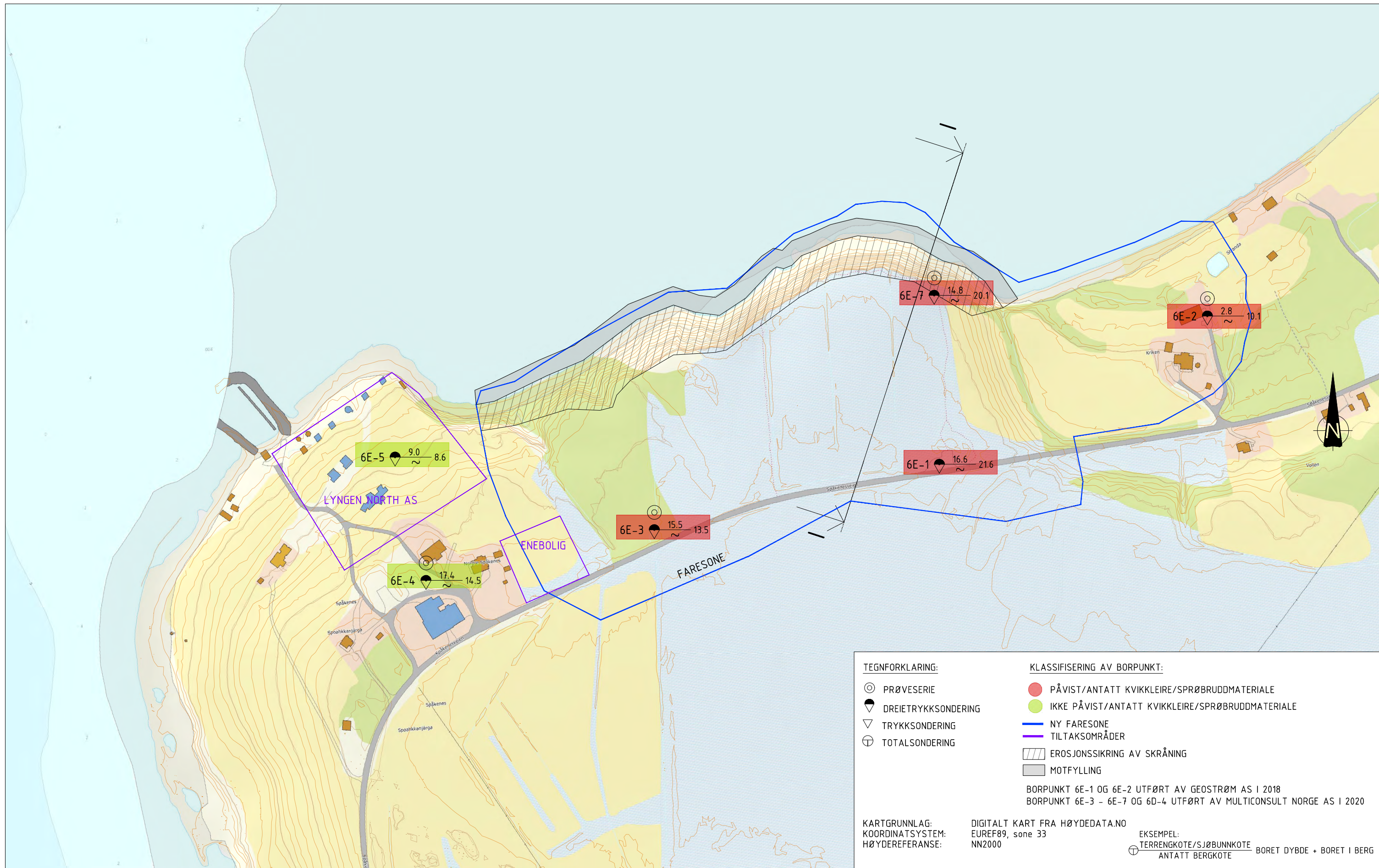
BORPUNKT 6E-1 OG 6E-2 UTFØRT AV GEOSTRØM AS I 2018
 BORPUNKT 6E-3 - 6E-7 OG 6D-4 UTFØRT AV MULTICONSULT NORGE AS I 2020

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA HØYDEDATA.NO
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 33
 HØYDEREFERANSE: NN2000

EKSEMPEL:
 ⊕ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

					LYNGEN NORTH AS				Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-10-31		
					Multiconsult				Konstr./Tegnet	RAF	Kontrollert	SRR	Godkjent	RAF	Målestokk	1:4000		
					www.multiconsult.no				Oppdragsnr.			10247673		Tegningsnr.		RIG-TEG-901	Rev.	00
00	-	YYYY-MM-DD	-	-	-													
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.													

Z:\010247\10247673-01-03 ARBEIDSMRÅDE\10247673-01 RIG\10247673-01-05 MODELLER\10247673-RIG-TEG-900.dwg. - Layout: (902). - Plottet av: raf. Dato: 2022.10.31 kl 10:56



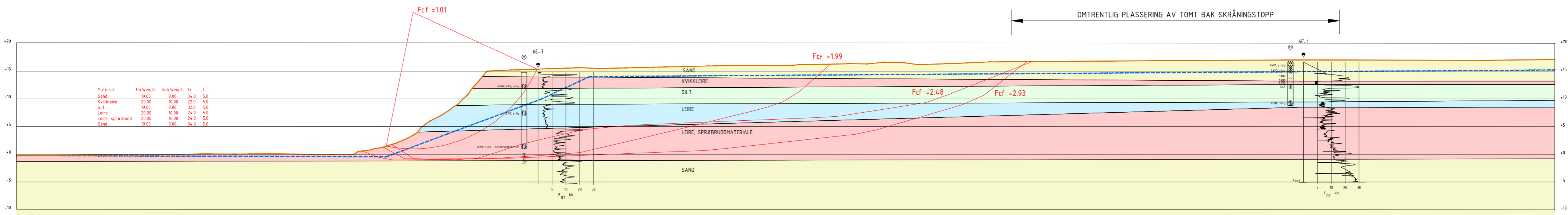
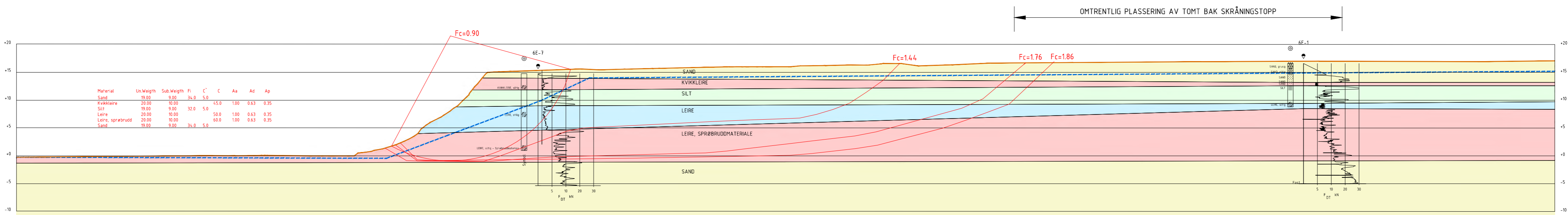
00	-	YYYY-MM-DD	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

LYNGEN NORTH AS
SPÅKENES - OMRÅDEVURDERING
SITUASJONSPLAN
NY FARESONE OG STABILISERENDE TILTAK

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-10-31
Konstr./Tegnet	RAF	Kontrollert	SRR	Godkjent	RAF	Målestokk	1:3000
Oppdragsnr.	10247673	Tegningsnr.	RIG-TEG-902	Rev.	00		

Z:\10247\10247673-01\10247673-01-03 ARBEIDSMÅLRADE\10247673-01 RIG\10247673-01-05 MODELLER\10247673-RIG-TEG-8xx.dwg, - Layout: (800), - Plottet av: raf, Dato: 2022.10.31 kl 9:36



KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA HØYDEDATA.NO
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 33
 HØYDEREFERANSE: NN2000

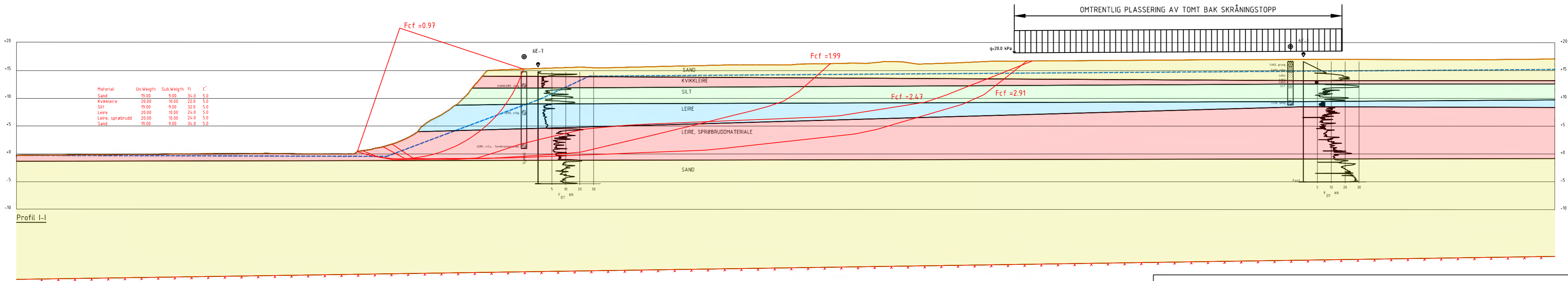
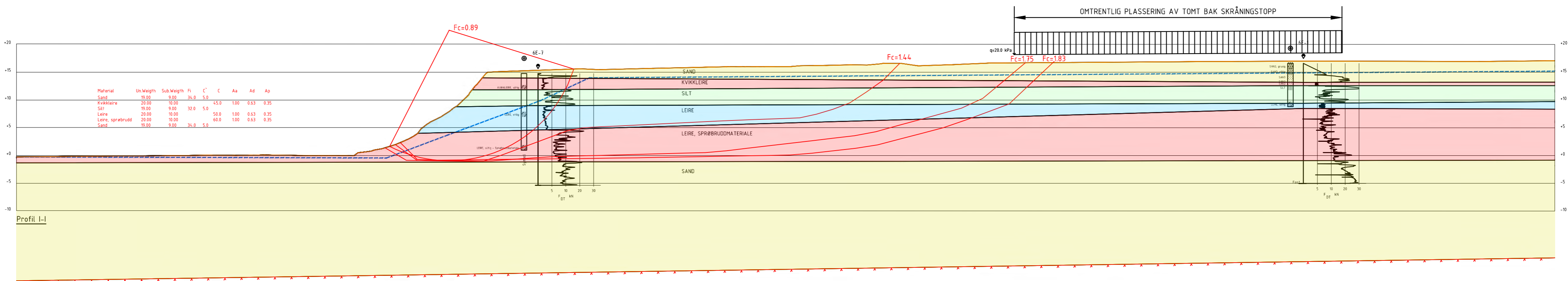
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	-	YYYY-MM-DD	-	-	-

Multiconsult
www.multiconsult.no

LYNGEN NORTH AS
 SPÅKENES - OMRÅDEVURDERING
 STABILITETSBEREGNING PROFIL I-I
 DAGENS SITUASJON. UDRENERT/DRENERT

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-10-31
Konstr./Tegnet	RAF	Kontrollert	SRR	Godkjent	RAF	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.	10247673	Tegningsnr.	RIG-TEG-800	Rev.	00		

Z:\1024710247673-01\10247673-01-03 ARBEIDSMÅL\10247673-01-05 MODELLER\10247673-01-TEG-8xx.dwg, - Layout: (801); - Plottet av: raf, Dato: 2022.10.31 kl 9:36



KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA HØYDEDATA.NO
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 33
 HØYDEREFERANSE: NN2000

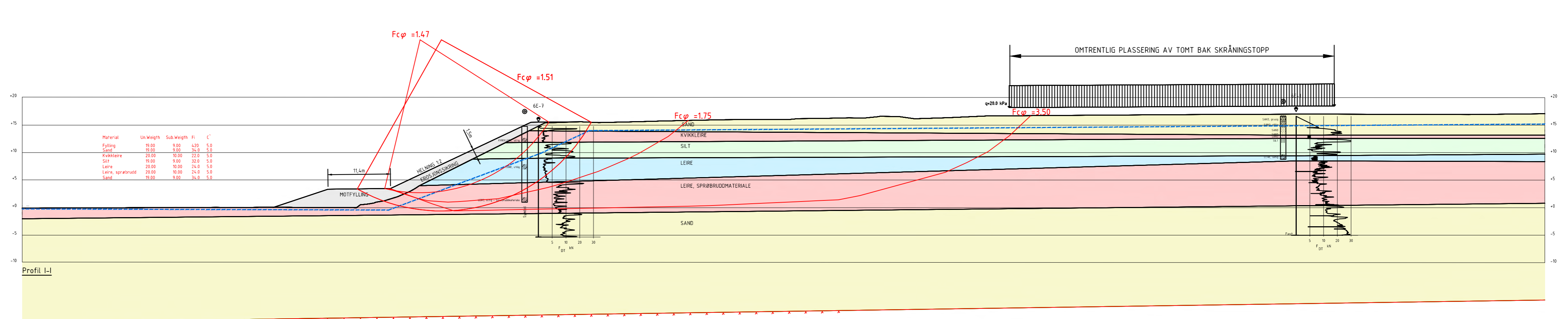
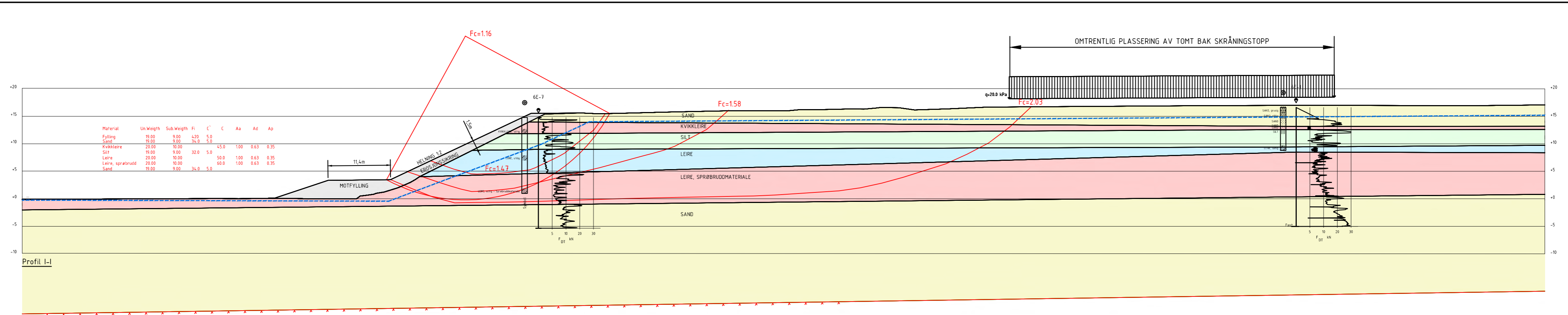
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	-	YYYY-MM-DD	-	-	-

Multiconsult
 www.multiconsult.no

LYNGEN NORTH AS
 SPÅKENES - OMRÅDEVURDERING
 STABILITETSBEREGNING PROFIL I-I
 ETTER TILTAK. UDRENERT/DRENERT

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-10-31
Konstr./Tegnet	RAF	Kontrollert	SRR	Godkjent	RAF	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.	10247673	Tegningsnr.	RIG-TEG-801	Rev.	00		

Z:\1024710247673-01\10247673-01-03 ARBEIDSMÅLRADE\10247673-01-05 MODELLER\10247673-RIG-TEG-8xx.dwg - Layout: (802) - Plottet av: raf, Dato: 2022.10.31 kl 9:46



KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA HØYDEDATA.NO
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 33
 HØYDEREFERANSE: NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	-	YYYY-MM-DD	-	-	-

Multiconsult
 www.multiconsult.no

LYNGEN NORTH AS
 SPÅKENES - OMRÅDEVURDERING
 STABILITETSBEREGNING PROFIL I-I
 MED STABILISERENDE TILTAK. UDRENERT/DRENERT

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-10-31
Konstr./Tegnet	RAF	Kontrollert	SRR	Godkjent	RAF	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.	10247673	Tegningsnr.	RIG-TEG-802	Rev.	00		