

Arva AS

► Fauske transformatorstasjon

Områdestabilitetsvurdering

Geoteknikk

Oppdragsnr.: 52401056 Dokumentnr.: RIG-R02 Versjon: J03 Dato: 2024-09-04



Oppdragsgiver: Arva AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Trond Storjord
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Stortorget 2, NO-9008 Tromsø
Oppdragsleder: Roy Arne Johansen
Fagansvarlig: Henning Tiarks
Andre nøkkelpersoner: Simon Prochaska

J03	2024-09-04	Nye beregninger er gjennomført med nye fundamentlaster. Motfyllinger er ikke lenger nødvendig. - Til bruk	SimPro	HeTia	HeTia
J02	2024-08-16	Supplerende figurer og kapittel 5 - Til bruk	SimPro	HeTia	HeTia
J01	2024-08-09	Til bruk	SimPro	HeTia	HeTia
A01	2024-08-07	Til intern kontroll	SimPro		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

► Sammendrag

Arva AS skal bygge en ny transformatorstasjon nordøst for Fauske. Norconsult Norge AS er engasjert som rådgivende ingeniører i flere disipliner. Denne rapporten er utarbeidet av rådgivende ingeniører geoteknikk (RIG), og inneholder geoteknisk områdestabilitetsvurdering for det aktuelle planområdet.

Ifølge NVE-Atlas ligger prosjektareal innenfor aktsomhetsområde for marin leire. Følgelig utløses krav til vurdering av fare for kvikkleireskred i henhold til NVEs veileder 1/2019.

Det var utført 8 totalsonderinger, 4 trykksonderinger og 2 prøveserier i det aktuelle område.

Boringer indikerer et øverste lag med friksjonsmasser, etterfulgt av store leireavsetninger. Laboratorieresultater viser at leira har sprøbruddkarakteristik. Lagmektigheten er nesten 20m. Under leira befinner seg morene og antatt berg.

Transformatorstasjonen og ledningsanlegg er klassifisert som tiltakskategori K3. Tiltaket forverrer situasjonen. Det er ikke nødvendig med stabiliserende tiltak for å tilfredsstille krav til sikkerheten jf. NVEs veileder 1/2019. Det er beskrevet rekkefølgen for å ivareta sikkerhetsfaktoren i hver fase under utførelsen.

Som siste fase skal fylling for nytt trafoanlegg etableres. Dermed er krav for stabiliteten oppfylt.

Prosjektet tiltak tilfredsstiller krav til stabilitet etter NVEs veileder 1/2019 og dermed etter TEK17 § 7-3 Sikkerhet mot skred og § 10-2 Konstruksjonssikkerhet.

- Revisjon J03: inneholder endret tiltakskategori i kapittel 4. Nye tiltakskategori er K3. Videre er det beskrevet krav iht. tiltakskategori K3 i kapittel 4.4.3. I kapittel 4.4.3 er nye laster fra RIB beskrevet og kapittel 4.4.4 inneholder resultater fra geotekniske beregninger med nye laster. Kapittel 3.2.3 er supplert med to nye setninger og kapittel 6 er supplert med en nytt setning. I Tabell 3 finnes tegningsnummerering og nye resultatverdier. Motfyllinger er ikke lenger nødvendig og dermed fjernet fra kapittel 5 og situasjonsplanen. Sammendrag inneholder en nytt setning. Alle endringer er i kursiv skrift. -

► Innhold

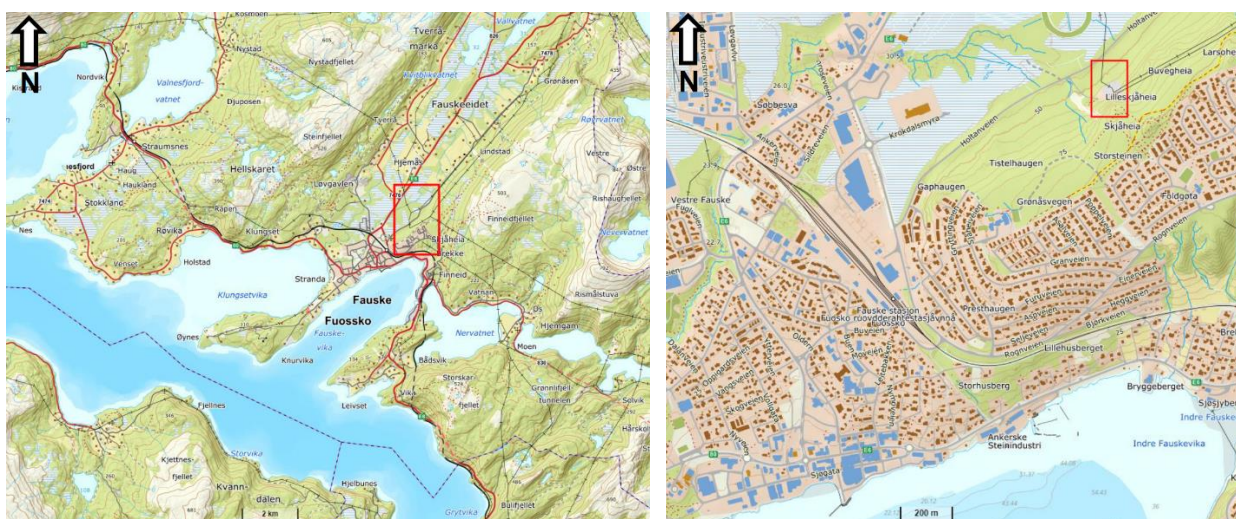
1	Innledning	5
1.1	Dagens tomt	5
1.2	Planlagt tiltak	5
2	Terreng- og grunnforhold	9
2.1	Terrengforhold	9
2.2	Grunnforhold	10
2.2.1	<i>Tidligere grunnundersøkelser</i>	10
2.2.2	<i>Supplerende boringer</i>	11
3	Grunnforhold	12
3.1	Berg	12
3.2	Løsmasser	12
3.2.1	<i>Lagdeling</i>	12
3.2.2	<i>Materialparameter</i>	15
3.2.3	<i>Grunnvann</i>	15
4	Områdestabilitet	16
4.1	Styrende dokumenter	16
4.2	TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger	16
4.3	Prosedyre for utredning av områdeskred	16
4.3.1	<i>Aktuelle skredmekanisme</i>	18
4.3.2	<i>Klassifisering av risikoklasse</i>	20
4.4	Stabilitet	21
4.4.1	<i>Eurokode</i>	21
4.4.2	<i>NVEs veileder</i>	22
4.4.3	<i>Beregningsforutsetninger</i>	22
4.4.4	<i>Resultater</i>	23
5	Rekkefølgebestemmelse	24
6	Konklusjon	25
7	Referanser	26

1 Innledning

Arva AS skal bygge en ny transformatorstasjon i nordøst for Fauske. Planområdet er vist i Figur 1-1. Det skal bygges et nytt trafoanlegg, som inkluderes en utviding mot øst for den eksisterende del. Nord for trafostasjonen skal bygges to mastfundamenter (F1 og F2), som behandles i denne rapporten. Videre er det planlagt flere fundamenter mot nord-vest for trafostasjon, som behandles i en separat rapport.

Alle høydekoter i denne rapporten referer til høydesystem NN2000.

Norconsult Norge AS er engasjert som rådgivende ingeniører i flere disipliner. Denne rapporten er utarbeidet fra rådgivende ingeniører geoteknikk (RIG), og inneholder geoteknisk områdestabilitetsvurdering for det aktuelle planområdet. Det henvises til datarapport «Geoteknisk datarapport Fauske Trafo, 2024» ref. [1]), som er grunnlag for denne rapporten.



Figur 1-1: Oversiktskart over planområdet. (Kilde: ref. [1])

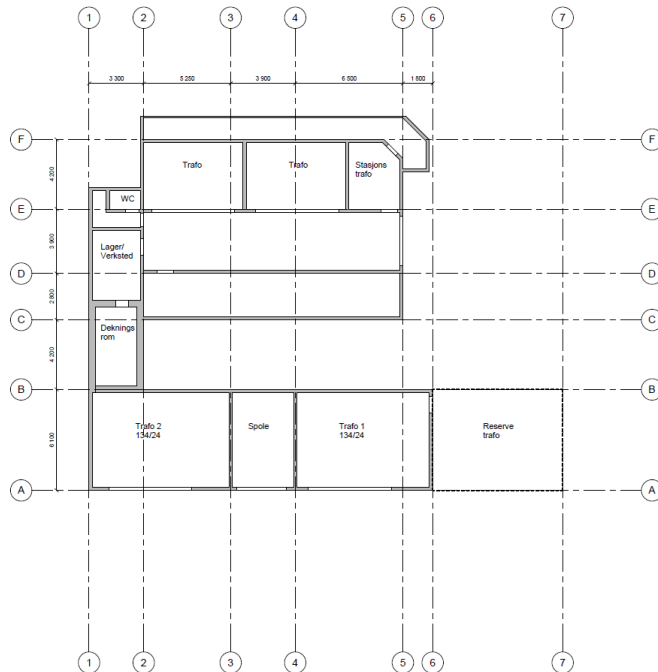
1.1 Dagens tomt

Planområde ligger nordøst for Fauske sentrum, sør for Holtanveien. Området er på ca. kote +58 og ligger på sørsida av en stor glacial formet U-dal. Mot nord faller terrenget ned til Holtanveien, som ligger på ca. kote +44. Mot sør er det stigende terreng opp til kote +85 med helning 1:1 (Figur 2-1).

1.2 Planlagt tiltak

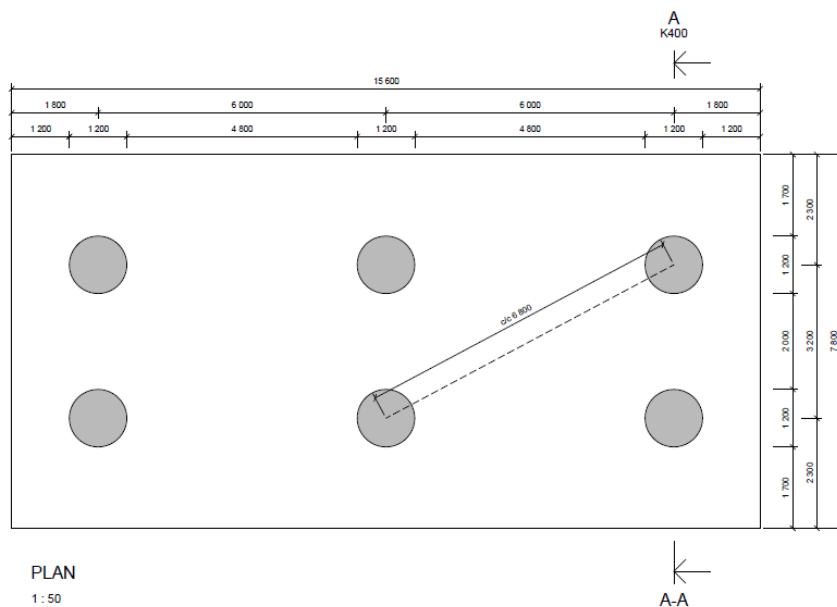
Det er planlagt en ny trafostasjon som vises i Figur 1-2. I trafostasjon skal innføres 132 kV ledninger. Fundamentene for ledninger vises i Figur 1-3 og Figur 1-4. Det er planlagt to fundamenter F1 og F2, hvor F1 ligger på vest sida og F2 på østsida (Figur 1-5).

For utvidelsen med en ny transformatorstasjon må det legges ut en fylling på samme nivå som eksisterende fylling ved eksisterende del. Den nye fyllingen er vist i Figur 1-6 og isometritegningen av trafostasjonen er vist i Figur 1-7. Det nye ledningsanlegget bygges med master som fundamenteres i skråningen nedenfor transformatorstasjonen. Ethvert fundament på 8 m x 15 m fotavtrykk medfører stort terrenginngrep med ei inntil 3 m dypt byggegrop.



Underetasje
1: 100

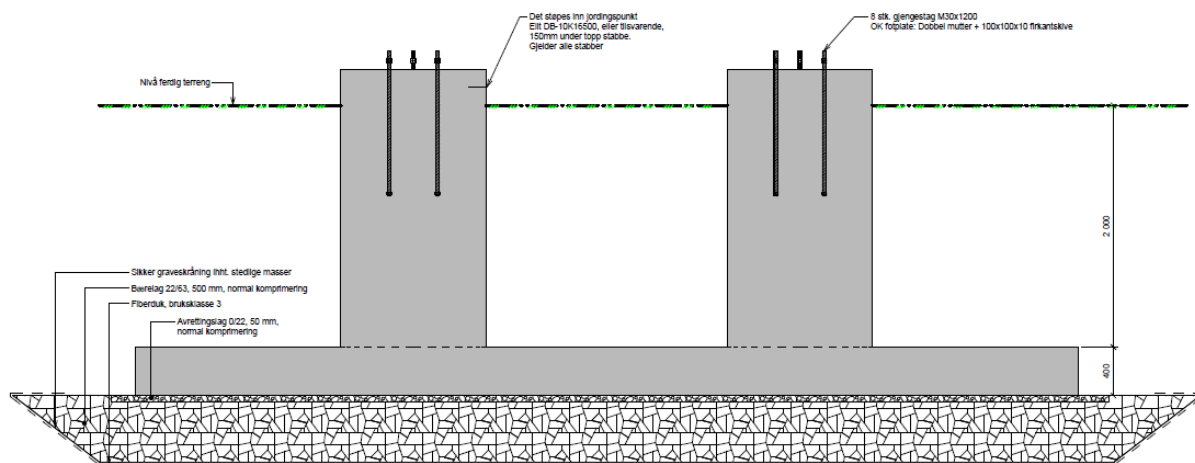
Figur 1-2: Plantegning av ny trafostasjon.



PLAN
1: 50

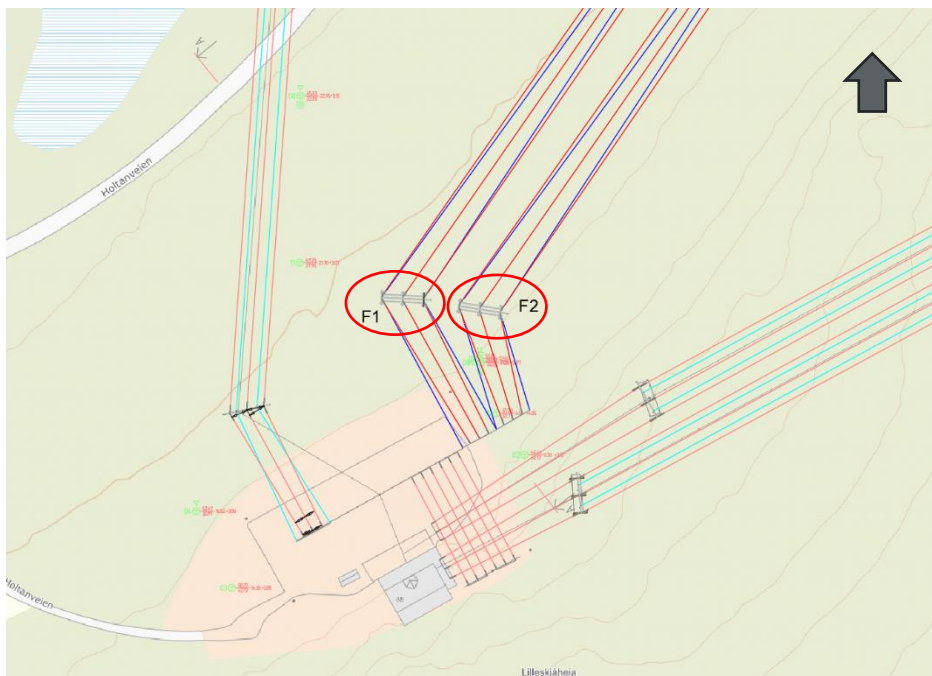
A-A

Figur 1-3: Toppansikt på fundament. Snitt A er vist i Figur 1-4.



SNITT A
1 : 20

Figur 1-4: Snitt A gjennom fundamenten. Bærelagtykkelse kan variere.



Figur 1-5: Fundamentposisjoner for F1 og F2.

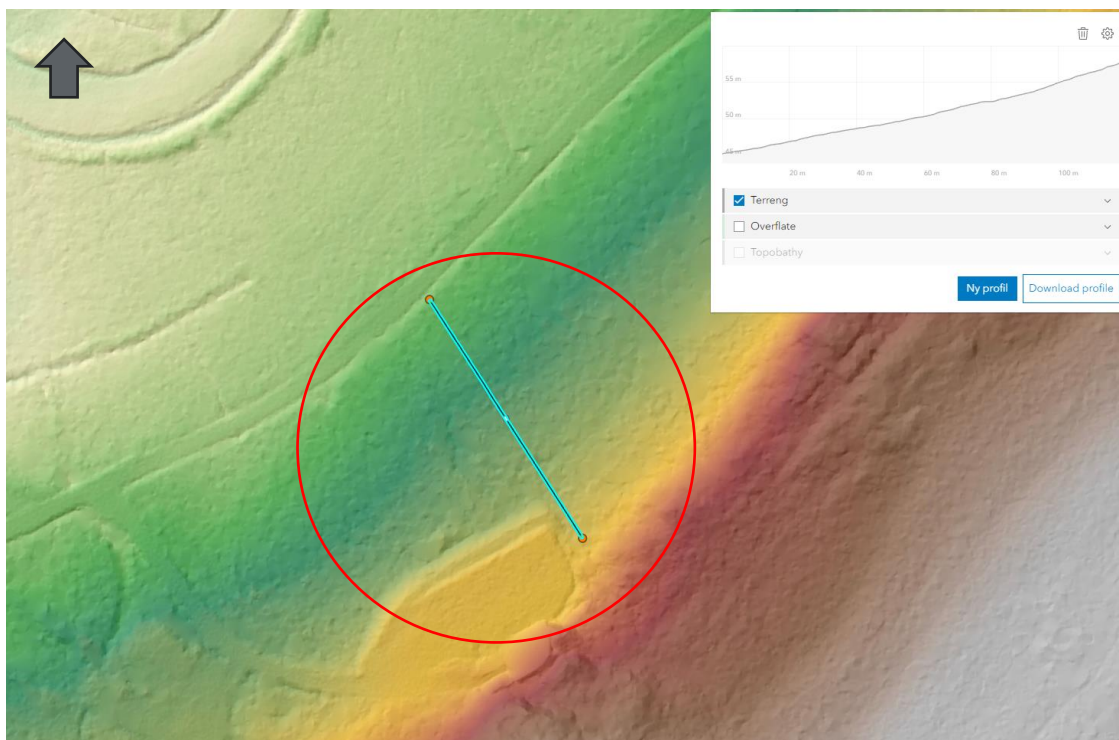


2 Terreng- og grunnforhold

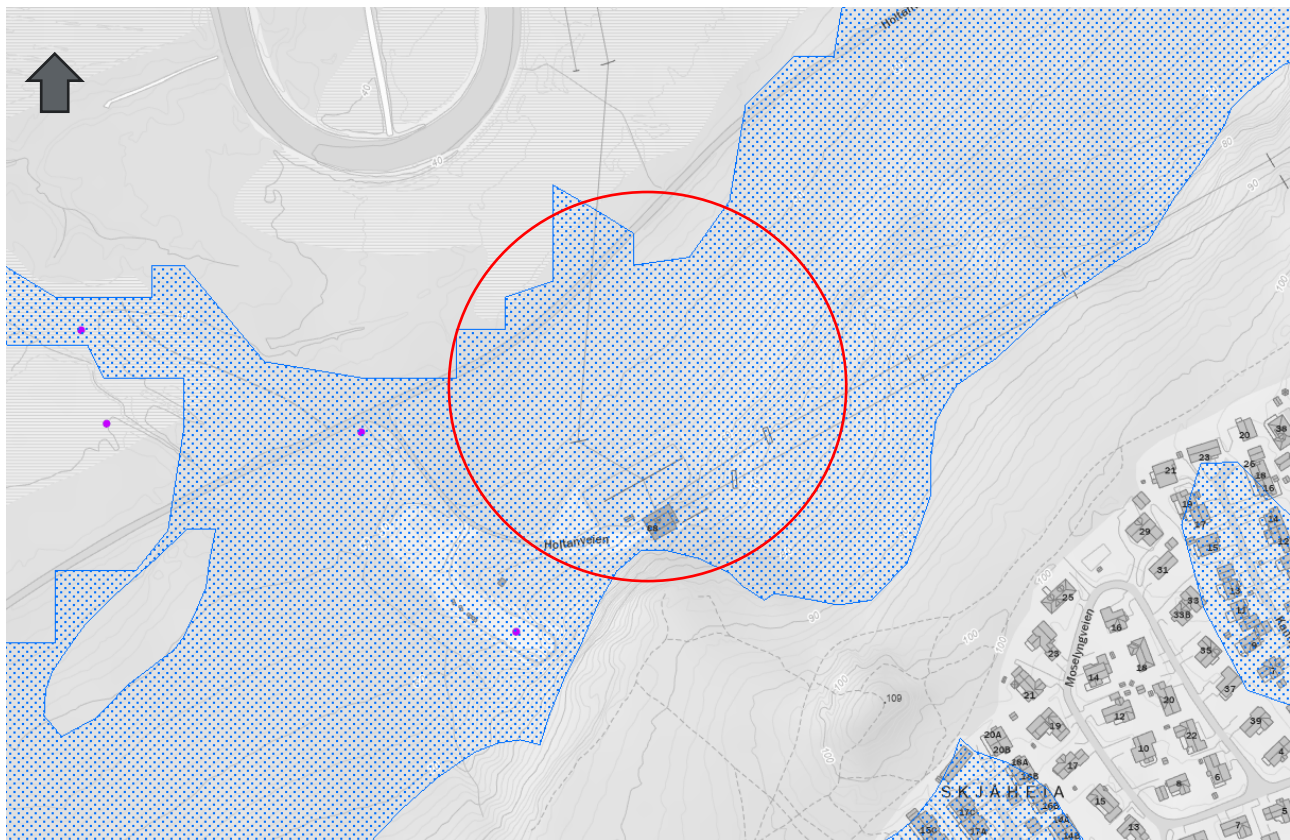
2.1 Terrengforhold

Prosjektområdet ligger sør for Fauskeeidet. Terrengen øker seg fra ca. kote +44 (nord) til ca. kote +60 (sør). Terrenghelning er ca. 1:10 (Figur 2-1). Det er ingen overflatevann eller bekker i undersøkelsesområde.

Prosjektareal ligger innenfor aktsomhetsområde for marin leire (Figur 2-2). Følgelig utløses krav til vurdering av fare for kvikkleireskred i henhold til NVEs veileder 1/2019, ref. [2].



Figur 2-1: Profil gjennom prosjektområdet med helning ca. 1:10. Prosjektområdet ligger innenfor rød sirkel. (Kilde: høydedata.no)

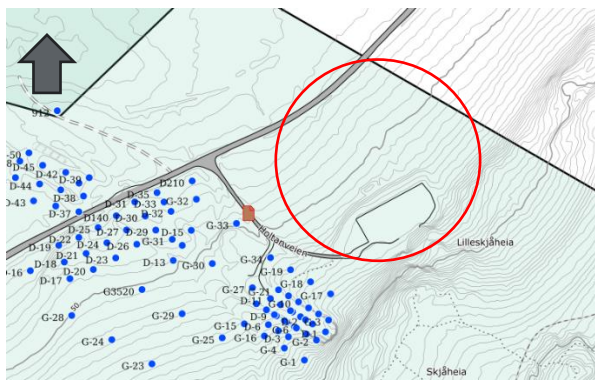


Figur 2-2: Naturfare. Aktsomhetsområdet for kvikkleireskred er vist i blå. Prosjektområdet er vist i rød sirkel. (Kilde: NVE-Atlas)

2.2 Grunnforhold

2.2.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det finnes flere tidligere grunnundersøkelser i NGUs database (NADAG) i området og sør-vest for prosjektområdet (Figur 2-3). I tiltaksområdet finnes ingen grunnundersøkelser og derfor utførte Norconsult 8 borer.



Figur 2-3: Tidligere grunnundersøkelser i nærheten av prosjektområdet. Rød sirkel viser prosjektareal. (Kilde: NADAG)

2.2.2 Supplerende boringer

Det er utført supplerende grunnundersøkelser i år 2024 som prosjekteringsgrunnlag. Grunnundersøkelsen omfatte 8 totalsonderinger, 4 trykksonderinger og 2 prøveserier (12 stk rutineundersøkelser, 2 stk ødometerforsøk, 4 jordklassifisering med 2 stk omrørt konusforsøk), som er dokumentert i Norconsults datarapport (ref. [1]). Prøver er analysert i Norconsults laboratorium i Molde. Posisjoner av boringer er vist i Figur 2-4.



Figur 2-4: Borplan av boringer fra 2024.

3 Grunnforhold

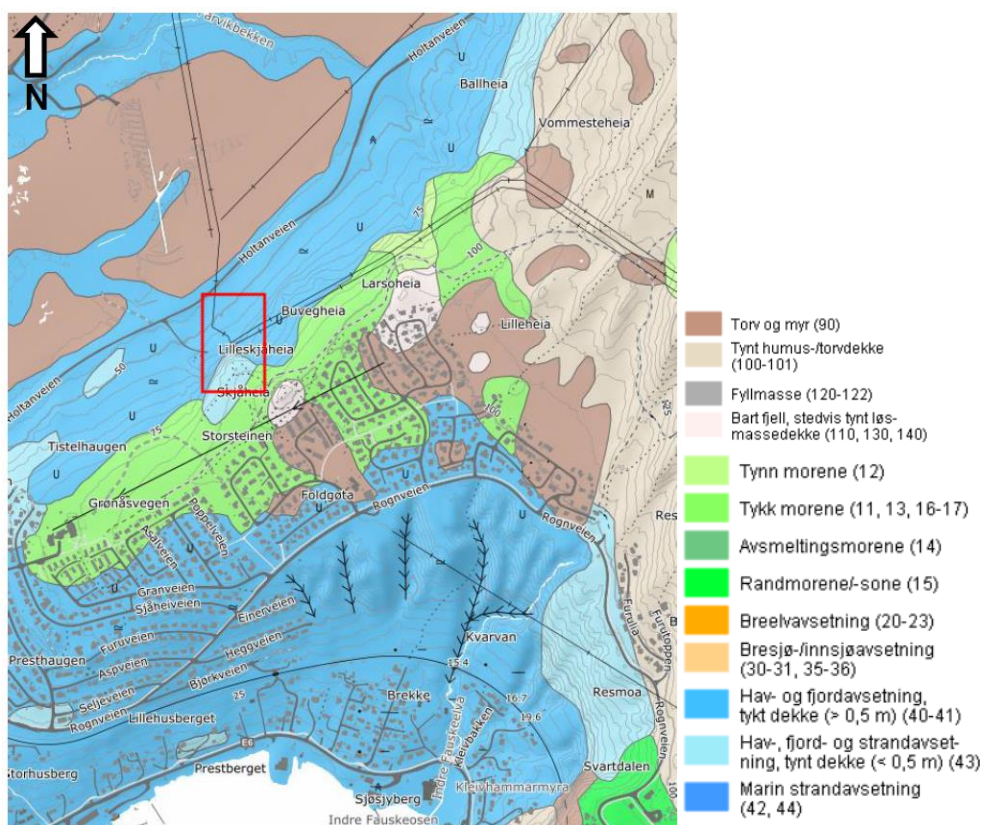
3.1 Berg

Berg er påtruffet i totalsonderingene mellom ca. 0,3 – 23m dybde. Lavere dybden til berg finnes i på sørsida av prosjektområdet. Støre dybdene er i bunn av dalen (mot Holtanveien).

3.2 Løsmasser

NGUs løsmassekart (Figur 3-1) indikerer at løsmassene i det aktuelle området består av «hav- og fjordavsetning» (tykt dekke), som er markert i mørk blå farge. Sør for området viser kartet «hav-, fjord- og strandavsetning» (tynt dekke i blå farge). Morenemateriale er vist i grønn og torv og myr i brun.

Det aktuelle området ligger under marin grense og det kan potensielt forekomme marine avsetninger med sprøbruddkarakter (f.eks. kvikkleire).



Figur 3-1: NGUs løsmassekart for det aktuelle området.

3.2.1 Lagdeling

Figur 3-2 viser tre utvalgte profiler som indikerer grunnforhold fra sør til nord. Lag over grønn linje indikerer friksjonsmasser (sand, grus) og masser over rød linje er leire. Under rød linje finnes morene og berg. Sondering 10 og 01-2 er tatt i prosjektområdet og sondering 08 befinner seg under området, i nærheten av Holtanveien.

Det var tatt prøver fra borpunkt 01 og 08.

Borpunkt 01 inneholder leire som er klassifisert som sprøbruddmateriale med $C_{urfc} = 1,1-1,2$ kPa.

Borpunkt 08 inneholder leire som er klassifisert som sprøbruddmateriale og kvikkleire med $C_{urfc} = 0,2-0,9$ kPa.

Hele labrapporten er inkludert i datarapporten (ref. [1])

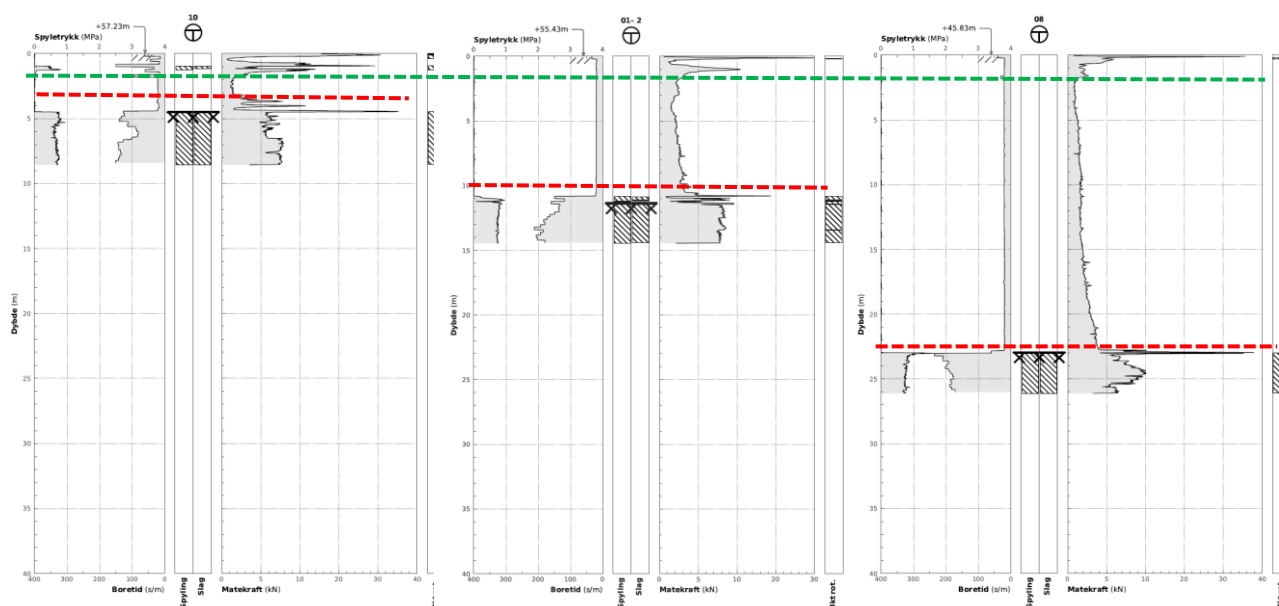
CPTu var utført for begge borpunkter 01 og 08.

Udrenert aktiv skjærfasthet C_{ucptu} for 01 er tolket til mellom 50-55 kPa (2-3m) og 30-50 kPa (3-9m). Friksjonsvinkel ϕ er 34 mellom 1 og 3m og 27-26 mellom 3 og 9m.

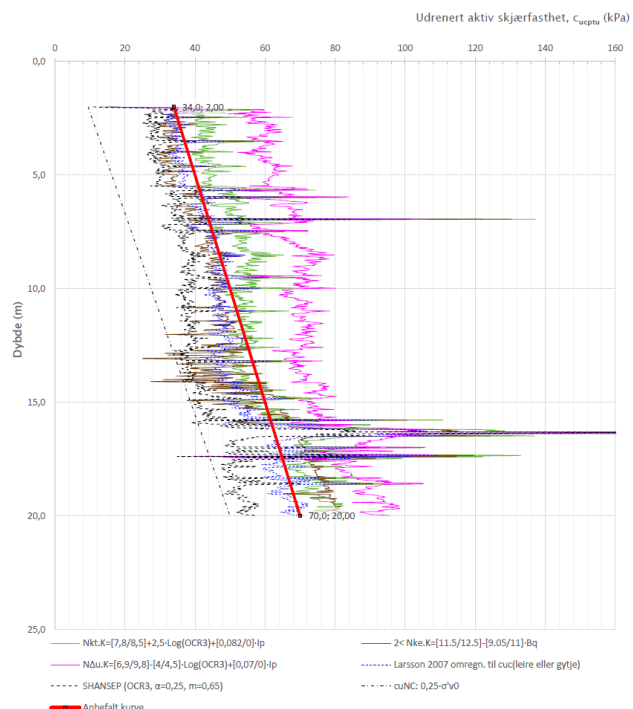
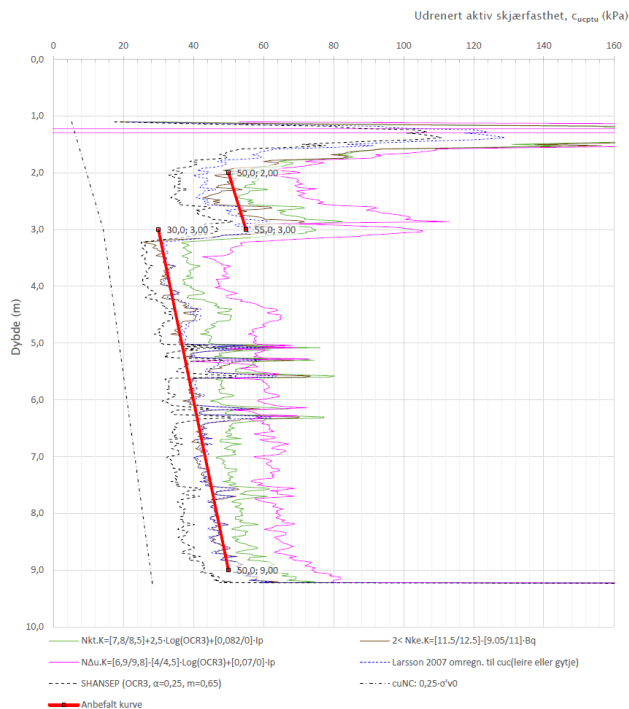
For 08 er C_{ucptu} mellom 34-70 kPa (2-20m). Friksjonsvinkel ϕ er tolket til 27-25 mellom 2 og 20m.

Begge borhuller har $OCR > 1$ og kan tolkes som overkonsolidert.

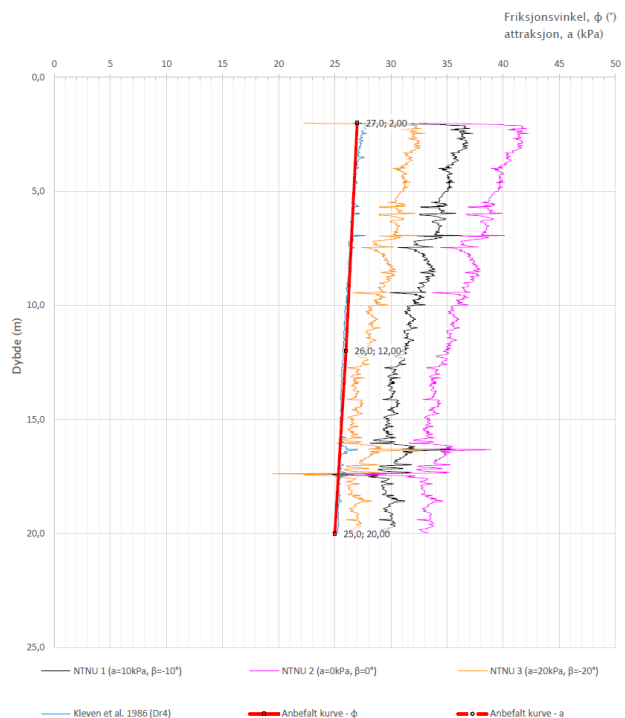
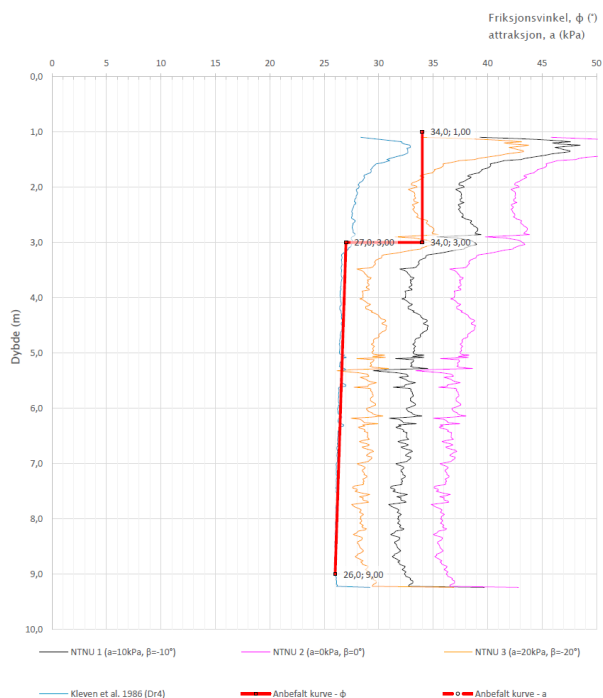
CPTu tolkninger for begge borhuller finnes i Figur 3-3, Figur 3-4 og Figur 3-5.



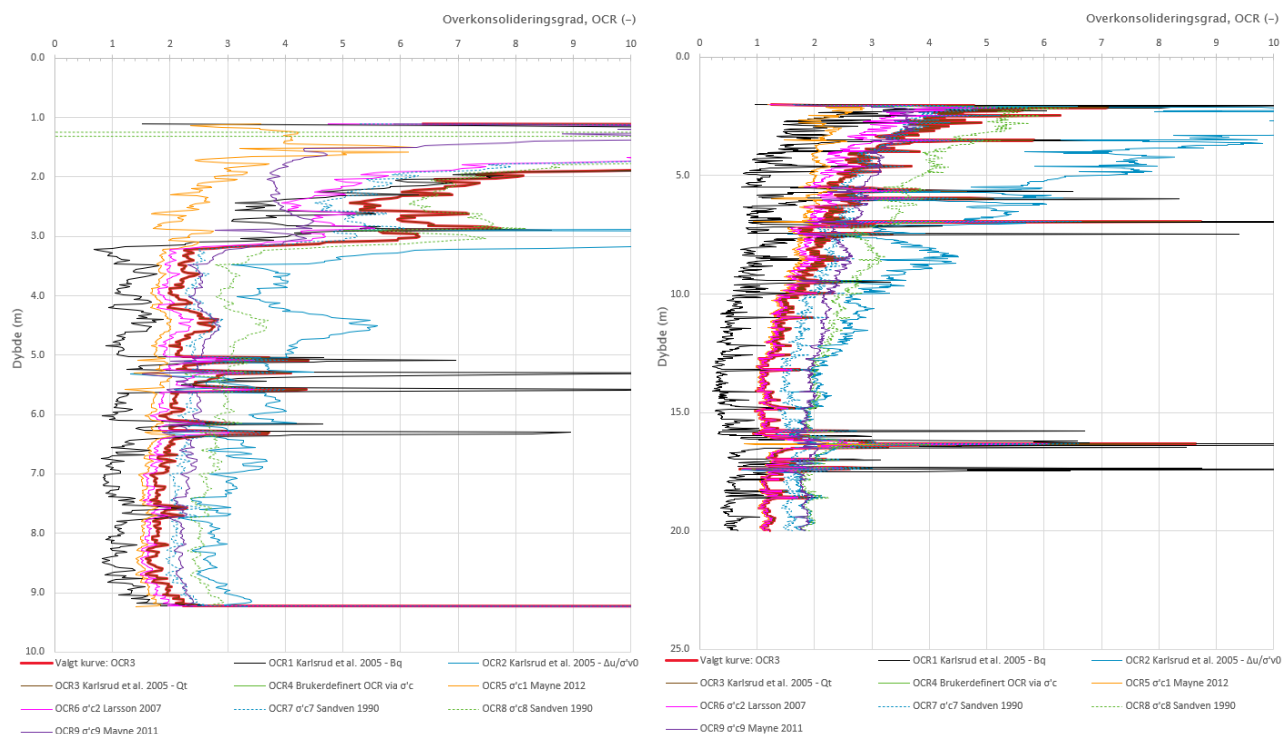
Figur 3-2: Utvalgte profiler.



Figur 3-3: Tolkninger av udrenert aktiv skjærfasthet for borhull 01 (venstre) og 08 (høyre).



Figur 3-4: Friksjonsvinkel tolkninger for borhull 01 (venstre) og 08 (høyre).



Figur 3-5: Overkonsolideringsgrad for 01 (venstre) og 08 (høyre).

3.2.2 Materialparameter

Materialparametere er vist i Tabell 1. Disse følger i hovedsak verdier tolket fra CPTu presentert i forrige kapittel og erfaringsverdier angitt i Statens vegvesens Hb. V220 (ref. [3]), Tabell 2-21.

Tabell 1: Materialparametere (tyngdetetthet og styrke)

Materiale	Tyngdetetthet/Neddykket tyngdetetthet γ / γ'	Friksjonsvinkel, ϕ	Kohesjon, c'	Udrenert aktiv skjærfasthet, C_{UA}
Fylling kvalitetsmasser	19 kPa / 11 kPa	38 - 42	3	-
Sandig, grusig topplag	18 kPa / 10 kPa	34 - 38	3	-
Leire (sprøbrudd, kvikk)	19 kPa / 9 kPa	27	10	30-70 kPa
Morenematerialet	18 kPa / 10 kPa	34 - 38	3	-

3.2.3 Grunnvann

Fra tidligere boringer i nærområdet med sammenlignbar lagdeling og lokal erfaring er det vurdert at grunnvannsnivå står i underkant av strandavsetninger / friksjonsmateriale. Grunnvannsspeil er framstilt i beregningsprofiler (Vedlegg B). Det foreligger ingen spesifikke målinger av grunnvannsspeil og poretrykk. For mer nøyaktige vurderinger av porevannsovertrykk kan det installeres piezometere.

4 Områdestabilitet

Ifølge TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet (ref. [4]) skal byggverket prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot brudd og tilstrekkelig stivhet og stabilitet for laster som kan oppstå under forutsatt bruk.

I områder med mistanke om underliggende sprøbruddmateriale skal det i tillegg utredes aktsomhetsområder og faresoner i henhold til NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred (ref. [2]).

*Transformatorstasjonen er av samfunnsmessig betydning og legges i tiltakskategori K3.
Transformatorstasjonen er knutepunktet for regionalnett.*

4.1 Styrende dokumenter

Følgende dokumenter er styrende for den geotekniske områdestabilitetsvurdering:

- Plan og bygningsloven (PBL), derav Byggteknisk forskrift (TEK 17), ref. [4].
- Sikkerhet mot kvikkleireskred, veileder 1/2019, ref. [2].

4.2 TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 17 § 7.2 og § 7.3, skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

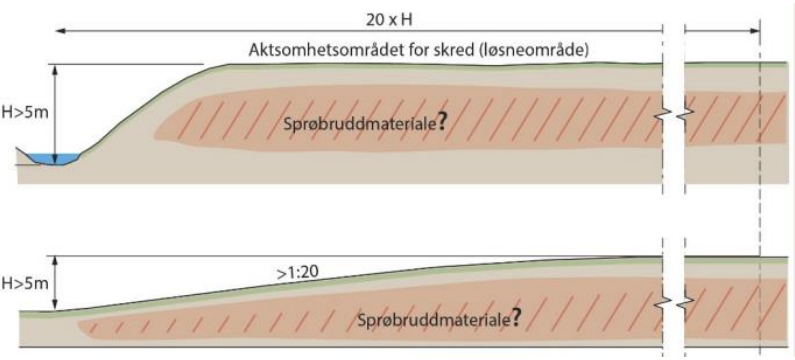
Tiltakskategorier med tilhørende krav til utredning og sikkerhet i veiledningen til §7-3 i TEK 17 for temaet kvikkleire, er omtalt og nærmere utdypet i NVEs veileder 1/2019. Ved å ivareta krav til utredning i NVEs veileder ventes krav i TEK 17 mht. områdestabilitet å være oppfylt.

4.3 Prosedyre for utredning av områdeskred

I det følgende gjøres vurdering av områdestabilitet (Tabell 2) iht. prosedyre beskrevet i tabell 3.1 i veilederen, ref. [2].

Tabell 2: Prosedyre for utredning av områdeskredfare

Steg	Beskrivelse
1 – Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Prosjektområdet ligger iht. NVEs temakart ikke i registrerte faresoner for kvikkleireskred, men det finnes registrerte kvikkleirepunkter nord og vest for tomta.
2 – Avgrens områder med mulig marin leire	Areal ligger under marin grense og er derfor i aktsomhetsområdet for marin leire og områdeskred. Berg er ikke påvist <2m og områdeskred kan derfor utløses, hvis det finnes forekomst av kvikkleire
3 – Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Terreng som kan inngå i løснеområdet for et skred er angitt som terreng med total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter eller jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5m.

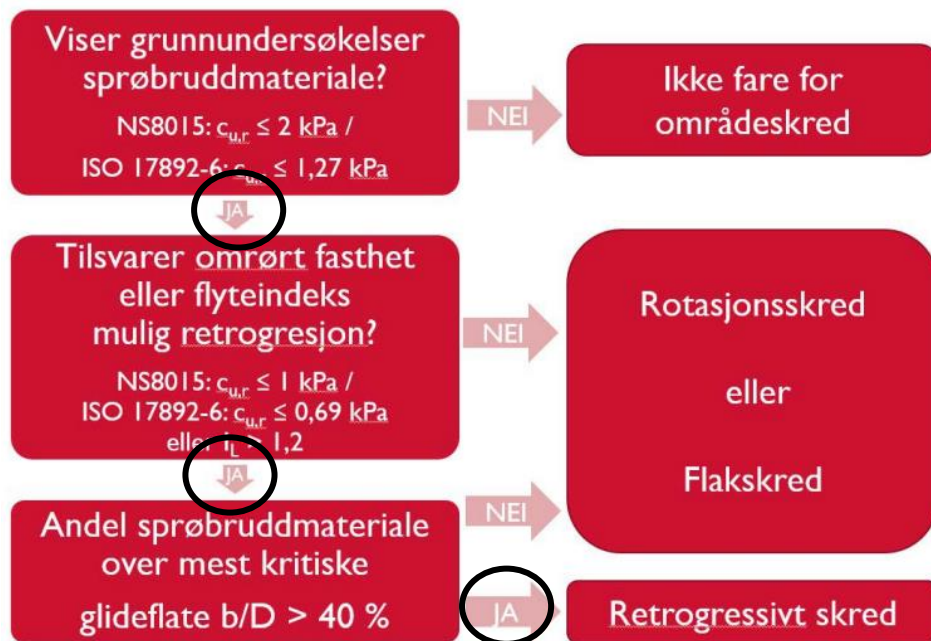
Steg	Beskrevelse
	Aktsonhetsområder ligger innenfor 20x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning, se Figur 4-1. Terrenget, som tomte ligger innenfor, er brattere enn 1:20 og høydeforskjell er over 5m. Terrenget ovenfor stasjonen består av bart fjell og transformatorstasjonen ligger derfor ikke innenfor en utløpsone.  Figur 4-1: Aktsonhetsområde for løseområde. (Kilde: NVE veileder, ref. [2]).
4 – Bestemme tiltakskategori	Transformatorstasjonen er av samfunnsmessig betydning og legges i tiltakskategori K3. Transformatorstasjonen er knutepunktet for regionalnett. 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 Figur 4-2: Tiltakskategori K3. (Kilde: NVE-Veileder, ref. [2])
5 – Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løseområde	Som vist i steg 3, ligger prosjektområdet innenfor et aktsonhetsområde for områdeskred. Derfor er det krav for befarng og grunnundersøkelser (steg 6 og 7).
6 – Befarng	Befarng er utført, og grunnundersøkelser (steg 7) planlagt.
7 – Gjennomfør grunnundersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser, som er vist i borplan (se Figur 2-4). Laboratorieundersøkelser, som er oppsummert i datarapporten (ref. [1]) viser sprøbruddmateriale i borhull 1, 8 og 9, og kvikkleire i borhull 8 og 9. Det tolkes et sammenhengende lag av sprøbruddmateriale i skråningen.
8 - Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løse og-utløpsområder	Aktuelle skredmekanisme vurderes iht. flytteskema i Figur 4-3 i veilederen, ref. [2]: Leira ved planområde er sprøbruddmateriale med omrørt fasthet og andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate b/D indikerer retrogressive skred. Mer informasjon om våre vurderinger er gitt i kapittel 4.3.1.
9 – Klassifiser faresoner	Faresoner klassifiseres med faregrad og konsekvens som beskrevet i kap. 4.7 i veilederen. Planlagt mastfundamenter ligger i faregrad «lav» i permanent situasjon. Skadekonsekvens er «alvorlig» og Risikoklasse er 2. Mer informasjon rundt våre vurderinger er gitt i kapittel 4.3.2.

Steg	Beskrivelse
10 – Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Tiltaket etableres med tilfredsstillende sikkerhet i henhold til dagens regelverk. Det innebærer blant annet etablering av motfyllinger før fundamentprosjektering. Det gitt mer informasjon i kapitel 4.4.
11 – Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser meldes inn til NADAG. Nye faresoner (kvikkleiresoner) eller endringer på eksisterende faresoner meldes inn gjennom NVEs innmeldingsløsning, https://kvikkleiresoner.nve.no . Utredninger av områdeskredfare knyttet til faresonene meldes også inn der. Per dagens dato er det ikke krav for private aktører å innmelde resultater fra grunnundersøkelser og vurderinger. Dette er dog sterkt anbefales. Norconsult bistår gjerne med innmeldingen.

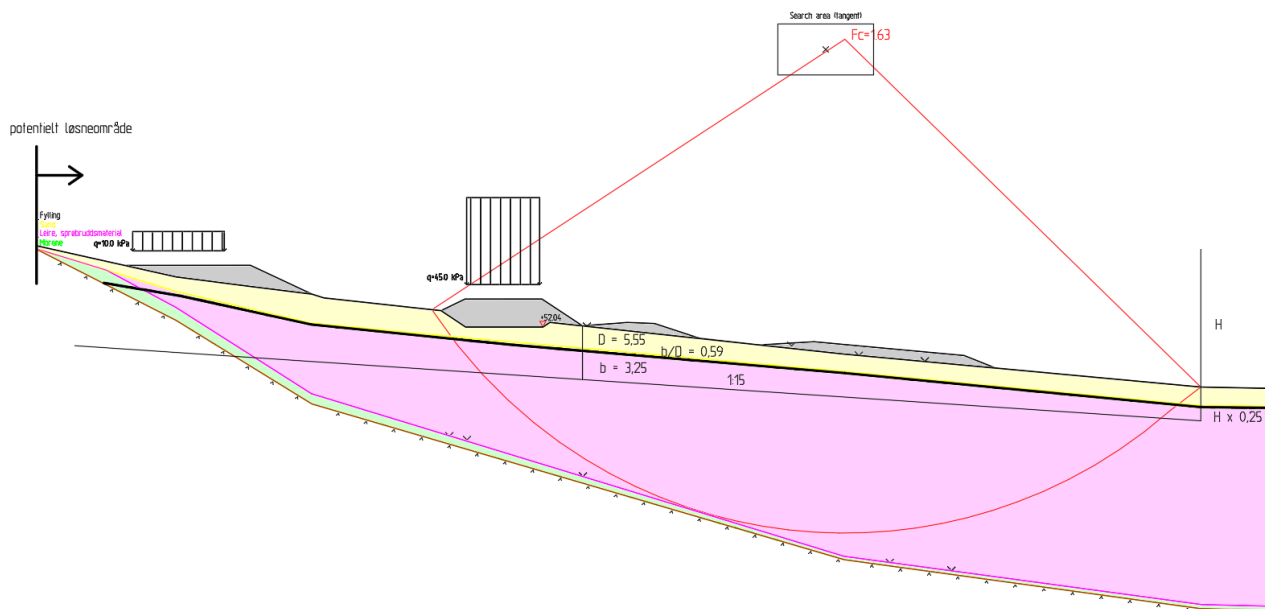
4.3.1 Aktuelle skredmekanisme

Aktuell skredmekanisme vurderes iht. figur 4.3 i veilederen, ref. [2]. Flytskjemaet vises i Figur 4-3 nedenfor med aktuelle anmerking/valg tatt for prosjektet.

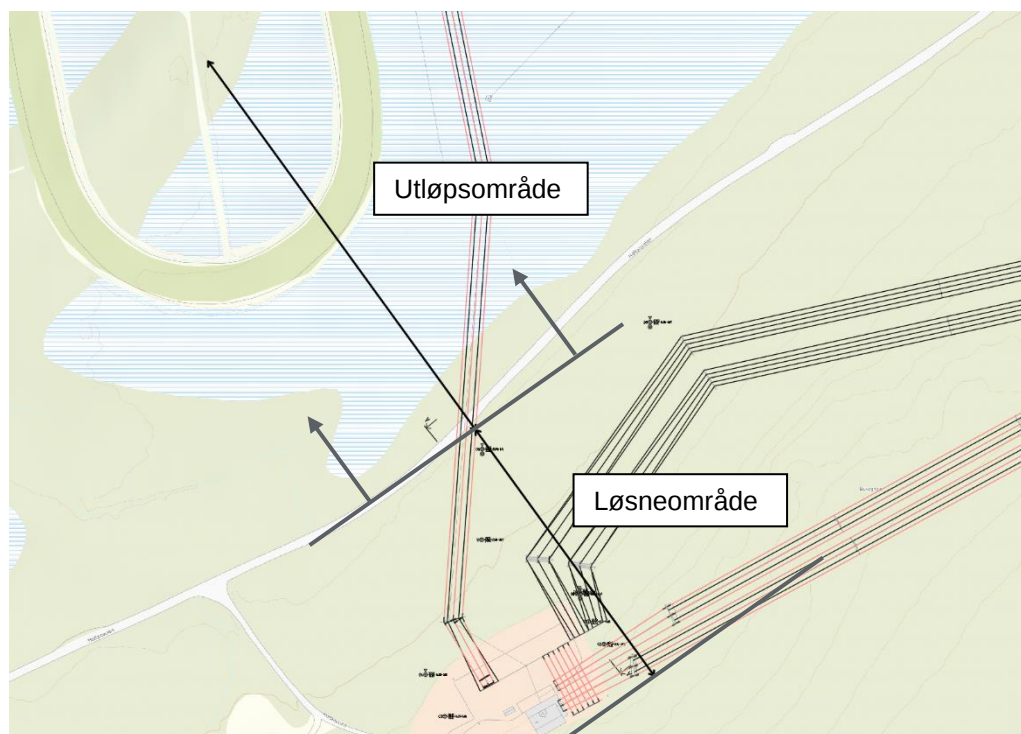
Leira ved prosjektareal er klassifisert som kvikkleire og sprøbruddmateriale med omrørt fasthet $< 0,69$ kPa og andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$ indikerer retrogressivt skred. Vurdering er gitt i Figur 4-4. Potentielt løснеområdet er, hvor løsmasser påtreffer berg, som er indikert helst til venstre i Figur 4-4. Vurderingen er utført for F1, men gjelder for begge F1 og F2. Utløpsområdet L_u er i henhold til NVEs veileder (ref. [2]) $1,5xL$. Løsnakeområdet vises i Figur 4-4 og i Figur 4-5.



Figur 4-3: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, med valg merket i svart. (Kilde: ref. [2])



Figur 4-4: Vurdering av andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate b/D.



Figur 4-5: Løsne- og utløpsområde for et potensiell kvikkleireskred.

4.3.2 Klassifisering av risikoklasse

Faresonen klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kap. 4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 (ref. [5]). Dette gir faregrad «lav» etter etablering av fundamentene. Jf. lokal erfaring og tidligere boringer er det vurdert hydrostatisk poretrykk. Figur 4-6 viser gjennomført faregradsvurdering. Figur 4-7 gi skadekonsekvens «alvorlig» etter evaluering i henhold til NVEs eksterne rapport (ref. [5]).

Risiko er lik skadekonsekvens x faregrad. Risiko er inndelt i fem klasser. Dette er gjort for å skille ut soner med aller lavest risiko og aller høyest risiko. Tallverdien for risiko fremkommer således ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad. Det gir et produkt av 432 og derfor **Risikoklasse 2**.

Klassifisering av kvikkleirefaresone

Basert på: "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred." NVE Ekstern rapport nr. 9/2020

Norconsult-oppgavesnr.	52401056
Oppdragsgiver:	Arva AS
Oppdragsnavn:	Fauske Transformatorstasjon
Sted:	Fauske

Faktor	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Sum	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	
Skråningshøyde (f.m)	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	jevnt hellende terreng
Tidligere/nåværende terrenghøyde (OCR)	2	1.0-1.2	1.2-1.5	1.5-2.0	>2.0	3	6	
Poretrykk, Overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0	
Poretrykk, Undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk	0	0	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	mer enn 10 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Inngrep: Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum							14	
% av maksimal poengsum							27	

Faregrad

0-17=lav
18-25=middels
26-51=høy

Dato	22.07.2024
Utført	SimPro
Kontrollert	HeTia
Godkjent	HeTia

Figur 4-6: Evaluering av faregrad.

Evaluering av skadekonsekvens

Basert på: "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred." NVE Ekstern rapport nr. 9/2020

Norconsult-oppgavesnr.	52401056
Oppdragsgiver:	Arva AS
Oppdragsnavn:	Fauske Trafostasjon
Sted:	Fauske

Faktor	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Sum	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen	0	0	
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	0	0	
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	1	1	
Vei, ADT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2	4	4149
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0	
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	2	2	
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0	0	
Sum							7	
% av maksimal poengsum							16	

Faregrad

0-6 poen = Mindre alvorlig
7-22 poeng = Alvorlig
23-45 poeng = Meget alvorlig

Alvorlig

Dato	22.07.2024
Utført	SimPro
Kontrollert	HeTia
Godkjent	HeTia

Figur 4-7: Klassifisering av skadekonsekvens.

4.4 Stabilitet

Ifølge TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet (ref. [4]) skal byggverket prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot brudd og tilstrekkelig stivhet og stabilitet for laster som kan oppstå under forutsatt bruk.

I områder med mistanke om underliggende sprøbruddmateriale skal det i tillegg utredes aktsomhetsområder og faresoner i henhold til NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred (ref. [2]). Veilederen angir i kap. 3.2 en stegvis prosedyre for utredning av fare for områdeskred basert på tilgjengelig kunnskap om geologi og terrengforhold (steg 1-4). Når fare for områdeskred ikke kan utelukkes vurderes type tiltak (steg 5) og krav til grunnundersøkelser (steg 6 og 7), faresoneutredning (steg 8 og 9) og stabilitetsberegninger (steg 10).

I dette tilfellet regnes terrenget med fundamentpåvirkning som utsatt med tanke på kvikkleireskred ettersom det er dokumentert sprøbruddmaterialer under tiltaket. Dette utløser krav til beregning av dagens stabilitet og stabilitet med ev. sikringstiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i anleggsfasen og i permanent situasjon.

Generelt krav til sikkerhetsfaktor og krav til dokumentasjon fremgår av Eurokode (ref. [6] og ref. [7]). NVEs veileder (ref. [2]) konkretiserer sikkerhetsprinsipp og krav til sikkerhetsfaktor ved skråninger i kvikkleiresoner avhengig av type tiltak.

4.4.1 Eurokode

Tabell NA.A.4 i Eurokode 7 (ref. [6]) stiller generelt krav til partiell sikkerhetsfaktor for løsmassene, $F_{cu} \geq 1,4$ i udrenert analyse (korttidssituasjon i leire/silt) og $F_{\phi} \geq 1,25$ i drenert analyse (langtidssituasjon).

Anmerkning c til tabellen angir imidlertid at partialfaktoren skal økes ut over overstående verdier ved faren for progressiv bruddutvikling i sprøbruddmaterialer.

Anmerkning d tillater å legge til grunn et prinsipp om prosentvis forbedring ved sikringstiltak i stedet for krav til gjeldende partialfaktorer dersom dette regnes som forsvarlig. Det skal i tillegg dokumenteres både omfang av et slik tiltak, robusthet mot uventet lastendring samt konsekvenser ved brudd.

Det er videre forutsatt at topografien og grunnforholdene er godt dokumentert samt gjennomførbarhet på tiltaket.

4.4.2 NVEs veileder

Sikkerhetskrav er avhengig av type tiltak. Transformatorstasjonen klassifiseres som K3.

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

4.4.3 Beregningsforutsetninger

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av regneprogram Geosuite Stabilitet på både udrenert / totalspenningsbasis (ADP) og drenert / effektivspenningsbasis ($\alpha\text{-}\phi$).

Det er benyttet materialparametere som angitt i Tabell 1 samt skjærfasthetsprofiler tilsvarende resultat fra tolkning av CPTu sonderinger ved aktuelle borprofiler. Grunnvannstand er tolket slik at det er et lavere potensial i dalen og stigende mot øst oppover skråningen, der tiltaksareal ligger.

Det er utført 8 beregninger i to kritiske snitt fra transformatorstasjon nedover skråning gjennom fundament F1 og F2.

- Fundament F1 ligger nært til fylling fra eksisterende del av transformatorstasjonen.
- Fundament F2 ligger foran planlagt utvidelse av fylling for den nye transformatorstasjonen.

Det er utført beregninger for dagens situasjon, anleggsfase og prosjektert fundament samt transformatorstasjon utvidelse mot øst.

Utgangssituasjon er beregnet med en estimert last av 10 kPa for trafostasjonen.

RIB har angitt et dimensjonerende fordelt fundamenttrykk av $\sigma_{trykk} = 19,3 \text{ kPa}$. I tillegg kommer overlagringsvekt $g_{jord,ek} = 2 \text{ m} \times 19 \text{ kN/m}^3 = 38 \text{ kPa}$. I beregningstegningene ble fundamentet identifisert som utsparing i fyllingen og det ble påført en last på 19,3 kPa (fundamenttrykk). For enkelhets skyld er utsparingen tegnet på toppen av fyllingen, men egentlig ligger fundamentet på grunn av grøften, over en bærelag.

Beliggenhet av beregningssnitt er vist i Figur 4-8.



Figur 4-8: Posisjon av beregningsnitt. Blå er snitt for F1 og lilla snitt for F2.

4.4.4 Resultater

Stabilitet er beregnet ved de to kritiske snitt gjennom F1 og F2.

- Snitt F1: tilfredsstillende sikkerhet uten stabiliserende tiltak
- Snitt F2: tilfredsstillende sikkerhet uten stabiliserende tiltak

Det er beregnet på sirkulære glideflater gjennom hele terrenget og under fundamentene. Krav til sikkerhetsfaktor er nådd i hver beregning. Det er derfor ikke nødvendig med stabiliserende tiltak. Oppsummering av resultater gitt i Tabell 3 og i vedlegg B. Utskrift fra beregningene presenteres i tegning 201-207.

Tabell 3: Resultater fra stabilitetsberegninger som framstilt i tegninger.

Situasjon	Tegningsnummer	Sikkerhetsfaktor i udrenert analyse, F_{cu}	Sikkerhetsfaktor i drenertanalyse, $F_{c\phi}$
F1 Eksisterende terreng	201	1,72	3,47 / 3,29
F1 Anleggsfase graving	202	1,67	2,78
F1 Prosjektert terreng	203	1,69 / 2,02	3,33 / 3,21
F2 Eksisterende terreng	204	1,91 / 1,92	3,65
F2 Anleggsfase graving	205	2,13	2,60
F2 Prosjektert terreng	206	2,64 / 1,89	4,26 / 3,62
F2 Nytt anlegg trafostasjon	208	1,99 / 2,56 / 1,90	3,11 / 4,20

5 Rekkefølgebestemmelse

Etablering av tiltaket utføres i 5 forskjellige steg. Det må etterfølges disse for å opprettholde stabiliteten og sikkerhetsverdier gjennom anleggsfasen.

- 1. Det etableres en grop for fundament F1 med ca. 1m - 1,5m gravedybde.*
- 2. Fundament F1 etableres.*
- 3. Det graves fundamentgrop F2 med ca. 2m – 2,5m gravedybde.*
- 4. Fundament F2 etableres.*
- 5. Ny fylling for nytt trafoanlegg etableres etter alle andre steger er utført.*

Det henvises at høyder og måler kunne variere og må detaljprosjekteres i senere fase.

6 Konklusjon

Planlagt mastfundamentene skal tilfredsstille krav til stabilitet i TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet (ref. [4]) og NVEs veileder 1/2019 (ref. [2]).

Det konkluderes med at planlagt fundamentene tilfredsstilles krav til stabilitet etter NVEs veileder 1/2019 og dermed etter TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet i alle faser. Det anbefales at resultater fra grunnundersøkelser og disse vurderingene meldes til NVE.

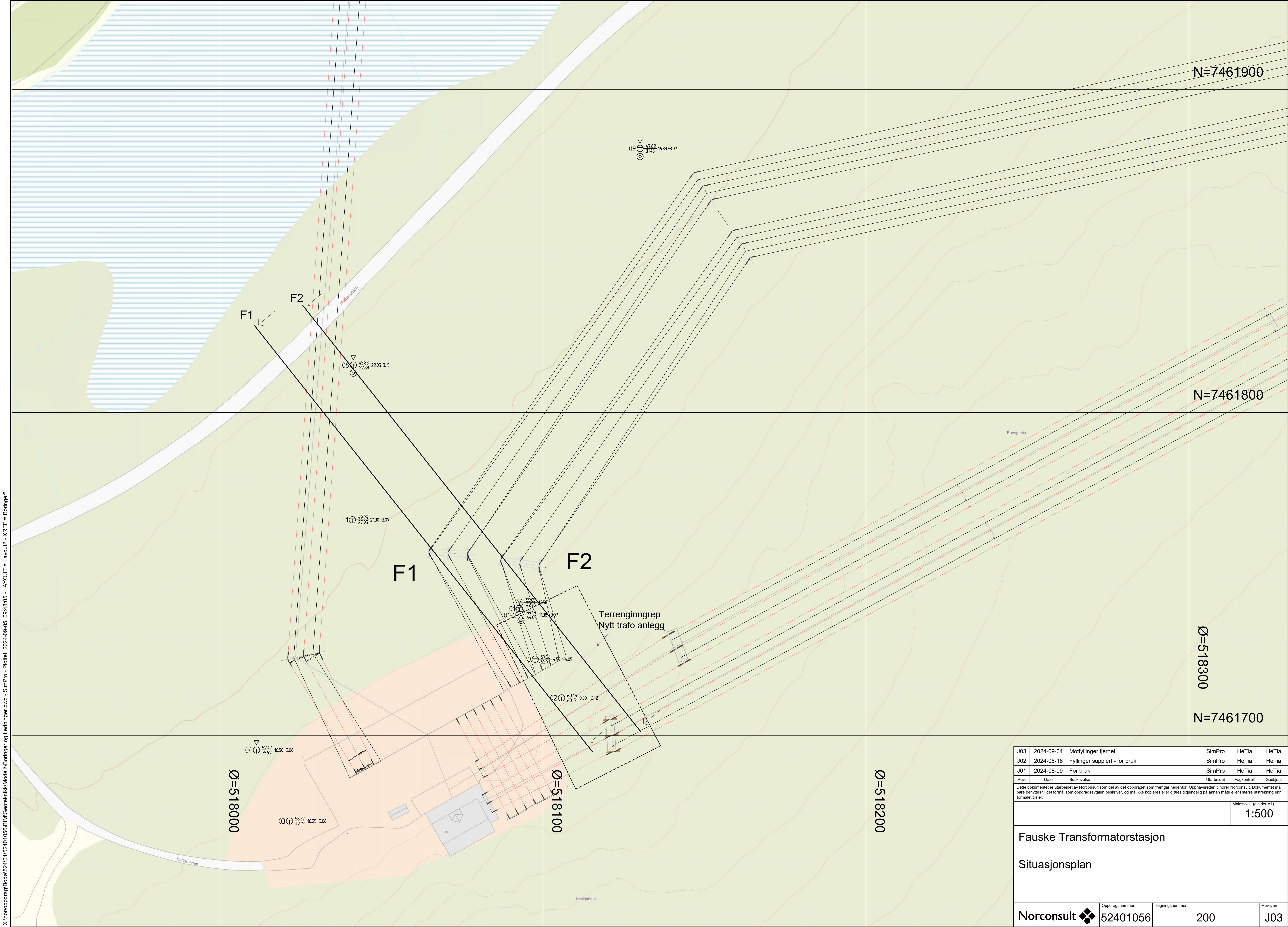
Foreliggende rapport omhandler en utredning av område- og lokalstabilitet med utgangspunkt i utarbeidet planforslag.

- Ved å gjennomføre tiltak, som er beskrevet i denne rapporten, kan kravene i NVEs veileder nr. 1/2019 sies å være oppfylt.
- Det vurderes at skisserte tiltak på planområdet ikke står i fare for å utløse et kvikkleireskred.
- Det vurderes at skisserte tiltak på planområdet ikke vil bli involvert i skred fra utenfor planområdet, forutsatt at retningslinjene presentert i denne rapporten etterfølges.
- Det vurderes at skisserte tiltak på planområdet ikke vil bli påvirket av skredmasser fra et eventuelt skred i andre kvikkleiresoner.
- Med hensyn til lokal stabilitet iht. Eurokode 7 anses utbyggingen som gjennomførbar dersom foreliggende råd om tiltak følges og innarbeides som en del av prosjekteringen.
- Fundamentering av planlagt utbygging anses som gjennomførbar med tradisjonelle fundamenteringsløsninger som direktefundamentering.
- *For bedre vurdering av grunnvannstand/poretrykk hjelper installasjon av piezometer.*

7 Referanser

- [1] Norconsult, «Geoteknisk datarapport Fauske Trafo,» 2024.
- [2] NVE, «ISSN: 1501-0678, Veileder Nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [3] «Statens Vegvesen, 2018. Veiledning, Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging.».
- [4] D. f. B. (DiBK), «u.å. FOR-2017-06-19-840, Byggteknisk forskrift (TEK 17) med veiledning. Tilgjengelig på <dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>».
- [5] NVE, «Ekstern Rapport, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» 2020.
- [6] «Norsk Standard, 2020. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almenne regler».
- [7] «Norsk Standard, 2021. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+Na2021, Eurokode 8 - Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Almenne regler, seismiske laster og regler for bygninger».

Vedlegg A

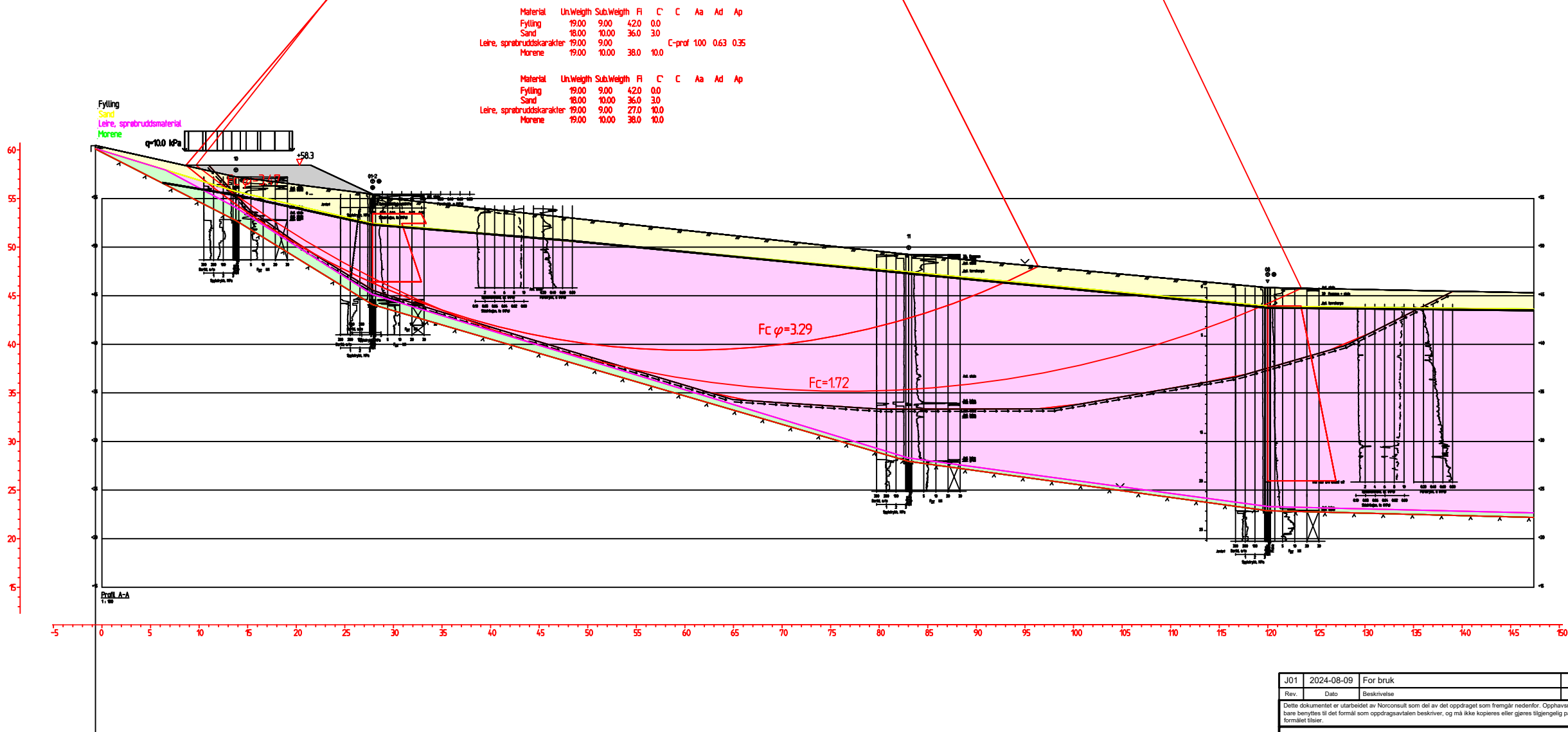


"X:\pro\oppdrag\Bos\5240\152401056\BIM\Gedeteknikk\Modell\Boringer og Ledninger.dwg - SimPro - Plottet: 2024-09-05, 09:48:05 - LAYOUT = Layout2 - XREF = Boringer"

J03	2024-09-04	Mottfyllinger fjernet	SimPro	HeTia	HeTia
J02	2024-08-16	Fyllinger supplert - for bruk	SimPro	HeTia	HeTia
J01	2024-08-09	For bruk	SimPro	HeTia	HeTia
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
					1:500
Fauske Transformatorstasjon					
Situasjonsplan					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52401056	200	J03	

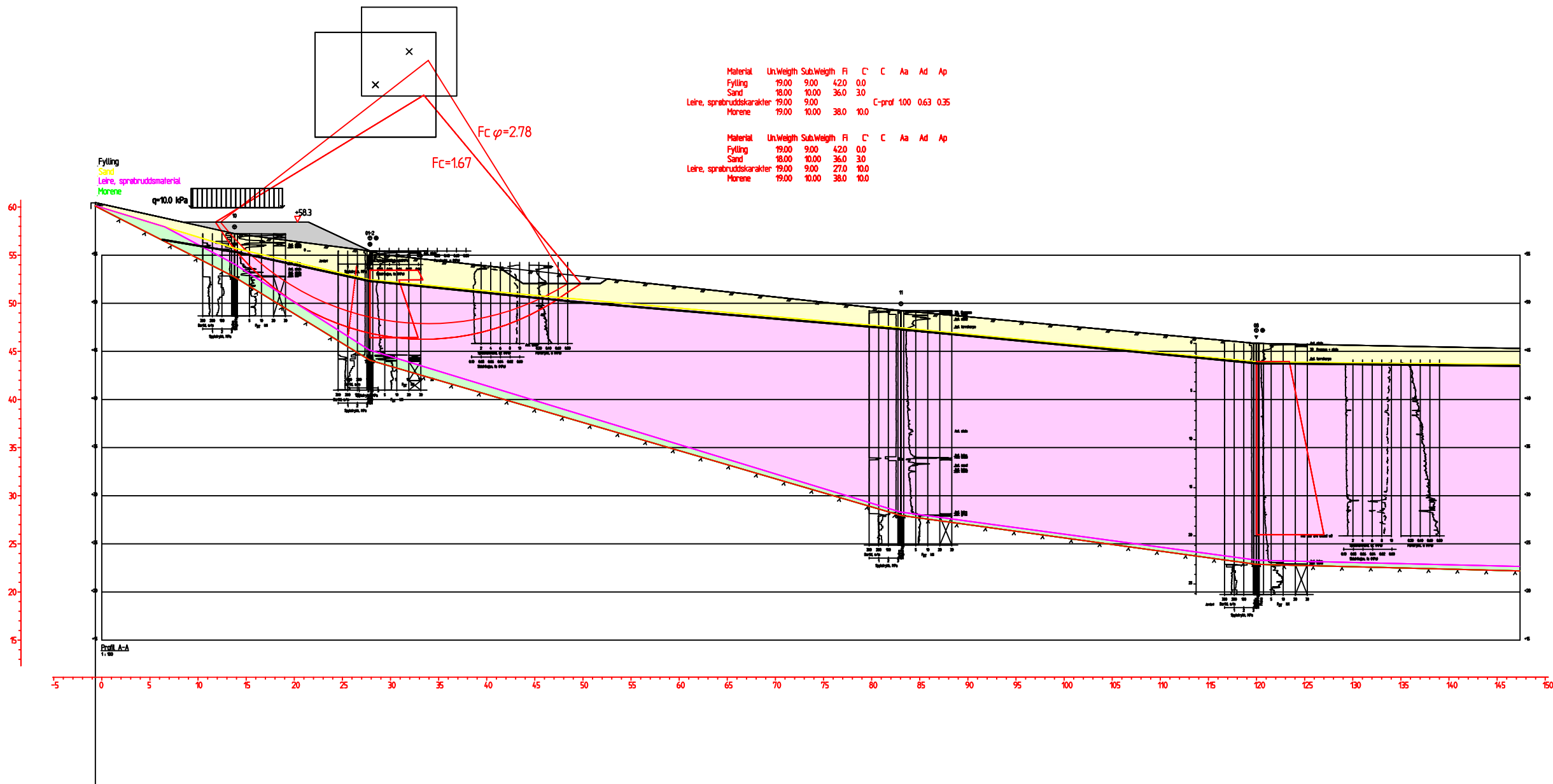
Vedlegg B

"C:\Users\simpro\appdata\local\temp\AcPublish_6048\1\Fauske Transformatorstasjon beregninger for print.dwg - simpro - Plottet: 2024-08-04, 11:19:59 - LAYOUT = 201 F1 - XREF = Profil A novapoint"



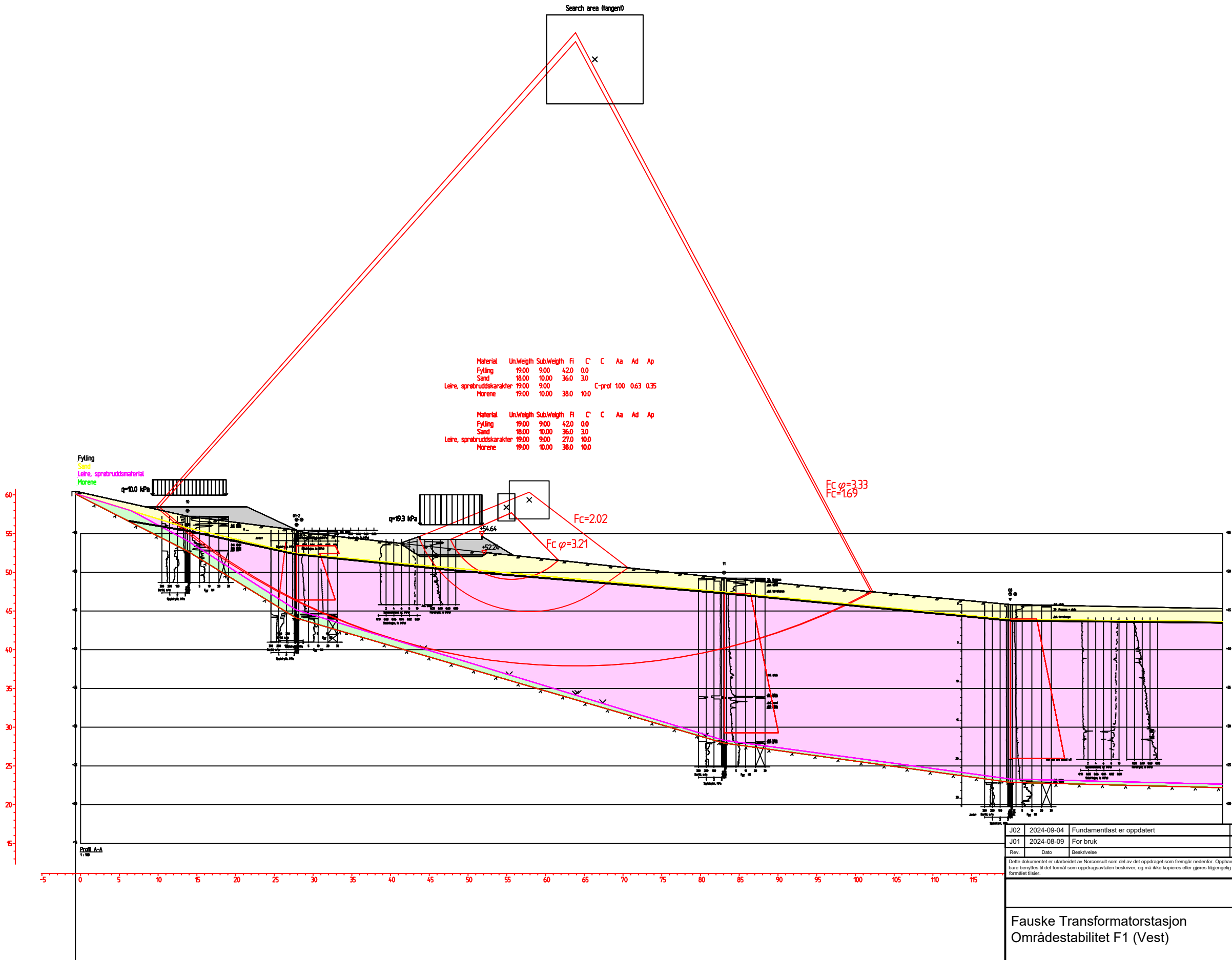
J01	2024-08-09	For bruk	SimPro	HeTia	HeTia
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
					1:500
Fauske Transformatorstasjon					
Områdestabilitet F1 (Vest)					
Eksisterende terreng					
Norconsult			Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
			52401056	201	J01

"C:\Users\simpro\appdata\local\temp\AcPublish_6048\1\Fauske Transformatorstasjon beregninger for print.dwg - simpro - Plotat: 2024-08-04, 11:20:03 - LAYOUT = 202 F1 - XREF = Profil A novapoint"

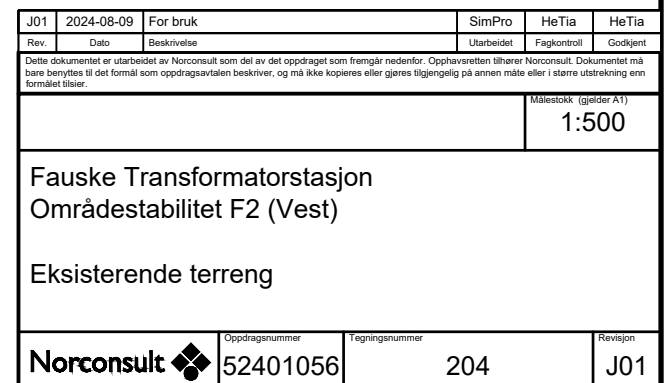


J01	2024-08-09	For bruk	SimPro	HeTia	HeTia
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
					1:500
Fauske Transformatorstasjon Områdestabilitet F1 (Vest)					
Anleggsfase graving					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer		Revisjon
		52401056	202		J01

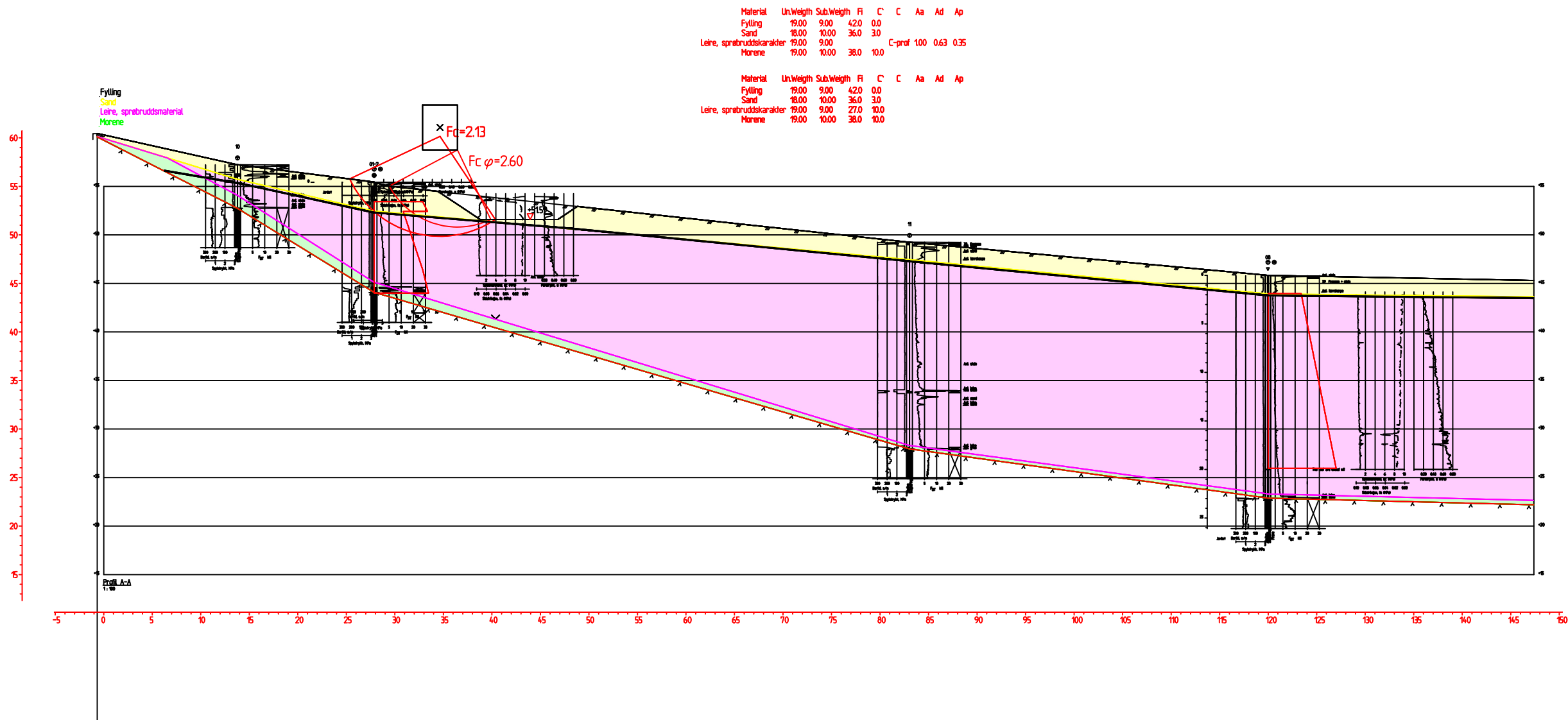
"X:\nor\oppdrag\Beda\524\0152401056\BIM\Cad\Teknikk\Geoteknik\STABGRAB.F1\1\Fauske Transformatorstasjon beregninger for print.dwg - SimPro - Plotet: 2024-09-04, 12:51:17 - LAYOUT = 203 F1 - XREF = ProfilA.nvpaint"



J02	2024-09-04	Fundamentlast er oppdatert	SimPro	HeTia	HeTia
J01	2024-08-09	For bruk	SimPro	HeTia	HeTia
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavseretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
					1:500
Fauske Transformatorstasjon Områdestabilitet F1 (Vest)					
Prosjektet terreng					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer		Revisjon
		52401056	203		J02



"C:\Users\simpro\appdata\local\temp\AcPublish_6048\1\Fauske Transformatorstasjon beregninger for print.dwg - simpro - Plotat: 2024-08-04, 11:20:13 - LAYOUT = 205 F2 - XREF = Profil A novapoint"



J01	2024-08-09	For bruk	SimPro	HeTia	HeTia
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
					1:500
Fauske Transformatorstasjon Områdestabilitet F2 (Vest)					
Anleggsfase graving					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer		Revisjon
		52401056	205		J01

"X:\nor\oppdrag\Beda\524\0152401056\BIM\Geoteknik\STABGR4F.RIT\1\Fauske Transformatorstasjon beregninger for print.dwg - SimPro - Plotter: 2024-09-04, 12:48:11 - LAYOUT = 206 F2 - XREF = Profil A norappoint"

