

Arva AS

► Fauske transformatorstasjon

Områdestabilitetsvurdering ledningsfundamenter

Geoteknikk

Oppdragsnr.: 52401056 Dokumentnr.: RIG-R03 Versjon: J02 Dato: 2024-10-08



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

J02	2024-10-08	Til bruk - endring av rekkefølgebestemmelse	SimPro	HeTia	HeTia
J01	2024-09-11	Til bruk	SimPro	HeTia	HeTia
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.

► Sammen drag

Arva AS skal bygge et nytt ledningsanlegg i tillegg til nye 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.

Mastfundamentene kommer til å ligge i varierende grunnforhold, i tre posisjoner fundamenteres på bløt leire og i tre posisjoner fast morenemateriale over berg.

Områdeskredvurdering avsluttes etter steg 11 med dokumentert stabilitetsberegning og tilfredsstillende sikkerhet. Det er beskrevet rekkefølgen for å ivareta sikkerhet i hver fase under utførelsen. Prosjektet tilfredsstiller krav til stabilitet etter NVEs veileder 1/2019 og dermed etter TEK17 § 7-3 Sikkerhet mot skred og § 10-2 Konstruksjonssikkerhet. Det konkluderes med at det er ikke fare for områdeskred og fundamentering av ledningsanlegget kan gjennomføres uten stabiliserende tiltak.

Revisjon J02 inneholder endret rekkefølgebestemmelse i kapittel 5. Endringene er skrevet i kursiv.

► Innhold

1	Innledning	5
1.1	Dagens tomt	5
1.2	Ledningsanlegg	5
2	Terreng- og grunnforhold	7
2.1	Terrengforhold	7
2.2	Grunnforhold	8
2.2.1	Tidligere grunnundersøkelser	8
2.2.2	Datagrunnlag	9
3	Grunnforhold	10
3.1	Berg	10
3.2	Løsmasser	10
3.2.1	Lagdeling Delområde A	10
3.2.2	Lagdeling Delområde B	13
3.2.3	Materialparameter	13
3.2.4	Grunnvann	13
4	Områdestabilitet	14
4.1	Styrende dokumenter	14
4.2	TEK 17§7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger	14
4.3	Prosedyre for utredning av områdeskred	14
4.3.1	Aktuelle skredmekanisme	16
4.3.2	Klassifisering av risikoklasse	17
4.4	Stabilitetsberegninger	18
4.4.1	NVEs veileder	19
4.4.2	Beregningsforutsetninger	19
4.4.3	Resultater	19
5	Rekkefølgebestemmelse	21
6	Konklusjon	22
7	Referanser	23

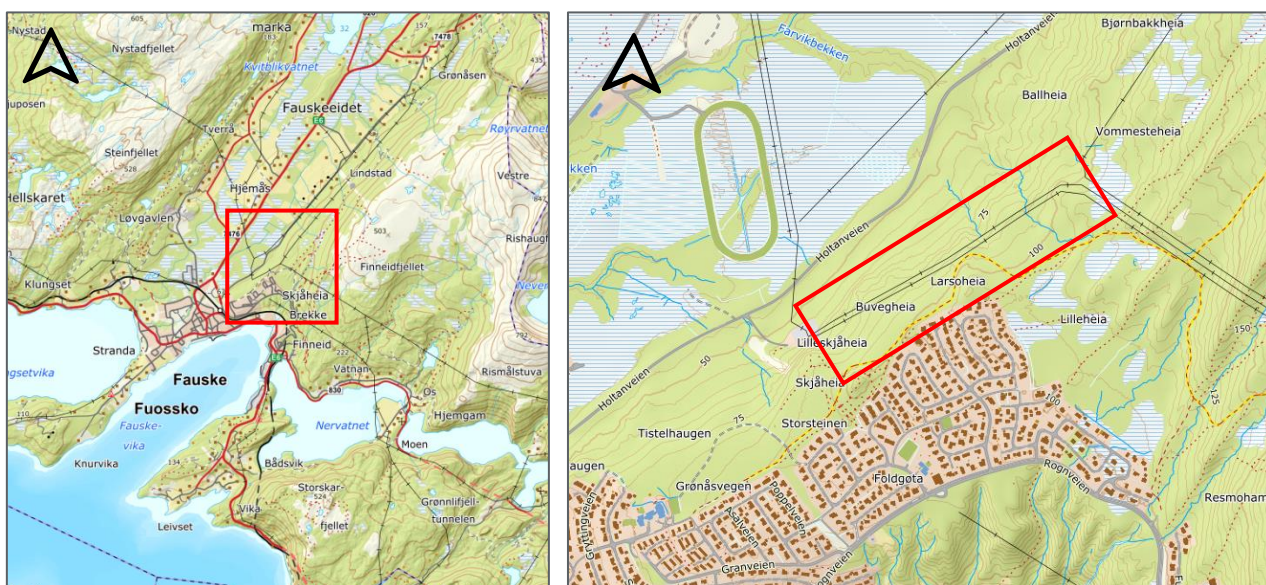
1 Innledning

Arva AS skal bygge et nytt ledningsanlegg i tillegg til nye transformatorstasjon nordøst for Fauske. Norconsult Norge AS er engasjert som rådgivende ingeniører i flere disipliner.

Denne rapporten er utarbeidet fra rådgivende ingeniører i geoteknikk (RIG), og inneholder geoteknisk områdestabilitetsvurdering for det aktuelle planområdet. Det henvises til datarapporten «Geoteknisk datarapport Fauske Trafo, 2024», ref. [1], som er datagrunnlag for denne rapporten. Områdestabilitet for transformatorstasjon og store mastfundamenter er vurdert i tidligere rapport (ref. [2]).

Ledningsanlegget inneholder bygging av flere mastfundamenter i seks posisjoner i retning mot nord-øst for trafostasjonen. Oversiktskartet (Figur 1-1) viser området hvor fundamentene skal bygges.

Alle høydekoter i denne rapporten referer til høydesystem NN2000.



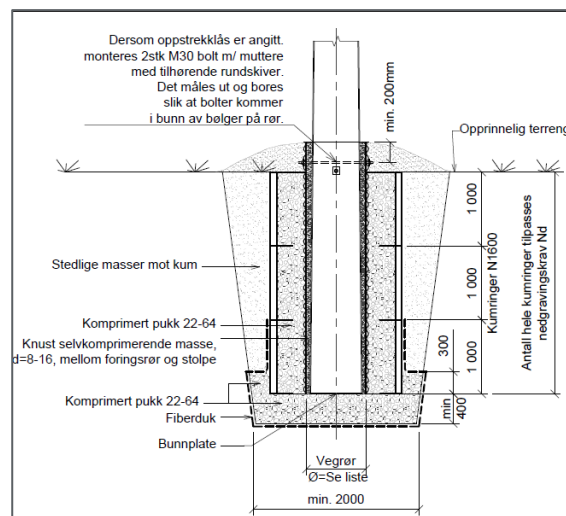
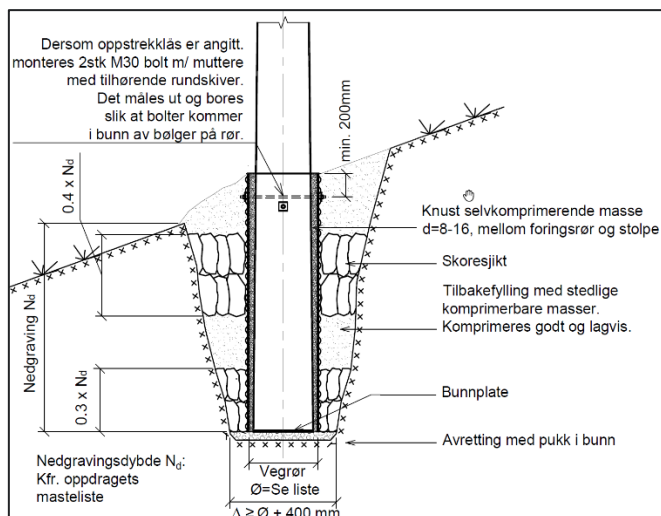
Figur 1-1: Oversiktskart om det aktuelle område. (Kilde: Norgeskart)

1.1 Dagens tomt

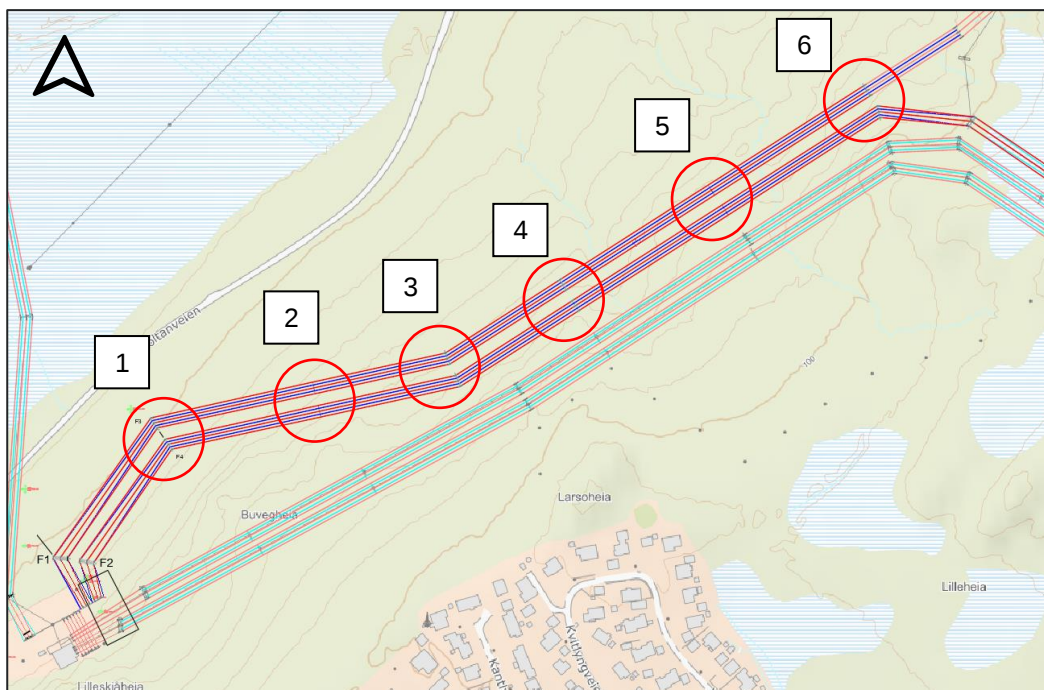
Planområdet ligger nordøst for Fauske sentrum og sør for Holtanveien. Området ligger mellom ca. kote +48 i sør-vest og ca. kote +90 mot nord-øst for prosjektområdet. Ledningstraséen ligger på sørsida av en stor glasial formet U-dal (Fauskeidet).

1.2 Ledningsanlegg

Det skal det bygges en ny ledning fra transformatorstasjonen mot nord-øst, nesten parallell til den eksisterende ledning. Fundamentene for kompositmastene enten sprenges/pigges ned i jord/fjell eller med utføres med kumringer i vanskelig grunnforhold, som vist i Figur 1-2. Det er planlagt to parallelle ledninger (en i sør og en i nord) som består av 12 mast grupper. En gruppe inneholder tre master, hver med et fundament. Figur 1-3 og situasjonsplanen (tegningsnr. 200) i vedlegg A viser den nye ledning og posisjoner av master og fundamenter i terrenget.



Figur 1-2: Typetegninger for fundamentering. Fundamentløsninger i fjell/morene til venstre og i vanskelig grunnforhold (bløt leire) til høyre. Graveskråninger tilpasses grunnforhold.

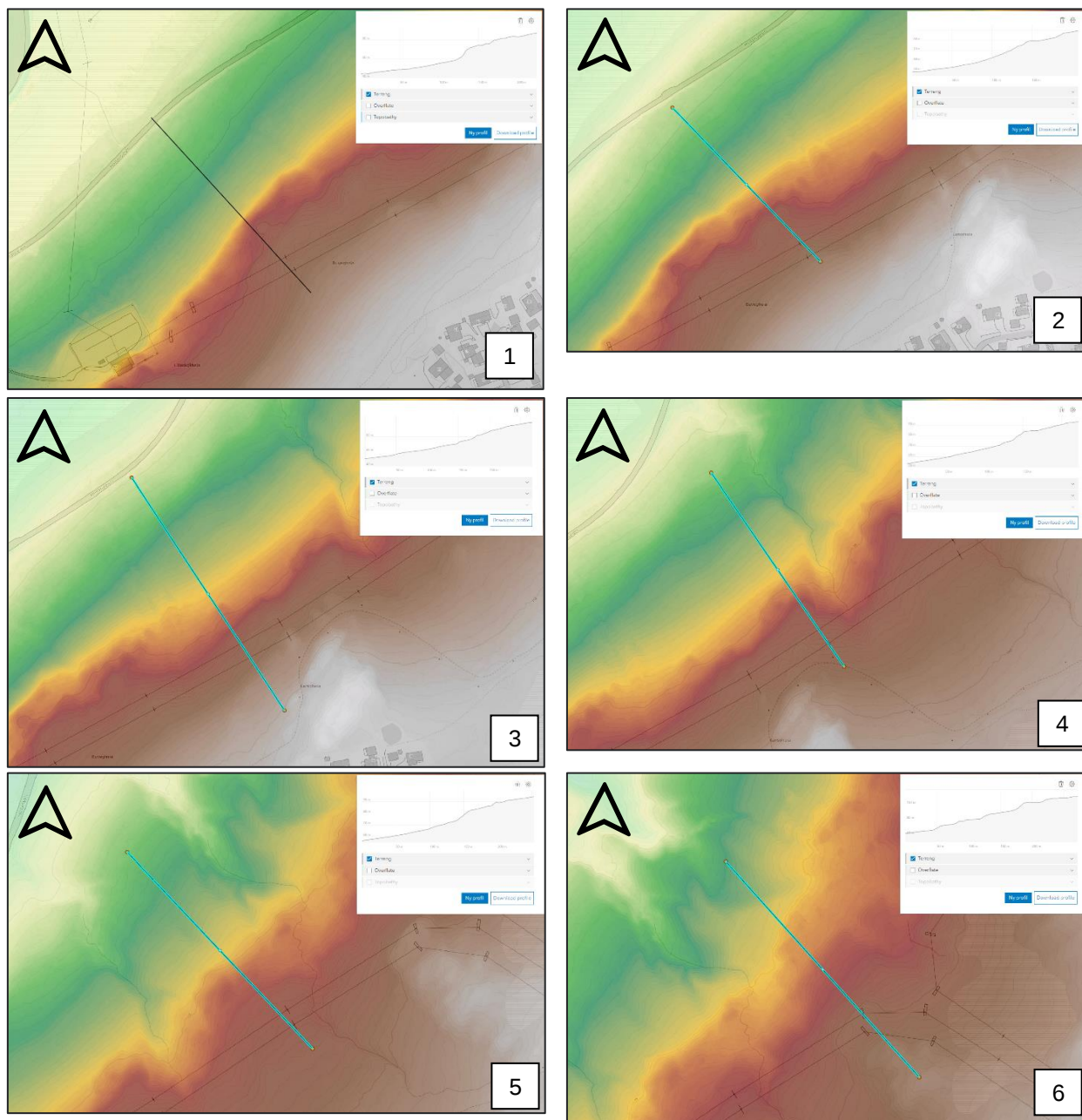


Figur 1-3: Mast- og fundamentposisjoner for det nye ledningsanlegg. Master er vist i rød sirkel.

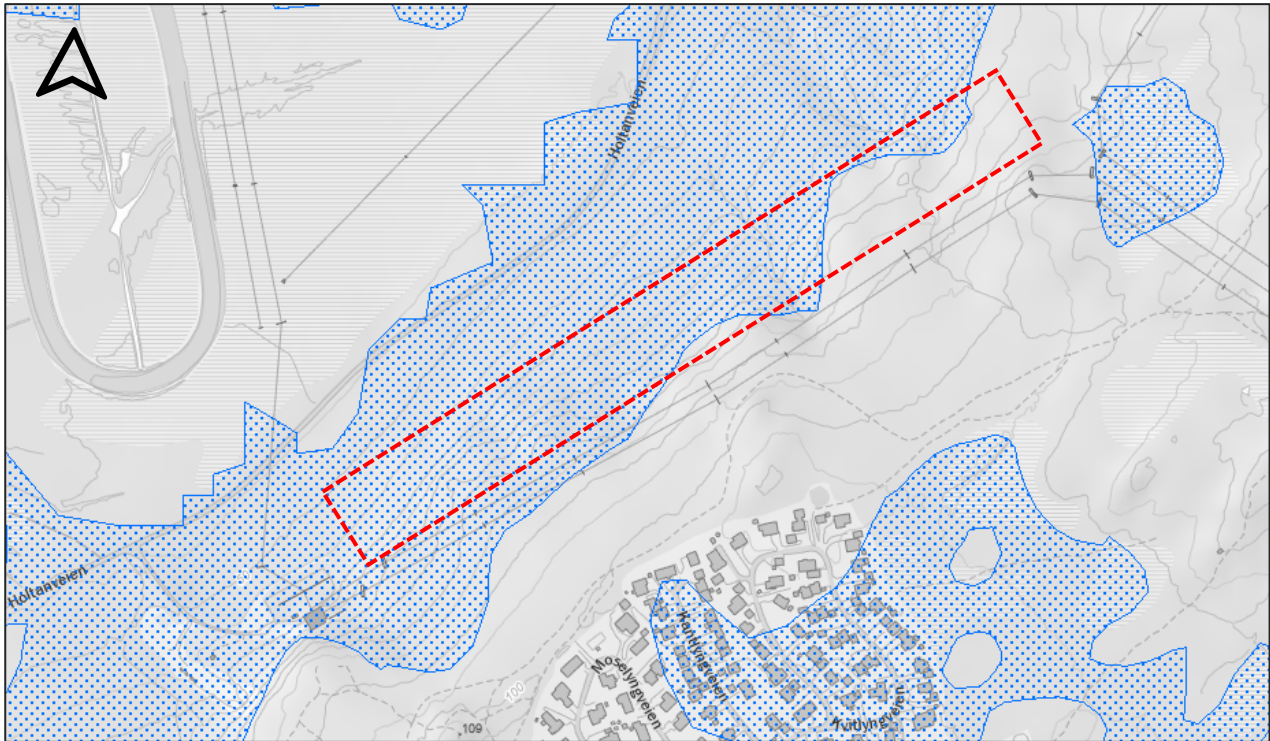
2 Terreng- og grunnforhold

2.1 Terrengforhold

Prosjektområdet ligger sør for Fauskeeidet. Terrenget øker se fra ca. kote +48 til ca. +100. Den nederste delen er jevnet med terrenghelning ca. 1:10, mens øverste delen er bratt (stedvis 1:1,5). Figur 2-1 viser snitter gjennom de aktuelle posisjoner for ledningsmastene. Prosjektareal ligger innenfor aktsomehtsområde for marin leire (). Følgelig utløses krav til vurdering av fare for kvikkleireskred i henhold til NVEs veileder 1/2019, ref. [3].

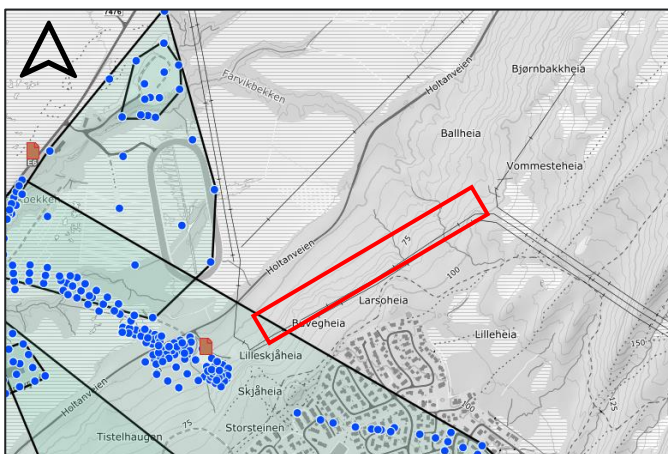


Figur 2-1: Terrengsnitt gjennom mast posisjoner. (Kilde: Høydedata)



2.2 Grunnforhold

Det finnes flere tidligere grunnundersøkelser i NGUs database (NADAG) i området vest og sør for prosjektområdet (Figur 2-3).



x:\nor\oppdrag\bodø\5240101\52401056\5 arbeidsdokumenter\53 rig\grunnundersøkelser\08 områdestabilitetsrapport\52401056 rig-r03 fauske transformatorstasjon ledningsfundamenter.docx

2.2.2 Datagrunnlag

Norconsult Norge AS har utført grunnundersøkelser i år 2024 som prosjekteringsgrunnlag. Borplanen er vist i Figur 2-4.



Figur 2-4: Borplan av borer fra 2024.

3 Grunnforhold

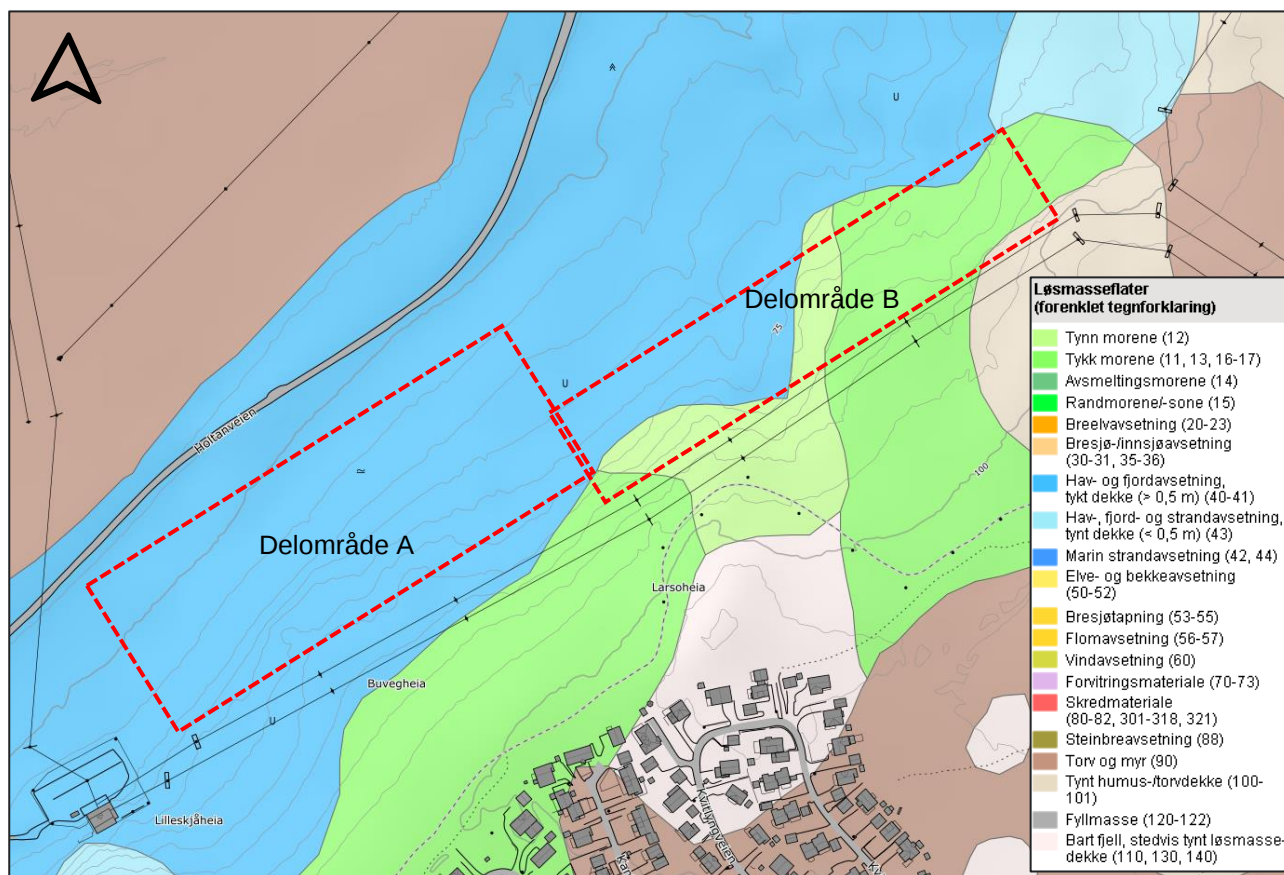
3.1 Berg

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 fjordavsetninger» (vist i blå) i den sør-vestlige delen (Delområde A). Mot nord-øst finnes det imidlertid morenemateriale over berg (grønn) og bart fjell (Delområde B).

Det aktuelle området ligger under den marine 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 Delområde A

Figur 3-2 og Figur 3-3 viser utvalgte sonderingsprofiler som indikerer grunnforhold fra sør til nord. Sondering 10 og 01-2 er tatt i nærheten av den trafostasjon utvidelse og 09 er kjørt under mast gruppe 01 (se Figur 1-3). Profiler er antatt å være representative for området som er vist i delområde A i Figur 3-1. Lagdeling

består av to meter friksjonsmasser over bløt leire i 5 til 10 meters dybde over berg. Mot sør-øst bli avsetninger tynnere mot overgangen til moreneavsetninger.

Det var tatt prøver fra borpunkt 01 og 09.

Borpunkt 01 inneholder leire som er klassifisert som sprøbruddmateriale med $C_{urfc} = 1,1-1,2$ kPa. Borpunkt 09 inneholder leire som er klassifisert som sprøbruddmateriale og kvikkleire med $C_{urfc} = 0,1-1,5$ kPa. Labrapporten er inkludert i datarapporten (ref. [1]).

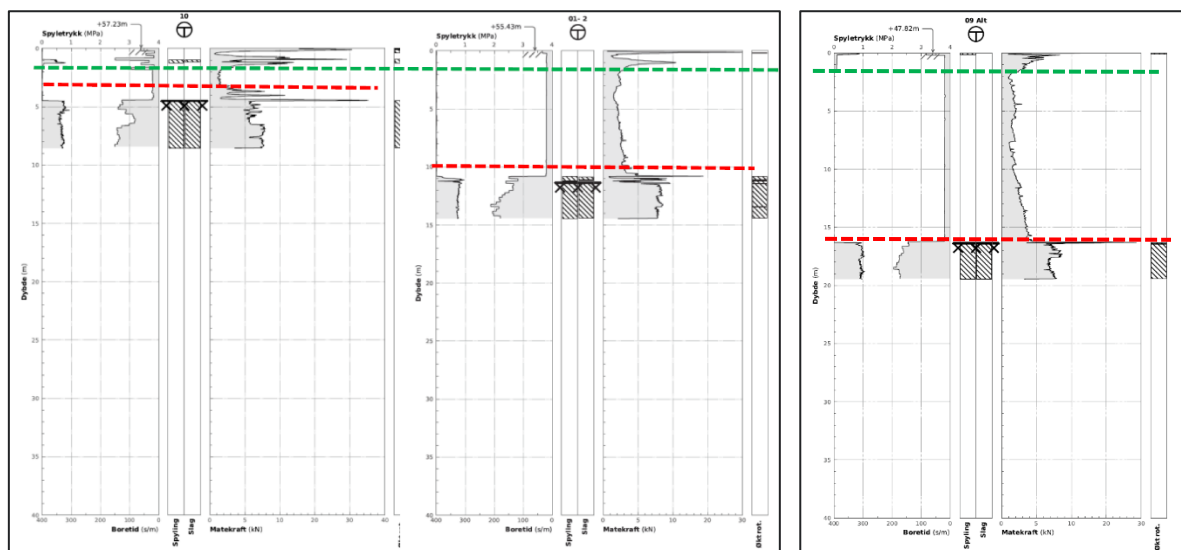
CPTu var utført for begge borpunkter 01 og 09.

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.

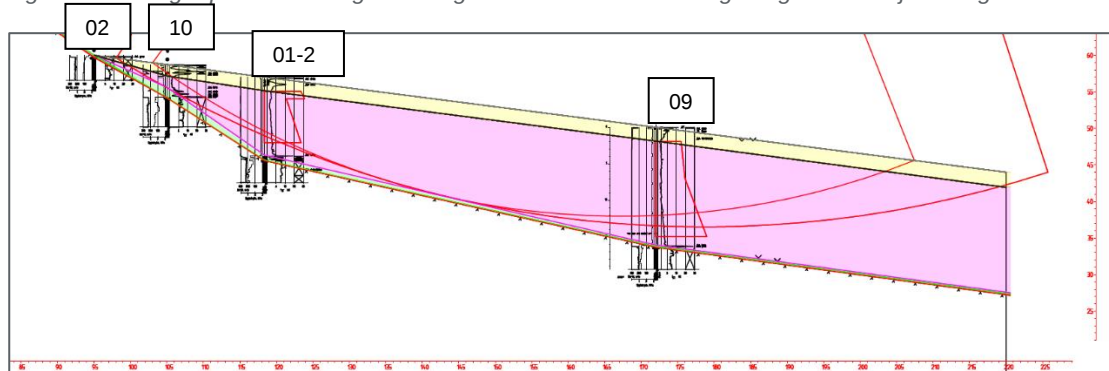
Udrenert aktiv skjærfasthet C_{ucptu} for 09 er tolket til mellom 35-40 kPa (2-7m) og 40-70 kPa (7-15m). Friksjonsvinkel ϕ er 27-26 mellom 2-15m.

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

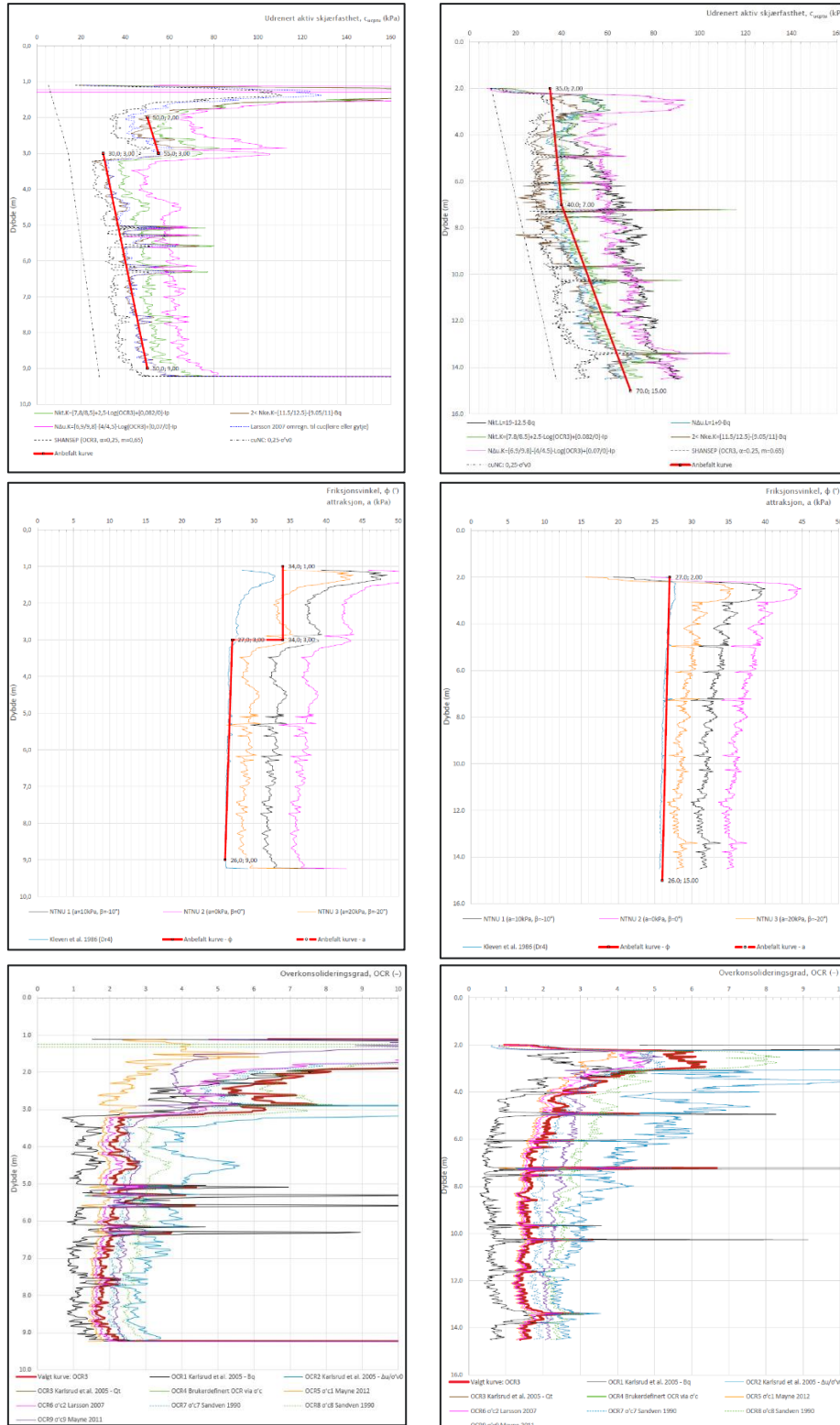
CPTu tolkninger for begge borhuller finnes i Figur 3-4.



Figur 3-2: Utvalgte profiler. Boring for 10 og 01-2 er sør for 09 men gi en god indikasjon om grunnforhold over boring 09.



Figur 3-3: Utklipp fra tegning 201 (Vedlegg B) viser lagdeling og terrenget med boringer 02, 10, 01-2 og 09. Gul indikerer sand, lilla er leire og grønn er morenematerialer.



Figur 3-4: Tolkning av udrenert aktiv skjærfesthet (ovenfor), friksjonsvinkel (midt) og overkonsolideringsgrad OCR (nedenfor) for borhull 01 (venstre) og borhull 09 (høyre)

3.2.2 Lagdeling Delområde B

Lagdeling består av tynt løsmassedekke over berg. Det er ingen grunnboringer utført i Delområde B men tolkning av topografie og kvartærgeologisk situasjon indiker at det er stort sett morenemasser. Dybden til berg vurderes å ligge mellom 0,5 m til 2 meter.

3.2.3 Materialparameter

Materialparametere er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Materialparametere (tyngdetetthet og styrke)

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

3.2.4 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. [3]).

Ledningsanlegg er klassifisert som tiltakskategori K1. Det medfører tiltak av begrenset størrelse og ingen tilflytting av personer.

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. [3].

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).

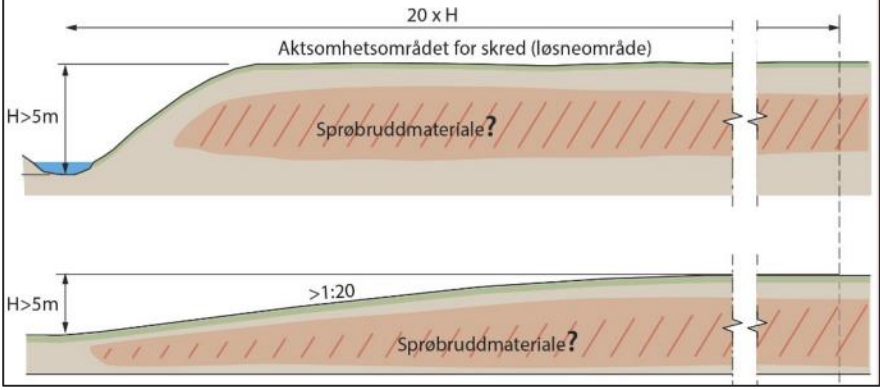
Tiltakskategorier med tilhørende krav til utredning og sikkerhet i veiledningen til §7-3 i TEK 17 for temaet kvikkleire, er omtalt og nærmere utdypet i NVEs veileder 1/2019. Ved å ivareta krav til utredning i NVEs veileder ventes krav i TEK 17 mht. områdestabilitet å være oppfylt.

4.3 Prosedyre for utredning av områdeskred

I det følgende gjøres vurdering av områdestabilitet (Tabell 2) iht. prosedyre beskrevet i tabell 3.1 i NVE-veilederen, ref. [3].

Tabell 2: Prosedyre for utredning av områdeskredfare

Steg	Prosedyre	Vurdering
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 den marine grensen 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. Aktsomhetsområder ligger innenfor 20x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning, se Figur 4-1. Terrenget, som mastene ligger innenfor, er brattere enn 1:20 og høydeforskjell er over 5m. Dermed kunne mastene ligger innenfor løснеområde for

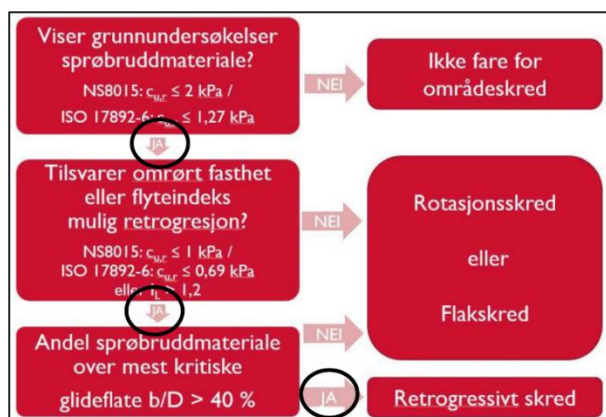
Steg	Prosedyre	Vurdering
		områdeskred. Terrenget ovenfor mastene er bratter enn 1:20 og høydeforskjell er over 5m. Prosjektområde er i utløpsone av et potensielt skred.  Figur 4-1: Aksomhetsområde for løsneområde. (Kilde: NVE veileder, ref. [3]).
4	Bestemme tiltakskategori	Ledningsanlegg er klassifisert som tiltakskategori K1. Gjelder tiltak av begrenset størrelse og ingen tilflytting av personer (Figur 4-2). K1 Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale vegger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler) Figur 4-2: Tiltakskategori K1. (Kilde: NVE-Veileder, ref. [3])
5	Gjennomgang av grunnlag - identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Som vist i steg 3, ligger prosjektområdet innenfor et aktsomhetsområde for områdeskred. Derfor er det krav for befaring og grunnundersøkelser (steg 6 og steg 7)
6	Befaring	Befaring 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 nedre del av skråningen (delområde A) nedenfor fjell og morenemateriale.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne og-utløpsområder	Skredmekanisme vurderes iht. flytteskema i figur 4-3 i veilederen, ref. [3]. 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.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Det er gjennomført beregninger i to forskjellige snitter. Resultater viser tilfredsstillende sikkerhetsverdier i hver fase. Kapittel 4.4.3 viser resultater fra stabilitetsberegninger og vedlegg B viser tegningene for beregninger.

Steg	Prosedyre	Vurdering
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.

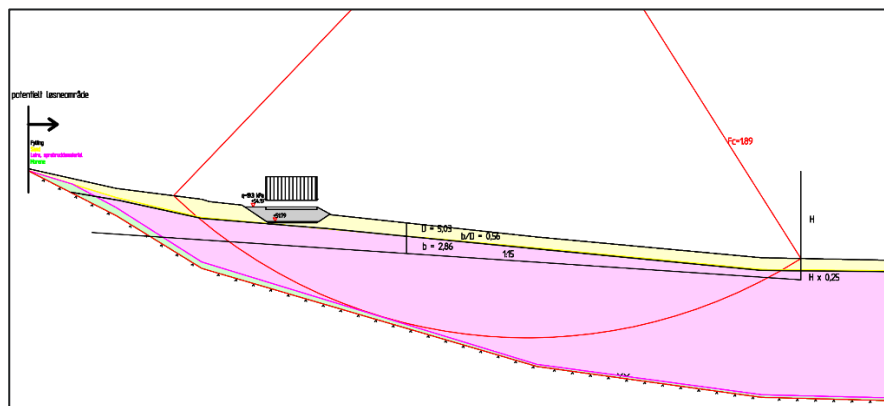
4.3.1 Aktuelle skredmekanisme

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

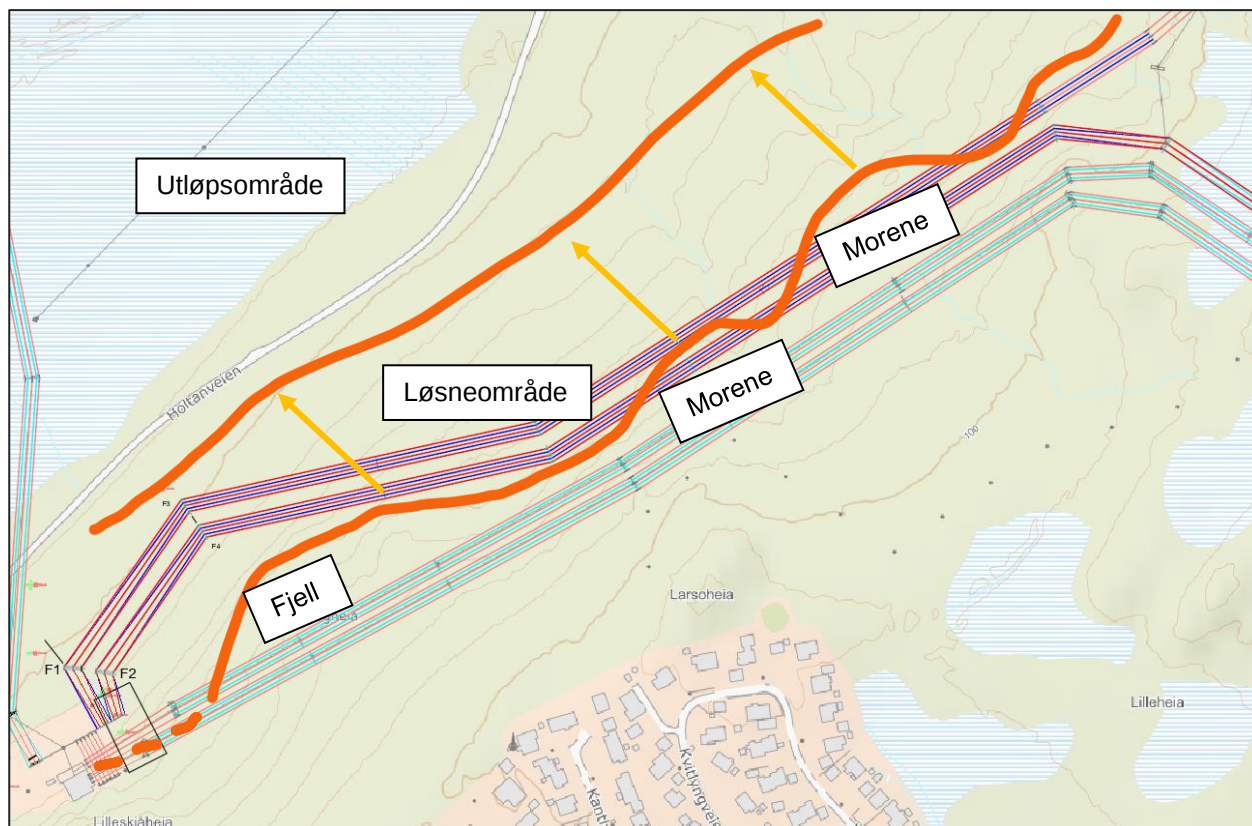
Leira ved prosjektareal er klassifisert som kvikkleire og sprøbruddmateriale med omrørt fasthet $< 0,69$ kPa og andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$ indikerer retrogressivt skred. Vurdering er gitt i Figur 4-4. Potentielt løснеområdet er, hvor løsmasser påtreffer berg,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



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



Figur 4-4: Vurdering av andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate b/D . Snittet er representativ, men ligger øst for den planlagte utvidelse av trafostasjonen, som er beskrevet i ref. [2].



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 kvikkleirefarezone

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 (.m)	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	jevnt hellende terreng
Tidligere/nåværende terrengnivå (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	27	
% av maksimal poengsum								

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	16	
% av maksimal poengsum								

Faregrad

0-6 poen = Mindre alvorlig

7-22 poeng = Alvorlig

23-45 poeng = Meget alvorlig

Dato: 22.07.2024

Utført: SimPro

Kontrollert: HeTia

Godkjent: HeTia

Figur 4-7: Klassifisering av skadekonsekvens.

4.4 Stabilitetsberegninger

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 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. [3]) konkretiserer sikkerhetsprinsipp og krav til sikkerhetsfaktor ved skråninger i kvikkleiresoner avhengig av type tiltak.

4.4.1 NVEs veileder

Krav til sikkerhet oppfylles for tiltakskategori K1 hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

Det skal gjøres en vurdering av alle relevante løsne- og utløpsområder med tanke på skråninger hvor erosjon kan utløse skred, se kap. 4. For vurdering av erosjon, se NVE Ekstern rapport 9/2020 (15).

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 som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kap. 5.3.3.

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse som angitt i kap. 3.1. Kvalitetssikring gjennomføres internt i foretaket.

4.4.2 Beregningsforutsetninger

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av regneprogram Geosuite Stabilitet på både udrenert / totalspenningsbasis (ADP) og drenert / effektivspenningsbasis (α - ϕ).

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.

Mastfundamentene 1-3 skal fundamenteres i marine avsetninger. Fundament 4 ligger mellom marine- og morene avsetninger. Fundament 5-6 fundamenteres i morenematerialer. Det bli antatt at morenematerialer eller berg er rekket snart under fundament 4

Det er utført 6 beregninger i 2 kritiske snitt. Snitt 1 (profil 1) gå gjennom fundament 1 (Figur 2-1) og representerer fundament 1-3 og snitt 2 (profil 2), som gå gjennom fundament 5 (Figur 2-1), er representativ for fundament 4-6. Snitter er tegnet på grunnlag av eksisterende boringer, topografi som vist i høydedata.no og kvartergeologi. Topografien er tegnet på en forenklet måte og orienterer seg på slående terrengpunkter som bratte helninger eller skråninger. Generelt er det tolket å være morene over berg i øvre delen. Lenger ned er det antatt å være sammen grunnforhold som beskrevet i områdestabilitetsrapport for trafostasjonen (ref. [2]). Det kan bli antatt at grunnforholdet er homogent over hele området.

Beregningene inneholder dagens situasjon, anleggsfase og prosjektert fundamenter. (Vedlegg B)

4.4.3 Resultater

Stabilitet er beregnet ved to kritiske snitt. Snitt 1 (profil 1) inneholder fundamentposisjoner 1-3 som ligger i delområde A og snitt 2 (profil 2) inneholder fundamentposisjoner 4-6 som ligger i delområde B. Delområde B er ikke utsatt for områdeskred, siden master skal fundamenteres på morene/fjell, men er vist fortsatt for å få en komplett oversikt om prosjektområdet.

- Snitt 1 (profil 1): tilfredsstillende sikkerhet uten stabiliserende tiltak
- Snitt 2 (profil 2): tilfredsstillende sikkerhet uten stabiliserende tiltak

Oppsummering av resultater gitt i Tabell 3 og i vedlegg B. Utskrift fra beregningene presenteres i tegning 201-206.

Tabell 3: Resultater fra stabilitetsberegninger som framstilt i tegninger

Situasjon	Tegningsnummer	Sikkerhetsfaktor i udrenert analyse, F_{cu}	Sikkerhetsfaktor i drenertanalyse, $F_{c\phi}$
(1) Eksisterende terreng (Profil 1)	201	1,87	2,93
(2) Anleggsfase graving (Profil 1)	202	2,55 / 1,87	1,79 / 2,93
(3) Prosjektet terreng (Profil 1)	203	1,84	2,93
(4) Eksisterende terreng (Profil 2)	204	3,67	3,67
(5) Anleggsfase graving (Profil 2)	205	1,83 / 3,42	1,83 / 3,42
(6) Prosjektet terreng (Profil 2)	206	8,08 / 3,64	8,07 / 3,64

5 Rekkefølgebestemmelse

Rekkefølgen gjelder alle fundamentposisjoner. *Det er opp til oppdragsgiver/entreprenør å velge hvilket fundament skal bygges først. Ved etablering av gropene og fundamentene er det følgende viktig:*

1. *Ved utgraving skal gravemaskinen ikke stå på oversiden av byggegrop. Under det sandige toplag viser CPTu-en og prøvemateriale en middels fast leire og graving ned til 4 m er gjennomførbar. Det må ivaretas en skråningshelning ikke brattere enn 1:1,5 og en lastfri stripe på 2 meter.*
2. *Fyllmasser skal deponeres nedenfor eller ved siden av groper (ikke ovenfor).*
3. *Rekkefølge for fundamentetablering er valgfri.*

Når grunnvannstilstrømning destabilisere skråningen, må det umiddelbart gjenfylles.

6 Konklusjon

Planlagt fundamentene skal tilfredsstille krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger i TEK 17 og NVEs veileder «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

Det konkluderes med at planlagt fundamentene tilfredsstilles krav 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 etablering av ledningsfundamenter, som er beskrevet i denne rapporten, kan kravene i NVEs veileder nr. 1/2019 sies å være fortsatt 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] N. N. AS, «Fauske transformatorstasjon Områdestabilitetsvurdering,» 2024.
- [3] NVE, «ISSN: 1501-0678, Veileder Nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [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».
- [8] «NS-EN 1990:2002+NA:2008 + A1:2005 + NA:2016: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner».