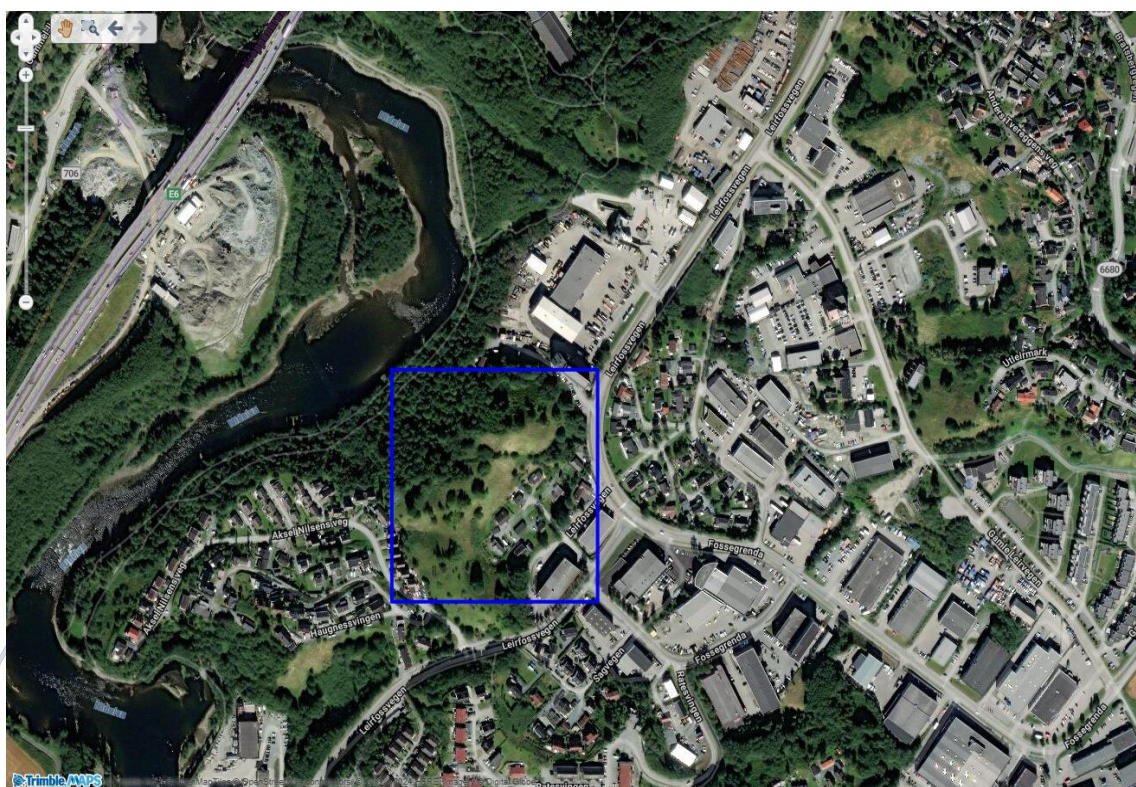




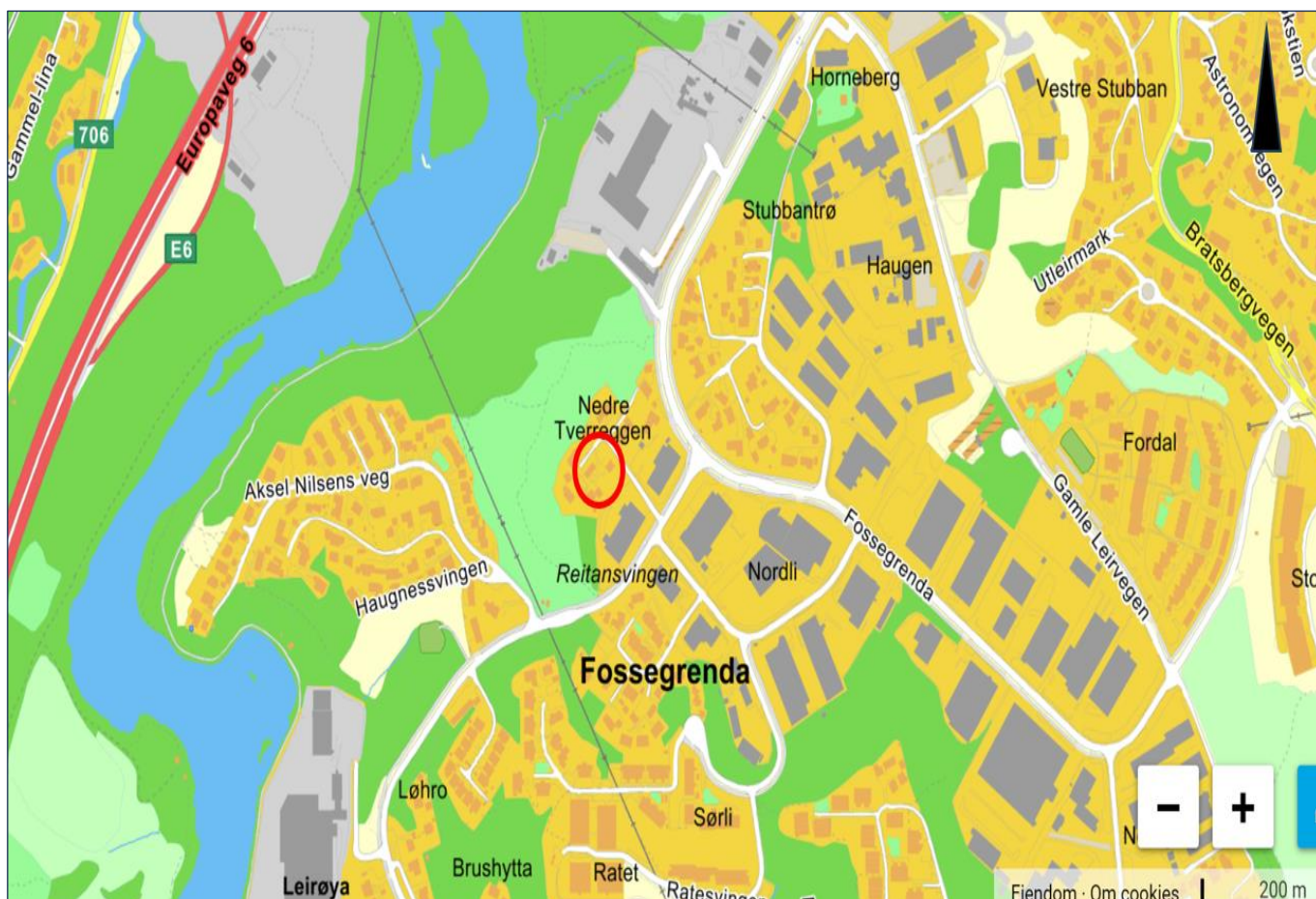
24.09.2024

GEOTEKNIKK

Geoteknisk områdestabilitetsvurdering
Leirfossvegen 43, 5001 Trondheim
Trondheim kommune



Rapport nr.: RIG-2023-285-GS	OMRÅDESTABILITETS VURDERING IHT. NVE 1-2019		
Oppdrag/emne	Bolig utbygging		
Oppdragsgiver	Fossegrenda Bolig AS		
Gnr/bnr.	93/1		
Adresse:	Leirfossvegen 43, 5001 Trondheim		
Ansvarlig foretak:	Geoteknikk AS		
Utarbeidet av:	Tesfaye K. Tilahun Siv. Ing./M.Sc. Geoteknikk	Sign.	
Godkjent av:	Hans Petter Bøckmann Senior Geoteknikker	Sign.	
Tlf. Geoteknikk AS	(+47) 69 33 33 00		
E-post	hpb@geoteknikk1.no : Hans Petter Bøckmann (Senior Ing.)		
Dato_ Første rapport	30.11.2023		
Dato_ Revisjon	0.01 (18.10.2024)		



Figur 1: Oversiktskart over området (www.norgeskart.no). Tiltaksområdet er vist med den røde sirkelen. [1]

SAMMENDRAG

I forbindelse med planlagt utbygging på adressen angitt i figur 2, har Geoteknikk AS fått i oppdrag med å vurdere områdestabiliteten i henhold til NVEs kvikkleireveileder 1/2019.

Det stilles krav til en geoteknisk vurdering av grunnforholdene i reguleringsprosessen. I henhold til NVEs regelverk skal vurdering av skredfare skje senest på reguleringsplannivå. Denne rapporten er utført etter NVEs oppdaterte kvikkleireveileder 1/2019.

Tiltaksområdet ligger i eksisterende faresone «*Leira nordre 199*» og tiltaket ligger også rett ved siden av en skråning som ligger innenfor kartlagt kvikkleiresone "Tverreggen 197" med faregrad "middels" og risikoklasse 4.

Geoteknikk AS er enig i vurderingene som er gjort i utredningen av faresonene på området og disse vurderer gjeldende for planlagt utbygging på eiendommen.

I forbindelse med det planlagte utbygging på eiendommen, ble det utført feltundersøkelser dvs. totalsonderinger og laboratorieundersøkelser på stedet av Geoteknikk AS. Ifølge utførte feltundersøkelser er det ikke identifisert kvikk/sprøbrudd leire med alle utførte undersøkelser på området.

På grunn av at planlagte bygninger ikke skal etableres med kjeller, vurderes tiltaket til å ligge utenfor influensområde av skråningen. Ifølge tidligere utførte stabilitetsberegninger, ble det oppnådd en sikkerhetsfaktor som oppfyller kravet for et tiltak som ligger utenfor influensområdet til en skråning: ($F_{cu} > 1.20$ og $F_{a-fi} > 1.25$) [2].

Med grunnlag i analysen av områdets topografi, grunnforhold og det planlagte tiltaket, vurderes det i denne rapport til at det ikke er reell fare for områdestabilitet/skred på planområdet. Det anses dermed at kravet i TEK17 §7-3 «Sikkerhet mot skred» er ivaretatt for planområdet.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	5
1.1 Bakgrunn for prosjektet.....	5
1.2 Tiltakskategori	6
1.3 Hvilke steg i prosedyren i NVE 1/2019 som er aktuelle	6
2 Regelverk og krav	7
2.1 Plan og bygningsloven, pbl § 28-1	7
2.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3.....	7
2.3 Sikkerhetskrav for planlagt tiltak avhengig av tiltakskategori og soner faregrad	7
3. Grunnlag og identifikasjon av skråninger med potensielt løsneområde	8
3.1 Topografi.....	8
3.2 Kvartærgeologiske kart og marin grense.....	8
4. Vurdering av områdestabilitet	10
4.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	11
4.2 Avgrens områder med marin leire.....	11
4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	11
4.4 Bestem tiltakskategori.....	11
4.5 Gjennomgang og identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde.....	11
4.6 Befaring.....	14
4.7 Gjennomfør grunnundersøkelser	14
4.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	14
4.9 Klassifiser av faresone	15
4.10. Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	15
5. Konklusjon	16
6. Referanser	16
7. Vedlegg:	17

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med planlagt utbygging av to stk 4-mannsboliger uten kjeller på Gnr./Bnr. 91/1, Leirfossvegen 43 i Trondheim kommune [3], har Geoteknikk AS fått i oppdrag med å vurdere områdestabiliteten i henhold til NVEs kvikkleireveileder 1/2019.

Ifølge regelverket må områdestabiliteten utredes i arealplaner og byggesaker for områder under marin grense, og iht. TEK 17 [4] skal dette gjøres iht. NVE veileder 1/2019[5]. Formålet med denne rapporten er å presentere utredning for området iht. NVE 1/2019 og forhold som er nødvendige å ivareta i videre prosjektering.

Denne stabilitetsvurderingsrapporten er gjort basert på:

- NGU løsmasse kart (www.ngu.no) [6]
- NVE kvikkleiresone kart(www.skrednett.no) [7]
- Utført feltundersøkelser og datarapport av Geoteknikk AS datert_24.10.2023
- (www.hoydedata.no) [8], befaring og andre geotekniske relaterte opplysninger.



Figur 2: Oversikt over planlagt byggeområdet. (www.norgeskart.no) [3].

1.2 Tiltakskategori

Tiltakskategori (iht. NVE veileder 1/2019, tabell 1) vurderes innledningsvis å være **K4**. Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter.

Tabell.1 Oversikt tiltakskategori med eksempler tilhørende type tiltak iht. NVEs veileder 1/2019, tabell 3.2. [5]

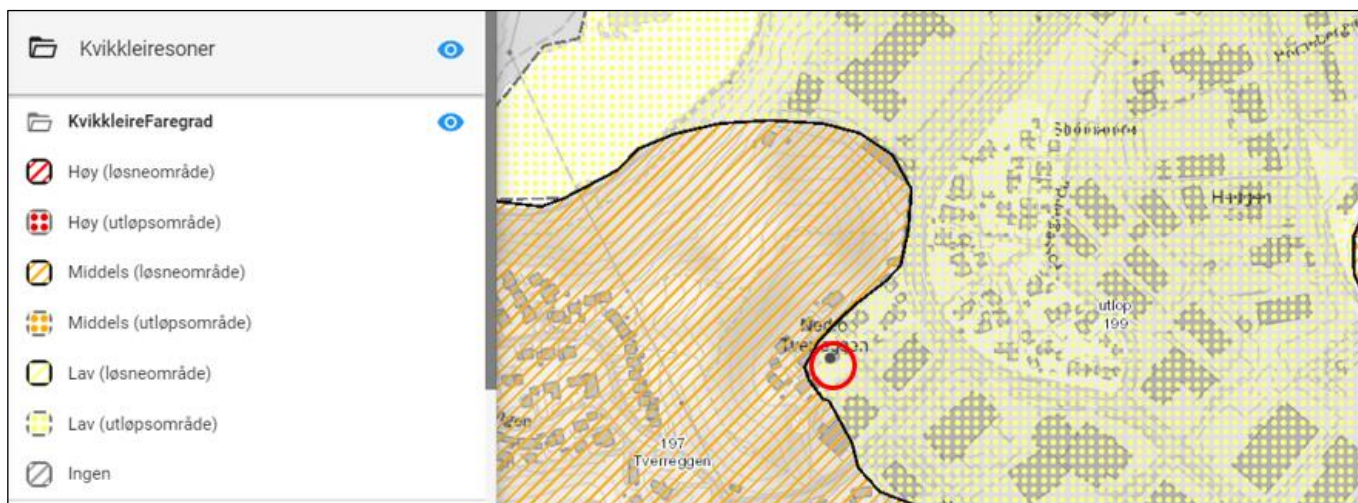
Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrengingrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale vegger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

1.3 Hvilke steg i prosedyren i NVE 1/2019 som er aktuelle

NVEs kvikkleirekart [9] viser at det planlagte byggeområde ligger innenfor tidligere kartlagt utløpsområde «199 Leira nordre». Denne sonen er angitt som et utløpsområde med lav faregrad og risikoklasse 3.

Ut fra NVE-kartet er denne sonen et resultat av den tidligere kartlagte løsneområde som ligger vest for planområdet.

Generelt, ifølge NVE 1/2019 veileder, ettersom planlagt tiltak ligger innenfor registrert kvikkleiresone fortsetter prosedyren fra steg 4 [5].



Figur 3. Faresonekart for kvikkleire rundt tiltaksstedet [5].

2 Regelverk og krav

2.1 Plan og bygningsloven, pbl § 28-1

Følgende er beskrevet i PBL § 28-1 (bygningsloven, 2008):

Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

For grunn som ikke er tilstrekkelig sikker, skal kommunen om nødvendig nedlegge forbud mot opprettelse eller endring av eiendom eller oppføring av byggverk, eller stille særlige krav til byggegrunn, bebyggelse og uteareal.

Departementet kan gi nærmere forskrifter om sikkerhetsnivå og krav til undersøkelser, sikringstiltak for person eller eiendom, dokumentasjon av tiltaket og særskilte sikringstiltak.

2.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3

Følgende er beskrevet i TEK17 § 7-3 (17, 2017a):

- 1) Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.
- 2) For byggverk i skredfareområde skal det fastsettes sikkerhetsklasse for skred etter tabellen under. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskride.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

For områder med fare for kvikkleireskred skal det fastsettes et tilsvarende sikkerhetsnivå.

- 3) Sikkerhetsklasse S1 omfatter også følgende tiltak der tiltaket har liten konsekvens for personsikkerhet og ikke omfatter etablering av ny bruksenhet:
 - a. Ett tilbygg, ett påbygg eller under bygging inntil 50 m² BRA i byggverkets levetid
 - b. Bruksendring og ombygging inntil 50 m² BRA.

Tredje ledd omfatter ikke tiltak som fører til etablering av virksomhet som inngår i § 7-3 første ledd. Tredje ledd omfatter ikke tiltak som ligger innenfor områder med fare for kvikkleireskred.

Følgende er en liste over regelverk, veiledere og standarder som ligger til grunn for geoteknisk vurdering av

Områdestabilitet. Forskrifter:

- TEK 17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger[4]
- TEK 17 §10-2 Konstruksjonssikkerhet[4]
- SAK 10 Byggesaksforskriften[4]

Håndbøker og veiledninger:

- Vegvesenets håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging.[10]
- NVE Veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred.[5]

2.3 Sikkerhetskrav for planlagt tiltak avhengig av tiltakskategori og sones faregrad

Det pålegges ingen tiltak.

3. Grunnlag og identifikasjon av skråninger med potensielt løснеområde

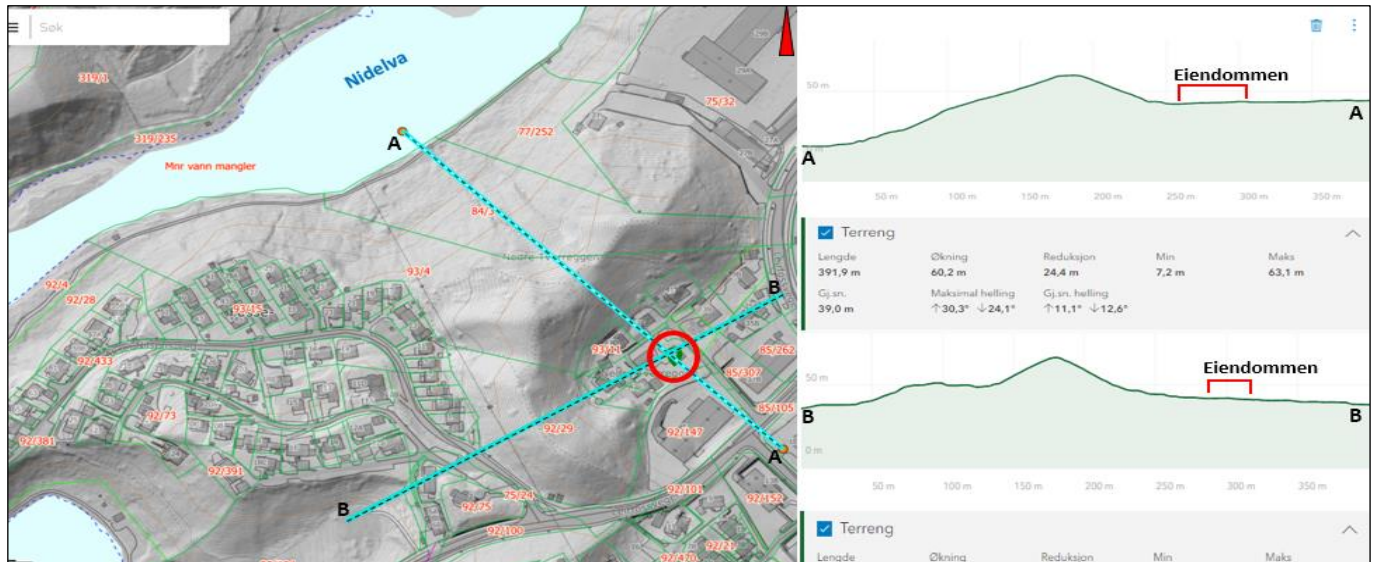
3.1 Topografi

Det aktuelle undersøkte område ligger på relativt flatt terreng på kote ca. 42 moh.

Nordvest og sørvest for eiendommen, stiger terrenget opp til forskjellige kote fra 62 til 69 moh etterfulgt av fallende terreng til kote på ca 8moh mot Nidelva[8].

Området rundt tiltaksstedet er hovedsakelig et boligområde og i noen grad mot øst og nord er det noen industribygg.

Se figuren under for oversikt over området og omkring.



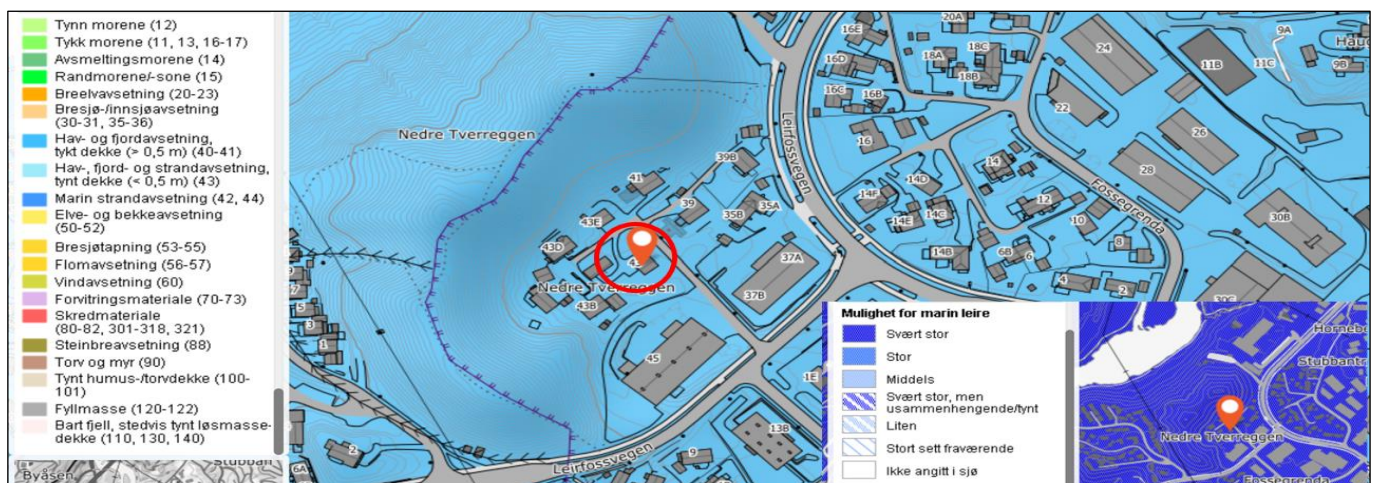
Figur 4: Oversikt over topografien med profiler gjennom den planlagte eiendommen.(www.hoydedata.no)[8]

3.2 Kvartærgeologiske kart og marin grense

NGUs kvartærgeologiske kart indikerer at tiltaksområdet ligger hovedsakelig innenfor et område med hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet. Sammenhengende, finkornet marin avsetning med mektighet opp til mange ti-talls meter. Avsetningstypen kan også omfattes kredmasser fra kvikkleireskred, ofte angitt med tilleggssymbol. Se figuren under for oversikt over området.[6]

Marin grense i området er ca. 180 moh. og tiltaksområdet ligger i et område med svart stor mulighet for marin leire.

Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun begrenset omfang av fysiske undersøkelser. For mer informasjon vises det til: www.ngu.no.



Figur 3: Kvartærgeologisk kart, fra NGUs kart. Tiltaksområdet er avgrenset omtrentlig med den røde sirkelen.[6]

3.3 Grunnforhold og oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er tolket og oppsummert følgende lagdeling basert på tolkningen av gjennomførte totalsonderinger på eiendommen. (Se utført datarapport av Geoteknikk AS datert 20.10.2023 for mer oversikt over tolkningen).

Borhull	X	Y	Z	Metode	Stopp	Løsm
1	7029708.380	569713.535	41.408	Total	90	19.80
2	7029696.671	569727.986	41.692	Total	91	11.77
3	7029705.216	569741.203	41.952	Total	91	15.80
4	7029723.998	569720.455	40.986	Total	90	19.75

Figur 6. Utførte feltundersøkelser på området.

Generelt må det sies å være like grunnforhold over området. I henhold til utførte totalsonderinger på området, antas

løsmassene å bestå av 0,5 til 1m med jord masser over middels fast til fast siltig sandig leirmasser med noen innslag av grus til forskjellige dybder ca 20m under terreng.

På borpunkt 2, borpunkt 3 og borpunkt 4, ble det brukt økt rotasjon fra dybde på ca 7,5 til 20m for å komme seg gjennom laget.

Alle utførte totalsonderinger ble avsluttet på antatt faste masser i dybder 12m til 20m under terreng. Fjell er ikke påtruffet i sonderingene til dybde på ca. 20m under terreng. Se utført datarapport av Geoteknikk AS datert 20.10.2023 for mer oversikt over tolkning og lagdeling.

I henhold til laboratorieresultater, er plastisiteten (I_p) 11,8 til 20,3. Iht. betegnelsen av plastisitet[10] er massene middels plastisk.

Ut ifra enaks og konusforsøket, er skjærstyrken registrert til å være varierende i forskjellige dybder mellom 34kPa til 196kPa i dybde fra 2 til 6m under terreng. Sensitiviteten er mellom 2 til 4 som til hører lite sensitiv leiretype.

Iht. betegnelsen av leire[10] ut fra udrenert skjærstyrke og sensitivitet, er massene tilhørende hovedsakelig middel fast til fast leiretype. Romvekten til påviste masser er ca. 20kN/m³.

Multiconsult laboratoriet utfører sine undersøkelser etter ISO 17892-6. Ifølge NVEs kvikkleireveileder 1/2019[5], skal omrørt skjærstyrke > 1,27kPa som vurderes ikke som kvikk/sprøbruddleire.

Se figuren under for oversikt over utførte laboratorieundersøkelsene.

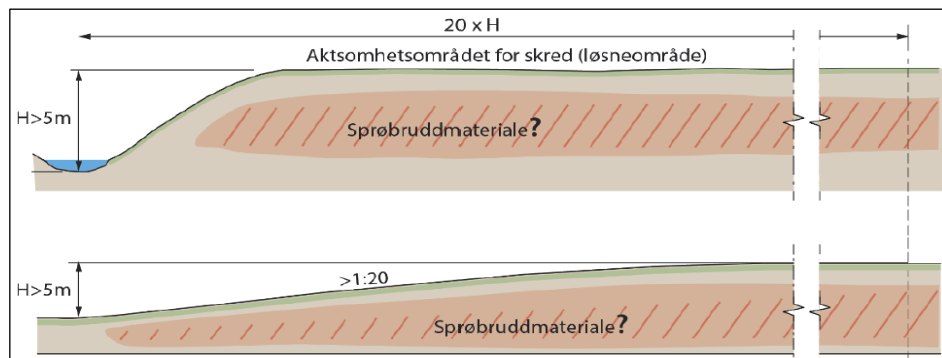
Borpunkt:	1														
Beskrivelse	Dybdeintervall	Dybde	Vanninnhold	Densitet	Korn-densitet	Glødetap	Utrullingsgrense	Flytegrense	Plastisitetsindeks	Bruddtøyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
	z [m]	w [%]	ρ [g/cm ³]	ρ_s [g/cm ³]	Org. [%]	w_p	w_l [%]	I_p	ϵ_r [%]	C_{uc} [kPa]	C_{uc} [kPa]	C_{uc} [kPa]	S_r		
LEIRE, siltig forvitret	2,0-3,0	2,15	27,1									87,2	21,80	4	
		2,30	28,3	2,05						15	73,3				
		2,45	33,6				22,7	43,0	20,3			31,4	12,26	3	
		-													
LEIRE, siltig enk. sandlag	3,0-4,0	3,20	22,0									196,2	87,20	2	
		3,40	20,9	2,14						15	34,0				
		3,60	24,2				19,9	31,7	11,8			87,2	31,39	3	
		-													
LEIRE, siltig	5,0-6,0	5,15	21,8									74,3	28,47	3	
		5,30	21,4	2,13						15	108,4				
		5,45	22,9				19,9	32,0	12,1			155,0	87,20	2	
		-													

Figur 7. Utførte feltundersøkelser på området.

4. Vurdering av områdestabilitet

NVEs kvikkleireveileder 1/2019, gir føringer på hvordan et tiltak kan planlegges og bygges, slik at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan ivaretas[5].

For at et tiltak skal være utsatt for et områdeskred, må betingelser som topografi og kvikk- eller sprøbruddleire være til stede. Terrengekriteriet som legges til grunn for avgrensning av mulig aktsomhetsområde for løsneområde, er enten total skråningshøyde over 5 meter, eller jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter. Se figuren under for oversikt over illustrasjonen.



Figur 8: Illustrasjon over terrengekriteriene for aktsomhetsområde for skred (Kilde: NVE kvikkleireveileder 1/2019). [5]

Teoretisk utløpsområdet er definert som tre ganger løsneområdet lengde, kartlagt faresone, eller kartlagt utløpsone. I veilederen er det laget en egen prosedyre for utredning av områdeskredfare, vist i tabellen under. Videre vurdering av områdestabilitet i denne vurderingsrapport, følger prosedyren gitt i kvikkleireveilederen 1/2019.

Tabell 2: Prosedyre for utredning av områdeskredfare iht. NVE Veileder 1/2019. [5]

Pkt.	Prosedyre for utredning av områdeskredfare	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.	Tiltaksområdet ligger innen tidligere definerte utløpsområde «Leira nordre 199» og flere kartlagt faresoner er synlig rundt tiltaksområdet. Iht. NVE 01/2019 veileder, dersom planlagt tiltak ligger innenfor registrert faresone (kvikkleiresone) fortsettes prosedyren fra steg 4.
2	Avgrens områder med mulig marin leire.	Se pkt. 4.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskredfare.	Se pkt. 4.
4	Bestem tiltakskategori.	Tiltak som medfører tilflytting av personer med mer en to boenheter satt K4.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde.	Tiltaket ligger i tidligere kartlagt ne «Leira nordre 199» og på flere faresoner er synlig rundt tiltaksområdet. Se kapittel 4.1 og kapittel 4.5 for oversikt over identifikasjon av kritiske skråninger og tidligere kartlagte mulig løsneområde.
6	Befaring.	Tiltaksområdet ble befart av Geoteknikk AS, samt har fått utført grunnundersøkelser på området.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser.	Norsk Grunnboring AS har utført grunnundersøkelser på området. Se utarbeidet datarapport av Geoteknikk AS.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og Utløpsområder.	Tiltaket ligger i tidligere kartlagt faresone «utløp 199».[11] Retrogressiv skred, løsne- og utløpsområdet er tidligere definert.
9	Klassifiser faresoner.	Ikke nødvendig på dette tidspunktet. Tidligere vurdering anses som uendret og området er klassifisert.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet.	Stabilitetsberegning av området er dokumentert med tilfredsstillende resultat.

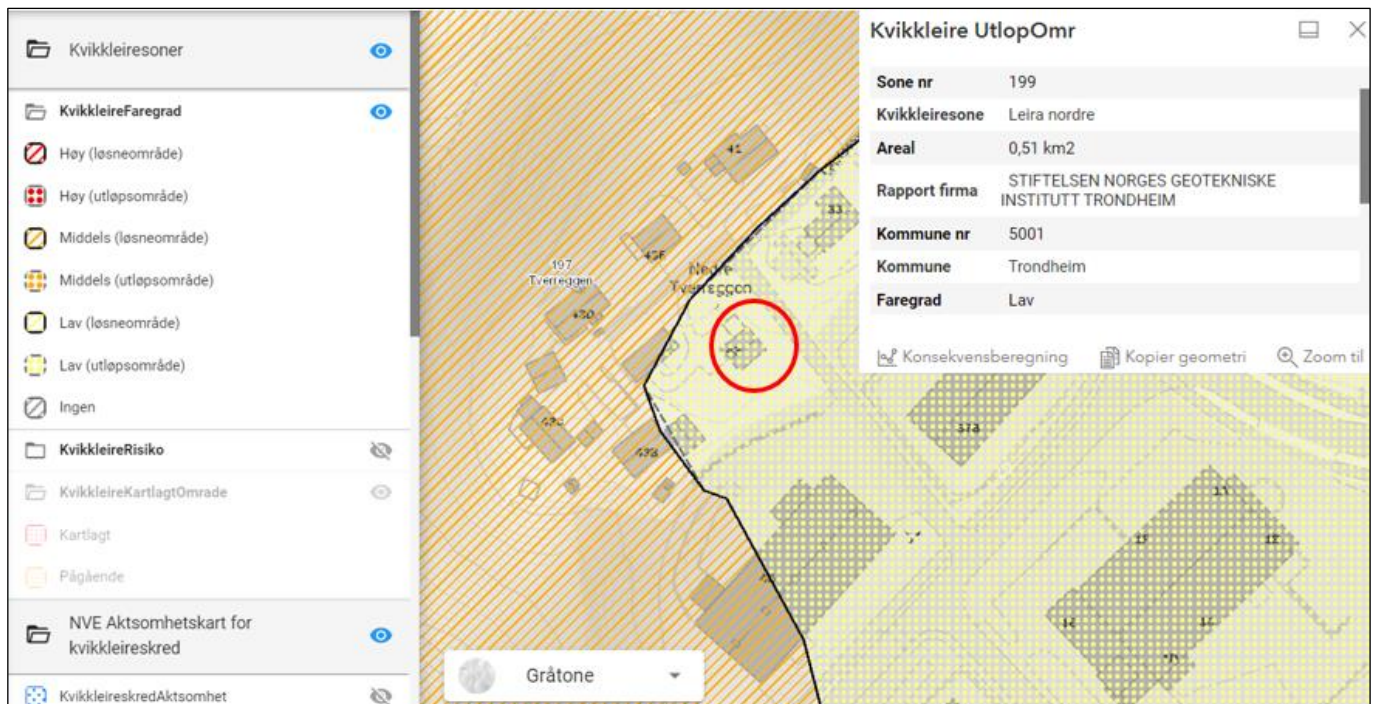
Vurderingene for de aktuelle punktene i prosedyren beskrives nærmere i underliggende avsnitt.

4.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området

NVEs kvikkleirekart [9] viser at tiltaksområdet ligger innen tidligere definerte utløpsområdet «199 Leira nordre». Denne sonen er angitt som et utløpsområde med lav faregrad og risikoklasse 3.

Tiltaket er også ligger rett ved siden av en skråning som ligger innenfor kartlagt kvikkleiresone «Tverreggen 197» med faregrad middels og risikoklasse 4.

Figuren under viser kart med registrerte skredhendelser/fareområder på området.



Figur 9: NVEs kvikkleirekart. [9]

4.2 Avgrens områder med marin leire

Planområdet ligger innenfor en kartlagt kvikkleire faresone og er allerede vurdert. Områder i Figur 5 er markert som hav- og fjordavsetning med svar stor mulighet for marin leire.

4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Tiltaksområdet ligger i en allerede kartlagt faresone (Figur 7). Sone Leira ble utredet av NGI på oppdrag av NVE i 2014. Det ble utført supplerende grunnundersøkelser og beregninger av områdestabilitet for sona.

Rapporten vart revidert i 2015, og det anbefales å dele den opphævelege sona, sone 199 Leira i to nye soner: Leira Søndre og Leira Nordre. Dette vart utført av NVE i juli 2018, og risikoevaluering ble i samtidig oppdatert basert på NGI rapport nr. 20120099-03-R. Utløpsområdet ble kartlagt i NGIs notat 20190224-02-TN [12]. Det vurderes til at området som er inkludert i faresonen er riktig og akseptabelt.

4.4 Bestem tiltakskategori

Tiltak som medfører tilflytting av personer med mer en to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi: Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter settes til k4. [5]

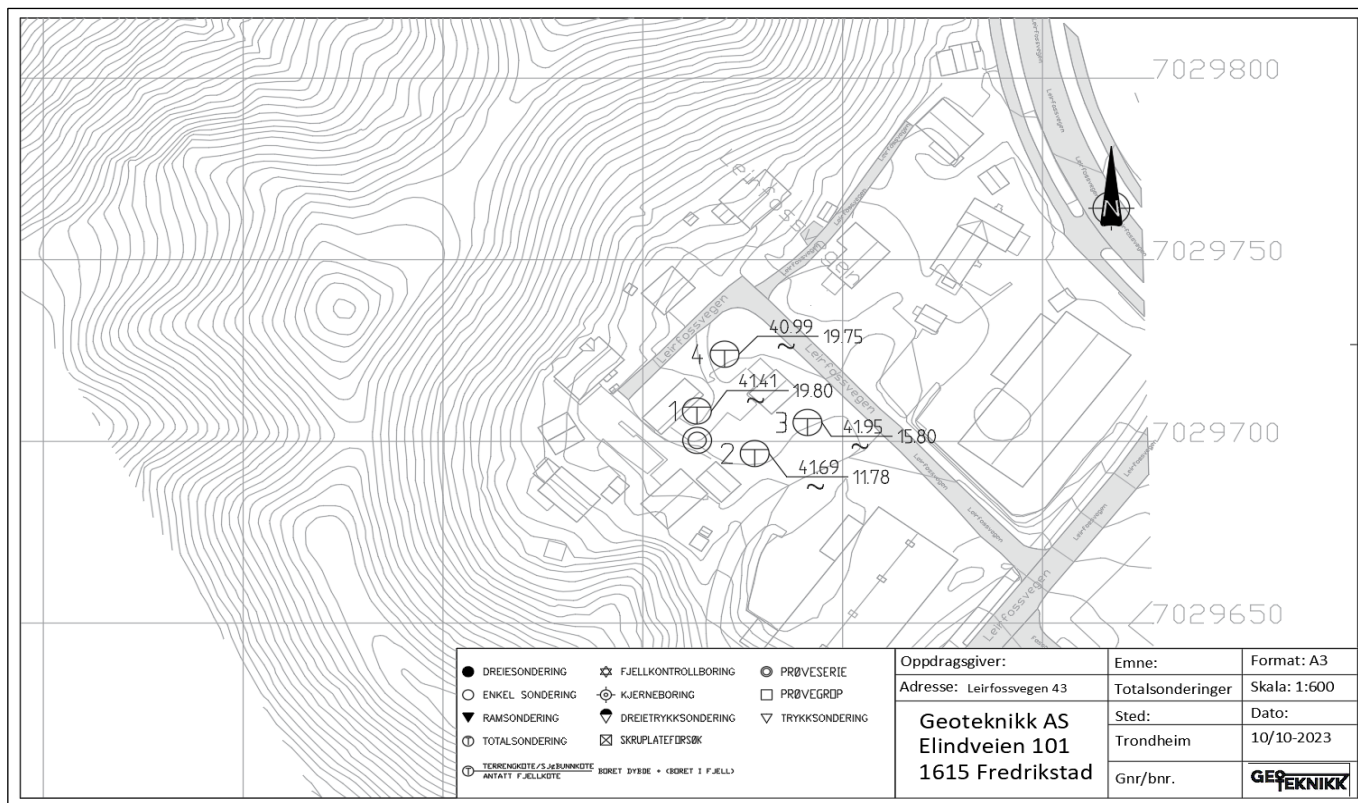
4.5 Gjennomgang og identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Store høydeforskjeller finnes mot nordvest og sørvest for tomten. Det er utført terrengeanalyse av området. Se kapittel 3.1, 4.5 og 4.6 for detaljert beskrivelse av området.

Tiltaket ligger i tidligere kartlagt faresone «Leira nordre 199» [11]. Det vurderes til at området som er inkludert i faresonen er riktig og akseptabelt. [11], [12], [13]

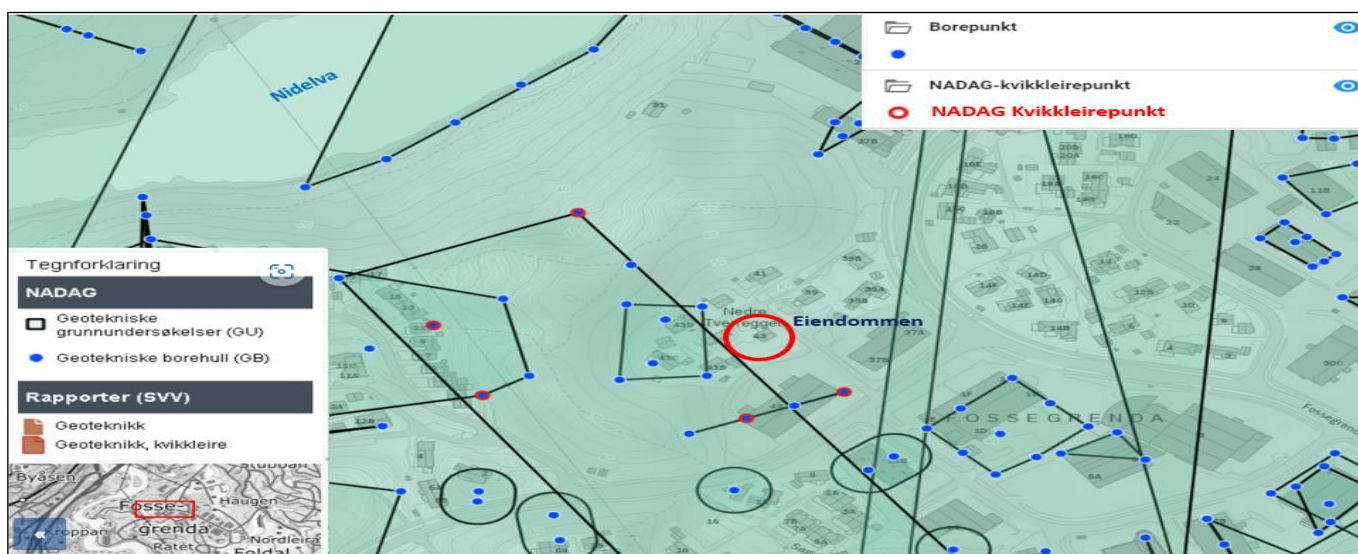
I tillegg til tidligere utførte feltundersøkelsene på området, har Geoteknikk AS også utført nye undersøkelser på eiendommen. Med den utførte undersøkelsen, ble det ikke påvist kvikk/sprøbrudd leire i området.

Figur 7 nedenfor viser utført feltundersøkelsene av Geoteknikk AS ifm. planlagt prosjekt på eiendommen. Alle utførte totalsonderingene ble avsluttet på antatt faste masser i dybder 12m til 20m under terreng. Fjell er ikke påtruffet i sonderingene til dybde på ca. 20m under terreng.



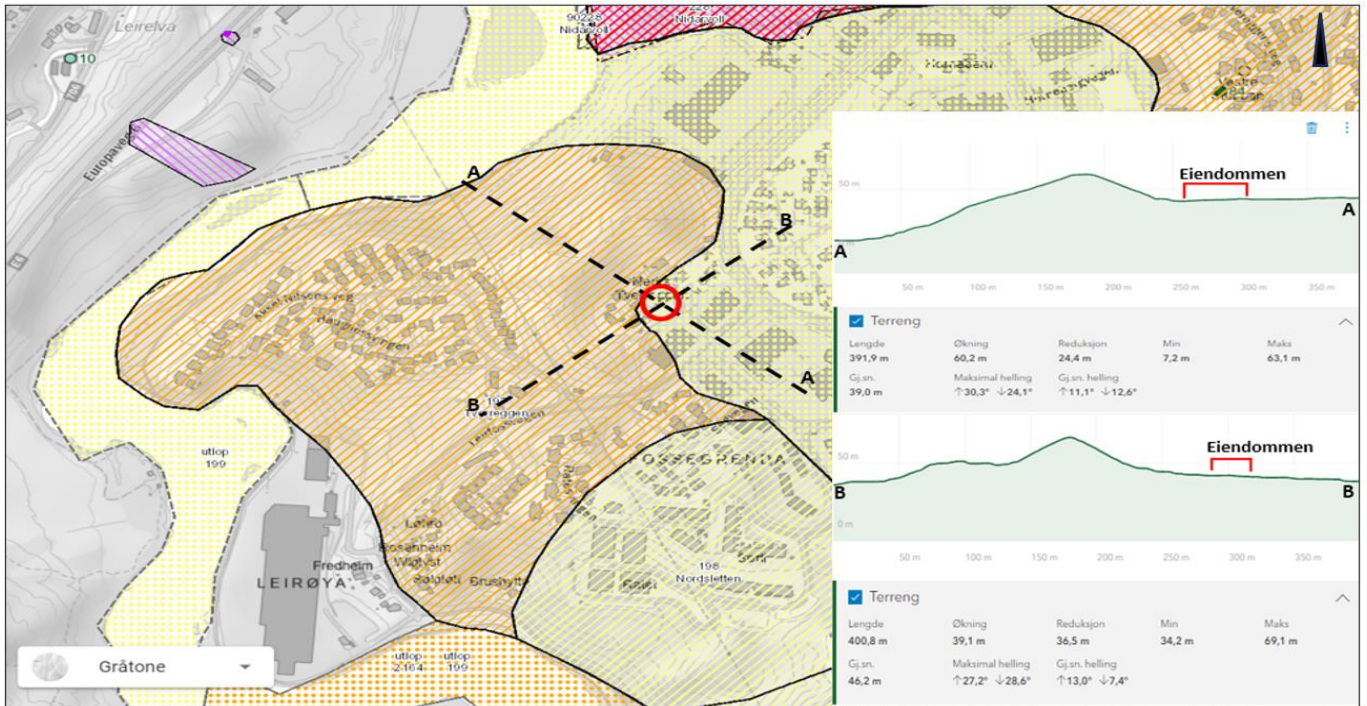
Figur 10. Utklipp fra datarapporten utført av Geoteknikk AS.

I forbindelse med faresoneutredningene er det gjort flere grunnundersøkelser på området. Utklipp figuren under fra NADAG database som viser tilgjengelige grunnundersøkelser på området og flere kvikkleirepunkter er påvist med utført feltundersøkelser på området som bekrefter at tidligere avgrensning av sonen som skredfasesone er riktig og akseptabelt.[11], [14]



Figur 11. Utklipp fra NADAG database. (Kilde: www.nadag.no).[14]

Det er tidligere valgt ut kritisk snitt hvor det er utført stabilitetsberegninger av Trondheim kommune (Figur 12).



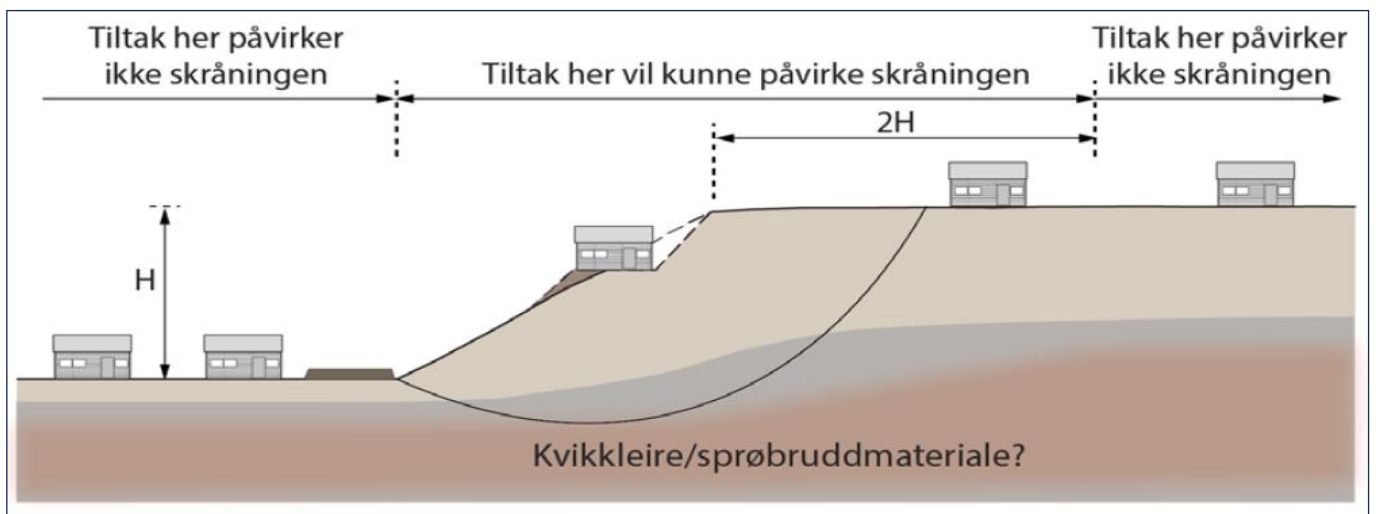
Figur 12. Kritiske profiler hvor det er utførte stabilitetsberegninger gjort av Trondheim kommune. Tiltaksområdet er markert med den røde sirkelen.

Iht. utførte terrenganalyser av området og tiltaket, ligger den planlagte eiendommen foran foten av skråningen. Iht. NVE veileder 01/2019, hvis tiltaket ligger foran foten (i utløpsområdet) av skråningen, ligger skråningen utenfor influensområdet til tiltaket dersom stabiliteten ikke forverres pga. f.eks. graving eller peleramming.

Kravene til sikkerhet kan differensieres avhengig av hvor tiltaket ligger i faresonen. Bakgrunnen for at veilederen åpner for denne differensieringen er arbeidet som ble gjort i forbindelse med NIFS rapport 15/2016. Rapporten anbefaler at en skråning vurderes som upåvirket av tiltaket så lenge det ikke bygges i eller nær skråningen, det vil si at skråningen ligger utenfor influensområdet til tiltaket.

Skråningens sikkerhet kan da vurderes på grunnlag av langtidsstabilitet, samt robusthet mot mindre uforutsette spenningsendringer. Hvis tiltaket ligger i skråningen eller nær skåningstopp, kan ikke dette prinsippet benyttes.

Figuren under som viser et generelt prinsipp for når en skråning kan vurderes upåvirket av tiltaket (utenfor tiltakets influensområde).



Figur 13. Terrengsnitt som viser prinsipp for når en skråning kan vurderes upåvirket av tiltaket (utenfor tiltakets influensområde).

4.6 Befaring

Området er befart av Geoteknikk AS. Basert på utført befaring på området, er det ingen synlig inngrep (i terreng) som kan ha betydning for stabiliteten av området. Det aktuelle undersøkte område ligger på relativt flatt terreng på kote ca. 42 moh. Nordvest og sørvest for eiendommen, stiger terrenget opp til forskjellige kote fra 62 til 70 moh og terrenget faller ned til kote på ca 8moh mot Nidelva[8].

Ingen erosjon eller en bekk synlig på området som påvirker det planlagte prosjektet. Området rundt tiltaksstedet er hovedsakelig et boligområde.



Figur 14: Bilder tatt ved befaring av planområdet og omgivelser.

4.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

I forbindelse med planlagt utbygging av bolighus på eiendommen, Geoteknikk AS har utført grunnundersøkelser på eiendommen. Se kapittel 3.3 for oversikt over grunnforholdene på området.

4.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Løsne og utløpsområder er vist i Figur 12. Aktuell skredmekanisme er vurdert som retrogressiv. [12], [13]. I områder hvor det er noe usikkerhet knyttet til bruddmekanisme, er retrogressiv skred lagt til grunn. ligger innen tidligere definerte utløpsområdet «199 Leira nordre». Denne sonen er angitt som et utløpsområde med lav faregrad og risikoklasse 3. Tiltaket er også ligger rett ved siden av en skråning som ligger innenfor kartlagt kvikkleiresone «Tverreggen 197» med faregrad middels og risikoklasse 4. Området er tidligere godt avgrenset og akseptabelt.

4.9 Klassifiser av faresone

Ikke nødvendig på dette tidspunktet. Tidligere vurdering anses som uendret og området er klassifisert [7].

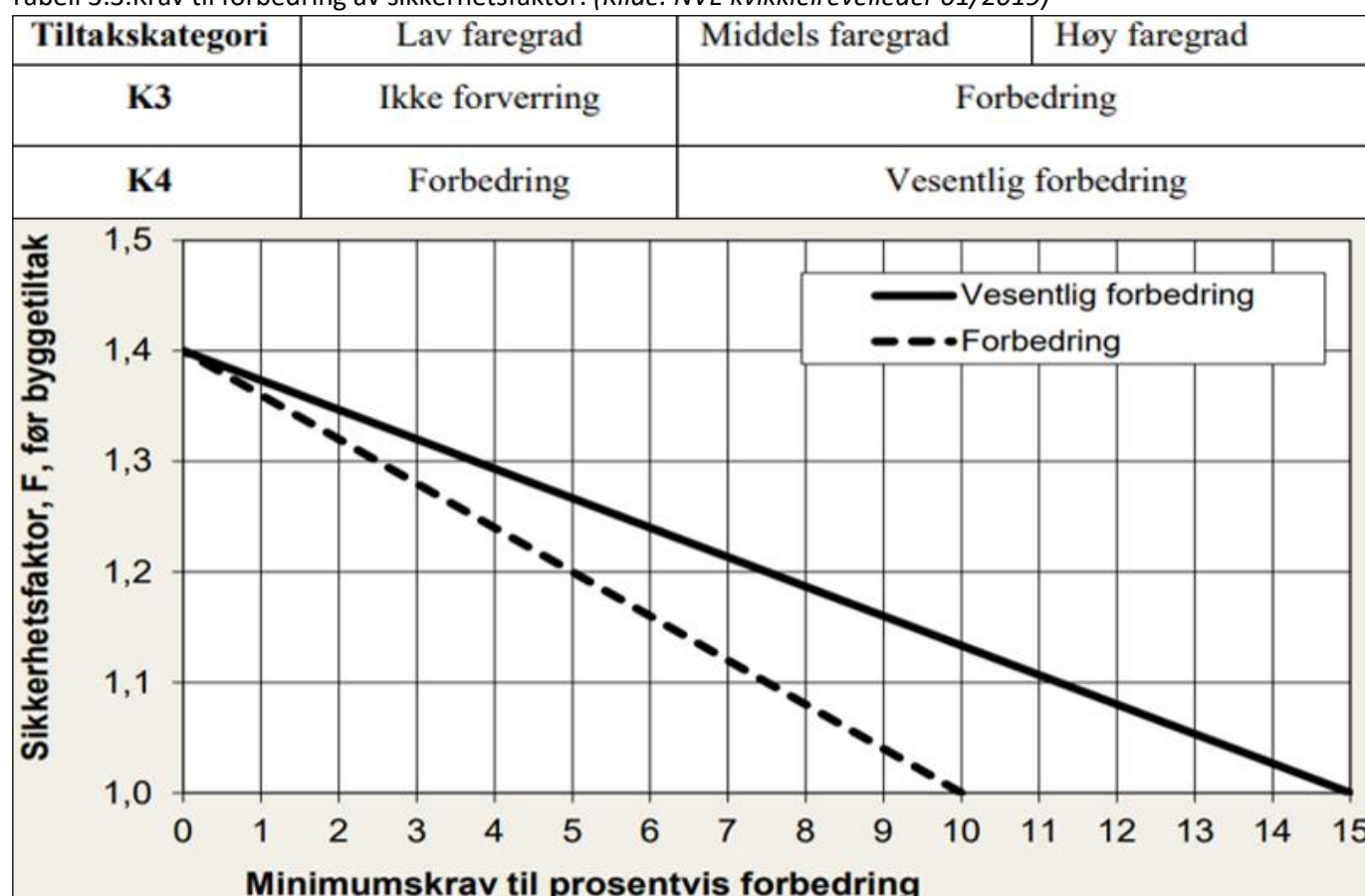
4.10. Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Sikkerheten er vurdert som tilfredsstillende etter NVE Veileder 1/2019, såfremt tiltaket ikke fører til en forverring av stabiliteten. Tiltaket er satt i tiltakskategori K4. Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4 er gitt i kapitel 3.3.6 i 1/2019 veilederen[5].

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten kreves det absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot fs = 1,61$ ($fs = 1,15$, sprøhetsforhold) og $F_{c\phi} \geq 1,25$. For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 fra veilederen. [5]

Imidlertid, dersom tiltaksstedet ligger utenfor influensområdet til skråningen, reduseres kravet til sikkerhet til $F_{cu} > 1,2$ og $F_{afi} > 1,25$. Resultatet av tidligere beregninger gjort av Trondheim kommune viser at det er oppnådd en sikkerhetsfaktor på $F_{cu} = 1,3$. Stabiliteten ansees derfor som ivaretatt for det aktuelle tiltaket.

Tabell 3.3. Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor. (Kilde. NVE kvikkleireveileder 01/2019)



Figur 15. Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, F_{cu} og $F_{c\phi}$. (NVE kvikkleireveileder 01/2019).

Krav til lokalstabilitet må ivaretas under anleggsfasen, og det skal kontrolleres at områdestabiliteten er ivaretatt under samtlige faser.

5. Konklusjon

NVEs kvikkleirekart viser at det planlagte byggeområde ligger i en allerede kartlagt faresone.

Med grunnlag i analysen av områdets topografi, grunnforhold og tidligere vurdering av området, er det ikke reell fare for områdekred på tiltaksområdet. Det anses dermed at kravet i TEK17 §7-3 «Sikkerhet mot skred» er ivaretatt og tiltaket kan derfor utføres uten særskilte tiltak med tanke på områdestabilitet.

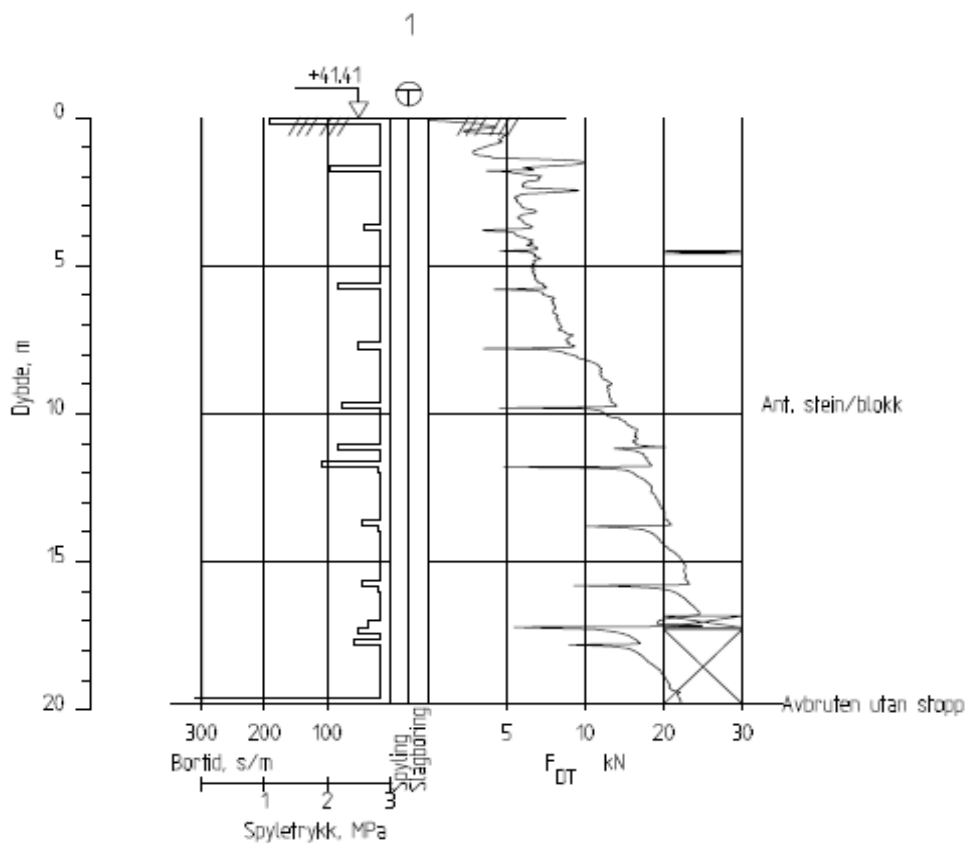
På grunn av at det planlagte bygninger ikke skal bygges med kjeller, vurderes tiltaket til å ligge utenfor influensområde til skråningen. Ifølge tidligere utførte stabilitetsberegninger av kommunen, ble det oppnådd en sikkerhetsfaktor ($F_{cu}=1,3$) som oppfyller kravet for et tiltaks som ligger utenfor influensområdet: ($F_{cu}>1.20$ og $F_{fi}>1.25$) [2].

6. Referanser

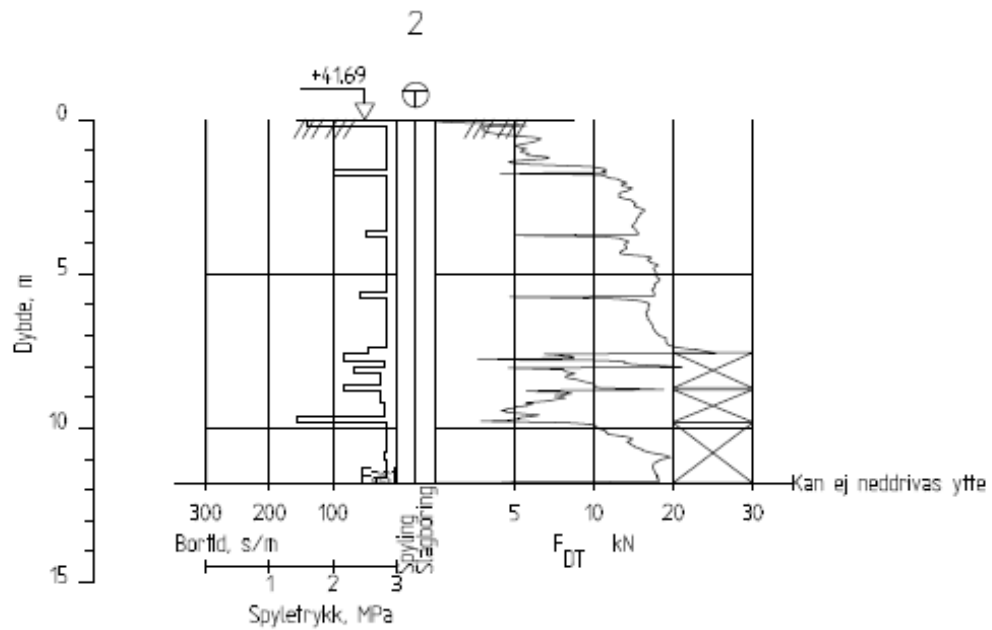
- [1] "Gule Sider® Kart." Accessed: Oct. 06, 2023. [Online]. Available: <https://kart.gulesider.no/?c=63.389270,10.395786&z=17&fs=true>
- [2] "NVEs retningslinjer 2011_02 «Flom- og skredfare i arealplaner»".
- [3] "<http://www.norgeskart.no>."
- [4] "Plan og bygningsloven, Byggeteknisk forskrift –TEK17".
- [5] "NVE veileder nr. 01/2019_Sikkerhet mot kvikkleireskred".
- [6] "Norges geologiske undersøkelse. Geologi. NGU." Accessed: Sep. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.ngu.no/>
- [7] "Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no."
- [8] "Høydedata." Accessed: Sep. 25, 2023. [Online]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- [9] "- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2020). Sikkerhet mot kvikkleireskred - Veileder nr. 1/2019."
- [10] "Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, juni 2010."
- [11] "NGI-rapport 20120099-03-R, Utredningsrapport sone Leira, datert 15.6.2015".
- [12] "Norges Geotekniske Institutt 20190224-02-TN Kvikkleiresonene 199 Leira nordre og 2164 Leira søndre - Vurdering av utløpsområder datert 11.8.2021".
- [13] "NGI-rapport 20120099-03-R, Utredningsrapport sone Leira, datert 15.6.2015".
- [14] "Nasjonal database for grunnundersøkelser NADAG." Accessed: Oct. 13, 2023. [Online]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>

7. Vedlegg:

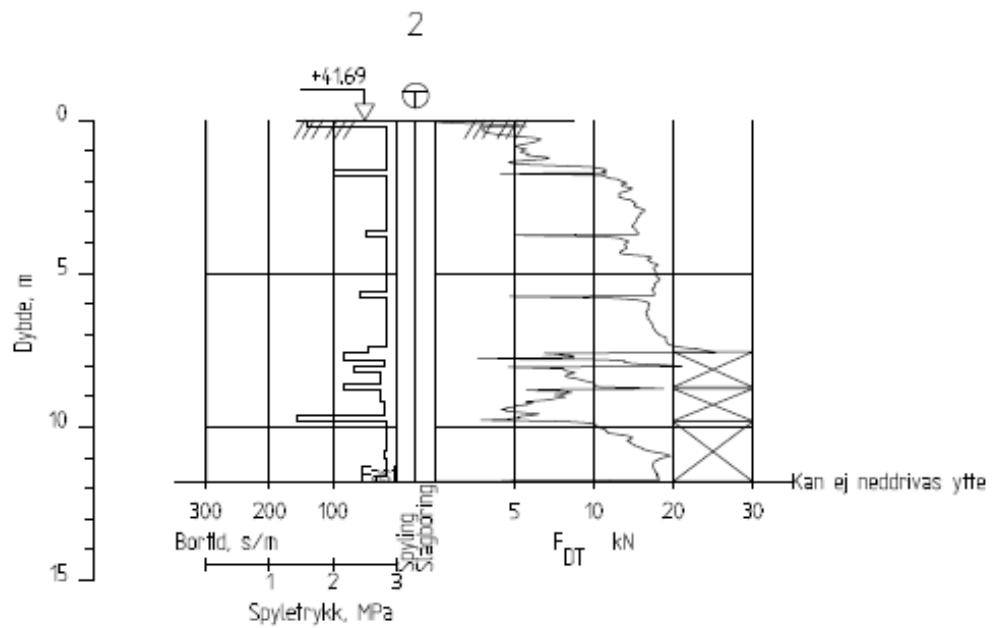
Nylige utførte feltundersøkelser på området:



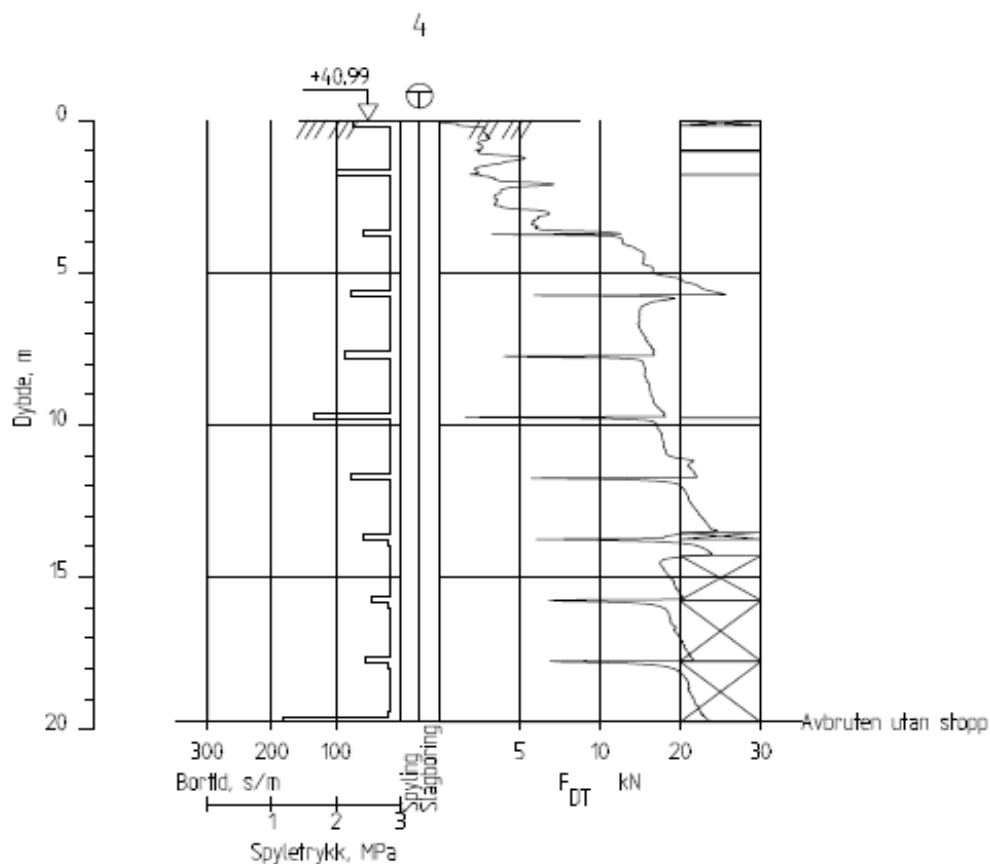
Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Leirfossvegen 43	Sted: Trondheim	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 09/10/2023
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK



Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Leirfossvegen 43	Sted: Trondheim	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 09/10/2023
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK



Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Original format: A4
Adresse: Leirfossvegen 43	Sted: Trondheim	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 09/10/2023
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:
		GEO TEKNIKK



Oppdragsgiver:	Emne: Totalsonderinger	Orginal format: A4
Adresse: Leirfossvegen 43	Sted: Trondheim	Målestokk: 1:200
Geoteknikk AS Elindveien 101 1615 Fredrikstad	Tegnet: TKT	Dato: 09/10/2023
	Kontrollert: HPB	Gnr./bnr.:

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra Geoteknikk AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag Leirfossvegen 43. Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 04.10.2023 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Norsk Grunnboring AS og prøvene ble levert til vårt laboratorium som 54 mm sylinderprøver den 21.09.2023. Multiconsult har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 05.10-06.10.2023 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	3	
Konsistensgrenser	wf/wp	3	

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892 serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for NS-EN ISO 9000 serien og NS-EN ISO/IEC 17025.

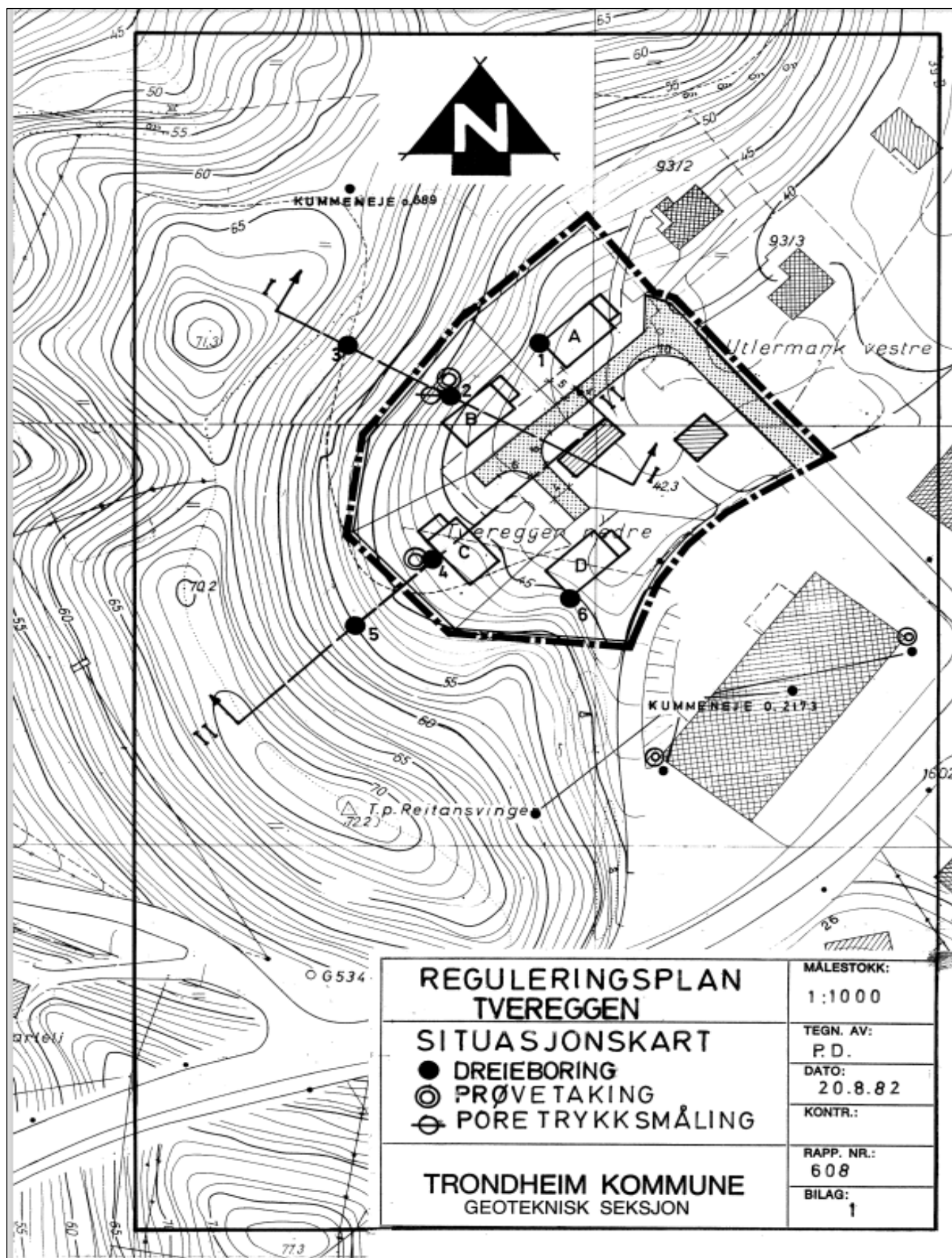
4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

4.1 Borpunkt 1

Borpunkt:	1		Dybdeintervall	Dybde	Vanninnhold	Densitet	Korn-densitet	Glødelap	Utriflings-grense	Flyte-grense	Plastisitets-indeks	Baudd-teyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk	
Beskrivelse	z [m]	w [%]	ρ [g/cm ³]	ρ_s [g/cm ³]	Org. [%]	w_p	w_l [%]	I_p	E_s [%]	C_{uac} [kPa]	C_{uc} [kPa]	C_{urc} [kPa]	S_s					
LEIRE, siltig forvitret	2,0-3,0	2,15	27,1											87,2	21,80	4		
		2,30	28,3	2,05														
		2,45	33,6				22,7	43,0	20,3		15	73,3			31,4	12,26	3	
LEIRE, siltig enk sandlag	3,0-4,0	3,20	22,0											196,2	87,20	2		
		3,40	20,9	2,14														
		3,60	24,2				19,9	31,7	11,8		15	34,0			87,2	31,39	3	
LEIRE, siltig	5,0-6,0	5,15	21,8											74,3	28,47	3		
		5,30	21,4	2,13														
		5,45	22,9				19,9	32,0	12,1		15	108,4			155,0	87,20	2	
		-																

Tidligere utførte feltundersøkelser i området og stabilitetsberegninger (NADAG database, 1982)



TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : 2 OG 4

Bilag : 5

Nivå : _____

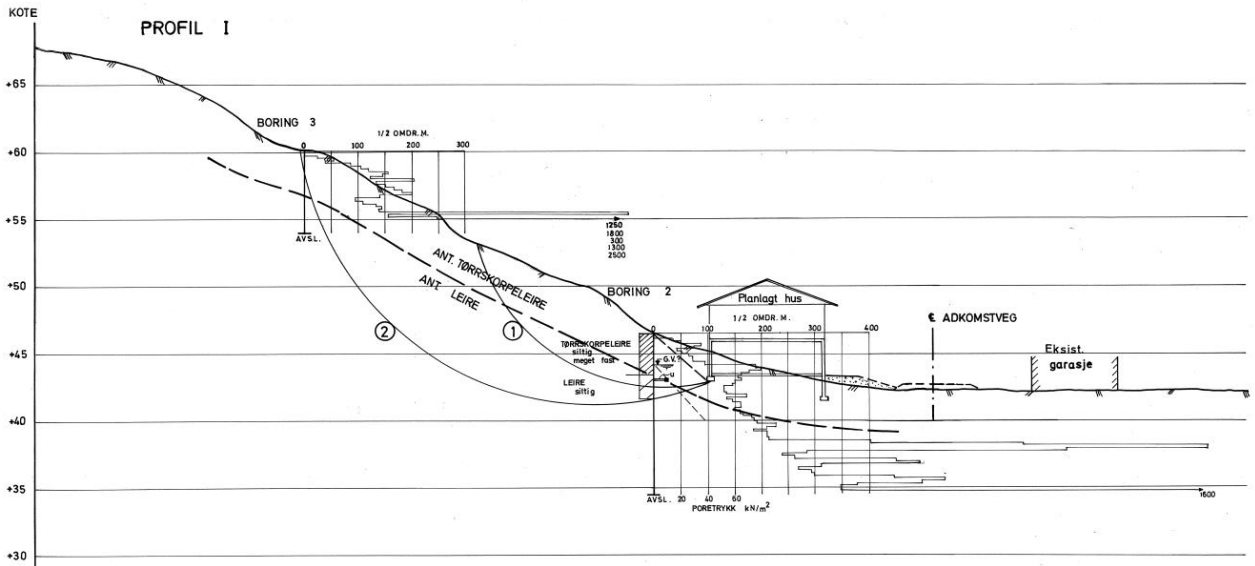
Oppdrag : 608

Sted : TVERREGGEN

Prøve ϕ : 54 mm

Dato : 7,9,82

Dybde E	Jordart	Symbol	Pl. nr.	Vanninnhold w				Romvekt ρ_{m^3}	Sjærfasthet ved trykkforsøk					Sensitivitet	
				Plastisk område		w_p	w_L		Konusforsøk ∇		Vingebooring				
				20	30	40	50%		20	40	60	80	100 KN/M		
5	TØRRSKORPELEIRE siltig meget fast	[Symbol]	1					(1,86)						>250	
			2					(2,06)						>250	
			3					(1,95)						>250	
	LEIRE siltig enk. sand- og gruskorn	[Symbol]	4							OMRØRT				>250	
			5					2,01 (2,00)						162	
			6					1,99 (2,03)						162	
10	BORING 4	[Symbol]	1					(1,80)						>250	
			2					(2,17)						>250	
			3					(1,94)						>250	
			4					1,93 (1,98)		OMRØRT		UFORSTYRKET			220
			5					1,90 (1,92)							2



STABILITETSOVERSLAG

Glideflate	Beregnet sikkerhet F (S _u -analyse)
1	2,0
2	1,3

Antakelser:
 S_u = 100 kN/m² i tørrskorpe
 S_u = 40 -- -- under tørrskorpe

REGULERINGSPLAN TVEREGGEN Profil med dreiebor- og prøve- taksresultater. Poretrykksmåling. Stabilitetsoverslag.	MALESTOKK: 1 : 200
	TEGN. AV: K. T. DATO: 10. 8. 82 KONTR.:
PROFIL I	
TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	RAPP. NR.: 608 BILAG: 2



Leirfossvegen 43, Trondheim

Dato: 06.10.2023

Målestokk: 1:10000

Koordinatsystem: UTM 32N

