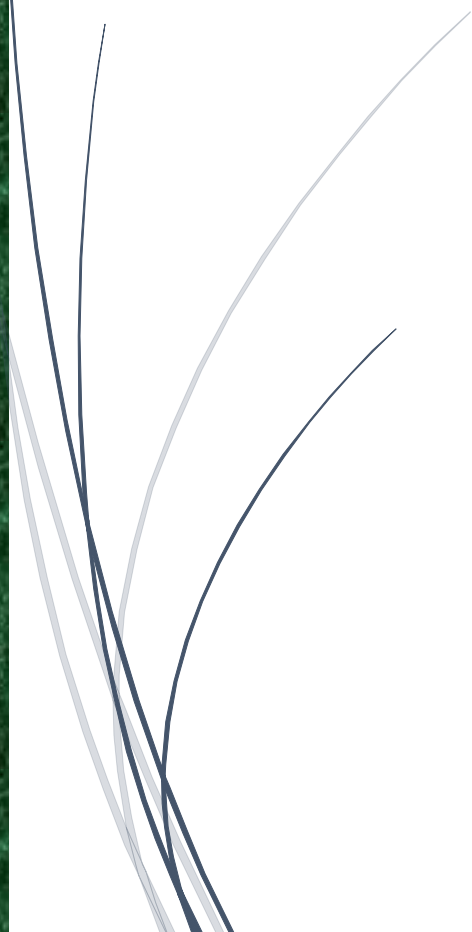




10.10.2024

GEOTEKNIKK

Geoteknisk områdestabilitetsvurdering

Griniveien 17, 1820 Spydeberg
Indre Østfold kommune



Rapport nr.: RIG-2024-156-GN			
Oppdrag/emne	Områdestabilitetsvurdering		
Oppdragsgiver	TTC Prosjekt AS		
Kontaktperson	ArkAma AS ved Morten Andersen		
Gnr/bnr.	426/71		
Adresse	Griniveien 17, 1820 Spydeberg		
Ansvarlig foretak	Geoteknikk AS		
Utarbeidet av	Saeed Abbasi Siv. Ing. (M.Sc.) Geoteknikk	Sign.	
Godkjent av	Hans Petter Bøckmann Senior Geotekniker	Sign.	
Tlf. Geoteknikk AS	(+47) 69 33 33 00		
E-post	hpb@geoteknikk1.no : Hans Petter Bøckmann		
Dato	10.10.2024		
Revisjon	0,00		

Sammendrag

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

Rapporten er basert på nylig utførte grunnundersøkelser på tomta, åpne kilder (NVE, NGU, NADAG) og rapporter utarbeidet av ulike aktører knyttet til ulike prosjekter i nærområdet.

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.

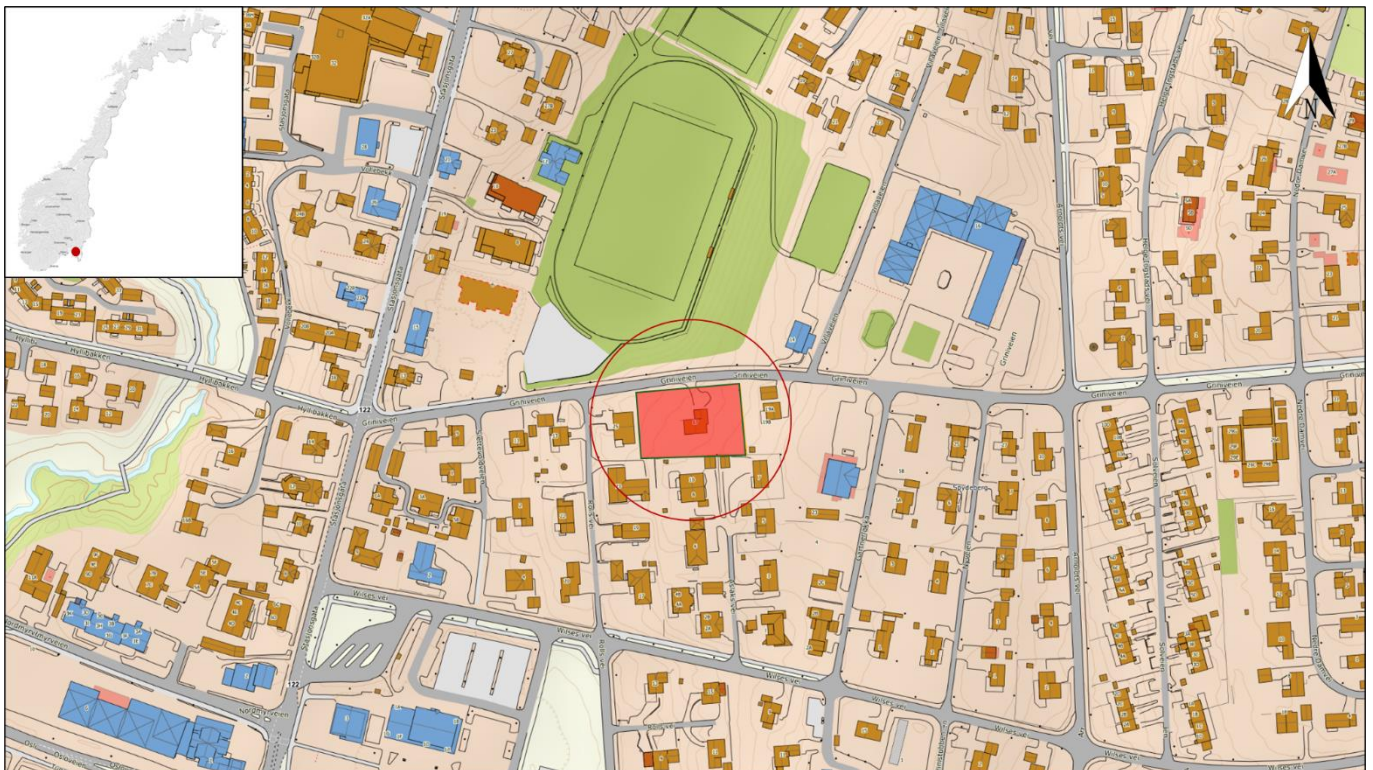
Med grunnlag i analyse av områdets topografi og grunnforhold, samt gjennomførte grunnundersøkelser, verifiseres det at endring av det eksisterende løsneområdet ikke er nødvendig, og at sikkerheten er tilstrekkelig både i dagens situasjon og etter etablering av tiltaket.

Nærmere gjennomgang fremgår av denne rapport.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn for prosjektet	4
1.2	Tiltakskategori	5
1.3	Hvilke steg i prosedyren i NVE 1/2019 som er aktuelle	5
2	Regelverk og karv	6
2.1	Regelverk for prosjektet	6
2.1.1	Plan og bygningsloven, pbl § 28-1	6
2.1.2	Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3	6
2.1.3	Konstruksjonssikkerhet, TEK17 § 10-2	7
2.1.4	Byggesaksforskriften	7
2.1.5	Veiledninger og standarder	7
2.2	Sikkerhetskrav for planlagt tiltak avhengig av tiltakskategori og soners faregrad	7
3	Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde	9
3.1	Topografi	9
3.2	Kvartærgeologisk kart og marin grense	9
3.3	Flomfare	10
3.4	Skredfare	10
3.5	Identifisering av kritiske skråninger og mulig løснеområde	11
3.6	Opptegning av potensielt størst mulig løśnieområde	12
3.7	Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser	12
3.8	Grunnforhold	12
4	Befaring	14
4.1	Oppsummering av feltbefaringer	14
5	Grunnundersøkelser	14
5.1	Borplan	14
5.2	Oppsummering av utførte grunnundersøkelser for prosjektet	14
5.3	Kvalitet på grunnundersøkelser	14
6	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone	15
6.1	Aktuelle skredmekanismer	15
6.2	6.2 Løśnieområder	15
6.3	6.3 Utløpsområder	15
6.4	Vurderingsprosedyre for områdeskred iht. NVE 1/2019	15
7	Klassifisering av faresone	16
8	Kritiske snitt og materialparametere	16
8.1	Opptegning av kritiske snitt	16
8.2	Lagdeling og beliggenhet av sprøbruddsmateriale	16
8.3	Laster	16

8.4	Grunnvannstand og poretrykksforhold	16
8.5	Tolkning av konsolideringsforhold	17
8.6	Tolkning av skjærfasthet	17
9	Stabilitetsvurderinger	19
9.1	Stabilitetsvurderinger (drenert og udrenert)	19
9.2	Vurdering av sikkerhetsbehov for ny bebyggelse og for eksisterende bygg	20
9.3	Stabilitetsvurderinger etter sikringstiltak	20
9.4	Volumoverslag av sikringstiltak	20
10	Stabiliserende tiltak	20
10.1	Anbefalte stabiliserende tiltak for økt stabilitet (fundamentering) og hindring av erosjon	20
10.2	Miljø og landskapspåvirkning	20
10.3	Hensyn ved anleggsdrift – faseplaner mv.	20
10.4	Prosjektering, kontroll og oppfølging av tiltak	20
11	Konklusjon	21
12	Referanser	22



Figur 1: Oversiktskart av området fra Norgeskart, tiltaksområdet vist i den røde sirkelen [1].

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med planlagt oppføring av flermannsboliger på Griniveien 17, gnr/bnr. 426/71, i Indre Østfold kommune, har Geoteknikk AS fått i oppdrag å vurdere stabiliteten i henhold til NVEs kvikkleireveileder 1/2019.

Iht. regelverket må områdestabiliteten utredes i arealplaner og byggesaker for områder under marin grense, og iht. TEK 17 [2] skal dette gjøres iht. NVE veileder 1/2019 [3]. Formålet med denne rapporten er å presentere utredning for området iht. NVE 1/2019 og forhold som er nødvendige å ivareta i videre prosjektering.

Rapporten er basert på:

- Vurdering av åpne kilder (www.ngu.no, www.skrednett.no, NADAG og www.norgeskart.no).
- Geotekniske datarapport utarbeidet av Geoteknikk AS datert 30.09.2024 [4], Områdestabilitetsvurdering utarbeidet av Multiconsult AS datert 08.07.2022 [5], befaring på eiendommen, samt andre geotekniske relaterte opplysninger.



Figur 2: Oversiktskart av området, med markering av område som inngår i områdestabilitetsvurderingen (markert i rød) [6].

1.2 Tiltakskategori

Tiltakskategori (iht. NVE 1/2019) vurderes innledningsvis å være **K4** (Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, Bolighus med mer enn to boenheter). Tiltakskategori K4 og faregrad lav gir krav til følgende sikkerhetsnivå:

- Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,4 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Hvor: f_s er sprøhetsforholdet 1,15 som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVEs veileder 1/2019.
- For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. samme tabell og figur som over [3].

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

Tiltakskategori	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 og 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 veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler).
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og massefylling. Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak og 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 og 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

Ifølge NVEs kvikkleirekart ligger planområdet innenfor en tidligere registrert kvikkleiresone, noe som krever at prosedyren følger punkt 3 og at det foreligger redegjørelse fra steg 4 til 11.

2 Regelverk og karv

2.1 Regelverk for prosjektet

2.1.1 Plan og bygningsloven, pbl § 28-1

Følgende er beskrevet i PBL § 28-1 [7]:

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.

2.1.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3

Følgende er beskrevet i TEK17 § 7-3 [2]:

- 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 overskrides.

Tabell 2: 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 underbygging 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.

2.1.3 Konstruksjonssikkerhet, TEK17 § 10-2

Følgende er beskrevet i TEK17 § 10-2 [8]:

- 1) Materialer og produkter i byggverket skal ha slike egenskaper at grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet blir tilfredsstillt.
- 2) Byggverket skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot brudd og tilstrekkelig stivhet og stabilitet for laster som kan oppstå under forutsatt bruk. Kravet gjelder byggverk under utførelse og i endelig tilstand.
- 3) Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.

2.1.4 Byggesaksforskriften

Følgende beskriver hva forskriften skal sikre [9]:

- 1) Godt forberedte søknader og hensiktsmessig oppgave- og ansvarsfordeling
- 2) Effektiv og forsvarlig saksbehandling av byggesaker for å ivareta samfunnsmessige hensyn, herunder god kvalitet i byggverk
- 3) At foretak som opptrer som ansvarlig søker, prosjekterende, utførende eller kontrollerende, har tilstrekkelige kvalifikasjoner til å ivareta kravene gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven
- 4) At uavhengig kontroll planlegges, gjennomføres og dokumenteres slik at krav til tiltaket som følger av tillatelser eller bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven, er oppfylt
- 5) At det føres effektivt og systematisk tilsyn med at tiltak gjennomføres i samsvar med bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven
- 6) At det reageres mot brudd på bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven, og at reglene om illeggelse av overtredelsesgebyr praktiseres forsvarlig og ensartet.

2.1.5 Veiledninger og standarder

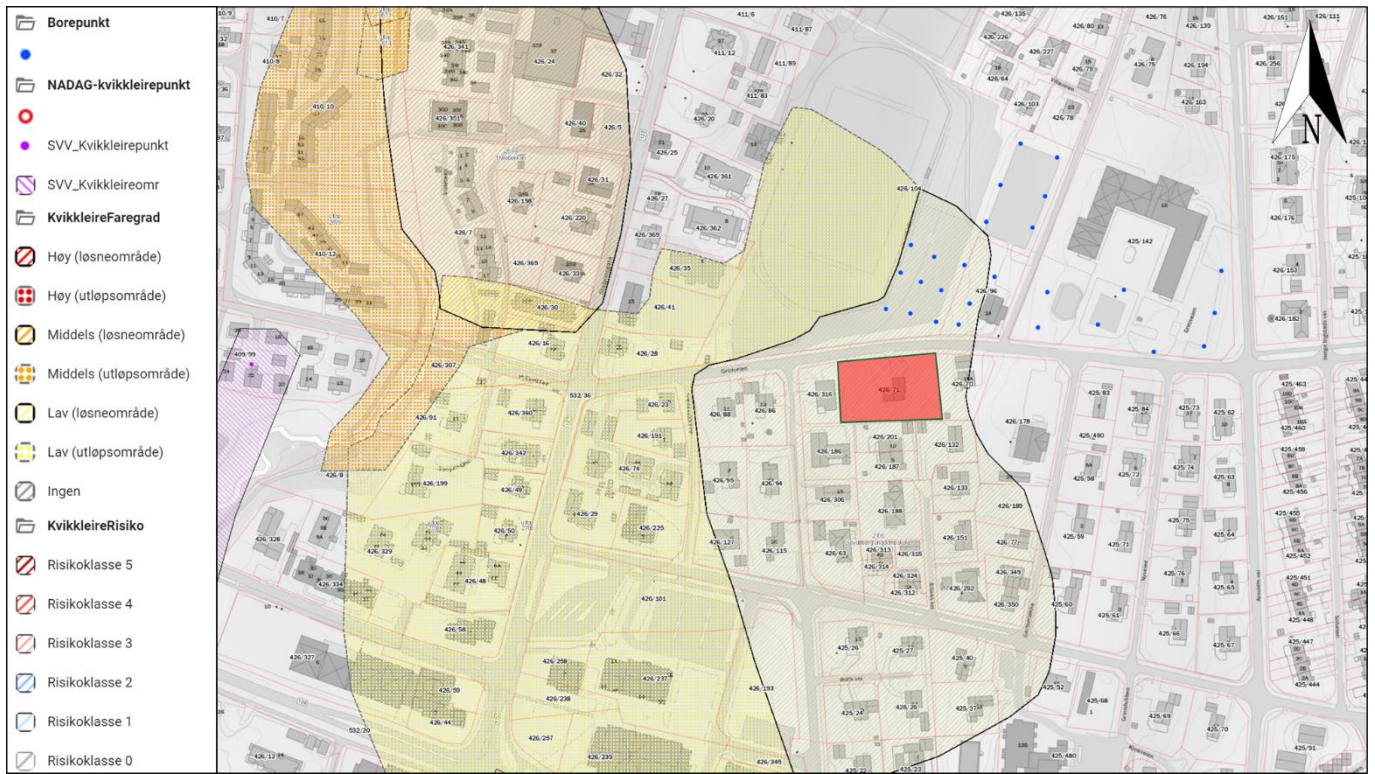
I denne rapporten er NVE veileder 1/2019 og Norsk Standard/Eurokode benyttet.

2.2 Sikkerhetskrav for planlagt tiltak avhengig av tiltakskategori og soners faregrad

Generelt hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Hvor: f_s er sprøhetsforholdet 1,15 som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene. Kravet til sikkerhet for skrånende terreng vil være (F) større eller lik ($F_{cu} \cdot f_s$) for skråninger i tiltaksområdet, samt i området i nærheten som kan influere på områdestabiliteten.

I henhold til faresonekartet på NVE-Atlas (figur 3) ligger eiendommen innenfor en tidligere kartlagt kvikkleire-faresone. Løsneområdet «2706, Spydeberg ungdomsskole» er definert som en faresone med lav faregrad, meget alvorlig konsekvensklasse og risikoklasse 3 [10]. Det er også påvist fast berg i dagen i områdene rundt tiltaksområdet (figur 4) [11].

Ifølge NVE-prosedyren, dersom planlagte tiltak ligger innenfor en registrert faresone (kvikkleiresone), fortsetter prosedyren fra steg 4. På grunn av dette utgår steg 2, avgrensning av områder med mulig marin leire, og steg 3, avgrensning av områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred, for tiltaket på Griniveien 17.



Figur 3: Faresonekart for kvikkleire rundt tiltaksstedet [10].



Figur 4: Oversikt over terrenghelning og høydevariasjoner [12].

3 Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde

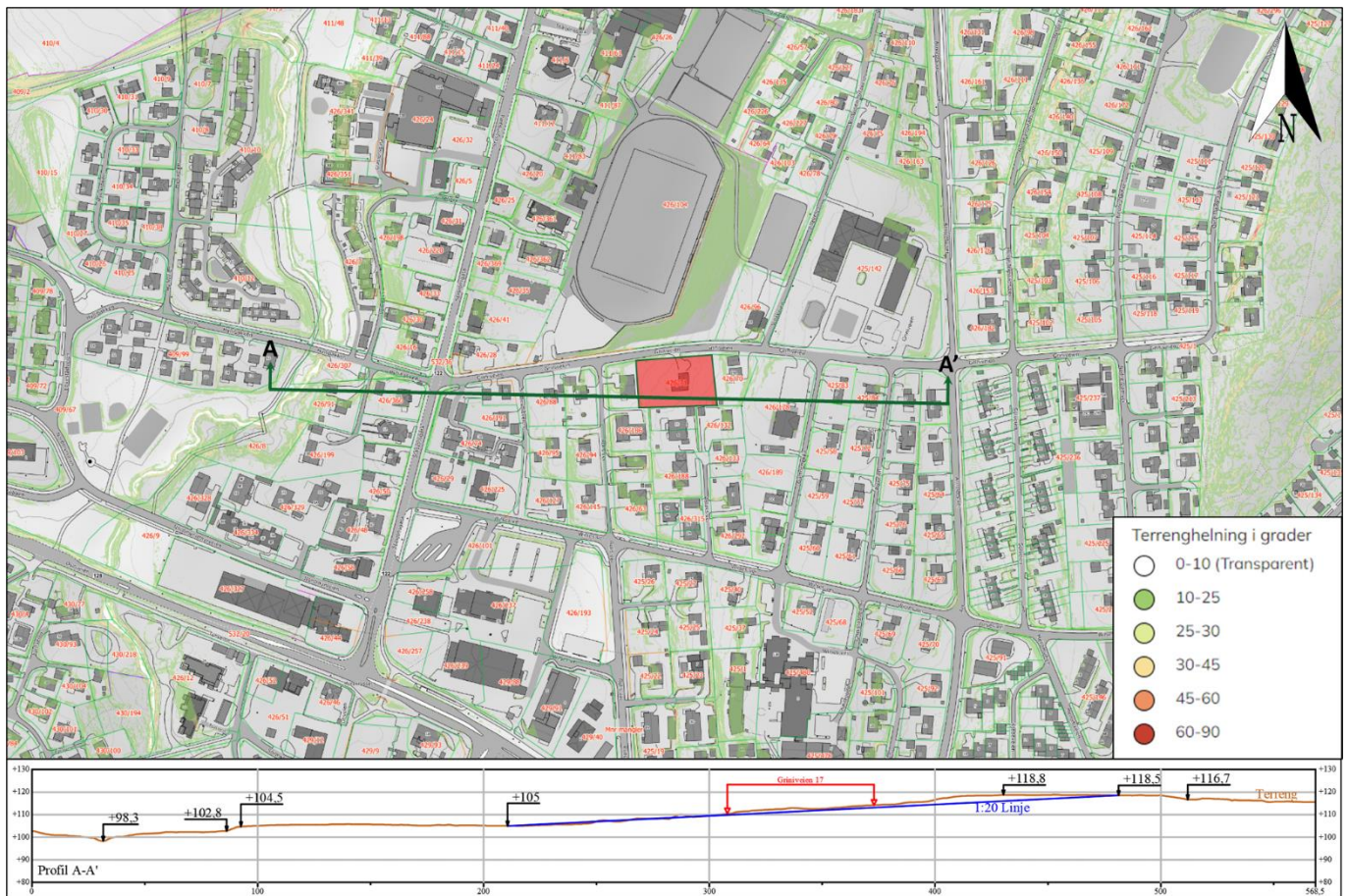
3.1 Topografi

Planområdet ligger sør for Griniveien. Tiltaksstedet er avgrenset av andre boliger mot sør, øst og vest. Den aktuelle eiendommen ligger i en svak skråning på kotehøyde +110 til +114.

Terreng som kan inngå i et løsneområde for skred, er områder der terrenget er brattere enn 1:20, med en total skråningshøyde på over 5 meter. Aktsomhetsområdet inkluderer hele området innenfor en avstand tilsvarende 20 ganger skråningshøyden, målt fra bunnen av skråningen.

Terrenget heller svakt mot vest fra kotehøyde +119 ned til +105. Deretter blir terrenget flatt over en avstand på ca. 100 meter, før det igjen faller ned til ca. +98.

Se figuren under for oversikt over området og omkring.



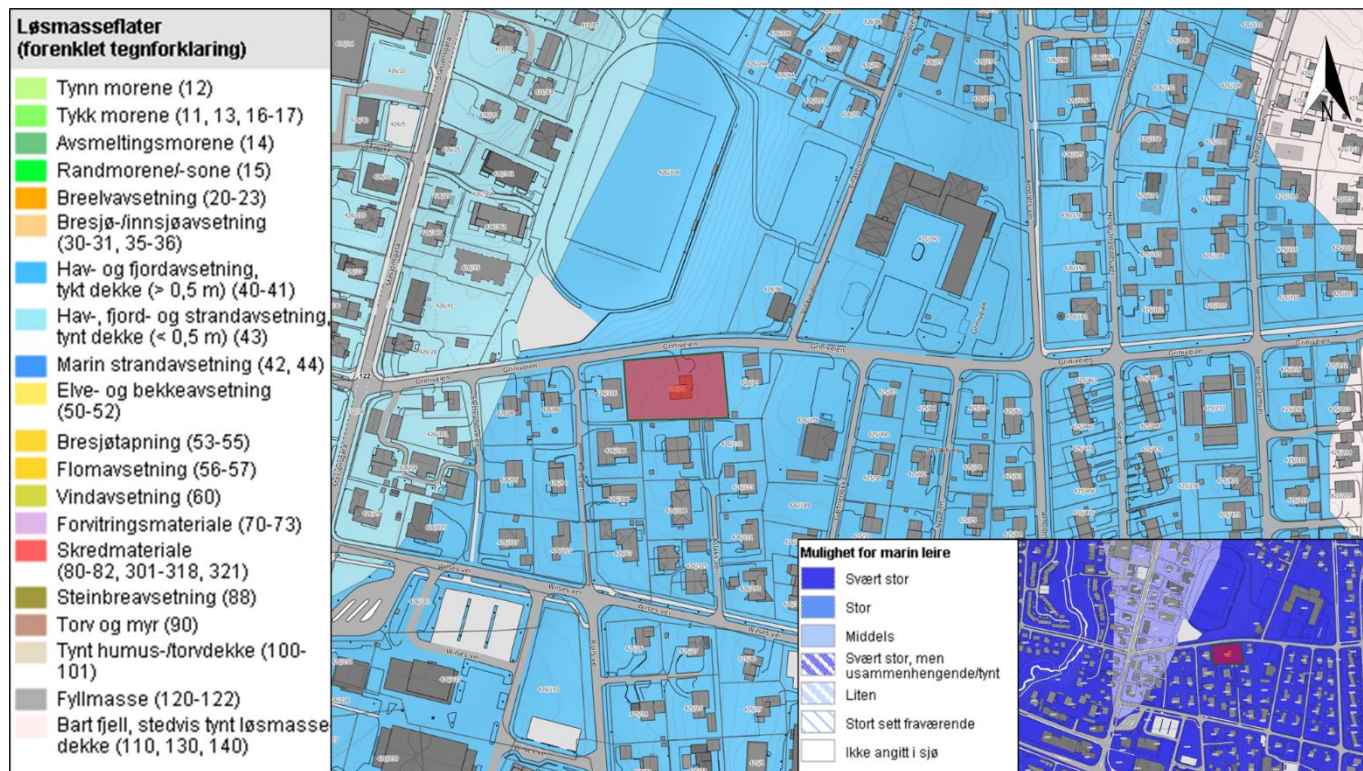
Figur 5: Topografi med de utvalgte profilen som viser dagens terrengforhold [13].

3.2 Kvartærgeologisk kart og marin grense

I henhold til NGUs kvartærgeologiske kart ligger tiltaksområdet innenfor områder med hav- og fjordavsetninger sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet (figur 5). Hav- og fjordavsetninger er løsmasser som hovedsakelig består av leire og silt, men kan også inneholde noe sand og kan ha en mektighet opptil flere ti-talls meter [14].

Tiltaksstedet ligger under marin grense, som i dette området er kartlagt til å ligge omtrent 200 moh. Tiltaksområdet ligger i et område med svært stor mulighet for marin leire.

Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging og kun begrenset omfang av fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden, kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon vises det til www.ngu.no.



Figur 6: Oversikt over løsmasser på og rundt tiltaksområdet [14].

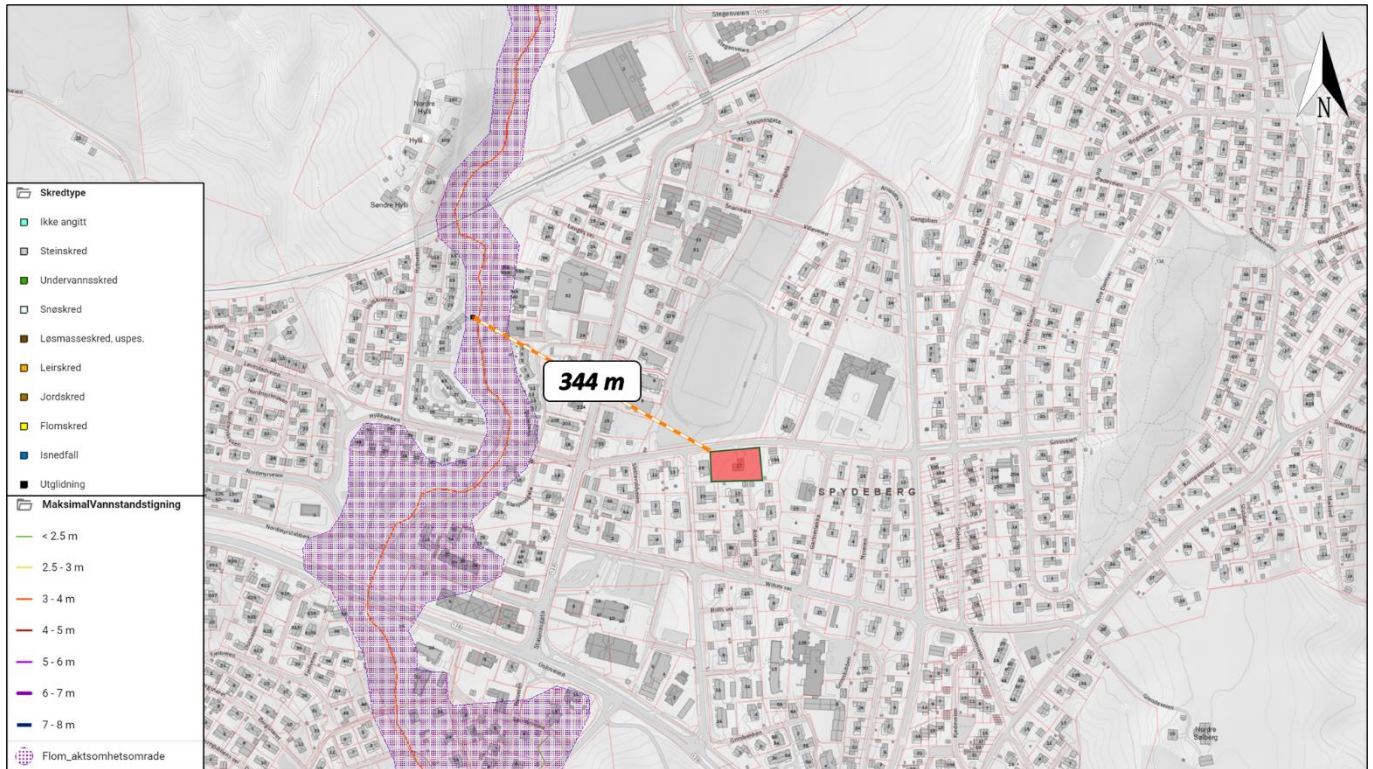
3.3 Flomfare

Nybygg skal iht. TEK 17 §7 plasseres, prosjekteres og utføres slik, at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger. Kapittel 7 i Byggeteknisk forskrift (TEK 17) krever sikkerhet mot naturpåkjenninger, herunder sikkerhet mot flomstormflo og skred [2].

Ifølge kart fra NVE ligger ikke tiltaksstedet innenfor en faresone eller aktsomhetszone for flom, og heller ikke i en sikkerhetszone for erosjon (figur 6) [15].

3.4 Skredfare

Iht. NVEs faresonekart for kvikkleire ligger det planlagte tiltaksstedet ikke i et tidligere kartlagt skredutsatt område. Den nærmeste registrerte skredhendelsen er en utglidning av en 4-5 meter høy utfylling i bekken, ca. 344 meter nordvest for tiltaksstedet (figur 6) [16].

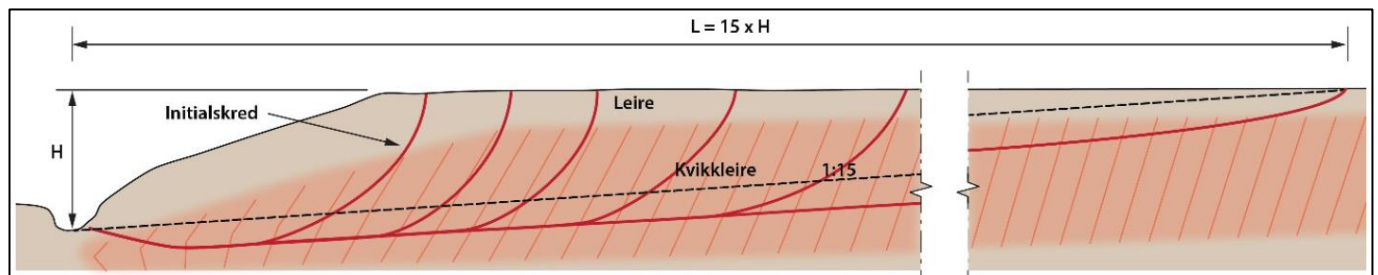


Figur 7: NVE-aktsomhetsområde for flom og tidligere skredhendelser. Den røde sirkelen indikerer aktuelt område [15, 16].

3.5 Identifisering av kritiske skråninger og mulig løснеområde

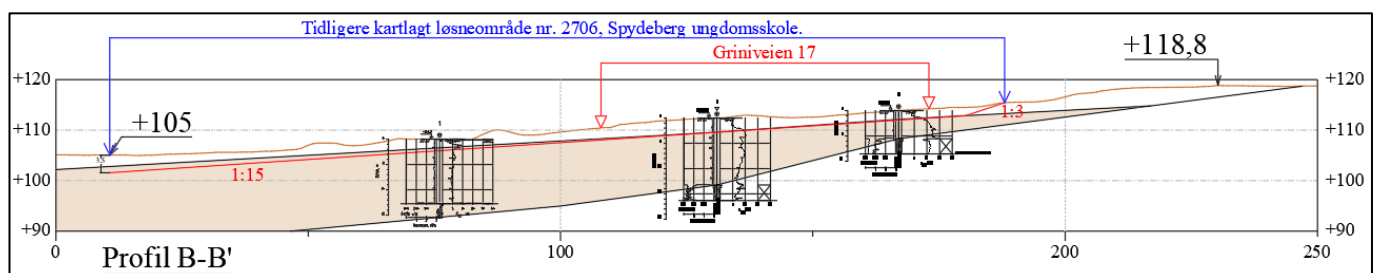
NVEs kvikkleirekart viser at tiltaksstedet ligger i en tidligere kartlagt kvikkleiresone (figur 3).

I henhold til NVE veileder 1/2019 skal det utføres en terrengeanalyse med konservative kriterier for å begrense aktsomhetsområdene til områder med marine avsetninger der topografien gir mulighet for områdeskred. En slik analyse begrenser løснеområders maksimale bakover gripende utbredelse til 15 ganger skråningshøyden (figur 8) [3].



Figur 8: Avgrensning av maksimalt løснеområde for et retrogressivt skred. Løснеområdets lengde, $L = 15H$ [3].

Grunnundersøkelser utført innenfor og rundt reguleringsområdet, utarbeidet av Geoteknikk AS og Løvlien Georåd, har påvist sprøbruddsleire i området. Iht. NVE-veilederen må avgrensningen av tidligere registrerte soner verifiseres i henhold til dagens kartgrunnlag, inkludert dybder under vann. Figur 9 viser dagens terrengeforhold med nylig utførte grunnundersøkelser (borpunkter 2 og 5) [4], og tidlige utførte grunnundersøkelser (borpunkt 1) [17].



Figur 9: Vurdering av løśnieområdet basert på NGI metoden. Området markert med brunt antas å bestå av sprøbruddsmateriale.

3.6 Opptegning av potensielt størst mulig løsneområde

Se punkt 3.1 for en oversikt over terrengforholdene. Med bakgrunn i tidligere utførte grunnundersøkelser innenfor tiltaksområdet og nærliggende områder, utført av Løvlien Georåd [17], har mulige løsneområder i forbindelse med etablering av Spydeberg ungdomsskole blitt vurdert av Multiconsult AS [5]. Nylig utførte grunnundersøkelser utarbeidet av Geoteknikk AS i forbindelse med etablering av tiltaket på Griniveien 17 [4] bekrefter det tidligere definerte løsneområdet.

3.7 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser

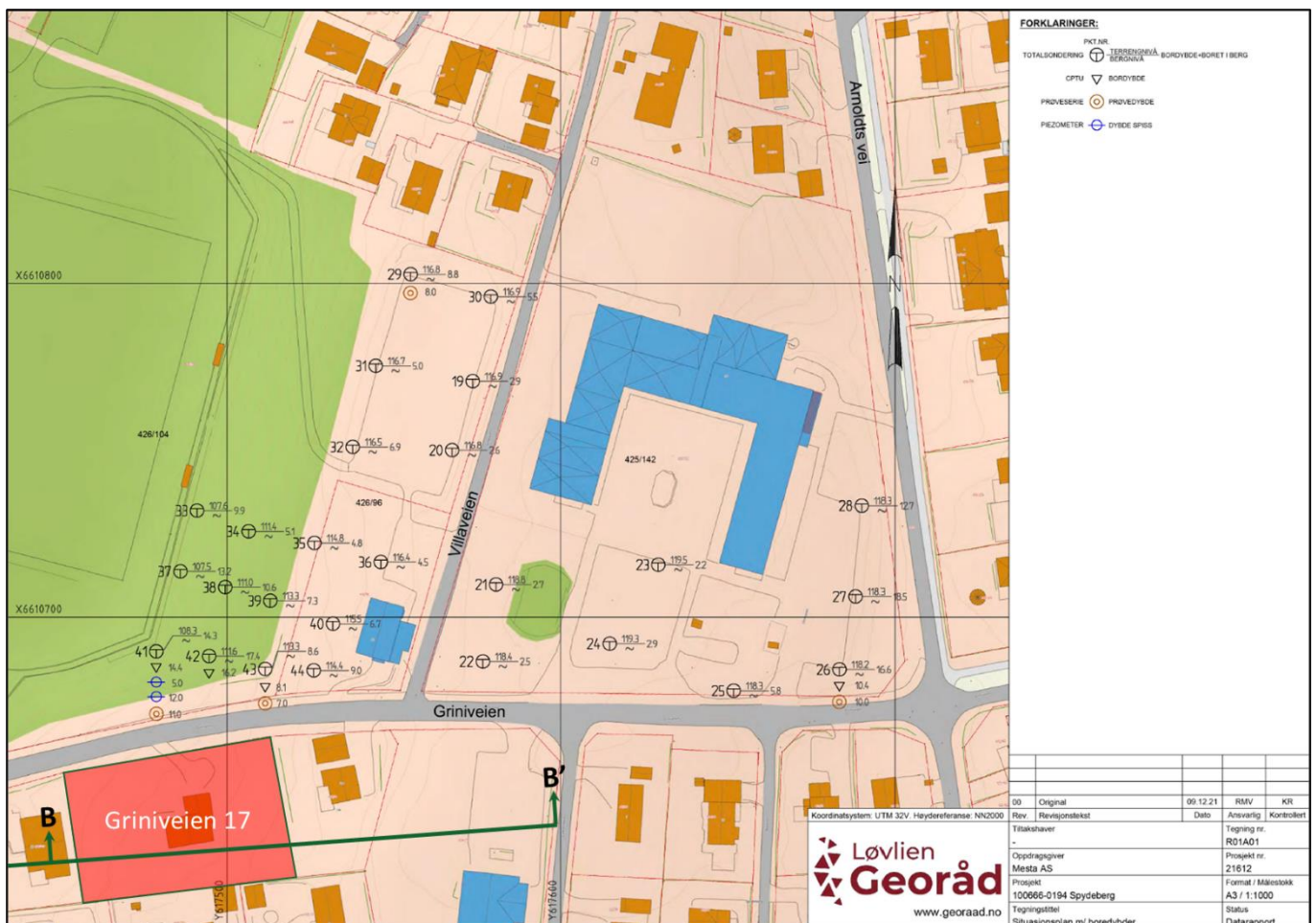
Geoteknikk AS er kjent med at det er utført grunnundersøkelser innenfor tiltaksstedet og i nærområdet utenfor prosjektområdet. Oversikt over utførte grunnundersøkelser er gitt under (tabell 3):

Tabell 3: Tidligere utførte grunnundersøkelser utenfor prosjektområdet [18].

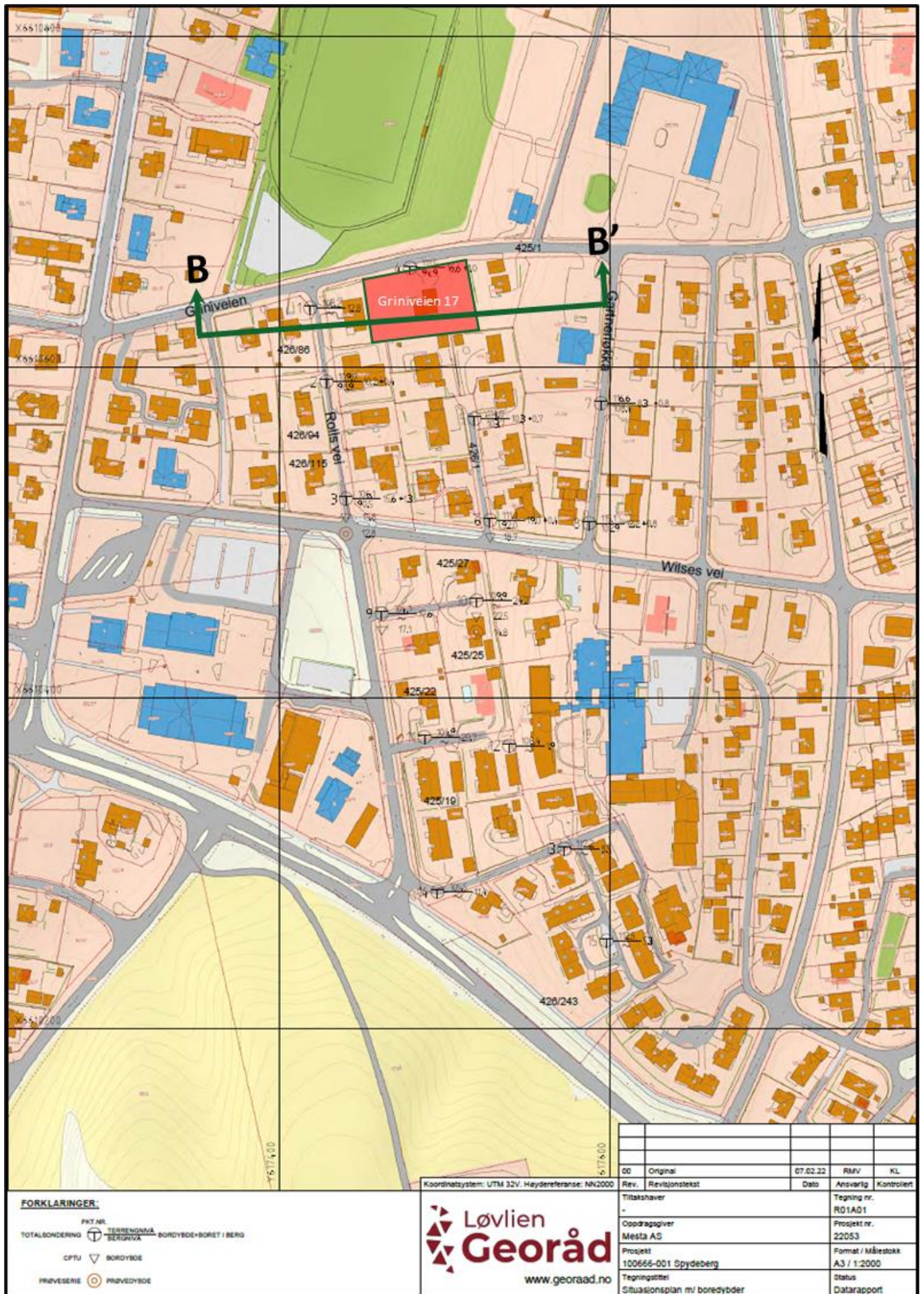
Utført av	År	Rapport nr.	Rapportnavn
Løvlien Georåd	2022	21612 nr. 1	Griniveien/Villaveien, Spydeberg, Indre Østfold, geoteknisk datarapport
Løvlien Georåd	2022	22053 nr. 1	Rolls vei m.fl., Spydeberg, Indre Østfold, geoteknisk datarapport
Multiconsult AS	2022	10226518-RIG-NOT-001_02	Nye Spydeberg ungdomsskole, områdestabilitetsvurdering iht. NVE 1/2019

3.8 Grunnforhold

Resultatene fra undersøkelsene i forbindelse med utbygging av Spydeberg ungdomsskole viser at grunnen består av et topplag med tørrskorpeleire, etterfulgt av bløt til middels fast leire. Flere leirprøver inneholder skjellrester. I tillegg viser flere sonderinger et lag med økt motstand over berg, som antas å bestå av morene, grus eller sand. Tykkelsen på de marine avsetningene varierer fra omtrent 2,5 til 17 meter i de ulike borpunktene [19]. Undersøkelser gjennomført sør for Griniveien viser at grunnen består av et topplag med fyllmasser og/eller tørrskorpeleire, som strekker seg ned til omtrent 1–3 meter under terrengnivå. Under dette laget finnes marine avsetninger, hovedsakelig leire. Tykkelsen på leirlaget varierer mellom 0 og 23 meter i de ulike borpunktene [17].



Figur 10: Grunnundersøkelser i nærheten av tiltaksområdet i forbindelse med utbygging av Spydeberg ungdomsskole [19].



00	Original	07.02.22	RMV	KL
Rev.	Revisjonstekt	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
	Tiltakshaver		Tegning nr.	
			R01A01	
	Oppdragsgiver		Prosjekt nr.	
	Mesta AS		22053	
	Prosjekt		Format / Målestokk	
	100666-001 Spydeberg		A3 / 1:2000	
	Tegningstittel		Status	
	Situasjonsplan m/ boreddybder		Datarapport	

FORKLARINGER:

PKT NR. TERRENGOMNÅ BORDYBDE+BORST / BERG

TOTALSONDERING BORDYBDE

CPTU BORDYBDE

PRØVESERIE PRØVEDYBDE

Løvlien
Georåd
www.georaad.no

Figur 11: Grunnundersøkelser i nærheten av tiltaksområdet sør for Griniveien [17].

4 Befaring

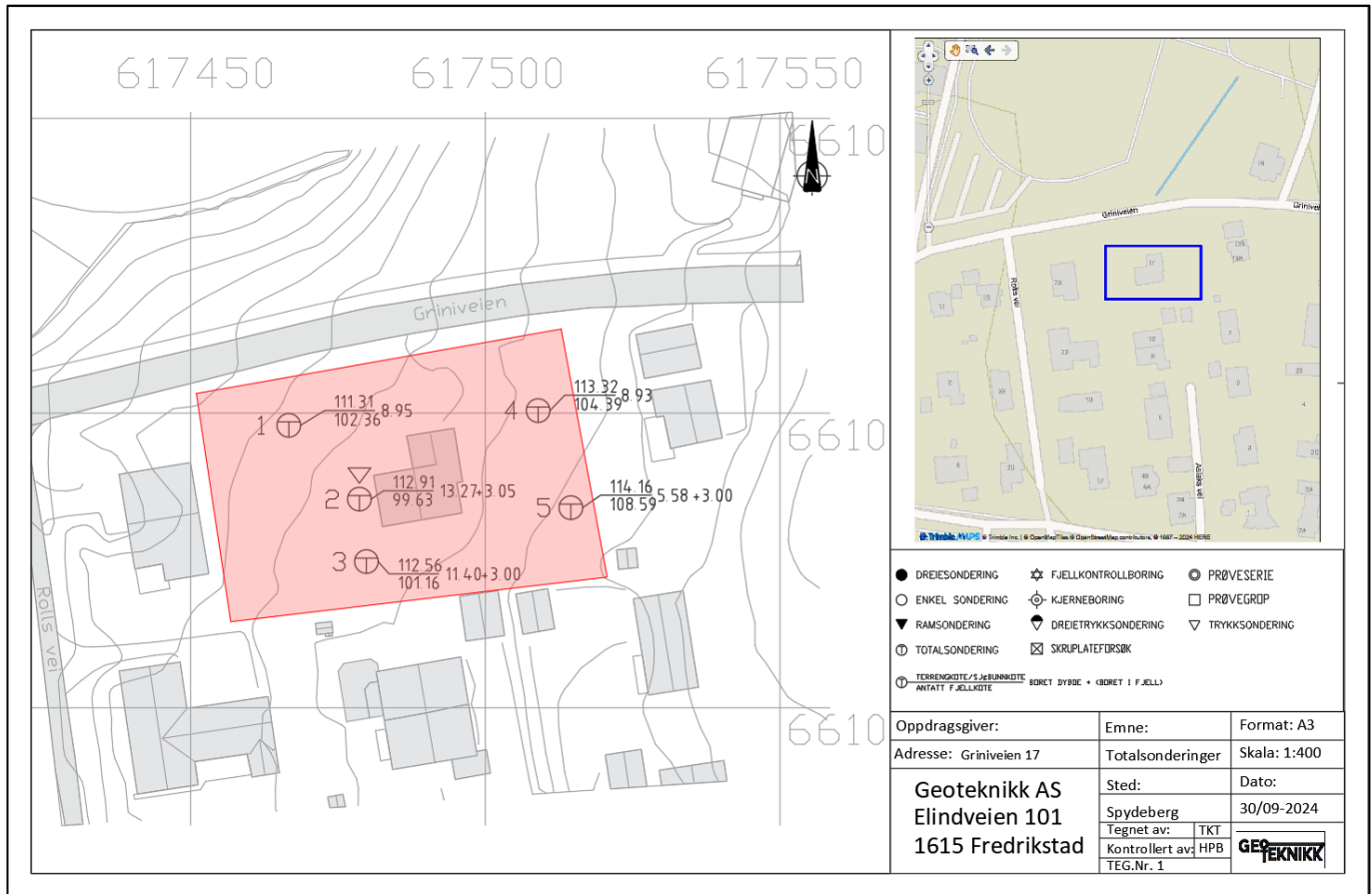
4.1 Oppsummering av feltbefaringer

Tiltaksområdet ligger sør for Griniveien i et svakt skrånende terreng, med terrenghøyder mellom kote +105 og +119 moh. Feltundersøkelsene ble utført i august 2024 av Norsk Grunnboring AS.

5 Grunnundersøkelser

5.1 Borplan

Figur 12 viser borplanen av grunnundersøkelsene utført av Geoteknikk AS [4].



Figur 12: Grunnundersøkelser innenfor tiltaksområdet [4].

5.2 Oppsummering av utførte grunnundersøkelser for prosjektet

Basert på utførte totalsonderinger i området antas løsmassene hovedsakelig å bestå av ca. 1–2 meter med jord eller sandmasser, etterfulgt av middels fast til fast siltig leire i varierende dybder fra ca. 5,57 til 13,27 meter under terreng, før sonderingene ble avsluttet på antatt fjell. Det ble også gjennomført én CPTu-sondering i området, i borpunkt 2, fra en dybde på 1 til 3,5 meter under terreng. Tolkning av CPTu-sonderingen viser lite sensitiv, overkonsolidert, middels fast til fast leirig silt til siltig leire ned til ca. 3,5 meters dybde.

5.3 Kvalitet på grunnundersøkelser

De undersøkelser som er gjennomført i nærheten tilfredsstillende kravene gitt av meldinger fra NGF.

6 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone

6.1 Aktuelle skredmekanismer

Multiconsult AS har vurdert at den mulige skredmekanismen for løснеområde nr. 2706 er et retrogressivt skred [5]. Geoteknikk AS bekrefter resultatene av denne vurderingen.

6.2 6.2 Løsneområder

Basert på nylig utførte grunnundersøkelser er aktsomhetsområdet tegnet opp, noe som bekrefter det tidligere avgrensede løснеområdet.

6.3 6.3 Utløpsområder

Lengden på utløpsområdet (L_u) regnes fra foten av skråningen som er kritisk for det aktuelle løśnieområdet, med 1,5 ganger lengden av løøgneområdet (L) i åpent terreng.

6.4 Vurderingsprosedyre for områdeskred iht. NVE 1/2019

Tabell 3.1 i NVE [3] viser en stegvis prosedyre for hvordan utrede fare for områdeskred. Prosedyren kan grovt sett deles i to hoveddeler:

- **Del 1**, som omfatter steg 1-3, for innledende vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområder for områdeskredfare.
- **Del 2**, som omfatter steg 4-11, for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon. Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner vurdering fremgår generelt i tabell 2.

Tabell 4: Gjennomgått prosedyre iht. NVEs veileder 1/2019, tabell 3.1.

Pkt.	Prosedyre for utredning av områdeskredfare	Kommentar
1	Undersøk om det finner registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området	Tiltaket ligger innenfor tidligere kartlagte faresone nr. 2706, Spydeberg ungdomsskole. Følgelig fortsetter prosedyren fra og med steg 4.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Utgår som følge av konklusjonen i steg 1.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Utgår som følge av konklusjonen i steg 1.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltakskategorien vurderes til å være K4 (bolighus med mer enn to boenheter).
5	Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løøgneområder	Skråningen som faller innenfor tiltaksområdet, oppfyller terrengkriteriet til et løøgneområde.
6	Befaring	Det er ikke gått befaring av tomten av geotekniker fra Løvlien Georåd ifm. arbeidet.
7	Gjennomføring av grunnundersøkelser	Geoteknikk AS har utført grunnundersøkelser på tomten, mens Løvlien Georåd tidligere har gjennomført grunnundersøkelser i områdene rundt tiltaksstedet. For en oversikt over de utførte undersøkelsene, se kapittel 3.8 og 5.2.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løøgne- og utløpsområder	Multiconsult AS har vurdert at den mulige skredmekanismen for løøgneområde nr. 2706 er et retrogressivt skred
9	Klassifiser av faresoner	Faregrad «lav», konsekvens «meget alvorlig» og risikoklasse 3.
10	Dokumentere tilfredsstillende sikkerhet	Stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet i dagens situasjon og etter etablering av tiltaket.

7 Klassifisering av faresone

Multiconsult AS har klassifisert området med faregrad [5]. Det gjøres med en kvalitativ metode, som baserer seg på poengverdier, beskrevet i NGI-rapporten fra 2020 [20]. Faregraden er vurdert med utgangspunkt topografi og hydrologi i området. Konsekvens er evaluert med utgangspunkt i bebyggelse, konstruksjoner og infrastruktur innenfor sonen. Risikoklassen er en funksjon av faregrad og konsekvens.

Basert på faregradsevalueringen er sonen plassert i faregradklasse lav og konsekvensklasse meget alvorlig. Risikoklassen for den aktuelle faresonen er satt til risikoklasse 3 [5].

8 Kritiske snitt og materialparametere

8.1 Opptegning av kritiske snitt

Basert på topografi og grunnforhold finner vi at den mest sannsynlige skredtypen i området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved en serie av hurtig bakovergripende skred, det vil si at raset forplanter seg gradvis bakover med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skredene forårsakes enten av byggetekniske inngrep eller utløses av naturkrefter. Profil B-B' (figur 9) er valgt der høydeforskjellen er størst. Stabilitetsberegninger er utført med beregningsprogrammet GeoSuit stabilitet versjon 24.11.0.11.0.

8.2 Lagdeling og beliggenhet av sprøbruddsmateriale

Valgt laginndeling, skjærstyrke og dybde til berg brukt i stabilitetsanalysene er basert datarapporter fra Geoteknikk AS [4] og Løvlien Georåd [17]. Utførte totalsonderinger, CPTU-sonderinger og laboratorieanalyser på 54mm prøveserier er benyttet som tolkningsgrunnlag for udrenert skjærfasthet.

Parametere for topplaget er valgt på bakgrunn av anbefalinger fra Statens Vegvesens håndbok V220 [21]. Det antas et topplag med tyngdetetthet på 18 kN/m³, friksjonsvinkel på 30° og kohesjon lik 0 kPa.

Valgt skjærstyrkeprofil brukt i beregningene er vist i vedlagte tegninger. Som hovedregel er aktiv skjærfasthet (s_{uA}) lagt inn som karakteristisk styrkeprofil i beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet. ADP-faktorer valgt på bakgrunn NIFS anbefalinger for leire med plastisitet høyere enn 10% [22]. En gjennomsnittlig plastisitet på 15% er lagt til grunn (Labresultater fra prøveserier tatt ved borpunktene 41 og 43 [19]).

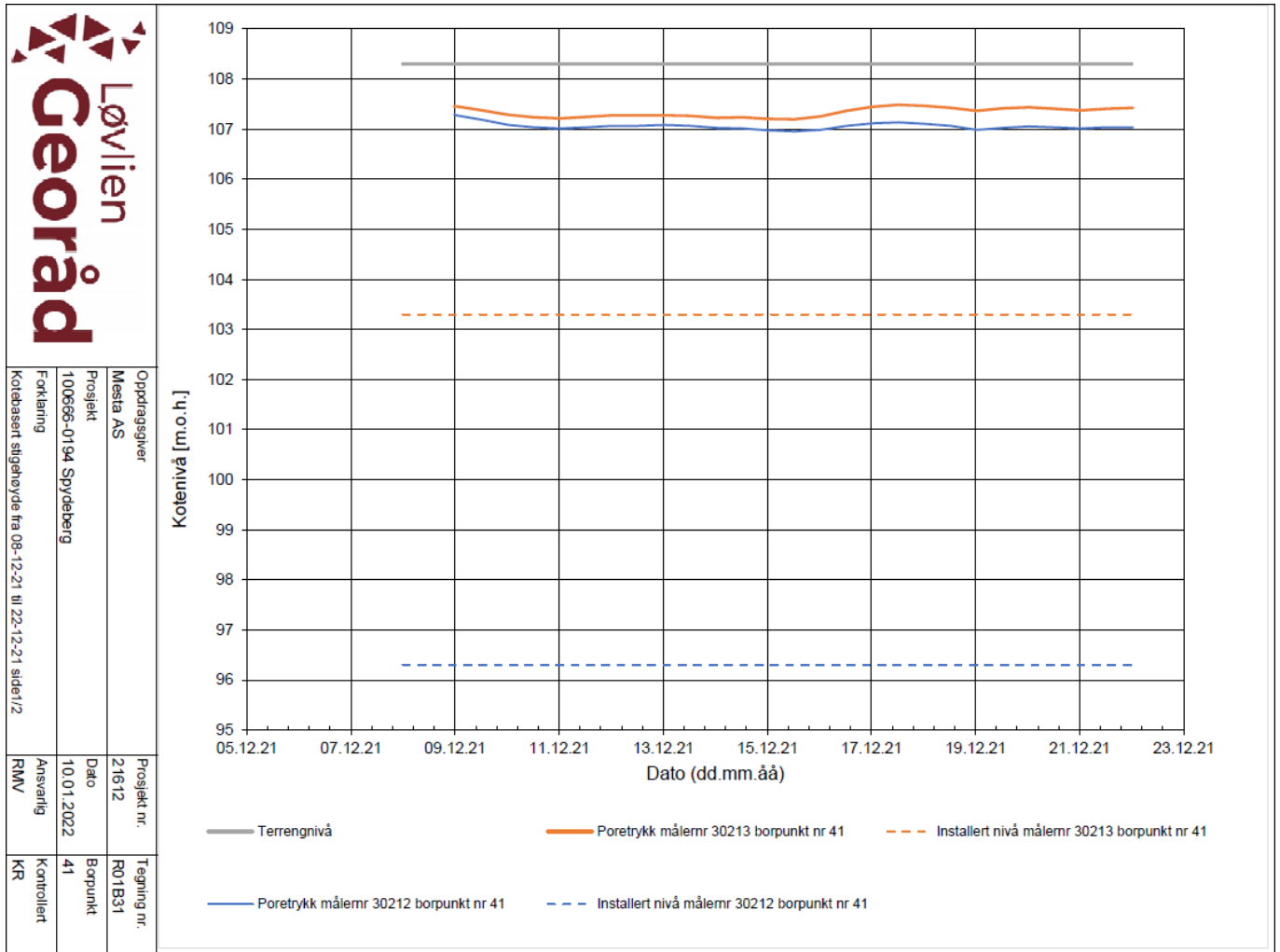
Parametere for leirlaget i langtidssituasjon (α - ϕ) er valgt på bakgrunnen av anbefalinger av Statens Vegvesen håndbok V220 [21], og en friksjonsvinkel på 26° er lagt til grunn for leirlaget.

8.3 Laster

Tiltaket består av oppføring av to separate boligbygg i to etasjer på tomten. Ved stabilitetsberegningene er det benyttet en jevnt fordelt trafikklaster på $F_{rep}=15$ kPa på trafikkerte flater og $F_{rep}=10$ kPa på gang- og sykkelveger, med lastkoeffisient 1,3. For bygninger er det lagt inn en last på 10 kPa per etasje, med fratrekke for bygg med kjeller. Laster på terreng er kun benyttet der lastene gir en ugunstig lastvirkning.

8.4 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling er modellert i henhold til utførte piezometeravlesninger i borpunkt 41 (figur 13) [19].



Figur 13: Resultater av Poretrykkmålerne i borpunkt 41 [19].

8.5 Tolkning av konsolideringsforhold

Området er antatt overkonsolidert da marin grense og tidligere vannstand var på ca. 200 moh. Ødometerforsøkene på prøveserien fra punkt 41 viser at overkonsolideringsforholdet (OCR) er omtrent 3,5 på en dybde av 4,4 meter under terreng, og avtar til 2,5 på en dybde av 6,4 meter under terreng [5].

8.6 Tolkning av skjærfasthet

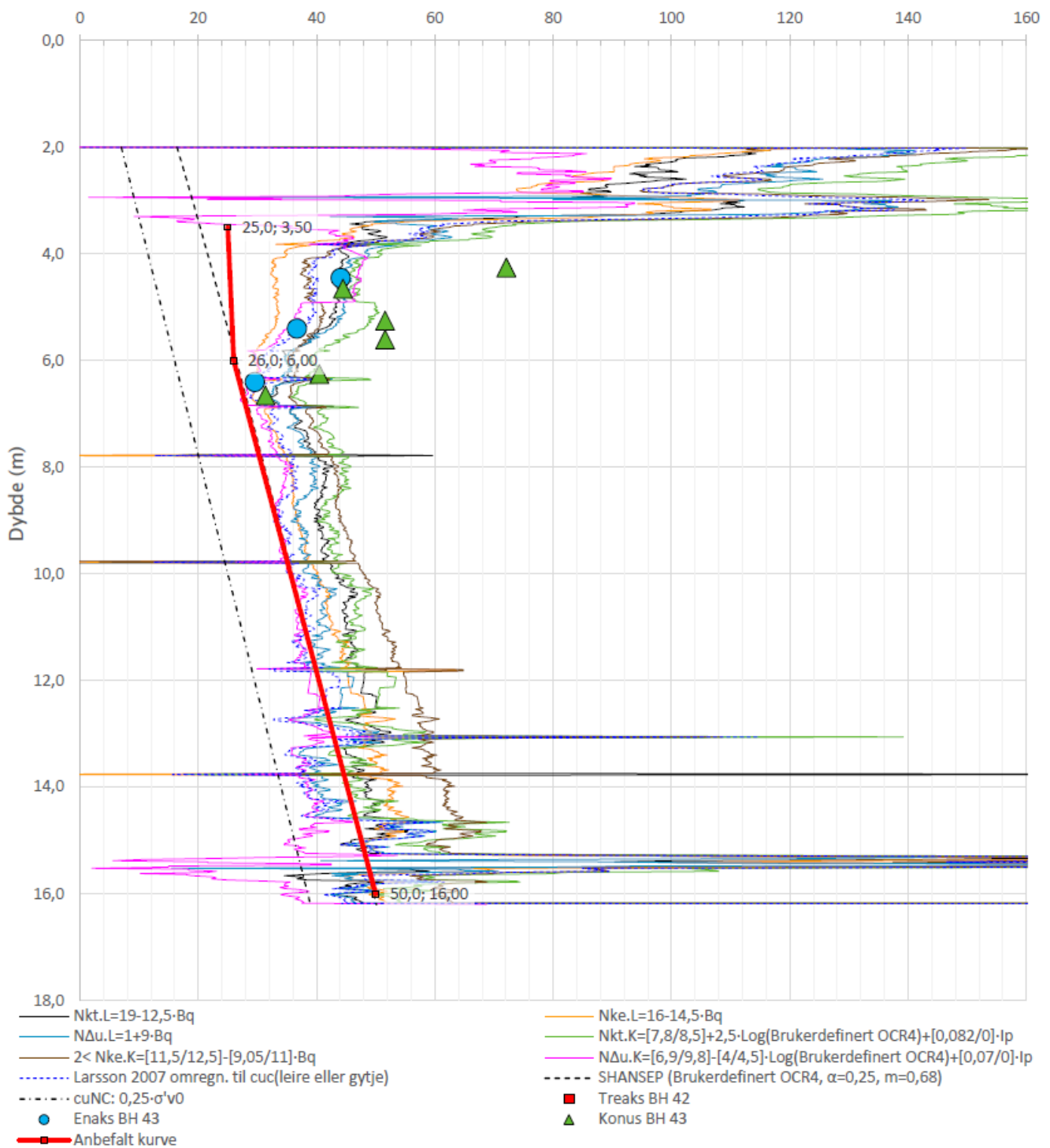
Ut ifra enaksial- og konusforsøkene i borpunkt 43 er den direkte skjærstyrken registrert som varierende mellom 30 kPa og 85 kPa i dybder fra 4 til 7 meter under terreng (figur 14) [5].

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 43: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$

Konus BH 43: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt			Prosjektnummer: 10226518 Rapportnummer: RIG-NOT-001		Borhull
Ny ungdomsskole Spydeberg					42
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4489
Multiconsult	Tegnet	ILGS	Kontrollert	DEJ	Godkjent
	Utførende	MESTA	Dato sondering	06.12.2021	Revisjon
				0	Rev. dato
				08.03.2022	Anvend.klasse
					1
					Vedlegg
					B.3

Figur 14: Tolkning av C_{uA} [5]

9 Stabilitetsvurderinger

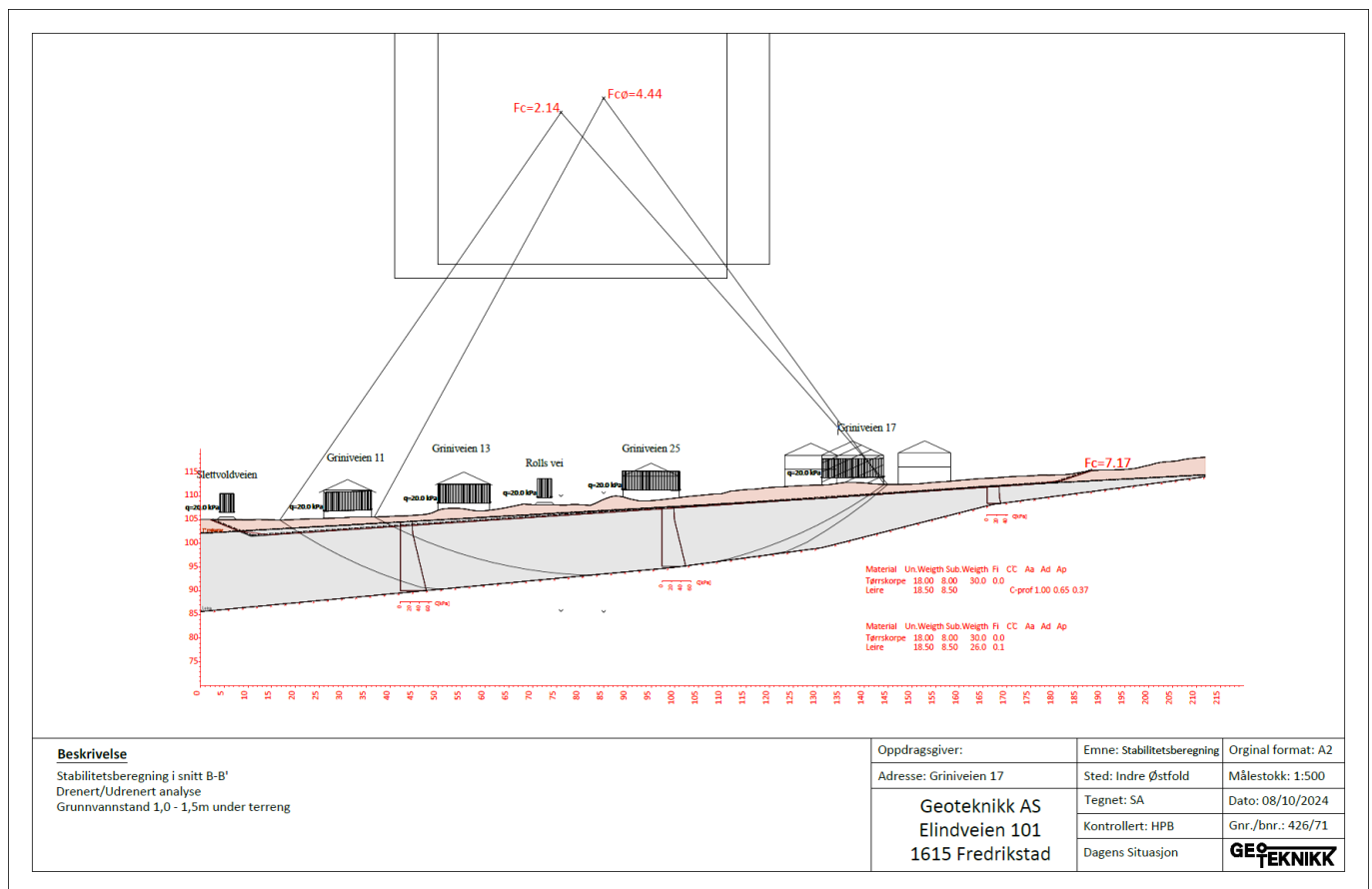
9.1 Stabilitetsvurderinger (drenert og udrenert)

Det er utført totalspenningsanalyse (udrenert/korttidstilstand) og effektivspenningsanalyse (drenert/langtidstilstand) for å vurdere områdestabiliteten. Beregningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet 24.11.0.11.0 for sirkulære og sammensatte glideflater. Den valgte profilen (B-B') er vurdert som den mest kritiske for området (figur 15 og 16).

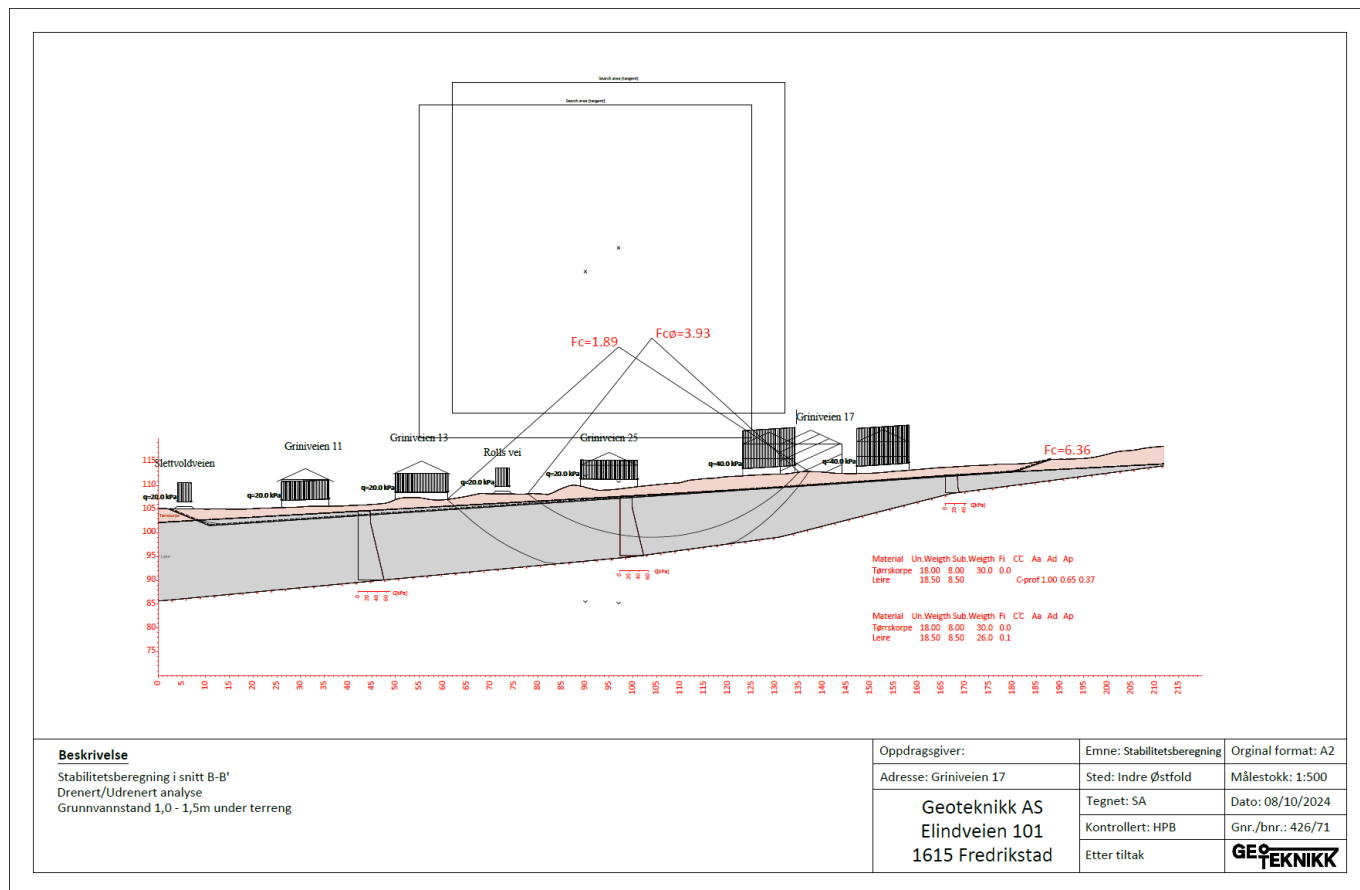
Krav til sikkerhet er beskrevet iht. NVEs retningslinjer, med kravene $F_{cu} \geq 1,61$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for henholdsvis totalspenning- og effektivspenningsforholdene. Se tabell 5 for en oversikt over de oppsummerte beregningsresultatene.

Tabell 5: Sammendrag av utførte stabilitetsberegninger

Profil/Situasjon	Beregningresultater		Merknader
	Totalspeningsanalyse (S_u udrenert)	Effektivspeningsanalyse ($a-\phi$ drenert)	
Snitt B-B'/dagens situasjon	2,14 (sammensatte 7,17)	4,44	
Snitt B-B'/etter tiltak	1,89 (sammensatte 6,36)	3,93	



Figur 15: Stabilitetsberegninger i snitt B-B' for dagens situasjon.



Figur 16: Stabilitetsberegninger i snitt B-B' etter tiltak.

9.2 Vurdering av sikkerhetsbehov for ny bebyggelse og for eksisterende bygg

Geoteknikk AS har gjennomført stabilitetsberegninger for både dagens situasjon og situasjonen etter tiltaket. Resultatene av beregningene viser at det er oppnådd en sikkerhetsfaktor som er over kravet. Dette innebærer at tiltaket oppnår tilstrekkelig sikkerhet, og at områdestabiliteten vil være ivaretatt.

9.3 Stabilitetsvurderinger etter sikringstiltak

Ikke nødvendig å vurdere som følge av konklusjonene i punkt 9.2.

9.4 Volumoverslag av sikringstiltak

Ikke nødvendig å vurdere som følge av konklusjonene i punkt 9.2.

10 Stabiliserende tiltak

10.1 Anbefalte stabiliserende tiltak for økt stabilitet (fundamentering) og hindring av erosjon

Tiltaket kommer innenfor eksisterende løsnemråde, der stabiliteten er vist å være tilstrekkelig i dagens situasjon.

10.2 Miljø og landskapspåvirkning

Ikke aktuelt.

10.3 Hensyn ved anleggsdrift – faseplaner mv.

Ikke aktuelt.

10.4 Prosjektering, kontroll og oppfølging av tiltak

Ikke aktuelt i forhold til reguleringsaken.

11 Konklusjon

Ut ifra de undersøkelser som er gjort i denne rapport, konkluderes det med følgende:

- NVEs kvikkleirekart viser at det planlagte byggeområde ligger i et tidligere kartlagt løснеområde for kvikkleire.
- Det ble funnet sprøbruddsmateriale i tiltaksområdet.
- Mest kritisk skråning er brattere enn 1:20. Høydeforskjellene i terrenget mellom topp og bunnen av skråningen blir over 5m.
- Iht. NVE-kart ligger ikke planområdet innenfor et aktsomhetsområde for flom.
- Topografivurderinger viser at endring av det eksisterende løśnieområdet ikke er nødvendig.
- Vurderingene viser at sikkerheten er tilstrekkelig i dagens situasjon og etter etablering av tiltaket.

12 Referanser

- [1] Kartverket. "Norgeskart." <https://www.norgeskart.no/> (hentet: 04.10.2024).
- [2] TEK 17. "Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)." <https://lovdata.no/forskrift/2017-06-19-840/§7-3> (hentet: 11.02.2022).
- [3] NVE, "Sikkerhet mot kvikkleire," in "Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper," Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Oslo, 1/2019, 2020. Hentet: Jan. 2021. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf
- [4] Geoteknikk AS, "Geoteknisk datarapport, Griniveien 17, 1820 Spydeberg, Indre Østfold Kommune," 30.09.2024.
- [5] Multiconsult AS, "Nye Spydeberg ungdomsskole, Områdestabilitetsvurdering iht. NVE 1/2019," 08.07.2022.
- [6] Kartverket. "Opplysningen 1881." <https://kart.1881.no/> (hentet: 04.10.2024).
- [7] NVE, "Flaum- og skredfare i arealplanar," Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Oslo, 1501-9810, 2014.
- [8] TEK 17. "Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)." <https://lovdata.no/forskrift/2017-06-19-840/§10-2> (hentet: 11.02.2022).
- [9] Byggesaksforskriften. "Forskrift om byggesak." https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488/KAPITTEL_1#KAPITTEL_1 (hentet: 11.02.2022).
- [10] NVE. "Kvikkleiresoner." <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#> (hentet: 30.09.2024).
- [11] Google. "Goolge Maps." <https://www.google.no/maps> (hentet: 04.10.2024).
- [12] NVE. "NVE Brattetskart." <https://temakart.nve.no/tema/bratthet> (hentet: 04.10.2024).
- [13] Kartverket. "Høydedata." <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/> (hentet: 07.10.2024).
- [14] NGU. "Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase." https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/ (hentet: 30.09.2024).
- [15] NVE. "NVE Aktsomhetskart for flom." <https://temakart.nve.no/tema/flomaktsomhet> (hentet: 07.10.2024).
- [16] NVE. "NVE Skredhendelser." <https://temakart.nve.no/tema/skredhendelser> (hentet: 07.10.2024).
- [17] Løvlien Georåd, "Rolls vei m.fl., Spydeberg, Indre Østfold, geoteknisk datarapport," 23.02.2022.
- [18] NGU. "Nasjonal database for grunnundersøkelser." https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/ (hentet: 23.09.2024).
- [19] Løvlien Georåd, "Griniveien/Villaveien, Spydeberg, Indre Østfold, geoteknisk datarapport," 24.01.2022.
- [20] NGI, "NVE Ekstern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred : metodebeskrivelse," 2020.
- [21] *Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging*, 2022.
- [22] NIFS, "Rapport 14/2014 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire - En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer," 2014.