

Lier Eiendomsselskap KF

## ► Lierbyen skole

Vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019

Oppdragsnr.: 52203722 Dokumentnr.: 52203722-RIG-02 Versjon: D03 Dato: 2023-06-06



**Oppdragsgiver:** Lier Eiendomsselskap KF  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Jan Kristian Vinje  
**Rådgiver:** Norconsult AS , Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Kristine Ekseth  
**Fagansvarlig:** Kristine Ekseth  
**Andre nøkkelpersoner:** Guro Ølnes, Aril Shafiei Haakonsen, Trude Nyheim, Andrea Støren

D03	2023-06-06	Oppdatert etter innspill fra NVE	GurOel	KriEks	KriEks
D02	2023-03-17	Oppdatert etter ny plassering av tiltak	AndSt	KriEks	KriEks
D01	2022-12-23	Vurdering av områdestabilitet	GurOel	AriHaa	TrN
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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

Rapporten omhandler vurdering av områdestabilitet for Lierbyen skole. Det er utført grunnundersøkelser for å avklare områdestabiliteten. Grunnundersøkelsene har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire vest for skolen.

Områdestabiliteten er vurdert iht. NVEs veileder 1/2019. Basert på gjennomgangen av NVEs veileder for utbygging i plassering A og B, er det ikke funnet tilstrekkelig stabilitet for dagens situasjon. Dermed er det behov for sikringstiltak for å forbedre stabiliteten i skråningen. Aktuelt stabiliserende tiltak er en motfylling i bunnen av skråningen. Det kreves en fylling med høyde 3 m for å oppnå tilstrekkelig stabilitet i skråningen, samt erosjonssikring av bekken i bunnen av ravedalen.

Det er tegnet opp en kvikkleiresone med middels faregrad, alvorlig konsekvensklasse og risikoklasse 3.

I revidert versjon av denne rapporten, er det i tillegg utredet en alternativ plassering lenger øst (alt. D) som ligger utenfor faresonen avgrenset ifm. utredning for alt. A-C. Grunnundersøkelser i nærheten viser i hovedsak lite til middels sensitiv siltig leire uten sprøbruddegenskaper. Basert på grunnundersøkelser og topografien i området, er vår vurdering at tiltak i plassering D ikke ligger innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde. Sikkerhet mot områdeskred vurderes dermed som tilfredsstillende og paviljongen kan bygges ved plassering D uten å gjennomføre stabiliserende tiltak.

I revisjon D03 er utstrekningen av faresonen endret, slik at alternativ C for plassering av paviljongen ligger utenfor kvikkleiresonen. Paviljongen kan derfor bygges ved denne posisjonen uten behov for stabiliserende tiltak.

Videre geoteknisk prosjektering, herunder fundamentering, setningsberegninger m.m. som måtte være nødvendig iht. til Eurokode 7, er ikke behandlet i denne rapporten.

## Terminologi

Aktsomhetsområde	Områder der det potensielt kan være skredfarlig kvikkleire/sprøbruddmateriale, uten at skredfaren er undersøkt.
Faregrad	Kvalitativt uttrykk for sannsynligheten for områdeskred i en faresone.
Faresoner	Områder der det potensielt kan være skredfarlig kvikkleire/sprøbruddmateriale, og hvor antatt maksimal utstrekning av løsne- og utløpsområder er definert på grunnlag av grunnundersøkelser, terenganalyser og geotekniske vurderinger.
Løsneområde	Det området som glir ut når et skred inntreffer.
Utløpsområde	Området der skredmassene avsettes nedenfor skredgropa.

## ► Innhold

	Terminologi	3
<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Regelverk</b>	<b>8</b>
	2.1 Generelt	8
	2.2 Krav til sikkerhet	8
<b>3</b>	<b>Topografi og grunnforhold</b>	<b>12</b>
	3.1 Introduksjon	12
	3.2 Topografi	13
	3.3 Grunnundersøkelser	15
	3.4 Befaring 21. oktober 2022	19
<b>4</b>	<b>Prosedyre for utredning av områdestabilitet</b>	<b>20</b>
	4.1 Generelt	20
	4.2 Nøyaktighet av utredningen	21
<b>5</b>	<b>Vurdering av løsne- og utløpsområder</b>	<b>22</b>
	5.1 Avgrensning av løsneområde	22
	5.2 Avgrensning av utløpsområde	23
<b>6</b>	<b>Kartlagt faresone</b>	<b>25</b>
	6.1 Faregrad	25
	6.2 Skadekonsekvensklasse	26
	6.3 Risikoklasse	26
<b>7</b>	<b>Stabilitetsberegninger</b>	<b>27</b>
	7.1 Beregningsprofiler og lagdeling	27
	7.2 Drenerte styrkeparametere	27
	7.3 Udrenerte styrkeparametere	28
	7.4 Beregningsresultater	31
	7.4.1 <i>Alternativ A og B</i>	31
	7.4.2 <i>Alternativ C</i>	32
<b>8</b>	<b>Vurdering av plassering alt. D</b>	<b>33</b>
	8.1 Topografi og grunnforhold	33
	8.2 Utredning av områdestabilitet alt. D	34
	8.2.1 <i>Gjennomgang grunnlag</i>	35
<b>9</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>36</b>
<b>10</b>	<b>Referanser</b>	<b>37</b>

Tegningsnr.	Beskrivelse	Målestokk	Revisjon
V501	Stabilitetsberegning profil A, totalspenningsanalyse	1:200	D01
V502	Stabilitetsberegning profil A, effektivspenningsanalyse	1:200	D01
V503	Stabilitetsberegning profil B, totalspenningsanalyse	1:200	D01
V504	Stabilitetsberegning profil B, effektivspenningsanalyse	1:200	D01
V505	Stabilitetsberegning profil A med fylling, totalspenningsanalyse	1:200	D01
V506	Stabilitetsberegning profil A med fylling, effektivspenningsanalyse	1:200	D01
V507	Stabilitetsberegning profil B med fylling, totalspenningsanalyse	1:200	D01
V508	Stabilitetsberegning profil B med fylling, effektivspenningsanalyse	1:200	D01
V601	Kvikkleiresone, løsne- og utløpsområder	1:1000	D03

## 1 Innledning

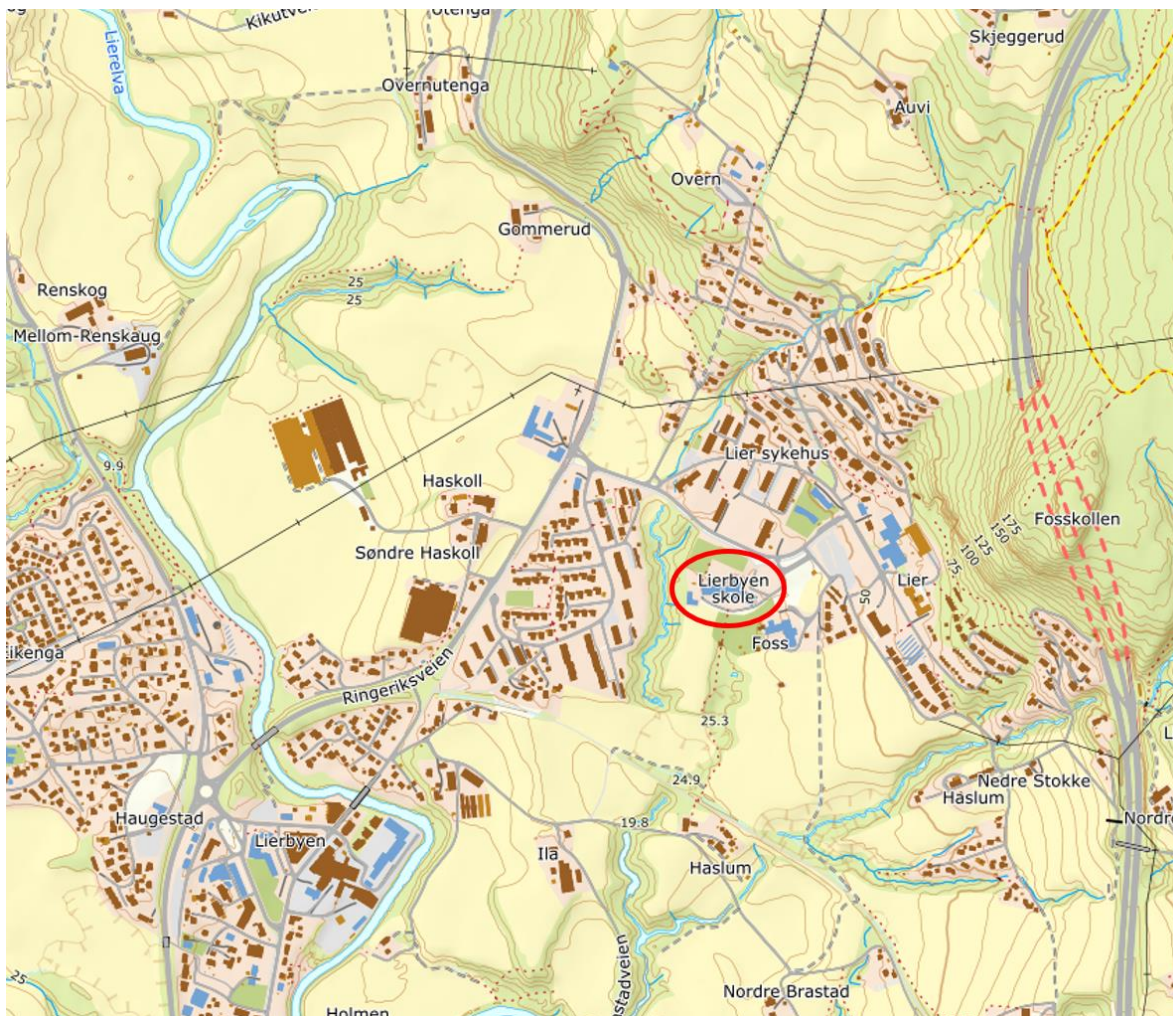
Lier kommune planlegger en utvidelse av Lierbyen skole med en paviljong. Norconsult AS er engasjert av Lier kommune for å gjennomføre geotekniske grunnundersøkelser i området, samt undersøke forekomst av sprøbruddmateriale. I den forbindelse er det nødvendig å vurdere områdestabiliteten for tiltaksområdet iht. NVE-veileder 1/2019 [1].

Denne rapporten inneholder vurderinger av områdestabilitet for planområdet vist i Figur 1. Rapporten må til uavhengig kvalitetssikring iht. NVEs veileder 1/2019 [1]. Det er byggherres ansvar å sørge for denne kontrollen. Videre geoteknisk prosjektering må utføres iht. regelverk og krav, og er ikke behandlet i denne rapporten.

Følgende rapporter må sees i sammenheng med denne rapporten:

- Norconsult AS: 52203722-RIG-01: Geoteknisk datarapport Lierbyen skole [2].
- Norconsult AS: 52203722-RIG-03: Geoteknisk prosjekteringsrapport Lierbyen skole [3]

Figur 2 og Figur 3 viser alternative plasseringer av den nye paviljongen til Lierbyen skole.



Figur 1: Oversikt over planområdet. Lierbyen skole er markert med rød sirkel.



Figur 2: Alternative plasseringer av ny paviljong ved Lierbyen skole, alt. A-C.



Figur 3: Ny alternativ plassering av paviljong, alt. D.

## 2 Regelverk

### 2.1 Generelt

I henhold til Plan og bygningsloven § 28-1 kan grunn bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Skredfare er et av temaene som skal inngå i risiko- og sårbarhetsanalyser, som beskrevet i plan og bygningslovens § 4-3. I TEK17 presiseres det i § 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, at byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger som flom, stormflo og skred.

NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1], beskriver hvordan skredfare kan utredes. Utredning i henhold til denne veilederen tilfredsstiller gjeldende lovkrav. Dersom et tiltak ligger i et aktsomhetsområde og har en tiltakskategori der områdestabilitet må utredes, må man iht. NVEs retningslinjer på reguleringsplannivå, slik at faresoner må identifiseres, avgrenses og klassifiseres.

NVEs veileder 1/2019 [1] er lagt til grunn for vurderingen, samt retningslinjer i Ekstern rapport 9/2020 [4] med vedlegg. Ekstern rapport 9/2020 beskriver kartlegging av kvikkleiresoner og klassifisering av sonene med hensyn til faregrad, skadekonsekvens og risiko.

Ved at et område blir kartlagt for å finne reelle kvikkleiresoner blir informasjonen om området økt. Dette vil bidra til å redusere risikoen for mulige skred ved fremtidige utbygginger og tiltak. Tiltak innenfor eller i tilknytning til kartlagt kvikkleiresone behandles på lik linje med andre tiltak under marin grense. Kvikkleireveilederen beskriver hvordan kravene i TEK17 kan ivaretas for områder med potensielle og reelle kvikkleiresoner. Nye tiltak innenfor en allerede utredet reell kvikkleiresone vil føre til at man i tillegg til vanlig saksbehandling må forholde seg til kvikkleireveilederens tiltakskategorier (K0-K4).

### 2.2 Krav til sikkerhet

Krav til sikkerhet i områdestabilitetsberegninger avhenger av tiltakskategori definert i NVEs veileder [1], som vist i Figur 4. Aktuelt tiltak er utvidelsen av en skole med en paviljong. Siden paviljongen medfører større personopphold og er et skolebygg, klassifiseres dette tiltaket i tiltakskategori K4.



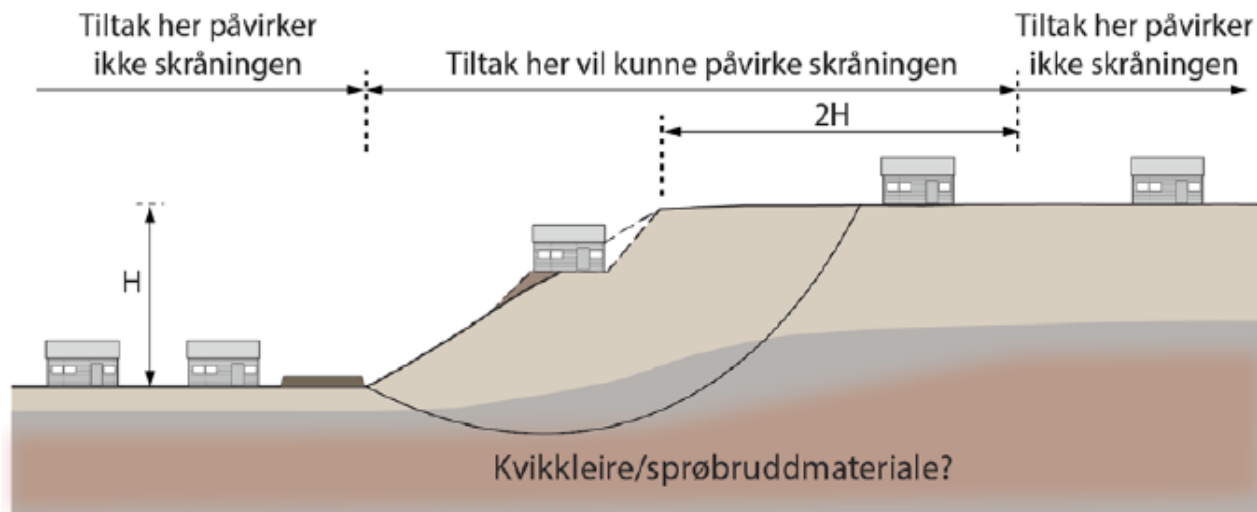
Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	<b>Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer</b> Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	<b>Tiltak av begrenset størrelse.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

Figur 4: NVEs klassifisering av tiltakskategorier.

Tiltakskategori K4 krever en sikkerhet på  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Ved en forverring av stabiliteten kreves en sikkerhet på  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Faktoren  $f_s$  er sprøhetsforholdet, og er beskrevet i NVEs veileder 1/2019 kap. 5.3.3 [1].

I henhold til NVE-veileder 1/2019 [1] kan krav til sikkerhet differensieres avhengig av hvor i faresonen tiltaket ligger. Dersom det ikke bygges i eller nært skråningen (skråningen ligger utenfor influensområdet til tiltaket), kan sikkerheten vurderes på grunnlag av langtidsstabilitet, samt robusthet mot mindre, uforutsette spenningsendringer [1]. Figur 5 viser prinsippet for når et tiltak vil påvirke en skråning.

I henhold til NVEs veileder vil et tiltak ikke påvirke skråningen dersom det ligger i en avstand større en  $2H$  bak skråningstopp, der  $H$  er total høydeforskjell i skråningen. Skråningen ligger også utenfor influensområdet til et tiltak dersom tiltaket ligger foran skråningsfoten, gitt at stabiliteten ikke forverres av tiltaket (ved for eksempel graving eller peleramming).



Figur 5: Prinsipp for når en skråning kan vurderes som upåvirket av tiltaket. Hentet fra figur 3.4 i NVE-veileder 1/2019.

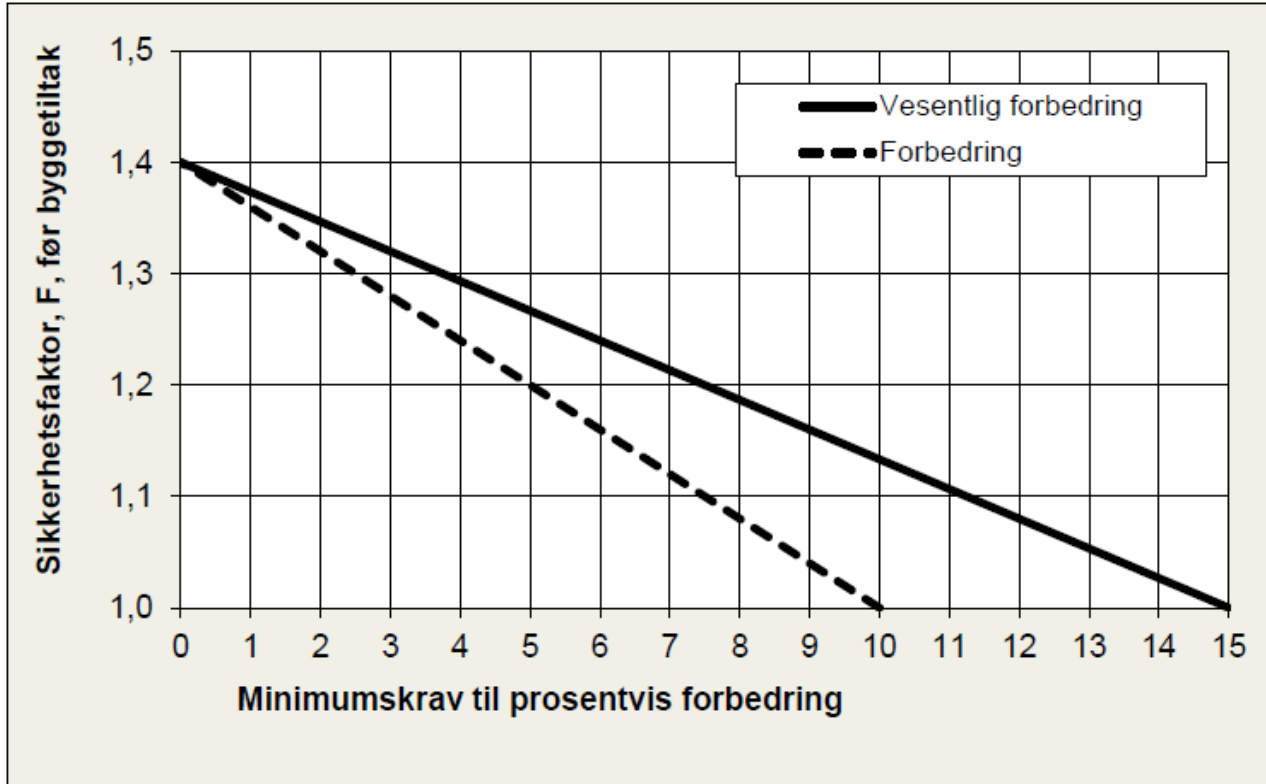
Figur 2 og Figur 3 viser aktuelle plasseringer av paviljongen. Både alternativ A og B er plassert i topp av skråningen og innenfor influensområdet til skråning, slik at tiltaket påvirker stabiliteten av skråningen. Paviljongen vil medføre en ekstra last i toppen av skråningen. Dersom dette forverrer stabiliteten kreves en sikkerhet på  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet må  $F_{c\phi}$  og  $F_{cu}$  økes prosentvis i henhold til Tabell 1 og Figur 6.

Tabell 1: Krav til prosentvis forbedring. Hentet fra tabell 3.3 i NVE-veileder 1/2019.

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
<b>K3</b>	Ikke forverring	Forbedring	
<b>K4</b>	Forbedring		Vesentlig forbedring

Alternativ C i Figur 2 er plassert med en avstand lenger øst enn  $2H$ , slik at tiltaket ikke vil påvirke skråningen. Kravet til sikkerhet iht. NVEs veileder blir da  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet må  $F_{c\phi}$  og  $F_{cu}$  økes prosentvis i henhold til Tabell 1 og Figur 6.

Alternativ D er plassert med en avstand lenger øst enn  $2H$ , slik at tiltaket ikke vil påvirke skråningen. Plasseringen er utenfor faresonen i vest som ble avgrenset ifm. utredning av alternativ A, B og C.



Figur 6: Krav til prosentvis forbedring. Hentet fra figur 3.3 i NVE-veileder 1/2019.

## 3 Topografi og grunnforhold

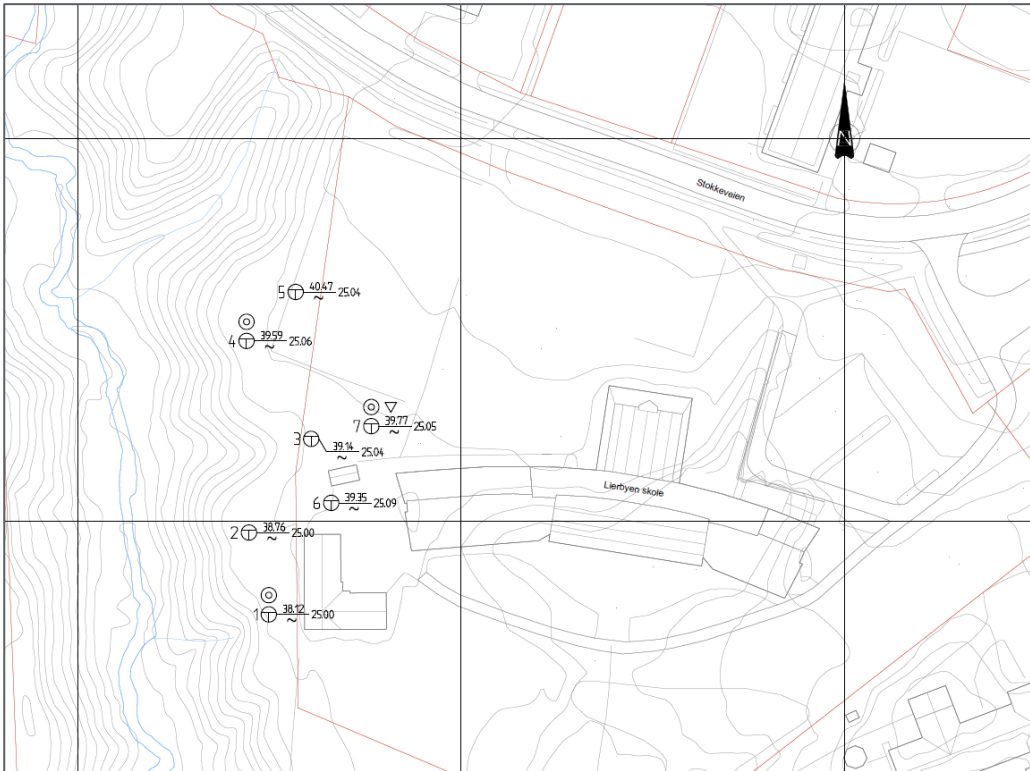
### 3.1 Introduksjon

Det er gjennomført grunnundersøkelser i områdene rundt Lierbyen skole tidligere, blant annet i forbindelse med en kartlegging av områder med fare for kvikkleireskred på 1980-tallet. En oversikt over undersøkelsene ligger i Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) [5], og viser at flere grunnundersøkelser har avdekket sannsynlig kvikkleire i området.



Figur 7: Oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser i området. Hentet fra NADAG [5]. Lierbyen skole er markert med rød sirkel.

I tillegg er det gjennomført grunnundersøkelser i forbindelse med den planlagte utvidelsen av Lierbyen skole. Utklipp fra borplan er vist på Figur 8. Resultater fra grunnundersøkelsene er omtalt i rapport 52203722-RIG-01 [2]. Undersøkelsene viser at det er funnet sprøbrudmateriale og kvikkleire (i henhold til definisjoner fra NVE 1/2019 [1]) vest for skolen, ved plassering A og B.



Figur 8: Utklipp fra borplan over supplerende grunnundersøkelser gjennomført av Norconsult, tegning V001. Oversikten er hentet fra datarapporten [2].

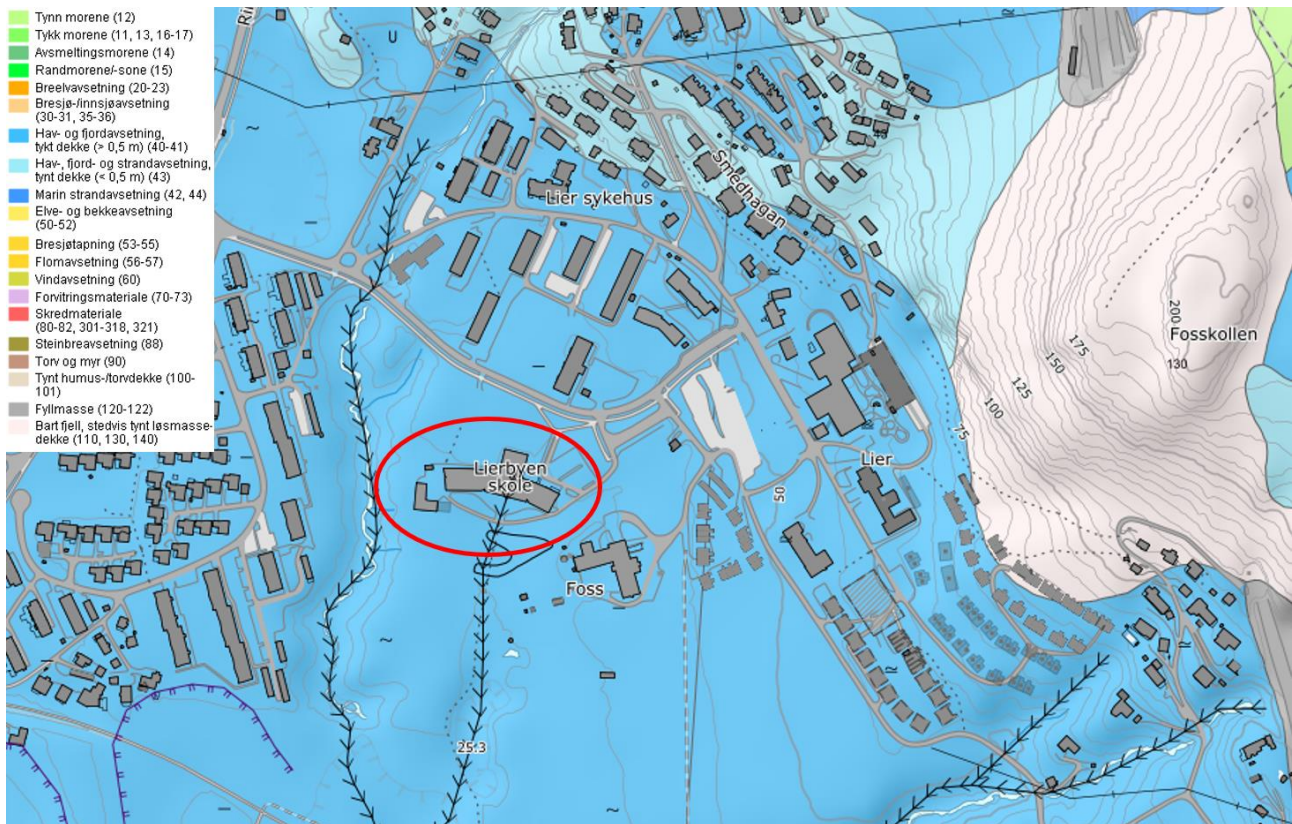
### 3.2 Topografi

Figur 9 viser løsmassekart fra NGU [6]. Kartet viser at hele planområdet består av tykke hav- og fjordavsetninger. Nord for området finnes områder med tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger. Øst for skolen viser kartet bart fjell, stedvis tynt løsmassedekke. Hele området ligger under marin grense.

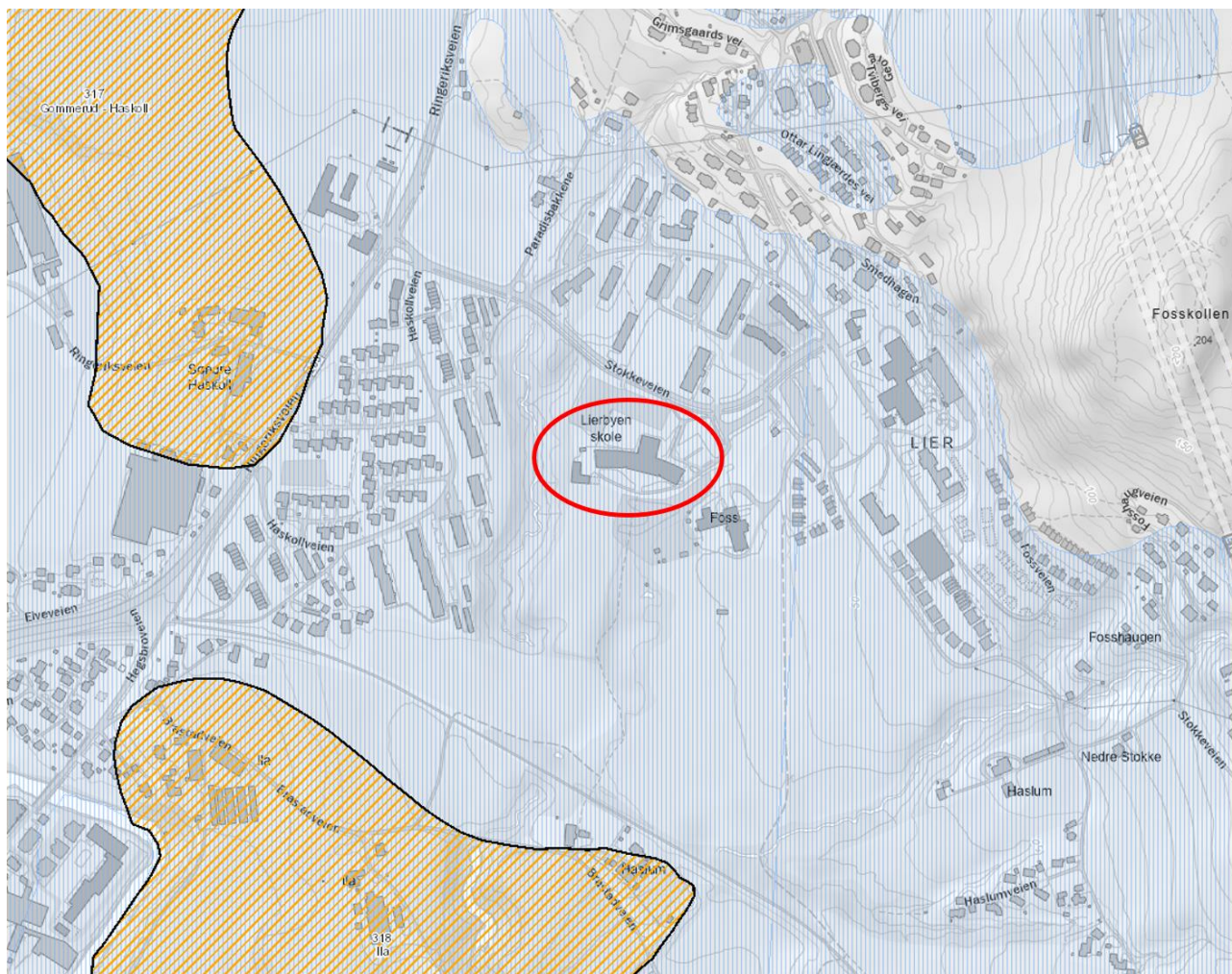
Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon på hva et øvre lag i jordprofilen består av. For å få kjennskap til grunnens egenskaper i dybden er det nødvendig med geotekniske grunnundersøkelser.

Lierbyen skole ligger i et relativt flatt område ved ca. kote +38-41. Vest for tomten er en ravinedal. Bunnen av dalen heller mot sør. Ved Lierbyen skole ligger bunnen av ravinedalen på ca. kote +28. Skråningen vest for skolen ned til bekken i dalbunnen har en helning på ca. 1:2 på det bratteste. Mot nord, sør og øst er området relativt flatt, med en slak stigning mot nord og øst, og en slak helning mot sør.

Figur 10 viser registrerte kvikkleiresoner rundt det aktuelle området. Utsnittet er hentet fra NGUs løsmassekart [6]. Kartet viser at det er registrert to kvikkleiresoner i størrelsesorden 350-400 m unna Lierbyen skole. Vest for Lierbyen skole ligger kvikkleiresone Gommerud – Haskoli, og sør for skolen ligger kvikkleiresone Ila. Begge sonene er klassifisert med middels faregrad, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 3. Lierbyen skole, og området rundt, ligger i tillegg i et område med mulighet for sammenhengende forekomst av marin leire.



Figur 9: Løsmassekart fra NGU [6]. Planområdet er markert med rød sirkel.



Figur 10: Kartlagte kvikkleiresoner i området, hentet fra NVEs farekarttjeneste [7]. Planområdet er markert med rød sirkel.

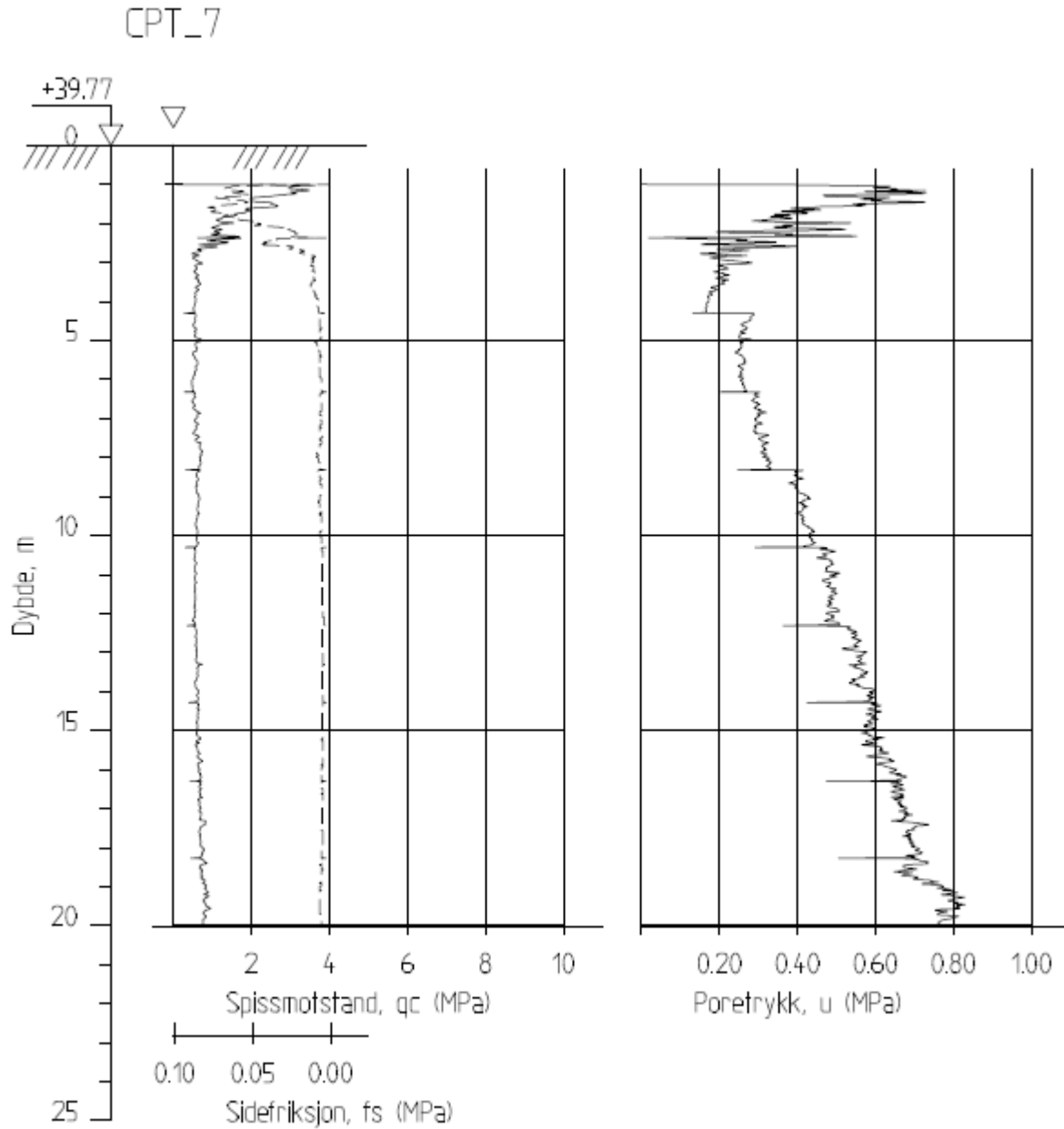
### 3.3 Grunnundersøkelser

Det er gjennomført noen grunnundersøkelser tidligere, samt supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med aktuelt prosjekt. Avgrensningen av løseområdet er basert på tilgjengelige grunnundersøkelser. I denne rapporten er kvikkleire definert som materiale med omrørt skjærfasthet under 0,5 kPa. Sprøbruddmateriale er definert som materiale med omrørt skjærfasthet under 2 kPa, iht. NVEs veileder 1/2019 [1].

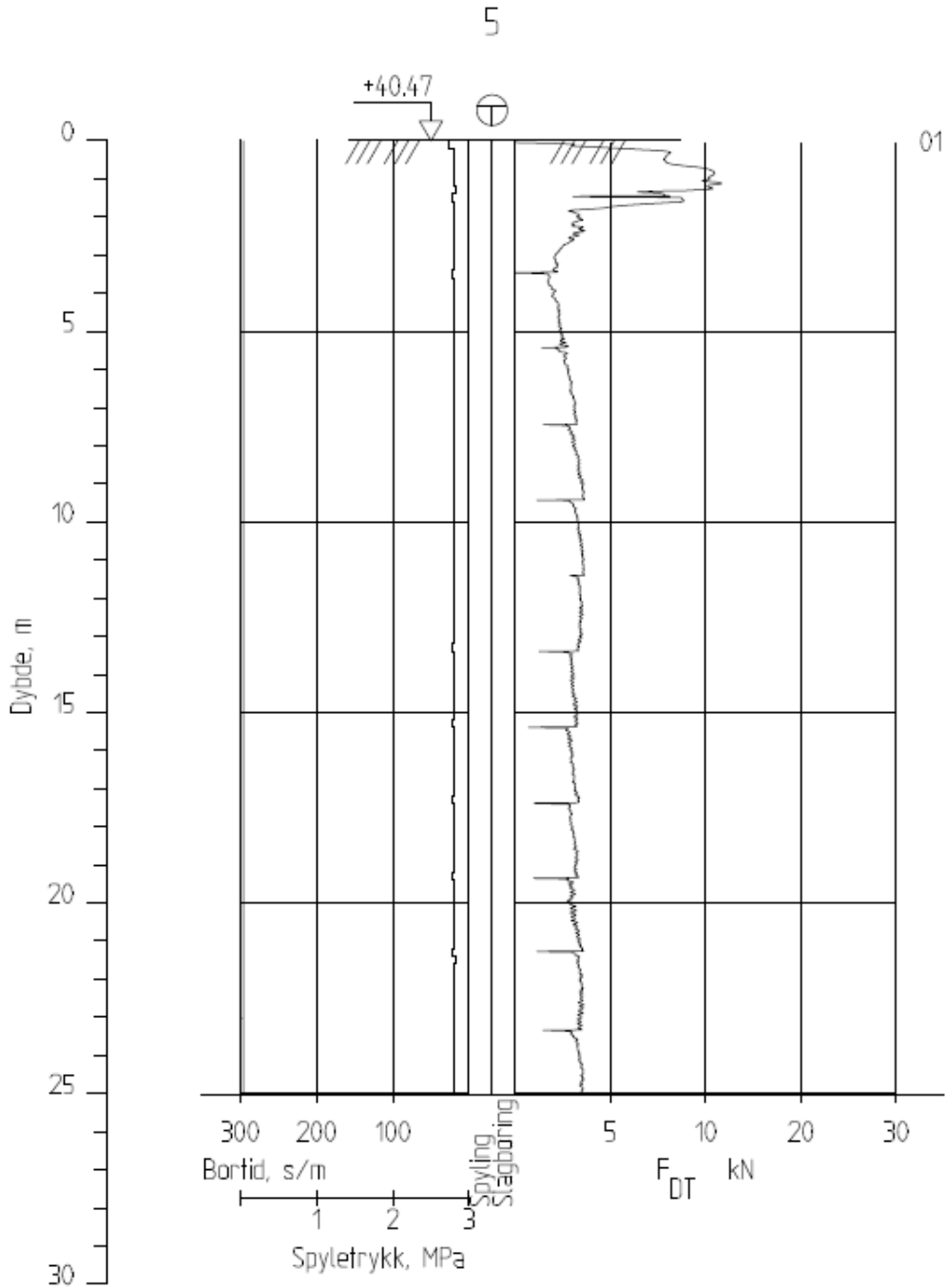
De supplerende grunnundersøkelsene i planområdet viser sprøbruddmateriale i prøveserien i borhull 7 fra 11 m dybde. Høyeste sensitivitet er 230, som vist i Figur 11. Trykksoneeringen i borhull 7 underbygger funnene fra laboratorieforsøkene, da den viser tilnærmet konstant, lav spissmotstand på ca. 1 MPa, fra ca. 10 m dybde til sonderingsslutt på 20 m dybde. Dette er vist i Figur 12. Flere av totalsonderingene indikerer også mulig kvikkleire eller sprøbruddmateriale i store deler av dybden. I borhull 1 og 4 har laboratorieundersøkelsene påvist sprøbruddmateriale fra ca. 13 m dybde.







Figur 12: Trykksondring fra borpunkt 7.



Figur 13: Totalsondering fra borpunkt 5.

### 3.4 Befaring 21. oktober 2022

Befaring ble utført 21. oktober 2022 av geotekniker og hydrolog. Det ble under befaring undersøkt om det var punkter med synlig berg, samt vurdert erosjonsfare ved bekken i bunnen av ravinedalen vest for Lierbyen skole. Det ble ikke observert berg i dagen ved skolen eller i ravinedalen.

Erosjonen i området ble vurdert av hydrolog under befaringen. Det ble observert noe erosjon i bekken i bunnen av ravinen, som vist i Figur 15. Basert på dette er det vurdert at det er litt erosjon i området.



Figur 14: Bekken i bunnen av ravinedalen vest for Lierbyen skole.



Figur 15: Bekken vest for Lierbyen skole. Synlig erosjon under trærne.

## 4 Prosedyre for utredning av områdestabilitet

### 4.1 Generelt

Prosedyre for utredning av områdestabilitet er beskrevet i NVE-veileder 1/2019 [1]. De ulike utredningstrinnene er gjengitt i Tabell 2. Punkt 1 – 3 tar for seg aktsomhetsområder mens punkt 4 – 11 tar for seg utredning av faresoner.

Tabell 2: Vurdering av alt. A, B og C iht. prosedyre fra NVEs veileder, kap. 3.2

Punkt	Krav	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Baseres på faresonekart fra NVE. Kartet er vist i kap. 3.2. Kartet viser to faresoner i størrelsesorden 350-400 m unna Lierbyen skole. Disse har middels faregrad, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 3.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Kartet i kap. 3.2. viser at hele planområdet ligger under marin grense, og med mulighet for forekomst av marin leire.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Områder med høydeforskjeller større enn 5 m og lengde innenfor 20 x høydeforskjell identifiseres. Dette er utført ved manuelle vurderinger basert på kotekart. Områder som oppfyller terrengkriteriene, og hvor forekomst av sprøbruddmateriale ikke kan utelukkes, er definert som aktsomhetsområder. Dette omfatter Lierbyen skole og ravedalen vest for skolen.
4	Bestem tiltakskategori	Utvidelsen av Lierbyen skole er et K4-tiltak, som beskrevet i kapittel 2.2.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Det er fra tidligere utført grunnundersøkelser som har avdekket sprøbruddmateriale i flere områder rundt Lierbyen skole.  Potensielle løsneområder vurderes til å ha en lengde $L = 15H$ .  Skråningen i ravedalen vest for Lierbyen skole vurderes som kritisk for potensielle områdeskred. Lierbyen skole ligger i et potensielt løsneområde for områdeskred som starter her. Skolen kan ikke rammes av områdeskred fra utenfor området.

		Ravinedalen i sør er i omtrent 450 m avstand fra Lierbyen skole og de alternative plasseringene for tilbygg. Høydeforskjellen i ravinedalen er på omtrent 15 m. Et eventuelt løsneområde som starter her, avgrenses iht. retningslinjer i NVE 1/2019 med en bakovergrepene utbredelse på $15H = 225$ m. Et skred som starter her, vil dermed ikke ramme skolen.
6	<i>Befaring</i>	Utført av geotekniker 2022-10-21. Nærmere beskrevet i kapittel 3.4.
7	<i>Gjennomfør grunnundersøkelser</i>	Det er utført supplerende grunnundersøkelser på tomten til Lierbyen skole. Grunnundersøkelser er beskrevet i 52203722-RIG-01 [2].
8	<i>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder</i>	Med utgangspunkt i tilgjengelig grunnlag er løsne- og utløpsområder avgrenset. Se kap. 5.1 og 5.2.
9	<i>Klassifiser faresoner</i>	Faresoner er klassifisert med faregrad og konsekvensklasse, se kap. 6.1 og 6.2.
10	<i>Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet</i>	Stabilitetsberegninger er utført, og beskrevet i kapittel 7. Det er ikke funnet tilstrekkelig sikkerhet for dagens situasjon eller fremtidig situasjon uten tiltak.
11	<i>Meld inn faresoner og grunnundersøkelser</i>	Grunnundersøkelser og faresone er meldt inn etter UAK og godkjent rapport.

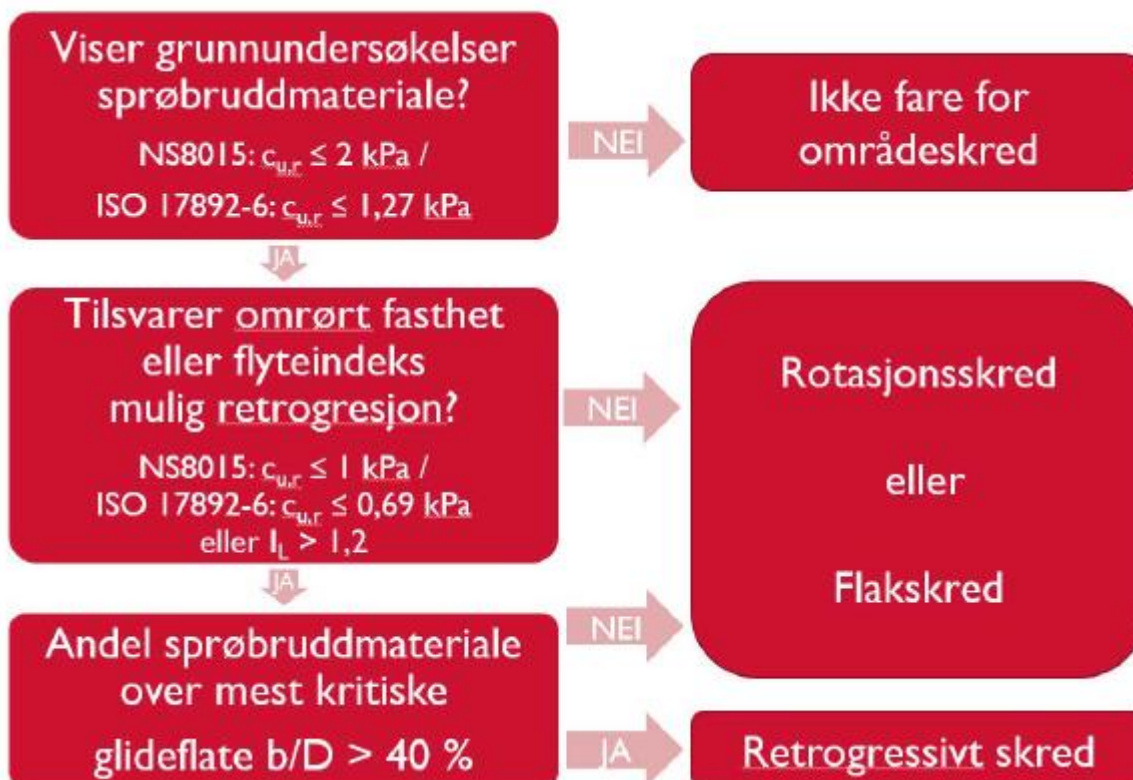
## 4.2 Nøyaktighet av utredningen

Punktene 1-11 i Tabell 2 er utført i denne planfasen. Dette tilfredsstillende krav i NVEs retningslinjer for reguleringsplanfasen.

## 5 Vurdering av løсне- og utløpsområder

### 5.1 Avgrensning av løsneområde

Info om grunnforhold og topografi vurderes etter følgende flytskjema vist i Figur 16:

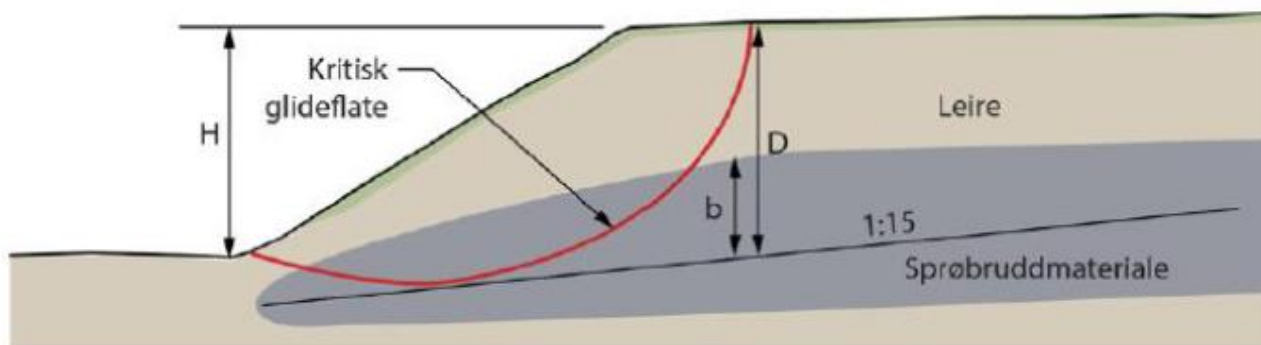


Figur 16: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, hentet fra NVE-veileder 1/2019, figur 4.3.

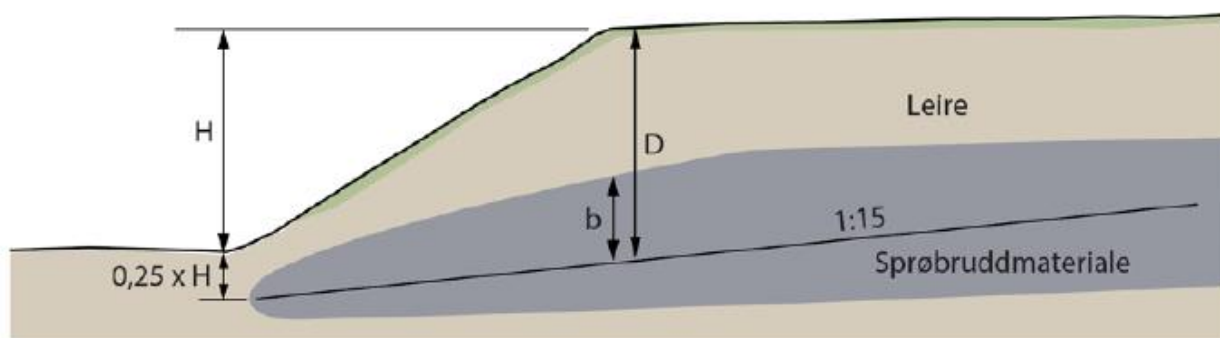
Punkt 8 i Tabell 2 omfatter en mer detaljert avgrensning av løsneområder enn det som er utført i punkt 3. Disse vurderingene baseres på data fra tidligere og supplerende grunnundersøkelser, topografisk kart og observasjoner fra befarings.

Stabilitetsberegningene i snitt A og B, beskrevet i kapittel 7, indikerer at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred i snitt A og retrogressivt skred i snitt B, i henhold til Figur 17. Snitt A er det mest kritiske snittet, men siden ønsket plassering av den nye paviljongen er ved snitt B, benyttes retrogressivt skred som aktuell skredmekanisme ved avgrensningen av løsne- og utløpsområdet.

Stabilitetsberegningene i snitt A og B, beskrevet i kapittel 7, benyttes til å vurdere aktuell skredmekanisme i området. Kritisk glidesirkel er dyp i begge snittene. Laget med ligger også relativt dypt. Forholdet  $b/D$  skal derfor vurderes etter Figur 18, i henhold til NVE-veileder 1/2019 [1]. I begge snittene ligger 1:15-linjen slik at forholdet  $b/D < 40\%$ . Aktuell skredmekanisme i sonen er derfor rotasjonsskred. I henhold til NVE-veileder 1/2019 viser historiske skredhendelser i Norge at rotasjonsskred i leire som regel har  $L/H < 5$  m. Løsneområdet til sonen avgrenses med lengde  $L = 5H$ . Tegning V601 viser utstrekningen av løsne- og utløpsområdet.



Figur 17: Figur 4.4 fra NVE-veileder 1/2019, som viser hvordan man vurderer  $b/D$  for skred i platåterreng.

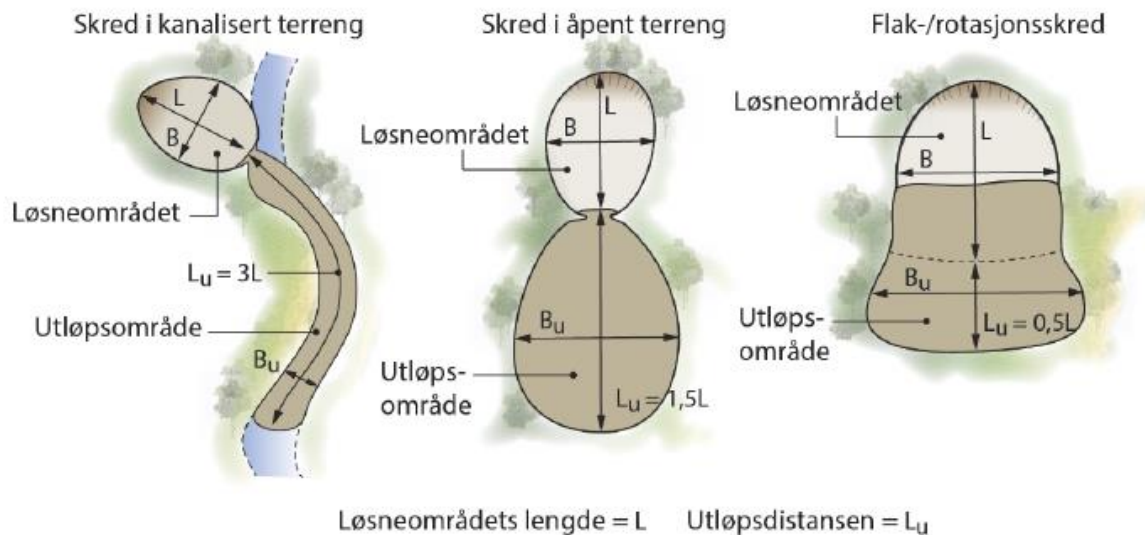


Figur 18: Figur 4.5 i NVE-veileder 1/2019, som viser vurdering av  $b/D$ -forholdet ved dype glidesirkler.

## 5.2 Avgrensning av utløpsområde

Punkt 8 i Tabell 2 omfatter vurdering og avgrensning av sannsynlige utløpsområder. Vurderingene baseres på NVEs veileder [1].

Skredmassene vil bevege seg til bunnen av ravinedalen, og deretter videre sørover langs dalen. I henhold til NVE-veileder 1/2019 er lengden til utløpsområdet for flak- og rotasjonsskred  $L_u = 0,5L$ , som vist i Figur 19. Ravinedalen ender ca. 230 m sør for kritisk snitt. Herfra stiger terrenget i alle retninger. Dette anses derfor som slutten på utløpsområdet. Utstrekningen til utløpsområdet er vist i tegning V601.



Figur 19: Sammenheng mellom lengde på løsne- og utløpsområder for ulike skredmekanismer. Hentet fra NVE-veileder 1/2019 [1].

NVEs veileder [1] skriver følgende «Det er ikke maksimalt utløp for skredmassene som skal avgrenses, men områder der skredmassene har en slik mektighet, konsistens og/eller kraft at de kan utgjøre fare for vesentlig skade på byggverk og/eller fare for menneskeliv.» I utløpsområdet her er det verken byggverk eller oppholdssted for mennesker og det ansees ikke som relevant med tanke på ordlyden i NVEs veileder [1].



## 6 Kartlagt faresone

### 6.1 Faregrad

Faregradsklassifiseringen er utført for kvikkleiresonen, Lierbyen skole, og er vist i Tabell 3, basert på NVE ekstern rapport nr. 9/2020 [4] sin tabell 1. Utløpsområder gis samme faregrad som løснеområdet, men vises med egen skravur på faresonekartene. Løснеområder og utløpsområder er vist på tegning V101.

Faktorene som skal vurderes og vektall for de ulike faktorene er vist i Tabell 3. Produktet av vektall og score for hver faktor gir en poengverdi. Faregrad angis ut ifra summen av poeng for alle faktorene:

- Lav faregrad: 0-17 poeng.
- Middels faregrad: 18-25 poeng.
- Høy faregrad: 26-51 poeng.

Tabell 3: Faregradsklassifisering.

Faktor	Vektall	Faregrad, score	Kommentar	Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	1	Det er registrert enkelte skredhendelser i størrelsesorden ca. 500 m unna skolen.	1
Skråningshøyde, meter	2	0	Ca. 10 m høydeforskjell fra skolen til bunnen av ravedalen.	0
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	Ødometer- og CPTu-resultater indikerer normalkonsolidert leire ved kritisk glidesirkel.	6
Poretrykk: Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3 -3	1	Ikke gjennomført poretrykksmålinger i området. Antas svakt overtrykk.	3
Kvikkleiremektighet	2	3	Det er påvist sprøbruddmateriale fra ca. 11 m dybde. Det er ikke påtruffet berg ved sonderingsslutt på opptil 25 m dybde. Det er indikasjoner på mulig sprøbruddmateriale til sonderingsslutt. Antar sprøbruddmateriale til bergnivå.	6
Sensitivitet	1	3	Høy sensitivitet, inntil $S_t = 230$ , i borpunkt 7 ved 13 meters dybde.	3
Erosjon	3	1	Beskrevet i kapittel 3.4. Vurdert til litt erosjon.	3
Inngrep: Forverring Forbedring	3 -3	1	Plassering av paviljongen ved alternativ B fører til en forverring av sikkerhetsfaktor på 0,09.	3

I sum oppnår området 25 poeng, dvs. **middels faregrad**. Figur 4 viser krav til sikkerhet og kontroll gitt faregrad og tiltakskategori. For K4, middels faregrad og et tiltak som forverrer stabiliteten skal stabilitetsanalyse dokumentere:

- Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ .
- Forbedring ved lavere sikkerhet som beskrevet i NVEs veileder [1].

## 6.2 Skadekonsekvensklasse

Faktor	Vekttall	Faregrad, score	Kommentar	Poeng
Boligheter	4	0	Ingen boligheter innenfor sonen.	0
Næringsbygg, personer	3	3	Den ene paviljongen til Lierbyen skole ligger i sonen.	9
Annen bebyggelse, verdi	1	0	Ingen annen bebyggelse av verdi.	0
Vei, ÅDT	2	1	Statens vegvesens vegkart angir ikke ÅDT for Stokkeveien nord for skolen. Antas i størrelsesorden 100-1000.	2
Toglinje, baneprioritet	2	0	Ingen toglinje i området.	0
Kraftnett	1	0	Ikke noe kraftnett i området ifølge NVEs atlas.	0
Oppdemning/flom	2	0	Ikke en flomsone ifølge NVEs atlas.	0

Det oppnås 11 poeng som tilsvarer **skadekonsekvensklasse alvorlig** for sonen.

## 6.3 Risikoklasse

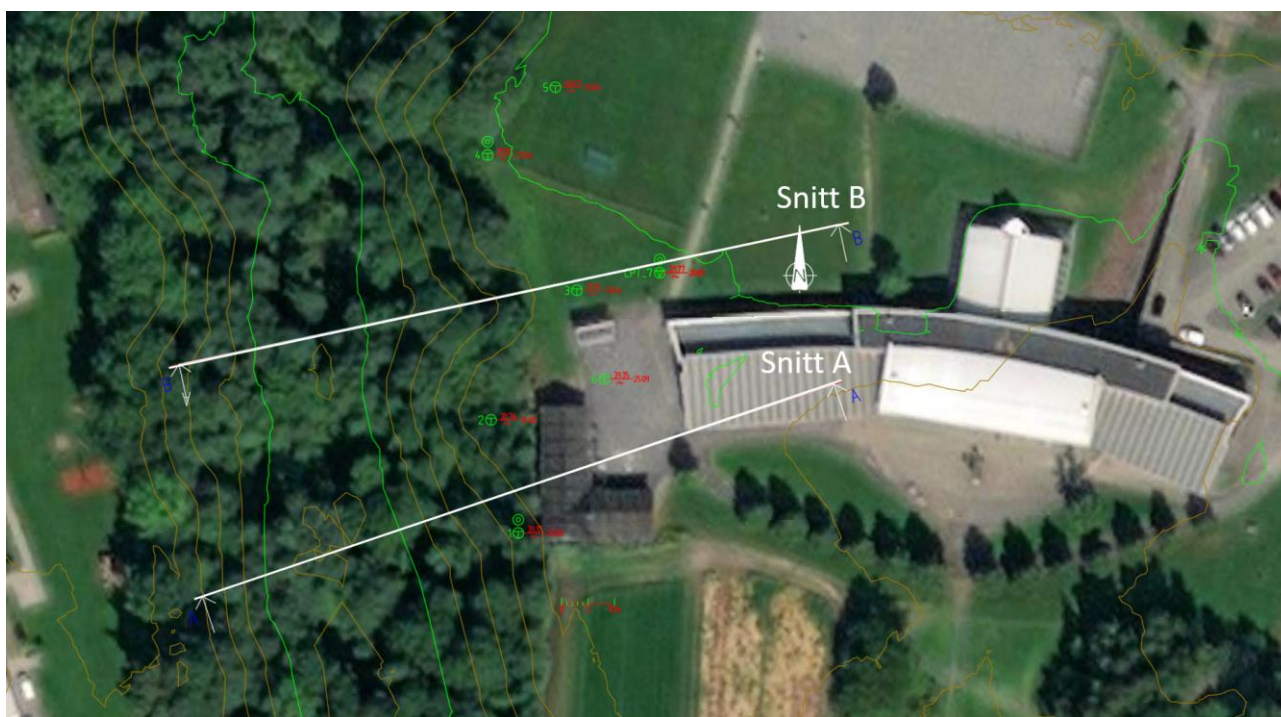
Risikoklassen er poengene fra faregrad og konsekvensklasse konvertert til prosent av maksimal poengverdi, som deretter multipliseres sammen. Dette tilsvarer 1 195 poeng, som fører til at sonen klassifiseres som **risikoklasse 3**.

## 7 Stabilitetsberegninger

Grunnundersøkelser er utført i området og beskrevet i datarapport 52203722-RIG-01 [2]. Grunnundersøkelsene viser at det er påvist sprøbruddmateriale i borhull 1, 4 og 7. Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av programvaren GeoSuite Stability. Det er utført beregninger for både totalspenningsanalyse («udrenert analyse») og for effektivspenningsanalyse («drenert analyse»).

### 7.1 Beregningsprofiler og lagdeling

Det er gjort stabilitetsberegninger i to profiler. Lagdelingen til profilene er basert på utførte grunnundersøkelser og laboratorieundersøkelser. Plassering av profilene er vist på Figur 20 nedenfor, og er valgt fordi de går gjennom henholdsvis alternativ A og B for plassering av paviljongen, iht. Figur 2. Beregninger er vist på tegning V501-V508.



Figur 20: Plassering av beregningsprofiler.

### 7.2 Drenerte styrkeparametere

Valgte styrkeparametere benyttet i beregningene for snitt A og B er vist i henholdsvis Tabell 4 og Tabell 5, samt i beregninger vist i tegning V501-V508. Parameterne er basert på utførte trykksonderinger og laboratorieundersøkelser vist i 52203722-RIG-01 [2], samt veiledende verdier i Statens vegvesens håndbok V220 tabell 2.39 [8].

Der det er gjennomført treaksialforsøk vil dette, sammen med resultater fra trykksonderingen, være veiledende for valgt styrkeparameter. Treaksialforsøkene i borhull 1 indikerer en attraksjon på  $a = 0$  kPa i hele dybden. Forsøkene indikerer en relativt høy friksjonsvinkel i leiren, ved 5,67 m dybde. I sprøbruddmateriale, ved 13,52 m dybde, er friksjonsvinkelen betydelig redusert. Dette, sammen med tolkning av trykksonderingen fra borhull 7, gir valgte parametere vist i Tabell 6.

I borhull 7 er det ikke gjennomført treaksialforsøk ved større dybder enn 3,54 m under terreng. Dermed blir CPTu fra borhull 7 i stor grad veiledende for valg av parameterne ved snitt B, som er vist i Tabell 7

Tabell 4: Styrkeparametere benyttet i effektivspenningsanalyser i snitt A.

Lag	Tyngdetetthet $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjon $\phi$ [grader]	Kohesjon [kPa]
Tørrskorpeleire	20	30	0
Leire	19	33	0
Sprøbruddmateriale	19,5	26	0

Tabell 5: Styrkeparametere benyttet i effektivspenningsanalyser i snitt B.

Lag	Tyngdetetthet $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjon $\phi$ [grader]	Kohesjon [kPa]
Tørrskorpeleire	20	30	0
Leire	19	28	0
Sprøbruddmateriale	19,5	28	0

### 7.3 Udrenerte styrkeparametere

Udrenert skjærstyrke ( $c_u$ ) benyttet i beregningene er basert på tolket skjærstyrke fra CPTU-sondering utført i borpunkt 7, samt laboratorieundersøkelser gjennomført i borhull 1 og 7. Resultatene fra laboratorieundersøkelsene vil være veiledende ved borhull 1, men trykksonderingen i borhull 7 inkluderes også i vurderingen, da den er gjennomført til større dybder enn laboratorieundersøkelsene. Utklipp av designprofilene er vist i Figur 21 og Figur 22. Det er ikke inkludert designprofil for  $c_u$  ved borhull 4, da borhull 4 ikke er i nærheten av snitt A eller B, så styrkeprofil her er ikke benyttet i stabilitetsberegningene.

ADP-faktorer er beregnet fra kriterier i NIFS-rapport 14/2014 [9]. Plastisitetsindeksene som er brukt i beregningene av ADP-faktorene er hentet fra laboratorieundersøkelsene. I borhull 1 og 4 ligger  $I_p$  på ca. 10 % i alle undersøkte dybder. I borhull 7 er  $I_p = 13$  % ved ca. 4,5 m dybde, og  $I_p = 14$  % ved ca. 6,5 m dybde. ADP-faktorene er vist i Tabell 6 for profil A og i Tabell 7 for profil B.

Tabell 6: ADP-faktorer brukt i totalspenningsanalyser i snitt A - sprøbrudd og ikke-sprøbrudd.

Lag	Aktiv	Direkte	Passiv
Leire	1,00	0,63	0,35
Sprøbruddmateriale	1,00	0,63	0,35

Tabell 7: ADP-faktorer brukt i totalspenningsanalyser i snitt B – sprøbrudd og ikke-sprøbrudd.

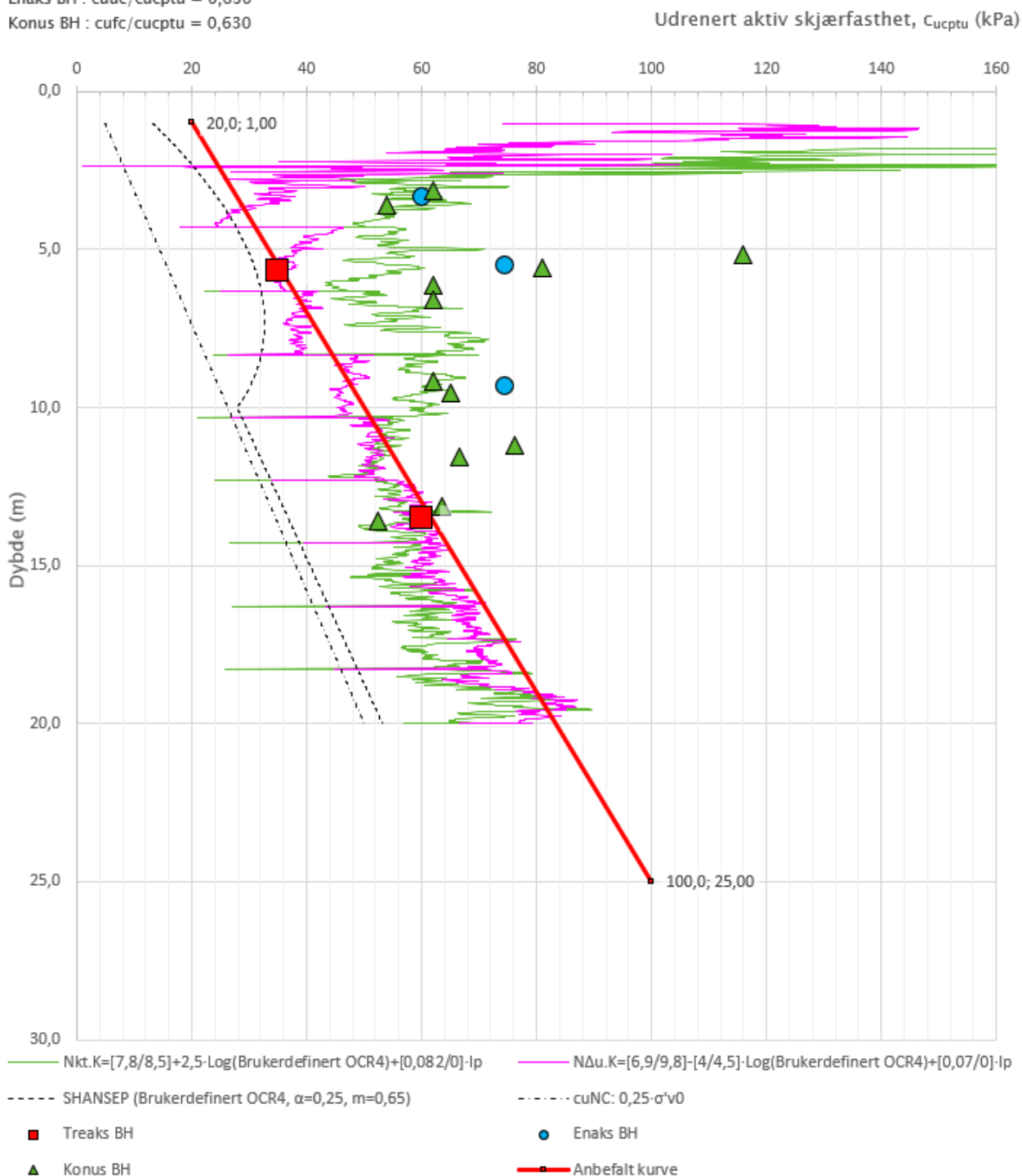
Lag	Aktiv	Direkte	Passiv
Leire	1,00	0,64	0,36
Sprøbruddmateriale	1,00	0,65	0,37

Anisotropiforhold i figur:

Treks BH :  $c_u/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH :  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH :  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$



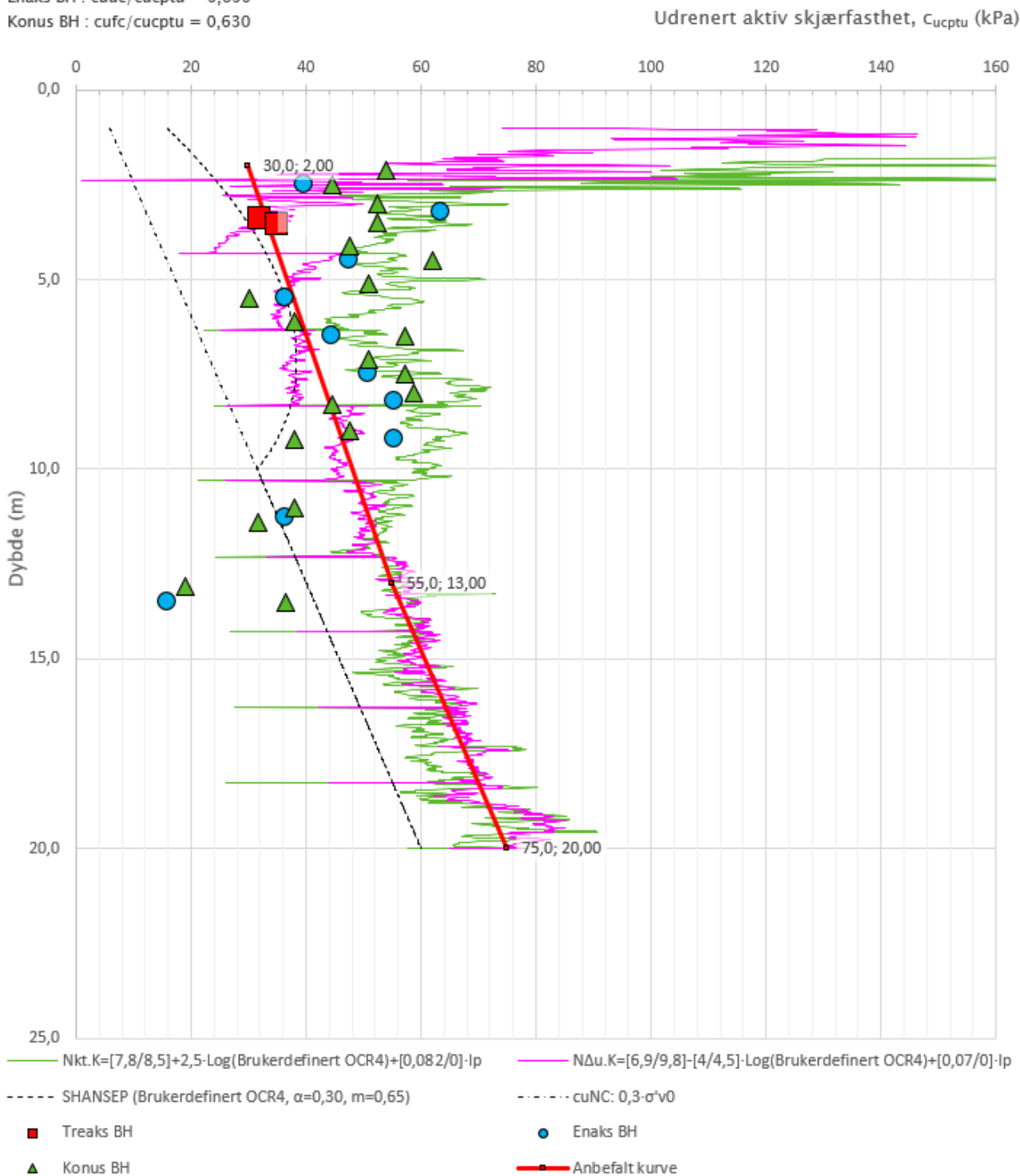
Figur 21: Designprofil for  $S_u$  basert på laboratorieundersøkelser i borhull 1. Trykksonderingen i borhull 7 er også inkludert i vurderingen.

Anisotropiforhold i figur:

Treks BH :  $c_uC/c_{u\text{c}ptu} = 1,000$

Enaks BH :  $c_{uc}/c_{u\text{c}ptu} = 0,630$

Konus BH :  $c_{ufc}/c_{u\text{c}ptu} = 0,630$



Figur 22: Designprofil for  $S_u$  basert på trykksøndering og laboratorieundersøkelser i borhull 7.

## 7.4 Beregningsresultater

### 7.4.1 Alternativ A og B

Det er utført stabilitetsberegninger i GeoSuite Stability med materialparametere som vist i kapittel 6.2 og 6.3. Resultater fra beregninger fra dagens situasjon er vist på tegning nr. V501-V504 og oppsummert i Tabell 8.

Tabell 8: Sikkerhetsfaktor i dagens situasjon for snitt A og B ved totalspenningsanalyse og effektivspenningsanalyse.

Profil	Udrenert partialfaktor $\gamma_{M,Cu}$	Drenert partialfaktor, $\gamma_{M,a\phi}$	Tegning nr.
A	1,02	1,14	V501-V502
B	1,21	1,37	V503-V504

Basert på beregningsresultatene er det ikke funnet tilstrekkelig stabilitet ( $F \geq 1,20$ ) iht. kap. 2.2. Det betyr at det er nødvendig med stabiliserende tiltak i området. Sikkerheten må forbedres prosentvis i henhold til Tabell 1 og Figur 6. Sikkerheten i snitt A er  $F_{Cu} = 1,02$  og  $F_{c\phi} = 1,14$ , og sikkerhetsfaktoren må derfor forbedres med henholdsvis 15 % og 9,5 %, i henhold til Figur 6. Ved snitt B er sikkerheten 1,19, som betyr at sikkerheten må forbedres med 7,5 %. Aktuelt stabiliserende tiltak for å oppnå ønsket forbedring er en motfylling i bunnen av skråningen.

Prosentvis forbedring må oppnås for endelig situasjon, altså etter den nye paviljongen er på plass. Paviljongen inkluderes derfor i stabilitetsberegningene med motfyllingen. Beregningene er gjort med paviljongen plassert ved alternativ B i Figur 2, da dette er ønsket plassering for oppdragsgiver. Paviljongen er inkludert som en jevnt fordelt last på 20 kPa, da den skal bestå av to etasjer.

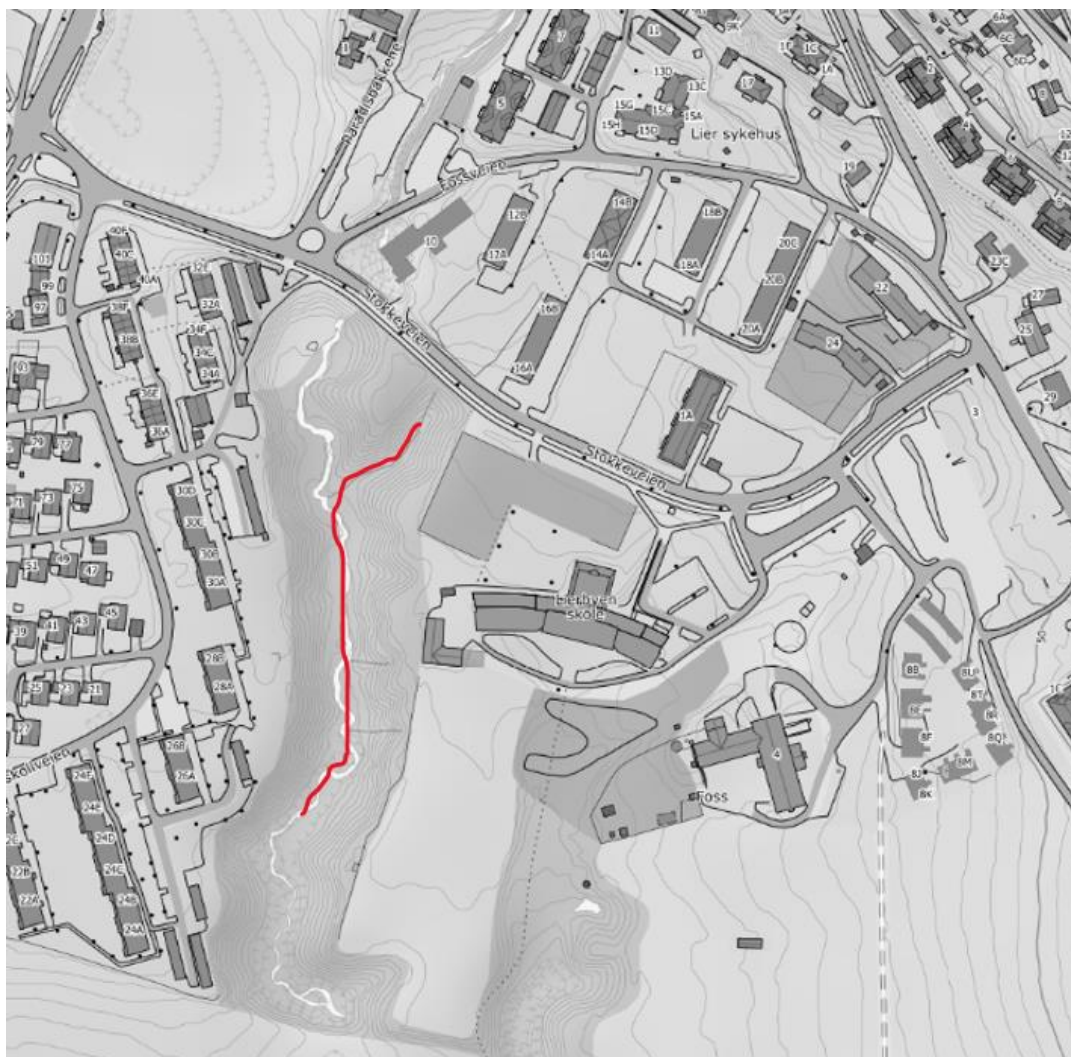
Nødvendige dimensjoner på fyllingen for hvert snitt er vist tegning nr. V505-V508 og oppsummert i Tabell 9.

Tabell 9: Nødvendige dimensjoner på motfylling for å oppnå tilstrekkelig prosentvis forbedring av stabiliteten i snitt A og B.

Profil	Høyde fylling [m]	Bredde fylling [m]	Udrenert partialfaktor $\gamma_{M,Cu}$	Drenert partialfaktor, $\gamma_{M,a\phi}$	Tegning nr.
A	2,5	15	1,17	1,42	V505-V506
B	3	22	1,30	1,53	V507-V508

Resultatene presentert i Tabell 9 viser at det kreves en 2,5 m høy og 15 m bred fylling i snitt A og en 3 m høy og 22 m bred fylling i snitt B for å oppnå tilstrekkelig stabilitet i skråningen. Motfyllingen ved snitt B blir derfor dimensjonerende for prosjektet. Skråningshelningen i enden av fyllingen skal ikke være brattere enn 1:1,5.

Det anbefales at fyllingen har en utstrekning som dekker hele skolens område langs bunnen av ravinedalen, samt et lite stykke sør for skolen. Dette er for å sikre at det oppnås tilstrekkelig sikkerhet i alle deler av skråningen som påvirkes av byggingen av paviljongen. Det tilsvarer en fylling med lengde på ca. 270 m fra nord i ravinedalen, ved Stokkeveien. Figur 23 viser en skisse over hvor i ravinedalen motfyllingen bør etableres for å sørge for tilstrekkelig sikkerhet.



Figur 23: Delen av ravedalen som bør sikres med motfyllingen (markert med rød linje).

Det kan stedvis være behov for å endre bekkeløpet i bunnen av ravedalen for å etablere motfyllingen med nødvendige dimensjoner. Det vil også være nødvendig med en erosjonssikring av bekken for å unngå at fyllingen svekkes i fremtiden. Bekken bør erosjonssikres langs hele bredden, for å unngå potensielle områdestabilitetsproblemer i skråningen på motsatt side av skolen som følge av erosjon.

#### 7.4.2 Alternativ C

I revisjon D03 av rapporten er utstrekning på løсне- og utløpsområdet til kvikkleiresonen endret. Dette medfører at alternativ C ligger utenfor sonens utstrekning. Sikkerhet mot områdeskred anses som tilfredsstillende for alternativ C, og paviljongen kan bygges uten behov for stabiliserende tiltak.



## 8 Vurdering av plassering alt. D

Nødvendig tiltak med motfylling i bunn av ravinedalen er svært omfattende. Lier kommune ønsker derfor vurdering av ny plassering (alt. D), som vist på Figur 3. Alternativ D ligger utenfor avgrenset faresone i vest identifisert ifm. vurderingen av alt. A, B og C.

### 8.1 Topografi og grunnforhold

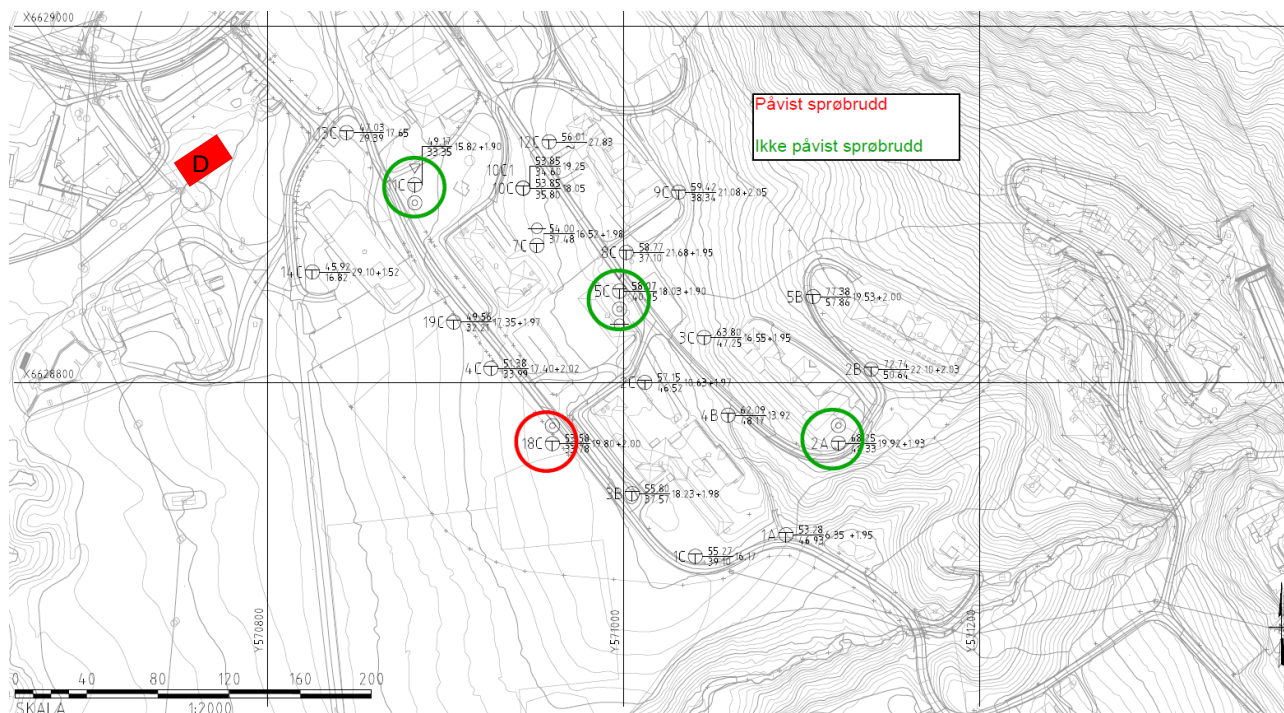
På skoleområdet for Lierbyen skole og østover mot plassering D er det relativt flatt og terrenget ligger på ca. kote +39-41. Videre skråner terrenget slakt oppover mot nordøst med en helning ca. 1:12, se høydeprofil på Figur 24. Plassering D ligger i nedre del av skråningen. Ca. 300 m øst for alt. D er foten av Fosskollen.

Det ble ikke utført supplerende grunnundersøkelser ved denne posisjonen ifm. undersøkelsene for de øvrige alternativene A, B og C. Nærmeste grunnundersøkelser er utført av Multiconsult for boligområdet Lier Hageby [10], omtrent 70 m sørøst for plasseringen. Utklipp av borplan er vist på Figur 25. Undersøkelsene viser at løsmassene hovedsakelig består av lite til middels sensitiv siltig leire. I borpunkt 18C er det påvist sprøbruddmateriale i et tynt sjikt på omtrent kote +46, ca. 8 m under terreng. Omrørt skjærfasthet i denne prøven er på 1,8 kPa. Øvrige laboratorieundersøkelser viser ikke sprøbruddmateriale.

De supplerende grunnundersøkelsene ved alt. A og B omtrent 180 m vest for alt. D, har påvist kvikkleire ved omtrent 11 m dybde, omtrent på kote +28. Omrørt skjærfasthet i disse prøvene er på ca. 0,1-0,8 kPa.



Figur 24: Kartutsnitt fra hoydedata.no. Høydeprofil for skråning nordøst for alt. D markert med lys blå. Plassering av paviljong alt. D er markert med rødt. Kartutsnittet er nordorientert.



Figur 25: Utklipp borplan fra Lier Hageby [10]

## 8.2 Utredning av områdestabilitet alt. D

Tabell 10: Vurdering av alt. D iht. prosedyre fra NVEs veileder, kap. 3.2

Punkt	Krav	Kommentar
1 - 2		Se kap. 4.1
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Områder med høydeforskjeller større enn 5 m og lengde innenfor 20 x høydeforskjell identifiseres. Dette er utført ved manuelle vurderinger basert på kotekart. Områder som oppfyller terrengkriteriene, og hvor forekomst av sprøbruddmateriale ikke kan utelukkes, er definert som aktsomhetsområder. Skråningen nordøst fra alt. D er innenfor kriteriene og derfor definert som et aktsomhetsområde.
4	Bestem tiltakskategori	Utvidelsen av Lierbyen skole er et K4-tiltak, som beskrevet i kapittel 2.2.

5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Se punkt 8.2.1 under.
6 - 11		Utgår.

### 8.2.1 Gjennomgang grunnlag

Terrenget skråner slakt oppover mot nordøst med en helning på omtrent 1:12. Alt. D er i nedre del av skråningen. Paviljongen vil medføre en tilleggslast i bunn av skråningen.

Grunnundersøkelsene ved alt. A og B avdekket kvikkleire på ca. kote +28 vest for Lierbyen skole, ca. 180 m vest for alt. D. Løsneområdet identifisert ifm. utredning av alt. A-C er konservativt avgrenset med antakelse om retrogresjon. Alt. D ligger utenfor den avgrensede faresonen.

Grunnundersøkelsene ved Lier Hageby, ca. 70 m sørøst for alt. D, viser i hovedsak lite til middels sensitiv siltig leire som ikke har sprøbruddegenskaper. I ett borpunkt ble det påvist sprøbruddmateriale i et tynt sjikt på ca. kote +46. I prøveserien nærmest alt. D (bp. 11C) er det ikke påvist sprøbruddmateriale.

Sprøbruddforekomsten ved Lier Hageby fremstår som en lokal lomme og ikke i sammenheng med kvikkleireforekomsten påvist vest for Lierbyen skole. Forekomsten vest for skolen er mye mer sensitiv og på et kotenivå 18 m lavere enn prøven i bp. 18C ved Lier Hageby. Det vurderes også som lite sannsynlig at kvikkleireforekomsten ved Lier Hageby strekker seg videre i retning nord og øst, siden øvrige laboratorieundersøkelser viser ikke-sprøbrudd.

Nærmeste skråning i sør er ned mot ravedalen omtrent 450 m sør for alt. D. Høydeforskjellen er på ca. 15 m, se Figur 24. Et eventuelt løsneområde som starter her, avgrenses iht. retningslinjer i NVE 1/2019 med en bakovergrepene utbredelse på  $15 \times \text{skråningshøyde} = 225 \text{ m}$ . Et skred som starter her, vil dermed ikke ramme tilbygget i alt. D.

Basert på tilgjengelige grunnundersøkelser og topografien i området, er vår vurdering at tilbygg i plassering D ikke ligger innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde. Sikkerhet mot områdeskred vurderes derfor som tilfredsstillende for tilbygg i plassering D.

## 9 Konklusjon

Basert på gjennomgangen av prosedyren for vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019 [1], er det funnet at områdestabiliteten ikke er tilfredsstillende iht. kravene i veilederen for bygging av paviljong i plasseringene A og B. Det er derfor nødvendig med stabiliserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig områdestabilitet i skråningen. Aktuelt sikringstiltak er en motfylling i bunnen av ravinedalen vest for Lierbyen skole. Motfyllingen må ha høyde 3 m og bredde 22 m. I forbindelse med opprettelsen av motfyllingen må bekken i bunnen av skråningen erosjonssikres, og det kan være behov for å endre bekkeløpet i enkelte områder.

I henhold til veilederen er kvikkleiresonens utstrekning vurdert og tegnet opp i tegning V601. Sonen har fått middels faregrad, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 3.

I revidert versjon av denne rapporten, er det i tillegg utredet en alternativ plassering lenger øst (alt. D) som ligger utenfor faresonen avgrenset ifm. utredning for alt. A-C. Grunnundersøkelser i nærheten viser i hovedsak lite til middels sensitiv siltig leire uten sprøbruddegenskaper. Basert på grunnundersøkelser og topografien i området, er vår vurdering at tiltak i plassering D ikke ligger innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde. Sikkerhet mot områdeskred vurderes dermed som tilfredsstillende og paviljongen kan bygges ved plassering D uten å gjennomføre stabiliserende tiltak.

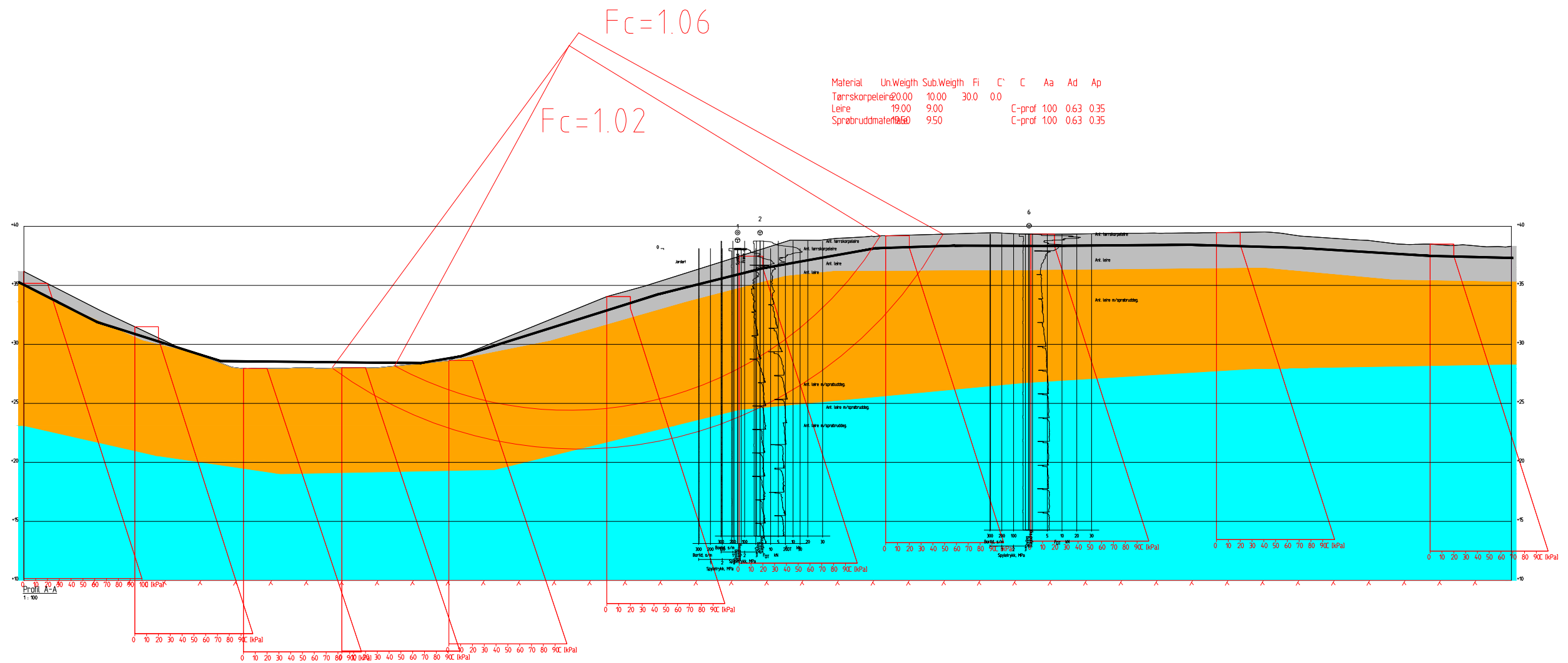
I revisjon D03 er utstrekningen av faresonen endret, slik at alternativ C for plassering av paviljongen ligger utenfor kvikkleiresonen. Paviljongen kan derfor bygges ved denne posisjonen uten behov for stabiliserende tiltak.

Videre geoteknisk prosjektering må utføres iht. regelverk og krav, og er ikke behandlet i denne rapporten.

## 10 Referanser

- [1] NVE, «Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred.,» [Internett]. Available: [https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019\\_01.pdf](https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf).
- [2] Norconsult AS, «Lierbyen skole, Geotekniske grunnundersøkelser,» 2022.
- [3] Norconsult AS, «Lierbyen skole, Geoteknisk prosjekteringsrapport,» 2022.
- [4] NVE, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» 2020.
- [5] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), «NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser,» 2022. [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>.
- [6] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2022. [Internett]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).
- [7] Norges Vassdrag- og Energidirektorat (NVE), «Temakart Kvikkleire,» 2022. [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>.
- [8] «Statens vegvesen (2014): Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging.».
- [9] NIFS-prosjektet, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Rapport nr. 14/2014,» NIFS, Oslo, 2014.
- [10] Multiconsult AS, Lier Hageby. Geoteknisk grunnundersøkelse. Datarapport., 2016.

X:\nonoppdrag\Borgnum\52203722\BIM\Geoteknik\Tegninger\stabilitetsberegninger\Snitt A.dwg - GurOel - Plottet: 2022-12-23, 11:08:38"

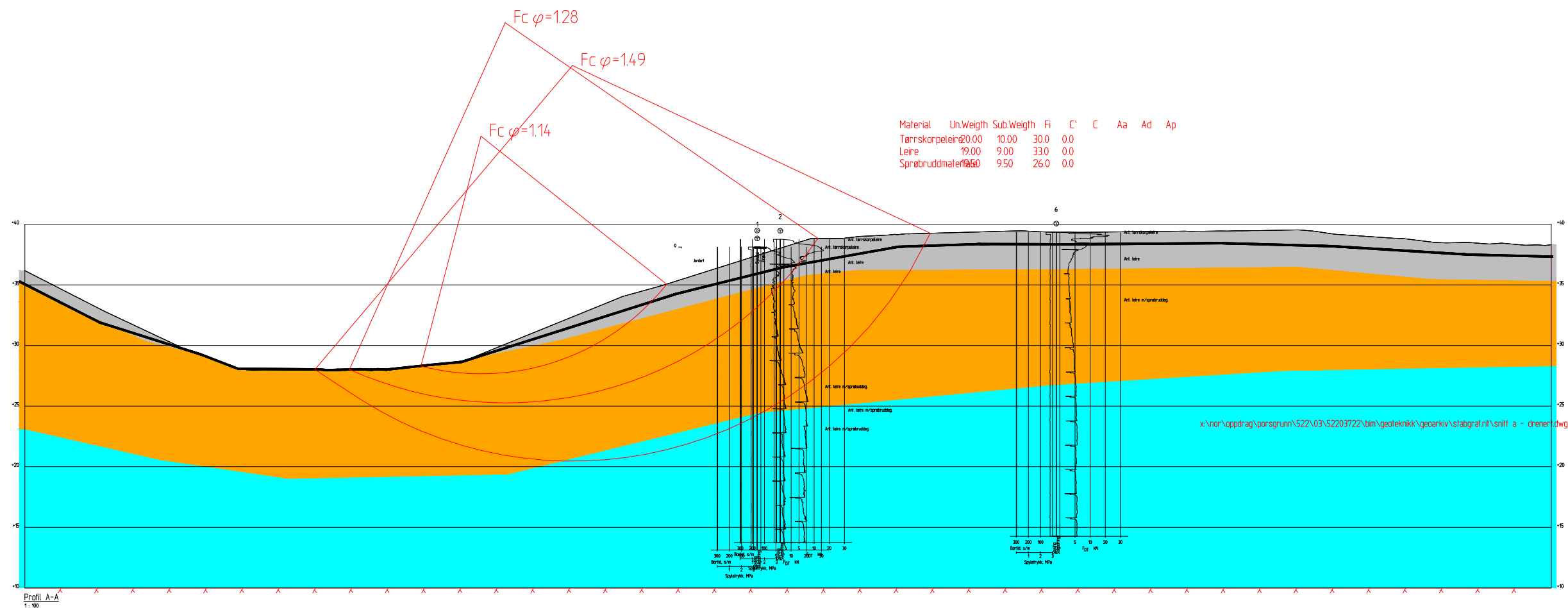


FORELØPIG 2022-12-23

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Sprøbruddmateriale

Rev.	2022-12-23	Til uavhengig kvalitetssikring	GurOel	AniHaa	TrN
	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.					
Lier Eiendomsselskap KF					Målestokk (gjelder A1) 1:200
Lierbyen skole					
Snitt A Dagens situasjon Totalspenningsanalyse					
<b>Norconsult</b>		Oppdragsnummer 52203722	Tegningsnummer V501	Revisjon D01	

X:\nor\oppdrag\porsgrunn\522\03\52203722\BIM\Geoteknik\Geoteknik\Tegninger\stabilitetsberegninger\Snitt A - drenert.dwg - GurOel - Plottet: 2022-12-23, 11:05:59



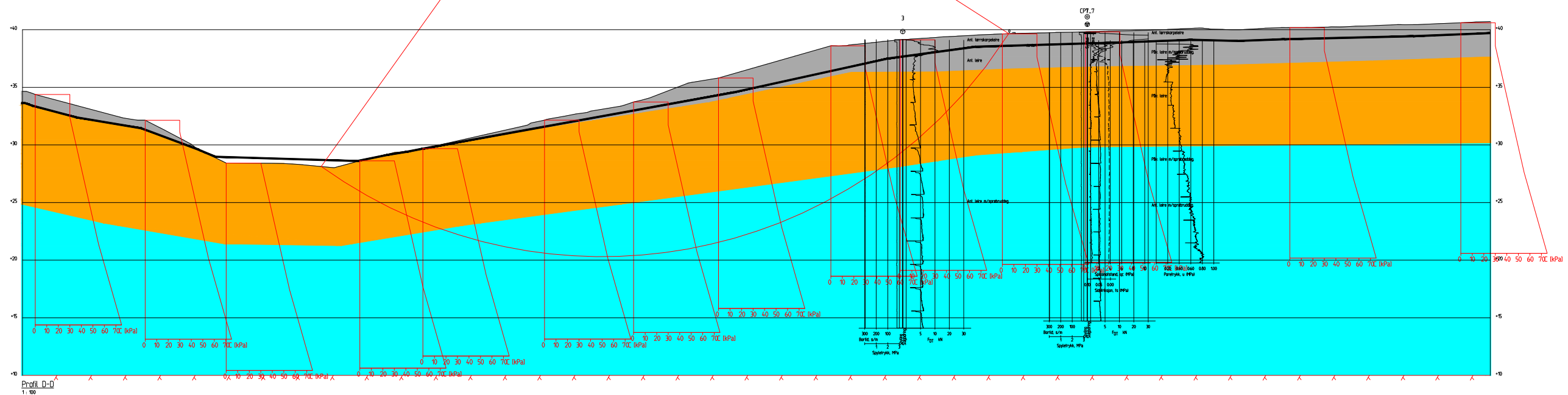
FORELØPIG 2022-12-23

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Sprøbruddmateriale

Rev.	2022-12-23	Til uavhengig kvalitetssikring	GurOel	AniHaa	TrN
		Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tillater.					Målestokk (gjelder A1)
Lier Eiendomsselskap KF					1:200
Lierbyen skole					
Snitt A					
Dagens situasjon					
Effektivspenningsanalyse					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52203722	V502	D01	

$F_c = 1.21$

Material	UnWeigh	SubWeigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	100	0.64	0.36
Sprøbruddmateriale	15.00	9.50			C-prof	100	0.65	0.37



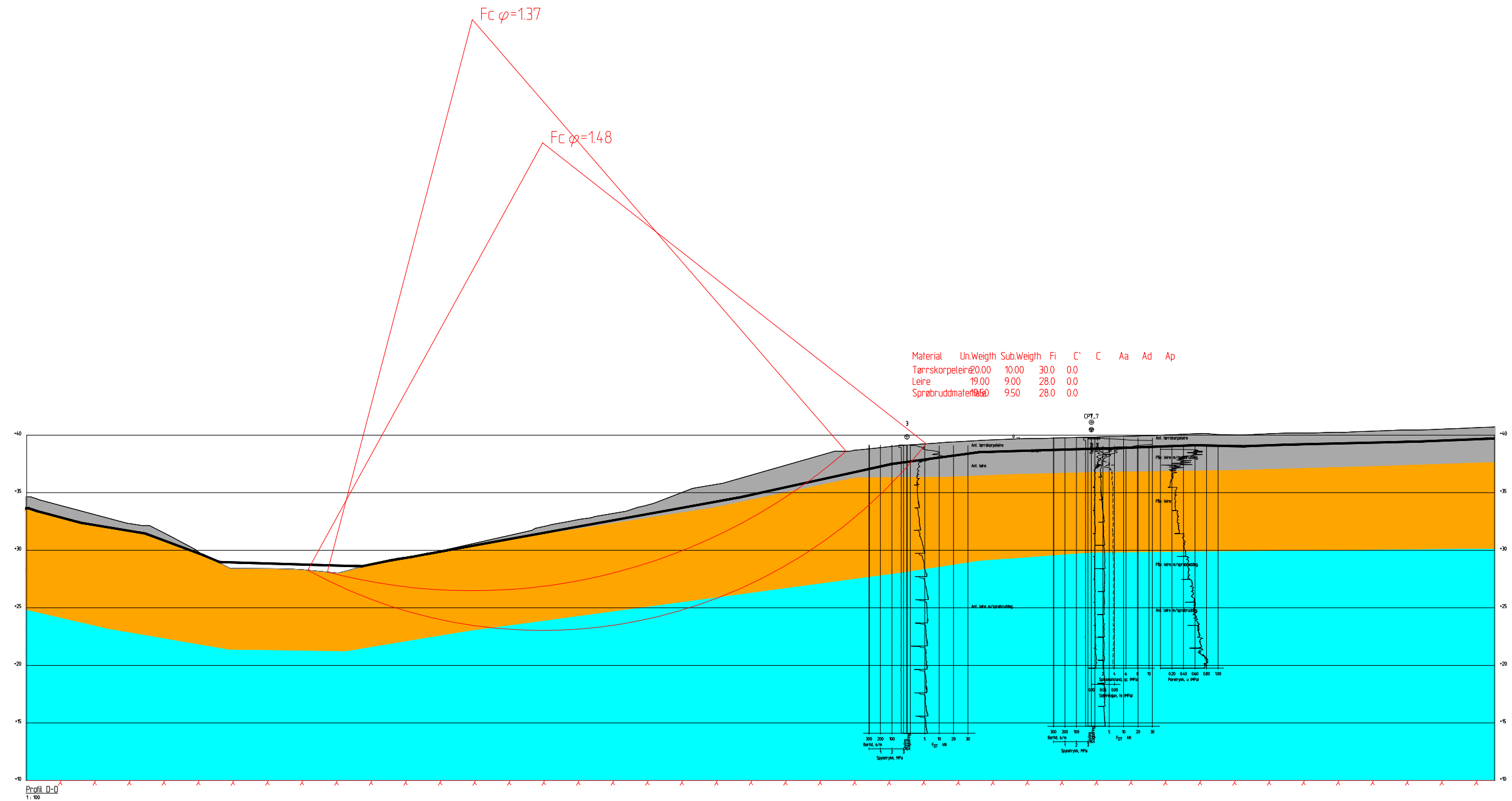
FORELØPIG 2022-12-23

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Sprøbruddmateriale

Rev.	Dato	Beskrivelse	Til uavhengig kvalitetssikring	GurOel	AniHaa	TrN
	2022-12-23		Til uavhengig kvalitetssikring	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tillater.</small>						
Lier Eiendomsselskap KF						Målestokk (gjelder A1)
						1:200
Lierbyen skole						
Snitt B						
Dagens situasjon						
Totalspenningsanalyse						
Norconsult			Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
			52203722	V503	D01	



X:\non\oppdrag\p\pogram\52203722\BIM\Geoteknik\Tegninger\stabilitetsberegninger\Snitt B - drenert.dwg - GurOel - Plottet: 2022-12-23 - 11:11:46\*



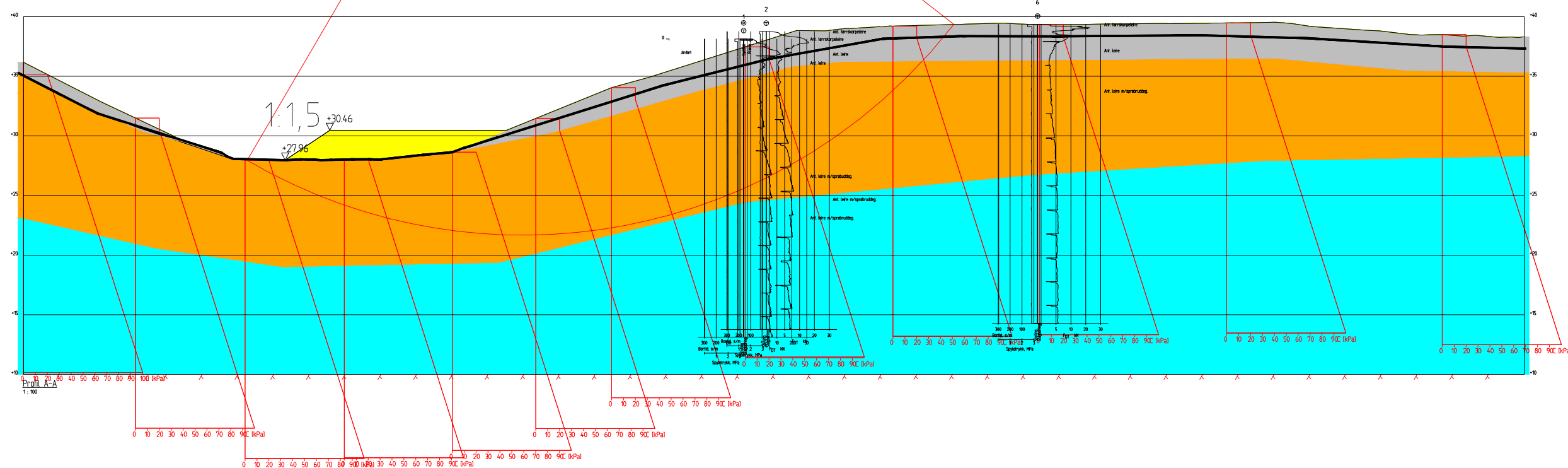
FORELØPIG 2022-12-23

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Sprøbruddmateriale

Rev.	2022-12-23	Til uavhengig kvalitetssikring	GurOel	AniHaa	TrN
Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent			
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tillater.					
Lier Eiendomsselskap KF				Målestokk (gjelder A1) 1:200	
Lierbyen skole					
Snitt B Dagens situasjon Effektivspenningsanalyse					
Norconsult		Oppdragsnummer 52203722	Tegningsnummer V504	Revisjon D01	

$F_c = 1.17$

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	20.00	10.00	420	0.0				
Tørrskorpeleire	20.00	10.00	300	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	100	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	19.50	9.50			C-prof	100	0.63	0.35

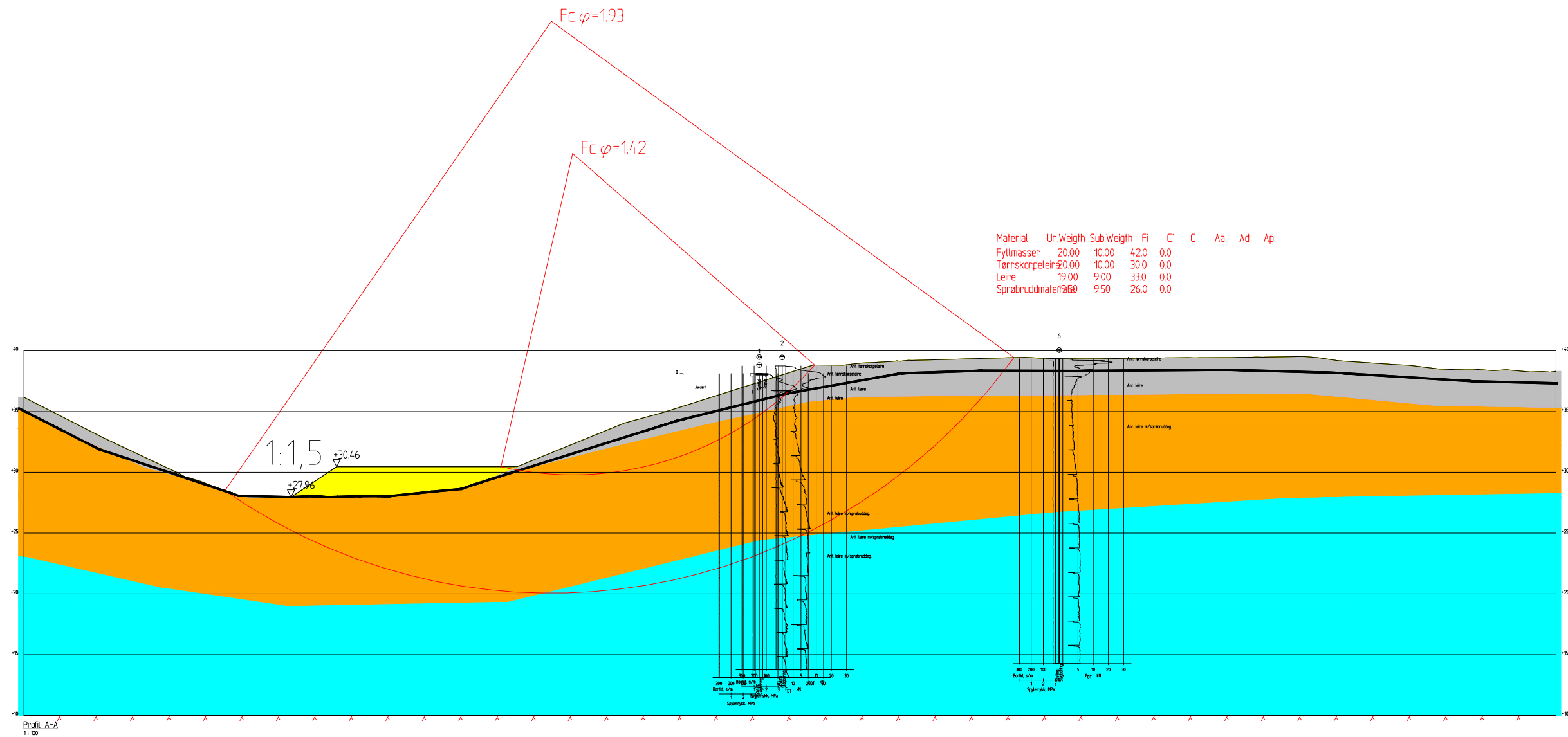


FORELØPIG 2022-12-23

- Fyllmasser
- Tørrskorpeleire
- Leire
- Sprøbruddmateriale

Rev.	2022-12-23	Til uavhengig kvalitetssikring	GurOel	AniHaa	TrN
	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tillater.</small>					
Lier Eiendomsselskap KF					Målestokk (gjelder A1) 1:200
Lierbyen skole					
Snitt A Motfylling Totalspenningsanalyse					
Norconsult		Oppdragsnummer 52203722	Tegningsnummer V505	Revisjon D01	

X:\non\oppdrag\1\Oppdrag\52203722\BIM\Geoteknik\Geoteknik\Tegninger\stabilitetsberegninger\Snitt A \lylling - drenert.dwg - GurOel - Plottet: 2022-12-23, 11:16:07



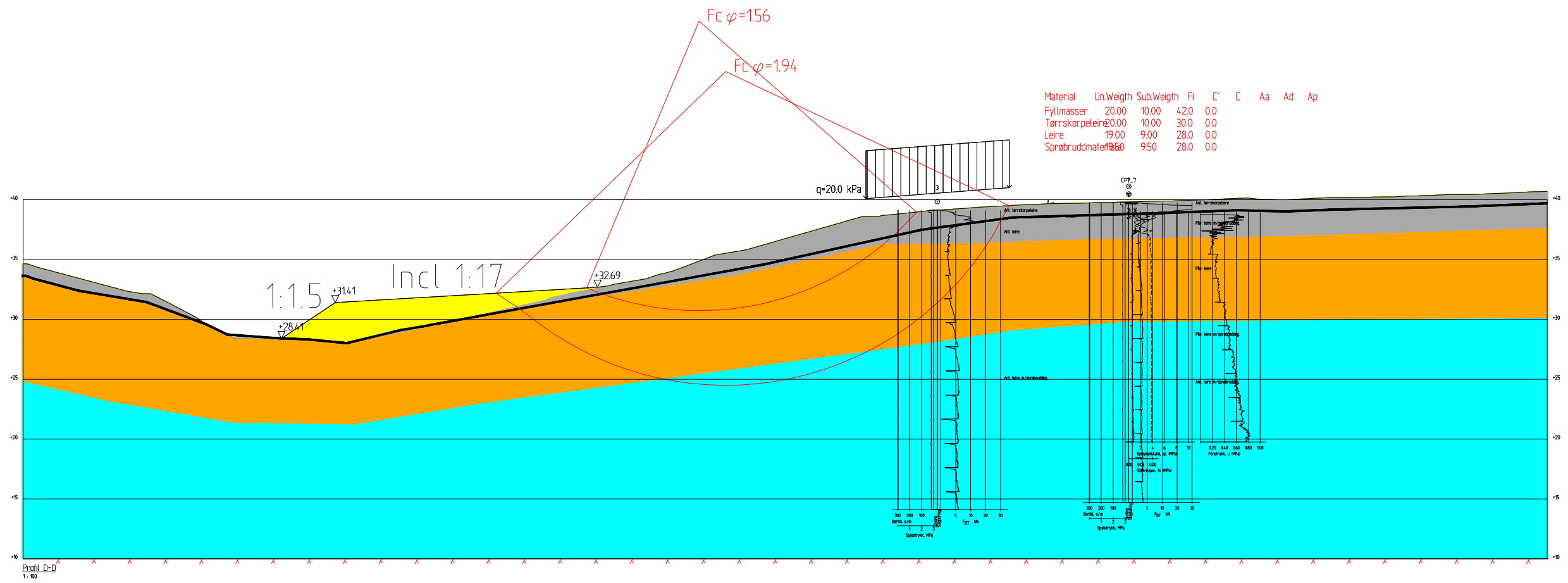
FORELØPIG 2022-12-23

- Fyllmasser
- Tørrskorpeleire
- Leire
- Sprøbruddmateriale

Rev.	Dato	Til uavhengig kvalitetssikring			GurOel	AniHaa	TrN
		Beskrivelse			Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tillater.</small>							Målestokk (gjelder A1)
Lier Eiendomsselskap KF						1:200	
Lierbyen skole							
Snitt A Motfylling Effektivspenningsanalyse							
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon			
		52203722	V506			D01	



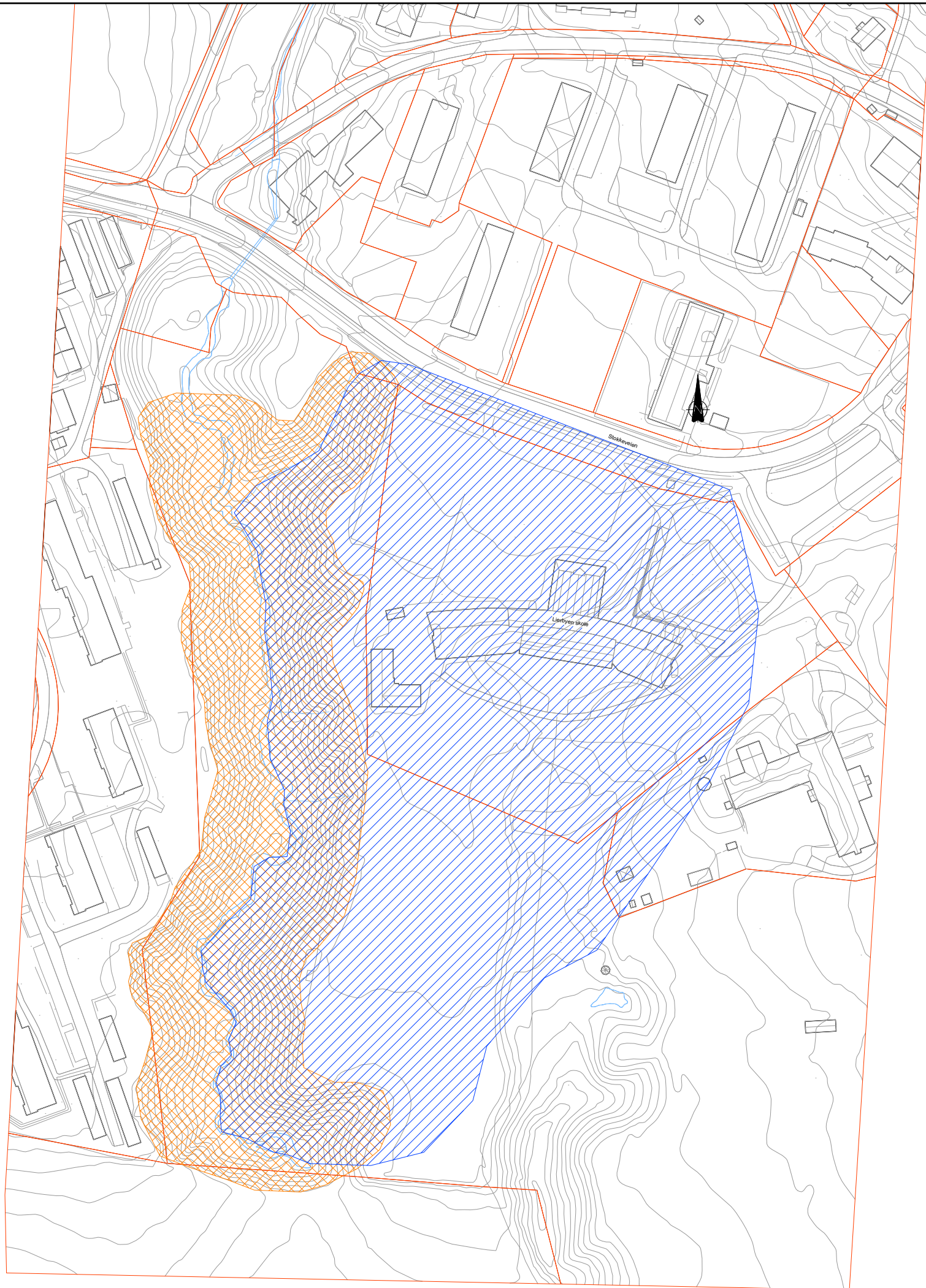
X:\non oppdrags\Program\52203722\BIM\Geoteknik\Tegninger\stabilitetsberegninger\Snitt B lyling - drenert.dwg - GurOel - Plottet: 2022-12-23, 11:19:19



- Fyllmasser
- Tørrskorpeleire
- Leire
- Sprøbruddmateriale

FORELØPIG 2022-12-23

Rev.	Dato	Til uavhengig kontroll			GurOel	AniHaa	TrN
		Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent		
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tillater.							Målestokk (gjelder A1)
Lier Eiendomsselskap KF						1:200	
Lierbyen skole							
Snitt B Motfylling Effektivspenningsanalyse							
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon			
		52203722	V508			D01	



**FORKLARINGER**

- Kvikkleiresone Lierbyen skole - Løsneområde
- Kvikkleiresone Lierbyen skole - Utløpsområde



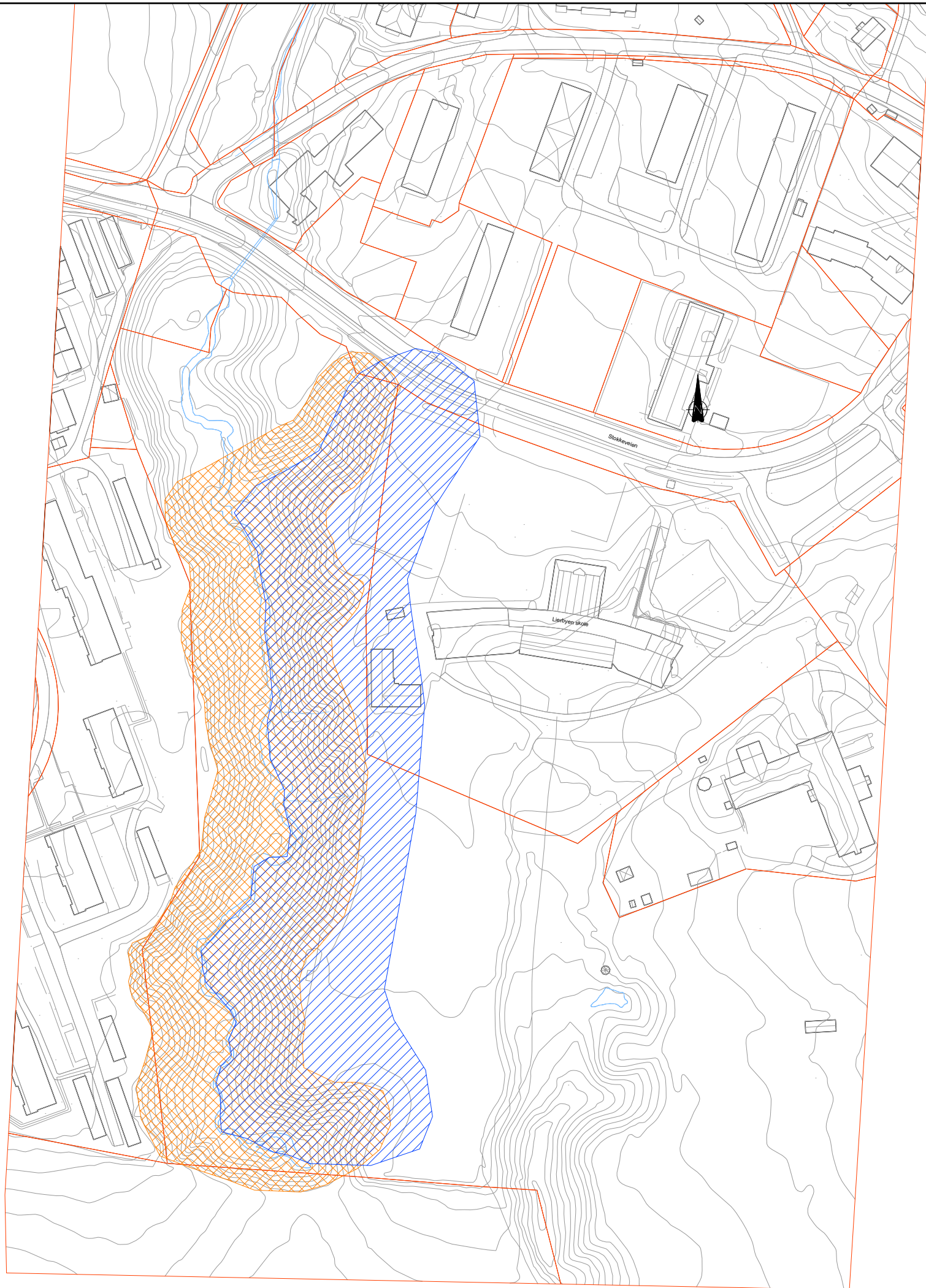
D01	2022-12-23	Kvikkleiresone, til uavhengig kvalitetssikring	GurOel	AniHaa	TrN
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Lier Eiendomsselskap KF Målestokk (gjelder A1)  
1:1000

Lierbyen skole  
Kvikkleiresone Lierbyen skole  
Løsne- og utløpsområde

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	52203722	V601	D01



**FORKLARINGER**

- Kvikkleiresone Lierbyen skole - Løsneområde
- Kvikkleiresone Lierbyen skole - Utløpsområde



D03	2023-06-06	Oppdatert etter kommentarer fra NVE	GurOel	KriEks	KriEks
D02	2023-03-15	Oppdatert etter uavhengig kvalitetssikring	AndSt	KriEks	KriEks
D01	2022-12-23	Kvikkleiresone, til uavhengig kvalitetssikring	GurOel	AriHaa	TrN
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Lier Eiendomsselskap KF Målestokk (gjelder A1)  
1:1000

Lierbyen skole  
Kvikkleiresone Lierbyen skole  
Løsne- og utløpsområde

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	52203722	V601	J03

X:\iron\oppdrag\Porngum\52203722\BIM\Geoteknikk\Arkiv\1601\_003.dwg - GurOel - Pictet 2023-06-06 15:15:43 - LAYOUT = V001 - XREF = 52203722.kar