



Sarpsborg kommune

Ambulansestasjon Sarpsborg

Rapport Områdestabilitet

Oppdragsgiver:	Sarpsborg kommune				
Prosjektnavn:	Ambulansestasjon Sarpsborg				
Prosjektnummer:	19943				
Rapportnummer:	GEO-001				
Fagdisiplin:	RIG				
01	11.06.20	Oppdatering med kommentarer fra UAK	BG	KH	MSo
00	22.05.20	Vurdering av områdestabilitet	KH	BG	MSo
REV.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av

Innhold

SAMMENDRAG	4
1. INNLEDNING	5
2. OMRÅDEBESKRIVELSE	6
2.1. Topografi	6
3. GRUNNFORHOLD.....	7
3.1. Utførte grunnundersøkelser.....	7
3.2. Grunnforhold.....	8
3.3. Forekomst av sprøbruddsmateriale/kvikkleire	9
3.4. Grunnvannstand.....	10
3.5. Forurensningssituasjon	10
3.6. Behov for supplerende grunnundersøkelser.....	10
4. SIKKERHET MOT NATURFARE.....	10
4.1. Flomfare	10
4.2. Skredfare	11
5. VURDERING AV OMRÅDESTABILITET	12
5.1. Soneavgrensning og klassifisering.....	12
5.2. Krav til stabilitet	18
5.3. Sikkerhetsklasse (TEK17)	19
5.4. Stabilitetsberegninger	19
6. KONKLUSJON	23
7. FARESONE 2467 ALFHEIMS GATE.....	24
8. VEDLEGG.....	25
9. REFERANSER	25

SAMMENDRAG

AFRY (tidligere ÅF Engineering) er engasjert av Sarpsborg kommune for vurdering av områdestabilitet i forbindelse med utbygging av ny ambulansestasjon tilknyttet Sarpsborg Helsehus, gnr./bnr. 1/1743. Tidligere har AFRY vært engasjert for geotekniske vurderinger i denne forbindelse og det ble levert et geoteknisk notat, datert 19.10.2019 [1].

Løsmassene på tiltaksområdet består hovedsakelig av fyllmasser/sandig og siltig blandingsmateriale liggende på sensitiv siltig leire som er middelfast til fast. Tykkelsen til leiren er på mellom 7 -13 m. Antatt berg ligger på kote +33,28 - +38,01 og er mellom 12,43 og 17,7 m under dagens terrengnivå. Antatt bergoverflate faller mot sør.

Evaluering av CPTu-sondering i hull 1 viser en udrenert skjærfasthet som varierer mellom ca. 25 - 50 kPa på dybde 3 til 11 m. Ødometerforsøk viser at leiren er overkonsolidert med OCR mellom 2 og 4.

Løsmassene på eiendommen sørøst for tiltaksområdet består av fyllmasser/friksjonsmasser liggende på middelfast til fast siltig leire. Udrenert skjærfasthet evaluert fra CPTu-sondering oppgår til ca. 28 - 80kPa i hull 20 på dybde 4 til 20 m.

Piezometermålinger viser en målt grunnvannstand på ca. 2 m under terreng på utbyggingsområdet og ca. 2,5 m under terreng i borehull P1 med beliggenhet lenger vest fra tiltaksområdet.

Planområdet ligger under marin grense og det er funnet leire med sprøbruddegenskaper i forbindelse med grunnundersøkelser. Planområdet ligger også innenfor kvikkeleiresonen 2467 «Alfheims gate». Etter TEK-17 §7-3 skal skredfaren på tomten evalueres. Det er derfor fulgt en trinnvis prosedyre iht. NVEs kvikkeleireveileder 7-2014 [2].

Ettersom området like vest for tiltaksområdet ligger i skråning med helning brattere enn 1:20 er løsne- og utløpsområder avgrenset og faresonen klassifisert å falle under risikoklasse 3. Tiltaket er vurdert å havne i tiltakskategori K4, hvilket medfører at rapporten skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

Med bakgrunn i tiltakskategori for planlagt utbygging og faregrad på sonen før utbygging stilles det krav til en skråningssikkerhet med sikkerhetsfaktor $F = 1,4$ eller krav til forbedring dersom $F < 1,4$. Det er utført stabilitetsberegninger for å kontrollere dette.

Stabilitetsberegningene viser at dagens stabilitet er tilfredsstillende, både mht. globale og lokale glideflater. Områdestabiliteten er dokumentert å være tilfredsstillende. Tiltaket anses derfor å være gjennomførbart, men tiltaket bør ha begrensning på maksimalt 50 kPa i belastning (motsvarer ca. 2,5m fylling).

1. INNLEDNING

AFRY (tidligere ÅF Engineering) er engasjert av Sarpsborg kommune for vurdering av områdestabilitet i forbindelse med utbygging av ambulansestasjon tilknyttet Sarpsborg helsehus (gnr./bnr.) (1/1743). Helsehuset inkluderer en rekke helsetjenester, blant annet Sarpsborg og Rakkestad legevakt, vaksinasjon- og smittevernkontor, samt blodbank. Planlagt arealbruk er markert i figur 1.1 og 1.2.

Tidligere har AFRY vært engasjert for geotekniske vurderinger i denne forbindelse og det ble levert et geoteknisk notat, datert 19.10.2018 [1].

Dette notatet skal utfylle stabilitetsvurderingene gjort i 2018. Notatet tar for seg områdestabilitet og hvorvidt utbygging truer skråningssikkerhet i området.



Figur 1.1: Kart over planområdet. Planlagt arealbruk parkert med rødt. Kilde: Norgeskart.no



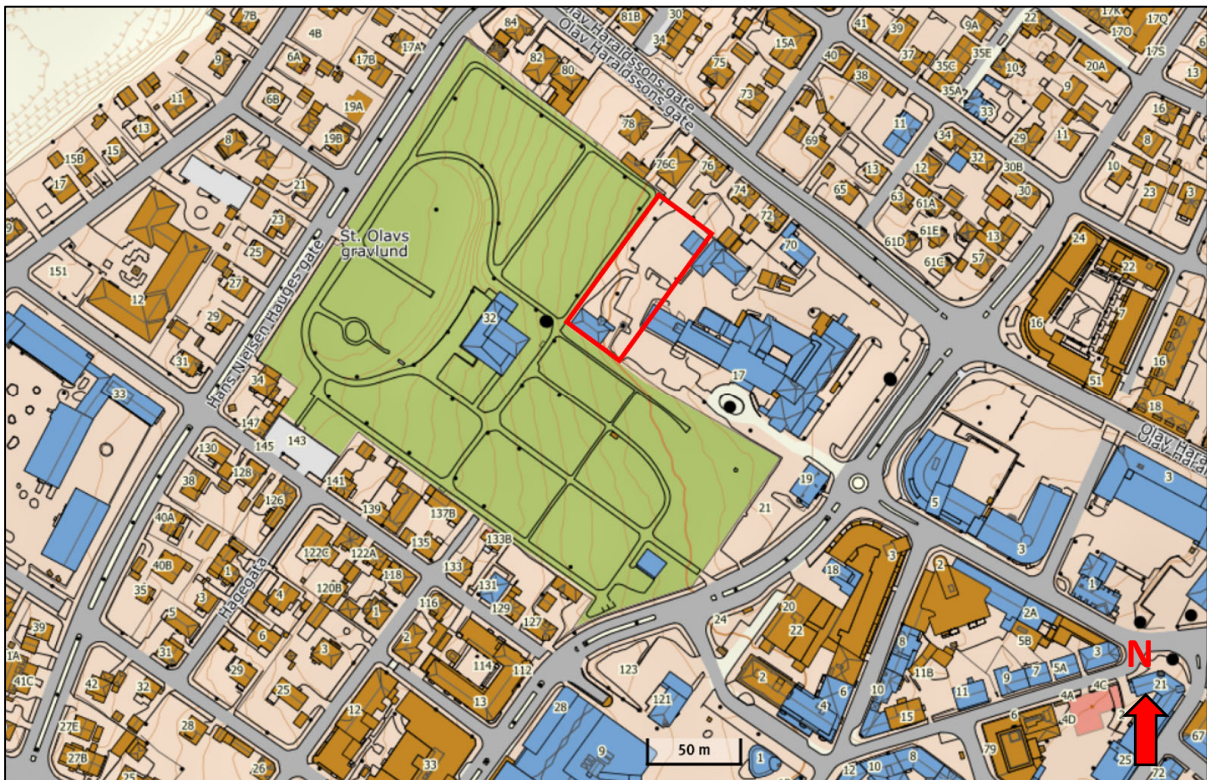
Figur 1.2: Planområde i skråfoto. Hentet fra: www.1881.no

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

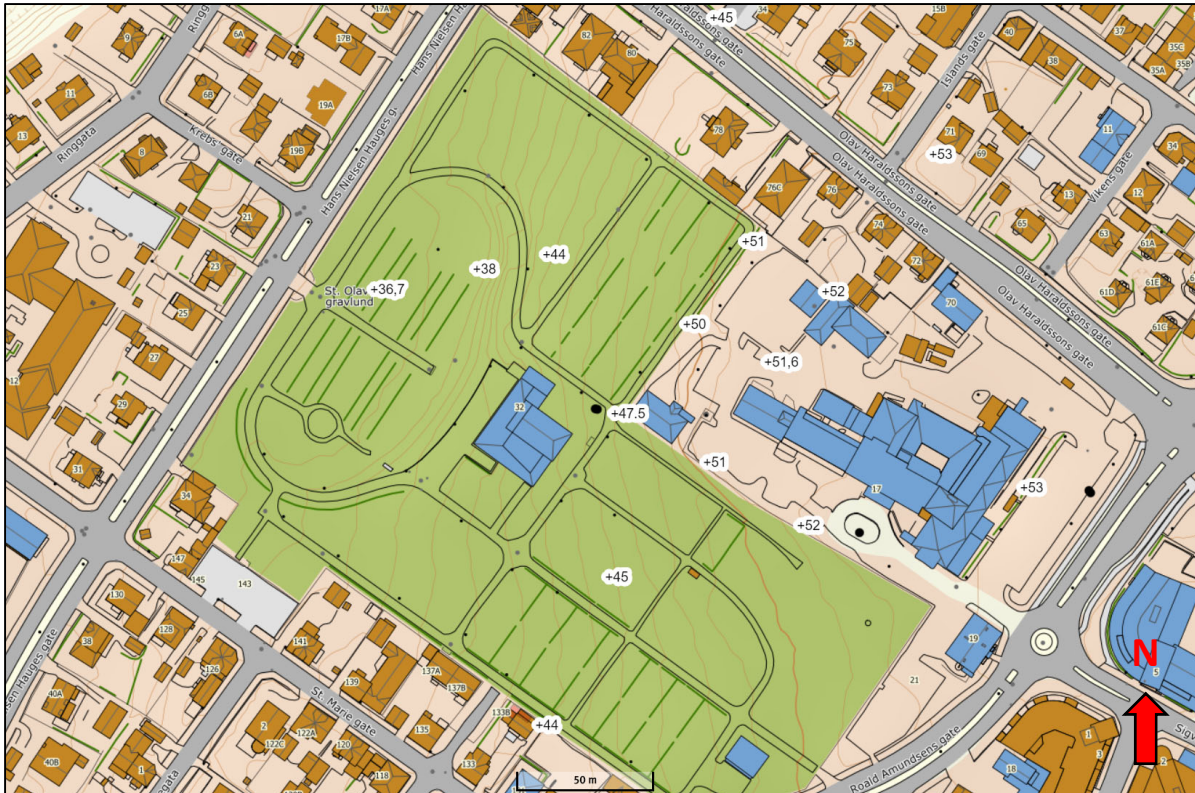
2.1. Topografi

Planområdet er lokalisert nordvest i Sarpsborg sentrum og kan sees av figur 2.1. Planlagt utbyggingsareal ligger like vest for Sarpsborg helsehus. Mot nord grenser tomten mot boligbygg, rett sør for fylkesvei 118 (Olav Haraldssons gate). Mot øst ligger Sarpsborg helsehus og deretter Roald Amundsens gate. Mot vest og mot sør grenser eiendommen til St. Olavs gravlund.

Terrenget på plantomten ligger mellom kote +49 og +54. Terrenget faller av mot sørvest. Terrengkoter er illustrert i figur 2.2.



Figur 2.1. Kart over planområdet, med planlagt areal for utbygging markert med rødt rektangel.
Kilde: www.norgeskart.no



Figur 2.2: Kotehøyder er markert på og rundt planområdet. Terrenget er hellende mot sørvest.
 Kilde: www.norgeskart.no

3. GRUNNFORHOLD

Opplysninger om grunnforholdene i området er basert på innsamlet data, utførte geoteknisk undersøkelser og kartdata fra NGU.

3.1. Utførte grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser ble først utført på aktuelt planområdet i perioden juni – juli 2018 av Romerike Grunnboring. Grunnundersøkelsene indikerte sensitive masser hvorpå det ble bestilt supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge grunnforholdene på skråningen vest for planområdet. Supplerende grunnundersøkelser ble utført i september 2018 av COWI AS.

Grunnundersøkelsene omfatter totalt 28 totalsonderinger, 4 CPTu-sonderinger, 3 prøveserier med uttak av totalt 4 stk 54mm uforstyrret sylindprøver. Prøver ble sendt til rutineforsøk og ødometerforsøk ved Multiconsult ASA sitt akkrediterte geotekniske laboratorium.

Detaljerte resultater er fremlagt i datarapport 18044-GEO-R-001 datert 24.09.2018.

3.2. Grunnforhold

Tiltaksområdet for ny ambulansestasjon:

Løsmassene på eiendommen består hovedsakelig av fyllmasser/sandig og siltig blandingsmateriale over sensitiv siltig leire som er middelfast til fast. Tykkelse på leiren varierer med mellom 7 -13 m. Antatt berg ligger på kote mellom +33,28 og +38,01 og er mellom 12,43 og 17,7m under dagens terrengnivå. Antatt bergoverflate faller mot sør.

Laboratorieforsøk viser vanninnhold på 12-31% i siltig leire/sensitiv siltig leire. Uomrørt skjærfasthet varierer og ligger på mellom 34 - 74 kPa. En prøve hadde uomrørt skjærfasthet på 8,7 kPa grunnet at bunn av prøven ble forstyrret. Omrørt skjærfasthet er på mellom 1,4 - 39 kPa.

Omrørt skjærfasthet er under 2 kPa fra prøver i borepunkt 1 og er definert som sprøbruddmateriale.

Leirens sensitivitet er på mellom 2-24 som er lite sensitiv til middels sensitiv. Enaksialt trykkforsøk viser at skjærfasteten i leiren ligger på mellom 32-61 kPa som er definert som middelfast til fast.

Udrenert skjærfasthet for borpunkt 1 er tolket utfra CPTu-sonderinger med dataprogrammet Conrad. Tolkning av borepunkt 1 viser at udrenert skjærfasthet ligger på mellom ca. 25 - 50 kPa mellom dybde 3 - 11 m.

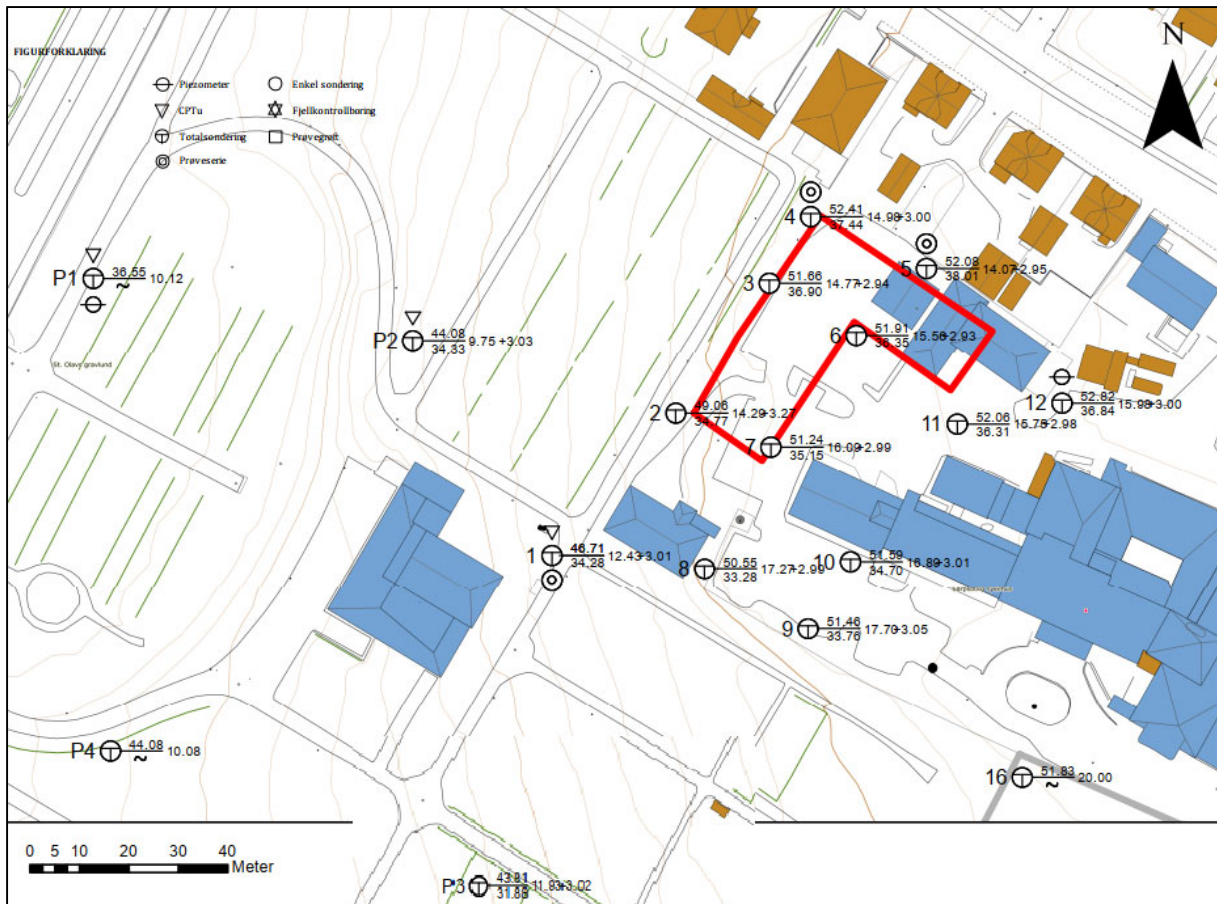
Ødometerforsøk viser at leiren ved 6,2 m dybde i borepunkt 4 og 8,6 m dybde i borepunkt 1 er overkonsolidert med OCR på ca. 1,8 og 4.

Skråning mot vest:

Skråningen vest for plantomten faller fra ytterkant av eiendommen nedover gravlunden mot vest-sørvest.

Det ble foretatt 4 nye borepunkter på skråningen på skråningen vest om tiltaksområdet for å vurdere områdestabilitet. Totalsonderinger viser leire under topp sand/fyllmasser som er bløt til middelfast. Borepunkt P1 som ligger lengst vest viser bløt leire under topplaget. Generelt er grunnforholdene dårligere mot vest.

Udrenert skjærfasthet fra CPTu-sondering i borpunkt P1 viser en udrenert skjærfasthet i leire på ca. 13-60 kPa på dybde 2 - 9 m. Tilsvarende i borepunkt P2 er udrenert skjærfasthet ca. 15-60kPa på dybde 4,5 - 10 m.

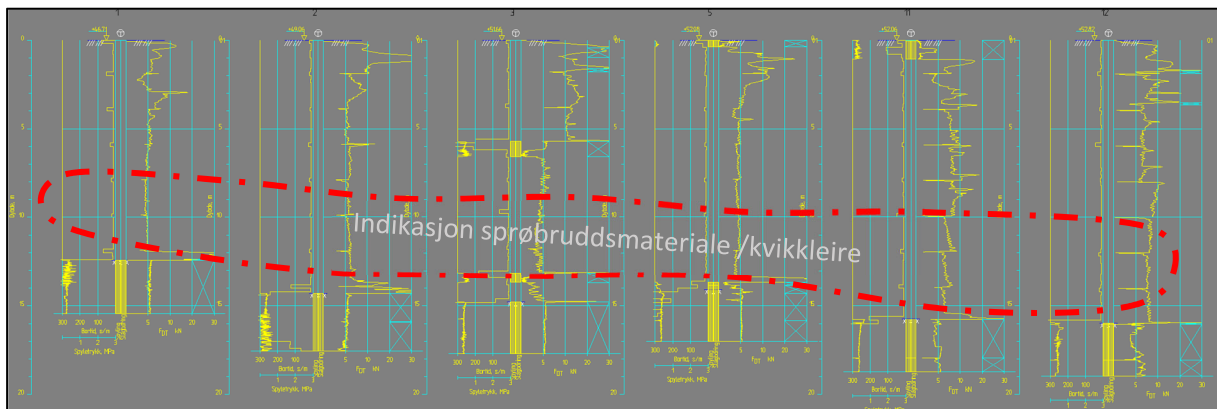


Figur 3.1: Borplan over planområdet. Estimert plassering av ny ambulansestasjon er indikert med rødt polygon

3.3. Forekomst av sprøbruddsmateriale/kvikkleire

Tiltaksområdet for ny ambulansestasjon:

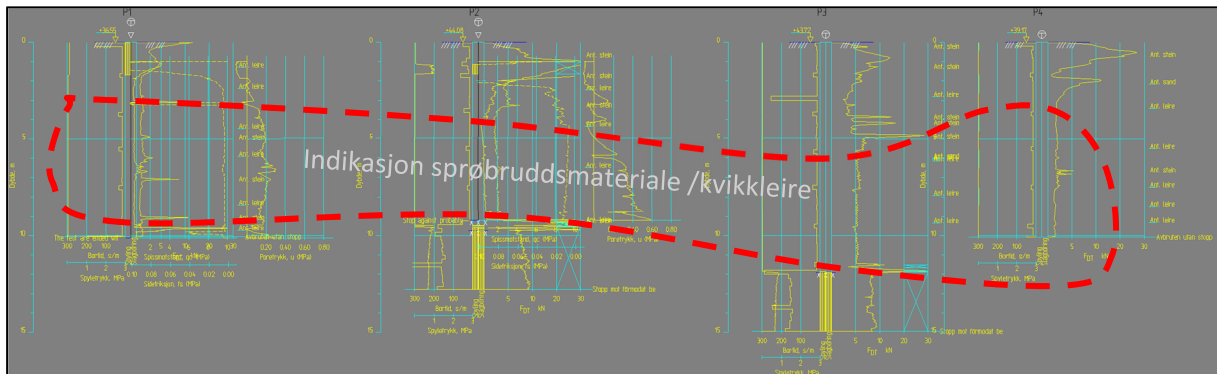
Det er kun notert sprøbruddsmateriale i prøveserie i borehull 1 på dybde 8m fra terreng. I øvrige borehull, 4 og 5, er det ikke notert kvikkleire/sprøbruddsmateriale. Dog har disse prøveserier blitt avsluttet på ca. 6 – 7m. Dog er det indikasjon på kvikkleire/sprøbruddsmateriale ifølge totalsonderingene på de fleste av boringene i tiltaksområdet fra ca. 8 – 10m dybde (kote + 40 - + 42), se bilde 3.2.



Figur 3.2: Indikasjon på sprøbruddsmateriale/kvikkleire

Skråning mot vest:

Det er ikke tatt opp noe prøveserier men sonderingene indikerer sprøbruddsmateriale/kvikkleire fra ca. 2 – 4m dybde fra terreng (kote +35 - +40), se bilde 3.3.



Figur 3.3: Indikasjon på sprøbruddsmateriale/kvikkleire

3.4. Grunnvannstand

Det er installert to piezometere den 11.09.2018 ved borepunkt P1 og 12, 4 m under terreng. Piezometeravlesning den 19.09.2018 viser at poretrykket har tilsvarende grunnvannstand 2,53 m under terreng for borepunkt P1 og 1,97 m under terreng for borepunkt 12.

Grunnvannstand kan leses flere ganger senere for å registrere grunnvannstandens variasjon. Grunnvannstanden vil variere med årstid og nedbør.

3.5. Forurensningssituasjon

Dette notatet omhandler ikke forhold knyttet til miljøteknisk rådgivning.

3.6. Behov for supplerende grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser vurderes som tilstrekkelige for geotekniske vurderinger. Det kan være behov for supplerende grunnundersøkelser i detaljprosjekteringsfase hvis det dukker opp spørsmål underveis.

4. SIKKERHET MOT NATURFARE

Kapittel 7 i Byggteknisk forskrift (TEK17) krever sikkerhet mot naturpåkjenninger, herunder sikkerhet mot flom, stormflo og skred.

4.1. Flomfare

I følge NVE Atlas' farekart ligger ikke området innenfor faresone eller aktsomhetszone for flom. Tiltaksområdet ligger også utenfor 200-års flomsone.

Det vurderes at det ikke er flomfare på tomten, jfr. krav i TEK 17 § 7-2 «sikkerhet mot storm og stormflo».

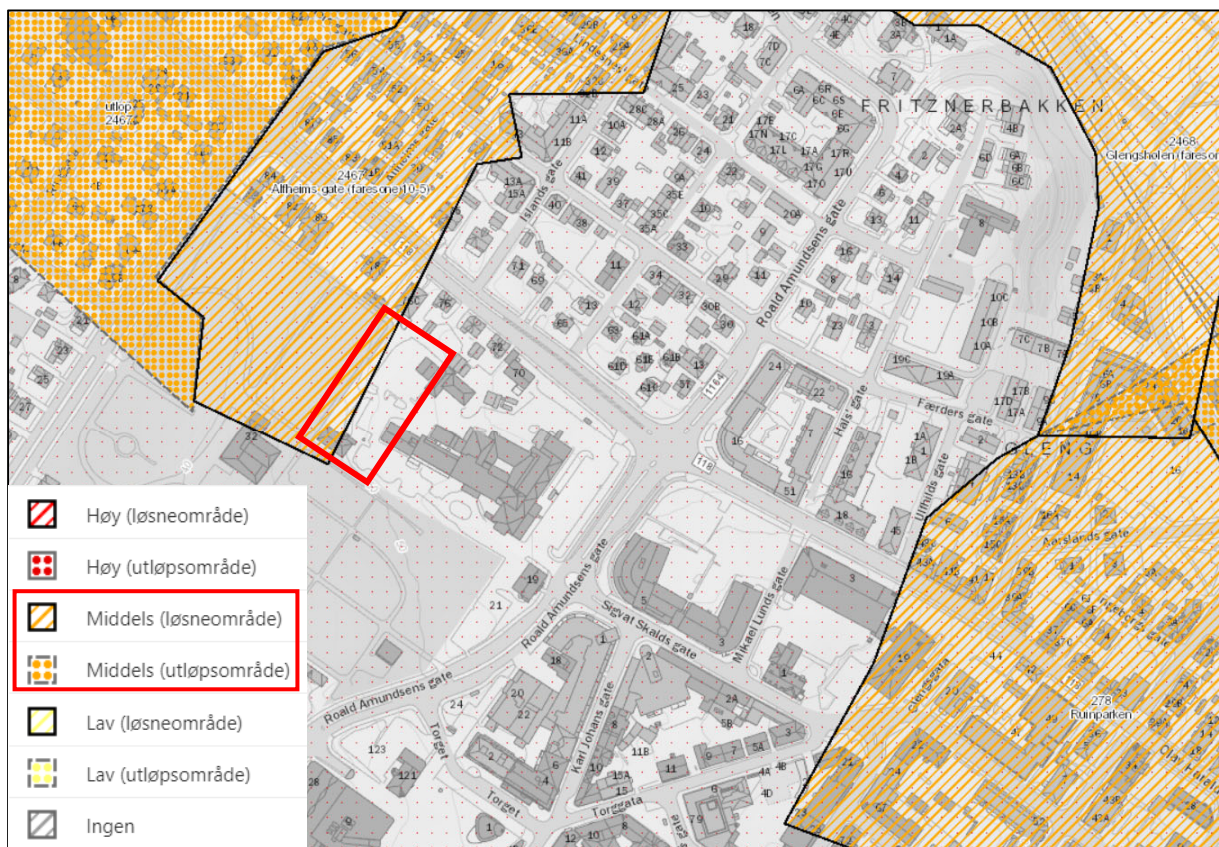
4.2. Skredfare

Ifølge krav i TEK 17 § 7-3 skal skredfare på tomten utredes. Planområdet ligger under marin grense og innenfor kvikkleireområdet 2467 «Alfheims gate», ifølge NVE Atlas.

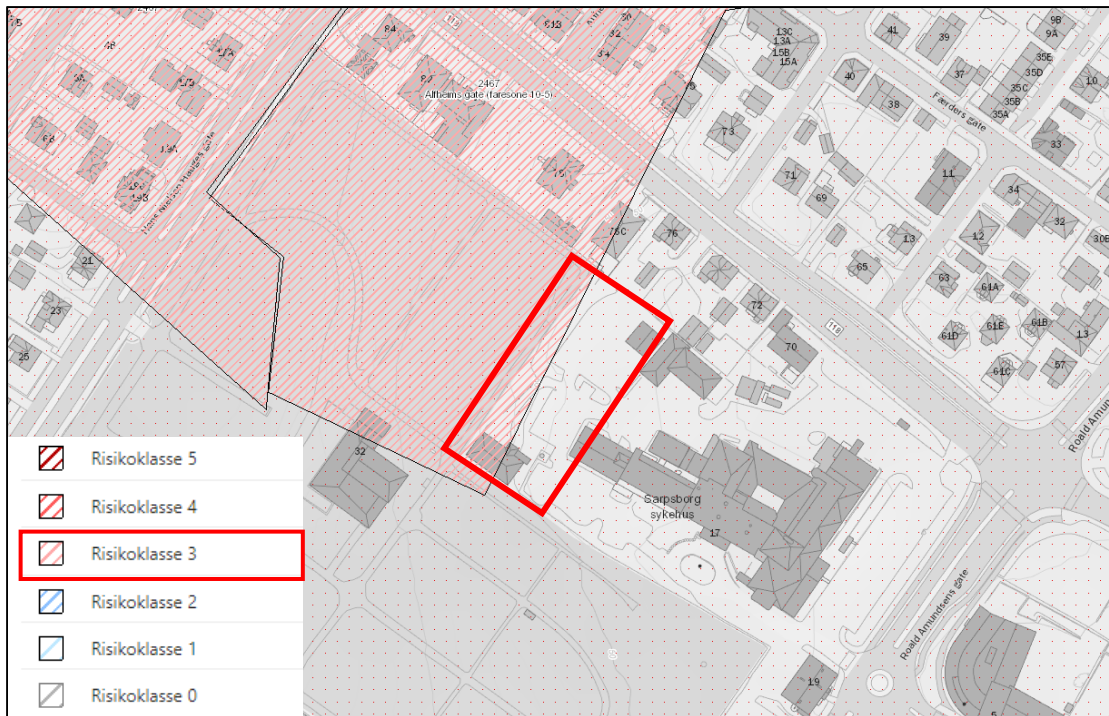
Ytterkant av tomten mot vest ligger innenfor faresone for kvikkleireskred. Videre mot vest er faresonens utløpsone. Det er flere faresoner mot nord og mot øst, men disse er over 350 m unna utbyggingsområdet.

Kvikkleiresonen som eiendommen ligger innenfor er registrert med «middels» faregrad og risikoklasse 3, se figur 4.1 og figur 4.2.

I forbindelse med prosjektet må områdestabiliteten iht. NVEs veileder 7-2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» vurderes. Vurderingen må dokumenteres.



Figur 4.1: Kvikkleiresoner og utløpsoner rundt plantomten. Plantomten er markert med rød firkant. Figuren er hentet fra NVE Atlas (www.atlas.nve.no) og viser kartlagte kvikkleiresoner rundt tomten, illustrert med polygoner med oransje, stripete fyll. Det oransje markeringen betyr middels høy faregrad. Vestre del av tomten ligger innenfor faresone 2467 «Alfheims gate». Videre mot vest er utløpsonen 2467



Figur 4.2: Ytterkant av tomten (mot vest) ligger innenfor kvikkleiresone med risikoklasse 3. Figuren er hentet fra NVE Atlas

5. VURDERING AV OMRÅDESTABILITET

5.1. Soneavgrensning og klassifisering

Vurdering av områdestabilitet gjøres i henhold til NVEs kvikkleireveileder (veileder 7-2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred») [2]. I veilederen beskrives en prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner for skred. Prosedyren skal identifisere og avgrense kvikkleireområder med potensiell skredfare. Punkt 1-5 i prosedyren kartlegger aktsomhetsområder, før en går videre med faregradsevaluering (punkt 6-9) og deretter stabilitetsanalyser (punkt 10).

Prosedyre for vurdering av områdestabilitet er fulgt og vurderingen gjøres i kommende avsnitt:

1) Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være

Utredningen utføres i forbindelse med reguleringsplan for utbygging. Iht. tabell 5.2 i NVEs veileder faller det planlagte byggeprosjektet i tiltakskategori K4, ettersom det medfører større tilflytting/personopphold og «mer enn to eneboliger/fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem (...)».

For tiltakskategorier K2, K3 og K4 vil det være nødvendig å identifisere, avgrense og faregradsevaluere faresoner.

2) Marin grense

Hele området ligger under marin grense.

3) Marine avsetninger

Det er marine avsetninger på tomten.

Grunnundersøkelsene har avdekket sandig og siltig fyllmasser over siltig leire, middels fast til fast. Leiren fra ett prøvepunkt er ved laboratorieforsøk definert som sprøbruddsmateriale.

4) Kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Plantomten ligger innenfor en kartlagt kvikkleiresone, jamfør NVE Atlas.

5) Avgrense aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

Ifølge NVE-veileder 7-2014 vil terrenganalyser av områder med marine avsetninger kunne begrense aktsomhetsområder for områdeskred.

For jevnt hellende terreng gjelder terreng brattere enn 1:20 og totalskråningshøyde større enn ca. 5 m.

Veilederen begrenser også aktsomhetsområdet med et maksimalt bakovergripende skredutbredelse lik $20 \times$ skråningshøyde (målt fra skråningsfot).

Terrenget er tilnærmet flatt på tomten for planlagt ambulansestasjon.

Nord for utbyggingsområdet

Det er tilnærmet flatt i ca. 200 m. Kan ikke oppstå skred som kan påvirke planområdet.

Øst for utbyggingsområdet

Sarpsborg helsehus og området videre mot øst er relativt flatt og ligger på omtrent samme høydemeter over havet i et relativt stort område (på ca. kote +55). Kan ikke oppstå skred som kan påvirke planområdet.

Syd for utbyggingsområdet

Det er tilnærmet flatt i ca. 100 meter før terrenget begynner å synke med helning slakere enn 1:20 videre i sør. Kan ikke oppstå skred som kan påvirke planområdet.

Vest for utbyggingsområdet

Fra ytterkant av tomten faller terrenget vestover. Eiendomsgrensen mellom gravplassen og plantomten markerer et skille i terrenghelning, fra flatt areal på plantomten og St. Olav gravplass liggende i skrånning.

De første 60 m av skrånningen har omtrentlig helning 1:9-1:10.

Deretter følger et brattere parti ned mot den vestlige ytterkanten av St. Olav gravlund, der terrenget flater ut. Dette partiet er omtrent 20 m i lengde og faller brattere enn 1:3.

Dette er den mest kritiske skrånningen i området rundt planområdet.

Topp av skrånning ligger på kote +50 og skråningsfoten på omtrent kote +37, hvilket gir en skråningshøyde på 12-13 m.

6) Gjennomføring av befarings og grunnundersøkelser/vurdering av grunnlag

Det er gjennomført en rekke grunnundersøkelser i forbindelse med utbyggingen. Se kapittel 3.

Det er ikke påvist kvikkleire ved undersøkelsene, men det er funnet sprøbruddsmateriale i et borpunkt.

7) Avgrens løsneområder

Løsneområdet betegnes som det arealet som blir *direkte rammet* av et områdeskred, ved at løsmasser raser ut og/eller forflytter seg.

NVEs veileder henviser til empiriske data som tyder på at løsneområdet for et kvikkleireskred begrenses til terrenghelninger større enn 1:15 for jevnt hellende terreng, og maksimal utstrekning lik 15 ganger skråningshøyde i ravinert terreng.

Vest for tomten er det jevn helning 1:10 deretter et lite parti i skråningen som er brattere. Fra skråningsfot til toppen av skråning er det 12 m høydeforskjell; 15 ganger 12 m gir 180 m maksimal utstrekning.

8) Avgrens utløpsområdet

Utløpsområdet er området der *skredmassene avsettes* nedenfor skredgrova. Utløpsområdet vil avhenge av skredmassenes egenskaper og de topografiske forholdene.

Kvikkleireveilederen gir at det i dag ikke er noen god, dokumentert metode for beregning av utløpsområder ved områdeskred, og at vurderingen må bygge på faglig skjønn og erfaringsmateriale.

NIFS-rapporten 14-2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [3] legger frem et forslag for ny metode for avgrensning av løsneområder:

For flakskred eller rotasjonsskred i alle typer terreng er utløpsdistansen (Lu):

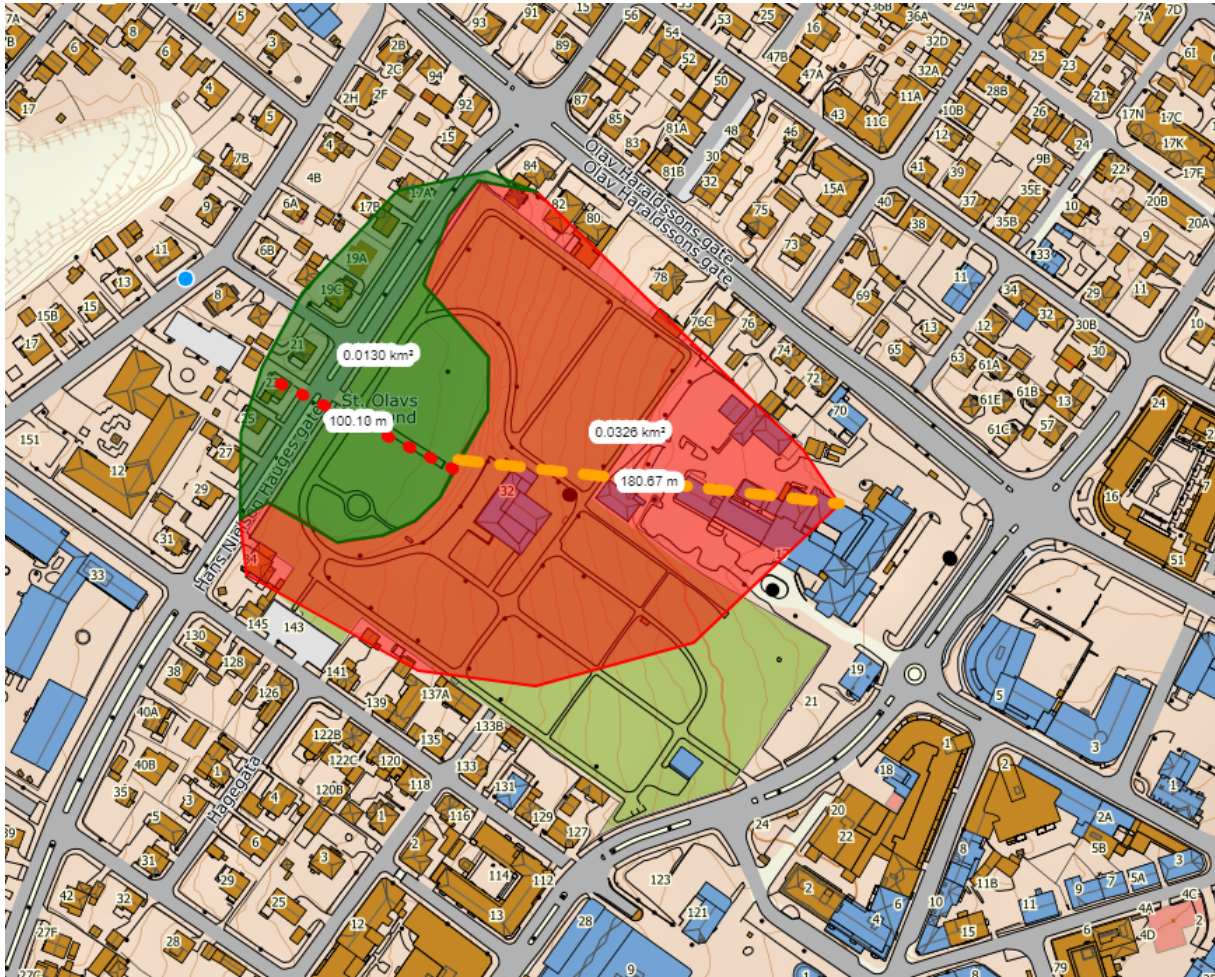
$$(Lu) = 0,5 * \text{løsnedistanse (L)}$$

Utløpsområdet er på bakgrunn av dette 97,5 m.

Det ansees sannsynlig at hovedvekten av skredmasser fra et eventuelt skred vil samles i bunnen av skråningen. Eventuelt vil noe samles på veien (Hans Nielsens Hauges gate) og i verste fall ned mot boligområdet på vestsiden av veien. Dette gjelder også i retning sør-sørvest, der det er muligheter for at skredmasser kan samles ved infrastruktur og boliger.

I figur 5.1 er løsneområde og tenkt utløpsområde skissert inn på bakgrunn av punkt 7 og 8. Dette er en tenkt worst-case, som er vurdert basert på terrenghelning. Løsmassene er ikke kvikke, men det er leire som kan defineres

som sprøbruddsmateriale. Ifølge NVE-veileder 7-2014 blir leire med $c_u, r > 1$ (sprøbruddsmateriale) ikke like flytende i omrørt tilstand, og for slik leire vil utløpsområdet være mer begrenset, avhengig av skredvolum og skråningshelning nedenfor løsneområdet. Dog er avgrenset utløpsområde i dette prosjekt sett i lys av en *sammenhengende forekomst av sprøbruddsmateriale/kvikkleire*, fra ca. 8 – 10m fra terreng, tolket fra boringene.



Figur 5.1: Avgrensning av aktsomhetsområde; med løsne- og utløpsområde

9) Avgrens og faregradsklassifiser faresoner

Området skal klassifiseres med faregrad. Det gjøres med en kvalitativ metode, som baserer seg på poengverdier, beskrevet i NGI-rapporten fra 2001 [4].

Faregraden er vurdert med utgangspunkt i grunnforhold, 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. Det er fem risikoklasser, der 5 er høyeste nivå.

Skadekonsekvensvurdering

I forbindelse med faresoneevalueringen er det gjort en egen vurdering av skadekonsekvens for skred i området. Denne fremkommer i Tabell 1.

Poengsummen funnet i vurderingen er 28 av 45, som tilsvarer 62% av maksimal poengsum. Dette plasserer planområdet i skadekonsekvensklasse meget alvorlig.

Tabell 1 Skadekonsekvensvurdering

Faktorer	Vekt tall	Konsekvens, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt <5	Ingen	3	12	Bebyggelse og bolighus i direkte nærhet
Næringsbygg, personer	3	>50	10 - 50	<10	Ingen	3	9	Helsehus på nabolomt. I sone for bakovergripende effekt
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	3	3	Gravplass
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2	4	Hans Nielse Hauges gate, total ÅDT = 4500 (vegvesen.no/kart)
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	0	0	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0	Ingen
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0	0	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0		28	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		62 %	
Skadekonsekvensklasse								
		Meget alvorlig	Alvorlig	Mindre alvorlig				
		23-45 poeng	7-22	0-6				

Faresonevurdering

Tabell 2 viser faresoneevalueringen for sonen. Den gir en poengsum på 14 av 51, som tilsvarer faregradsklasse lav og en prosentandel på 27,5% av maksimal poengsum.

Tabell 2 Faresonevurderinger

Faktorer	Vekt-tall	Score	Poeng	Kommentar	Faregrad, score			
					3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Ikke registrert. Nærmeste er et leirskred (2011) 800 m unna i luftlinje	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	0	0	Største skråning <15 m høyde	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	0	0	Leire er overskonsolidert . OCR mellom 2 og 4	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk	3	0	0	Hydrostatisk	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0	Hydrostatisk	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Det er IKKE påvist kvikkleire. Det er påvist sprøbruddmateriale. Konservativ antagelse med sprøbruddmateriale H/3	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	1	1	Variierende. 2-24	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	0	0	Ingen	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	3	9	Tiltaket vil kunne innebære forverring, hvis det overgår 50 kPa (se beregninger)	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0	0	Tiltaket vil ikke innebære forbedring	Stor	Noe	Liten	Ingen
Poeng			14					
Faregradsklasse			Lav	Faregradsklasse				
				Lav	Middels	Høy		
				0-17	18-25	26-51		

Risikoklasse

Risiko er lik skadekonsekvens multiplisert med faregrad. Tallverdien for risiko er definert som produktet av %-tallet for skadekonsekvens og faregrad som angitt over. Det er 5 risikoklasser:

- Risikoklasse 1 omfatter soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter soner med tallverdi fra 631 til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000

Kvikkleiresonen får poengsummen $62 \times 27 = 1674$. Sonen plasseres dermed i risikoklasse 3.

5.2. Krav til stabilitet

Hvilke krav til sikkerhet som stilles i NVE-veilederen vil avhenge av tiltaket som er tenkt utført. De ulike tiltakskategoriene er vist i tabell 5.2 i veilederen, og er gjengitt i figur 5.2.

Som vurdert i kapittel 5.1 punkt 1) er tiltaket vurdert å havne i tiltakskategori **K4**. Det er krav til at rapporten skal **kvalitetssikres av et uavhengig foretak**.

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategoriene	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulik faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
K2: Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket. Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.	a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring ** Kvalitetssikres av kollega.*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring hvis $F > 1,2$, <i>eller</i> c) Forbedring hvis $F \leq 1,2$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K3: Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2). Ved planlagt større tilflytting/ personopphold gjelder K4. Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.	a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring** Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring hvis $F \geq 1,2$, <i>eller</i> c) Forbedring hvis $F < 1,2$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industribygg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*

Figur 5.2: Tabell 5.2 i NVEs kvikkleireveileder 7-2014

5.3. Sikkerhetsklasse (TEK17)

I henhold til byggteknisk forskrift (TEK 17) kapittel 7 «Sikkerhet mot naturpåkjenninger» skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger, jmfør TEK17 §7-1 (1).

Et byggverk hvor konsekvensen av skred er særlig stor ikke plasseres i et skredfarlig område, jmf. §7-3 første ledd. Kravet gjelder byggverk hvor konsekvensene av en skredhendelse vil være særlig store og gi uakseptable konsekvenser for samfunnet. Kravet gjelder for eksempel bygninger som har nasjonal eller regional betydning for beredskap og krisehåndtering, slik som regionsykehus, regional eller nasjonal beredskapsinstitusjon, og lignende.

Helsehuset Sarpsborg inkluderer legevakt for Sarpsborg og Rakkestad, og ambulansestasjon tilknyttet dette kan kategoriseres som lokal beredskap. Helsehuset Sarpsborg kan ikke regnes å være av regional eller nasjonal betydning for beredskap og krisehåndtering. Like utenfor Sarpsborg ligger Østfold Hospital Kalnes, som er regionalsykehus.

Etter TEK17 §7-3 andre ledd skal det fastsettes sikkerhetsklasse for skred i skredfareområder. Det er som drøftet i kapittel 4.2 ikke fare for skred i bratt terreng. I TEK17 heter det at det ikke er mulig å gradere skredfare etter sannynlighet når det kommer til kvikkleire. Egen prosedyre må følges og dette er gjort i drøftingen i kapittel 5.1.

5.4. Stabilitetsberegninger

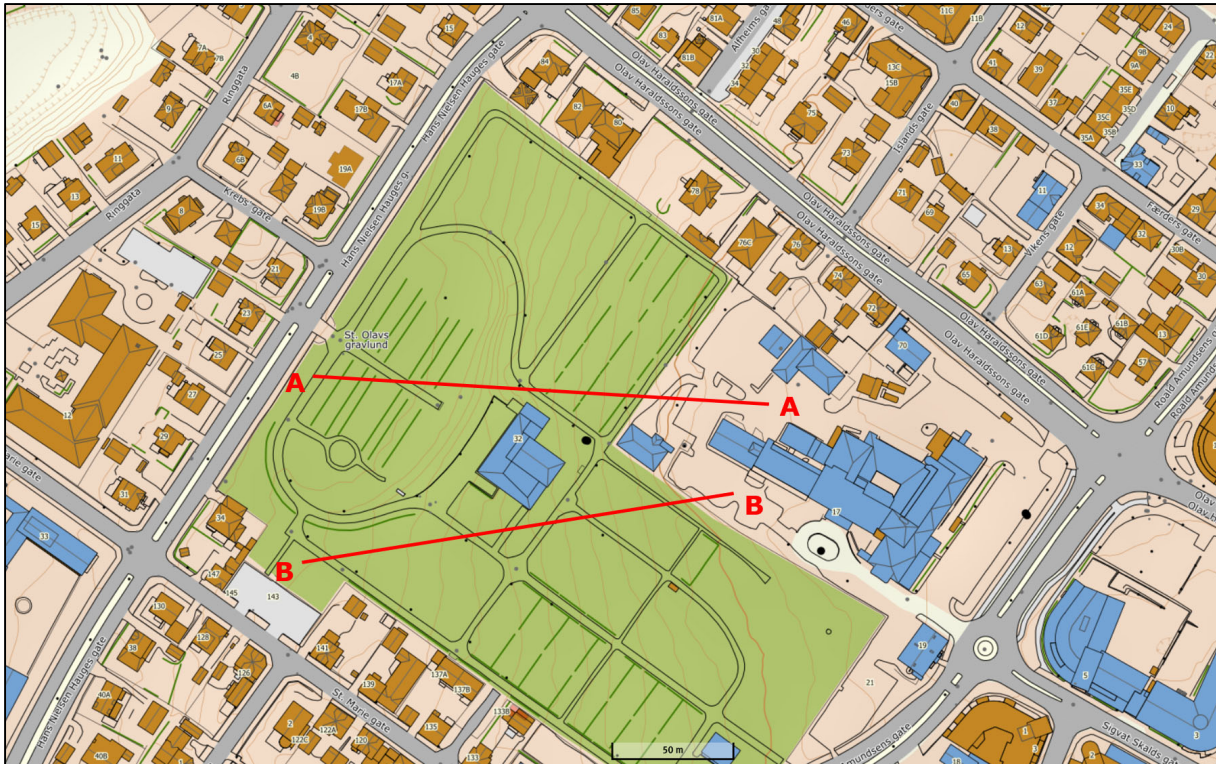
Skråningsstabiliteten er beregnet langs to profiler; snitt A – A og snitt B – B, mot hhv. vest og sørvest. Resultater er presentert i vedlegg A1 – A8 og kort oppsummert i Tabell 3 - Tabell 6. Det er gjort stabilitetsberegninger, både udrenert analyse og drenert analyse. Udrenert analyse tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for en langtidssituasjon.

Hensikten med stabilitetsberegningene er å vurdere om skråningsstabiliteten tilfredsstiller NVE sine krav til sikkerhet. For tiltak i tiltakskategori K4, i soner med lav faregrad, stilles det krav om en sikkerhetsfaktor $F=1,4$ eller «forbedring» av områdestabilitet hvis $F < 1,4$.

Beregningsprofiler

Plassering av beregningsprofilene er vist i figur 5.3.

Stabilitetsvurderingene er gjort for dagens situasjon, og for situasjon etter bygging.



Figur 5.3: Plassering av beregningsprofiler A-A og B-B

Grunnlag for styrkeparametere

Styrkeparametere og lagdeling er valgt med utgangspunkt i de utførte grunnundersøkelsene. I følge NVE's retningslinjer anbefales det at udrenert skjærfasthet fra trykksonderinger og blokkprøver i aktiv skjærfasthet reduseres med 15% for sprøbruddsmateriale. Når udrenert skjærfasthet er valgt ut fra rutineundersøkelser på 54 mm prøveserier og vingeboringer, reduseres ikke udrenert skjærfasthet.

Anisotropi

Leiras udrenerte styrke varierer med retning på skjærplanet. For sprøbruddmateriale/kvikkleire er følgende anisotropifaktorer benyttet ved udrenert ADP-analyse i leire; 1, 0,67 og 0,33 for hhv. aktiv, direkte og passiv skjærfasthet. Anisotropifaktorene er evaluert fra leirens vanninnhold og dets funksjon med plastisitetsindeksen. Se f.eks. NIFS rapport 14/2014, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer» [5].

Både konusforsøk og trykksonderinger gir resultater som tilsvarer direkte skjærfasthet.

Skredmekanismer

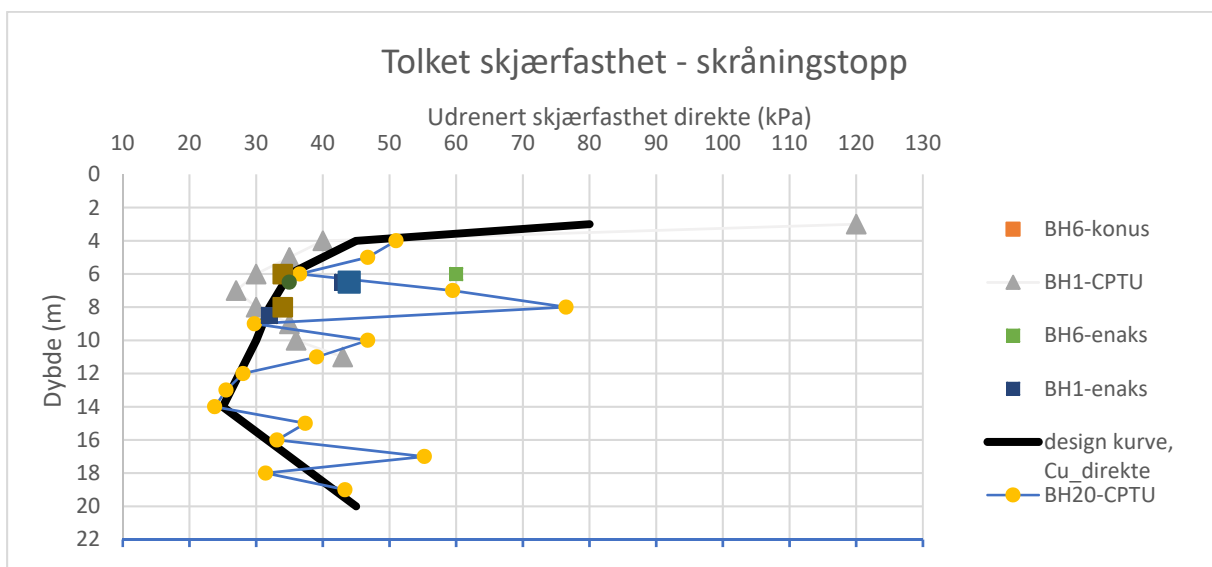
Rotasjonsskred med glidesirkler ned i sensitiv leire vurderes å være aktuell bruddmekanisme. Sannsynligheten for initialskred som følge av erosjon er vurdert som liten.

Beregningsparametere

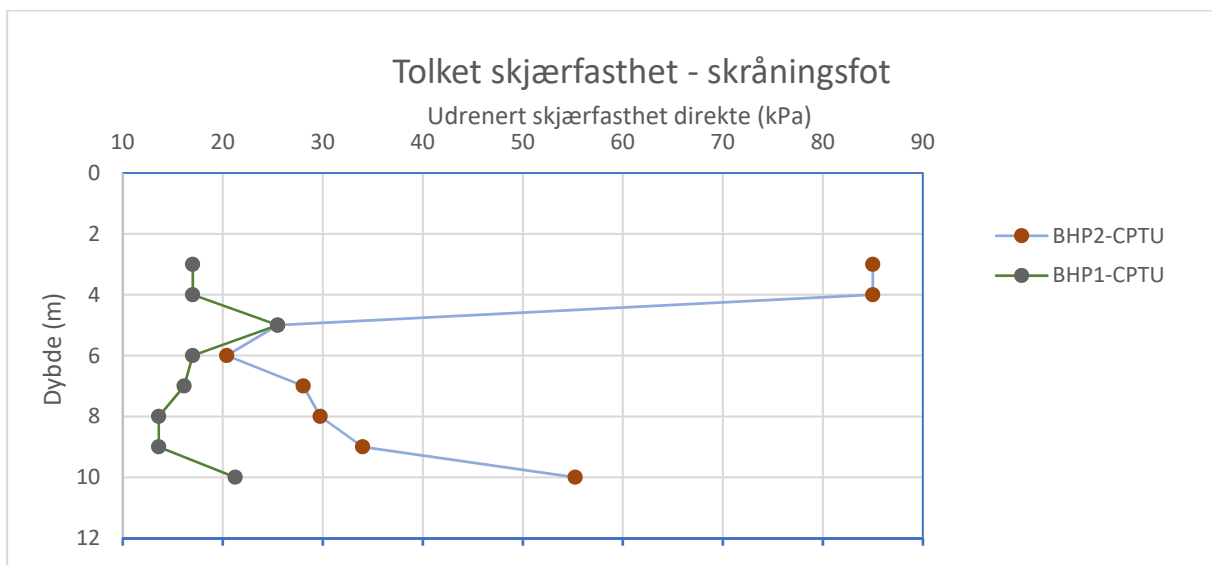
Sammenstilling av direkte, udrenert skjærfasthet i området er vist i figur 5.4 og 5.5, som henholdsvis representerer boringer på og nedenfor tiltaksområdet i vest. Skjærstyrkeverdiene basert på CPTU-målingene er redusert med 15 %. Det gjelder hele leire-profilen, ikke bare sprøbruddsmateriale. Beregningsparameterne er valgt konservativt ut fra de utførte undersøkelsene. Effektivspenningsparameterne a og φ er anslått basert på erfaringsverdier. Det er valgt $\varphi = 32$, $a = 0$ i fylling/tørrskorpe og $\varphi = 24$, $a = 0$ i leire.

Trykksondering (CPTU) er tolket ved hjelp av dataprogrammet CONRAD versjon 3.1 utviklet av SGI i Sverige. For verdier som kommer fra tolkning i Conrad brukes disse som direkte skjærstyrke.

Valgte materialparameter framgår i stabilitetsberegningene i vedlegg A1-A8.



Figur 5.4: Tolket skjærfasthet på toppen av tiltaksområdet



Figur 5.5: Tolket skjærfasthet i foten av tiltaksområdet (BHP2) og ca. 50m unna fra foten ått vest (BHP1)

I henhold til NVEs veileder 7-2014 skal det vurderes både for risiko for lokalt skred, og om det aktuelle området kan bli berørt av et potensielt skred utenfor det aktuelle området (global stabilitet).

Beregningsresultater

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet Geosuite Stability. Programmet er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet kan selv søke etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

Resultat fra stabilitetsberegninger framgår i Tabell 3 - Tabell 6 og i vedlegg A1 - A8. Kun de laveste oppnådde sikkerhetsfaktorene vises i tabellene

Tabell 3: Områdestabilitet i beregningssnitt A-A, dagens situasjon

SITUASJON	GLOBAL STABILITET Fc; Sirkulær skjærflate	GLOBAL STABILITET Fc; Plan skjærflate	VEDLEGG
Snitt A-A Udrenert analyse Dagens situasjon	1,80 Lokal stabilitet , bratteste skråningsparti: 1,67	>2,5	A1
Snitt A-A Drenert analyse Dagens situasjon	2,44	>2,5	A2

Tabell 4: Områdestabilitet i beregningssnitt A-A, i situasjon med oppført tiltak

SITUASJON	GLOBAL STABILITET Fc; Sirkulær skjærflate	GLOBAL STABILITET Fc; Plan skjærflate	VEDLEGG
Snitt A-A Udrenert analyse Tiltak / bygg, , q = 50 kPa	1,46	>2,5	A4
Snitt A-A Drenert analyse Tiltak / bygg, , q = 50 kPa	2,38	>2,5	A3

Tabell 5: Områdestabilitet i beregningsnitt B-B for dagens situasjon

SITUASJON	GLOBAL STABILITET; sirkulær skjærflate	GLOBAL STABILITET; Plan skjærflate	VEDLEGG
Snitt B-B Udrenert analyse Dagens situasjon	1,70	>5	A5
Snitt B-B Drenert analyse Dagens situasjon	>3	>4	A6

Tabell 6: Områdestabilitet i beregningsnitt B-B, for situasjon med oppført tiltak

SITUASJON	GLOBAL STABILITET; sirkulær skjærflate	GLOBAL STABILITET; Plan skjærflate	VEDLEGG
Snitt B-B Udrenert Tiltak / bygg, q = 50 kPa	1,41	>5	A7
Snitt B-B Drenert analyse Tiltak / bygg, q = 50 kPa	>3	>3	A8

Som det fremgår av tabellene over viser stabilitetsanalysene at stabiliteten er tilfredsstillende både for dagens situasjon og situasjon etter etablering av tiltak. Tiltaket bør ha en begrensning om maks 50kPa i belastning (motsvarer ca. 2,5m fylling).

6. KONKLUSJON

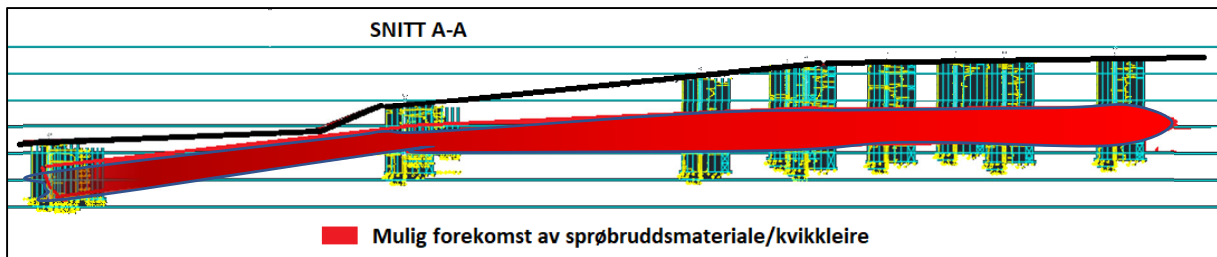
Som det fremgår av Tabell 3 - Tabell 6 viser beregningene at dagens stabilitet er tilfredsstillende, både mht. lokale glideflater og mht. globale glideflater. Områdestabiliteten er dermed dokumentert til å være tilfredsstillende.

Tiltaket anses derfor å være gjennomførbar iht. gjeldende regler og forskrifter hva angår sikkerhet mht. skred i kvikkleiremasser/masser med sprøbruddsegenskaper.

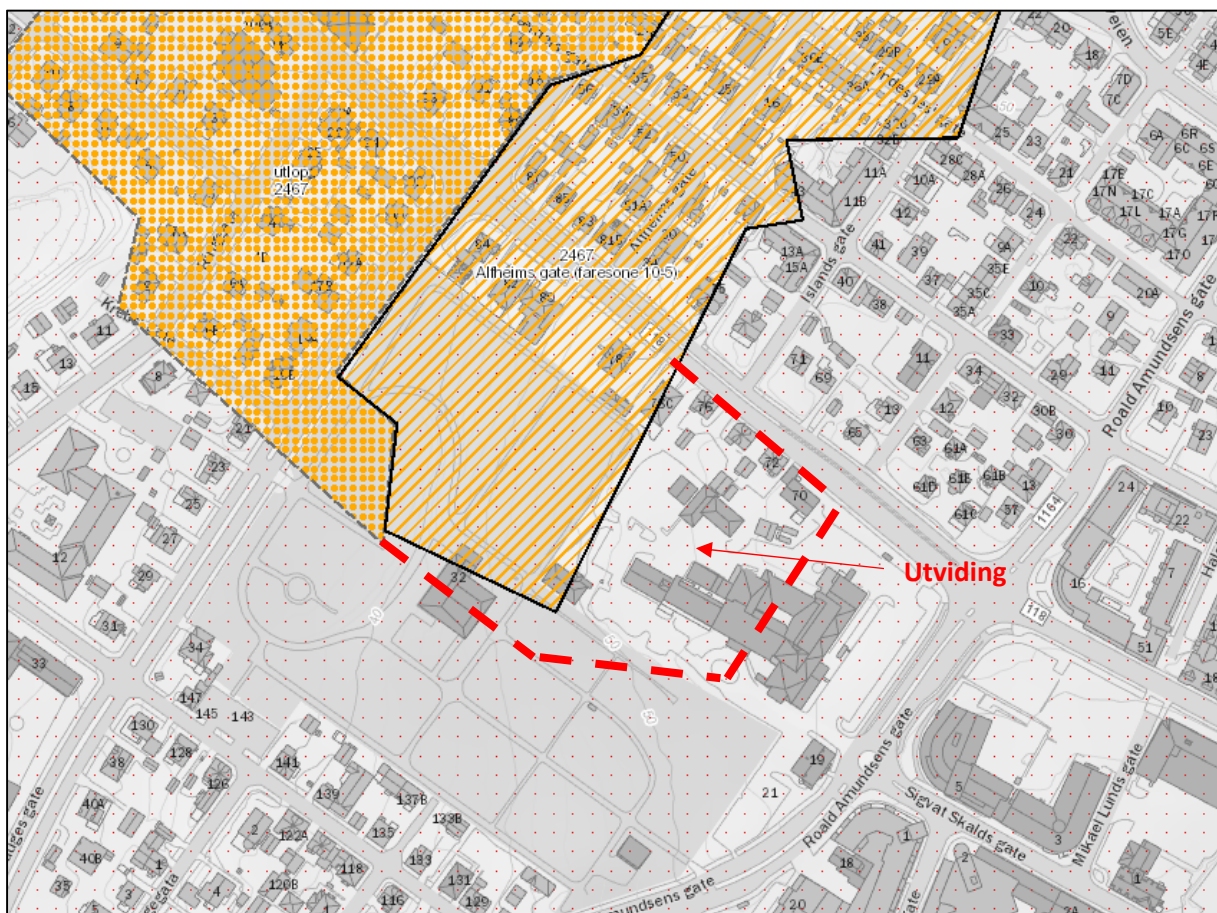
Tiltaket bør ha en begrensning om maks 50kPa i belastning.

7. FARESONE 2467 ALFHEIMS GATE

I innsigelse fra NVE (ef.: 201906839-4) spørres det om faresonen «2467 Alfheims gate» må oppdateres i lys av utførte boringer samt denne utredningen. Det er ikke oppdaget kvikkleire men oppdaget sprøbruddsmateriale i en prøveserie i hull 1 på ca. 8 meters dybde samt indikasjon på sammenhengende forekomst av kvikkleire/sprøbruddsmateriale på 8 – 10m dybde fra terreng, se bilde 7.1. Det kunde ha gjorts flere prøveserier for å avkrefte/bekrefte sprøbruddsmateriale/kvikkleire men i lys av den totale bilde av alle utførte boringer så anbefaler vi at faresone «2467 Alfheims gate» oppdateres. Forslag på oppdatering av faresonen framgår i figur 7.2.



Figur 7.1: Mulig forekomst av sprøbruddsmateriale/kvikkleire.



Figur 7.2: Forslag på utviding av faresone 2467 Alfheims gate

8. VEDLEGG

VEDLEGG A – Stabilitetsberegninger

A1 – Snitt A-A, udrenert analyse, dagens situasjon

A2 – Snitt A-A, drenert analyse, dagens situasjon

A3 – Snitt A-A, udrenert analyse, etter tiltak

A4 – Snitt A-A, drenert analyse, etter tiltak

A5 – Snitt B-B, udrenert analyse, dagens situasjon

A6 – Snitt B-B, drenert analyse, dagens situasjon

A7 – Snitt B-B, udrenert analyse, etter tiltak

A8 – Snitt B-B, drenert analyse, etter tiltak

9. REFERANSER

[1] 18044-GEO-N-001 – «*Geoteknisk notat angående grunnforhold og fundamenteringsmetoder*» ÅF Engineering, Lysaker, 19.10.2018,

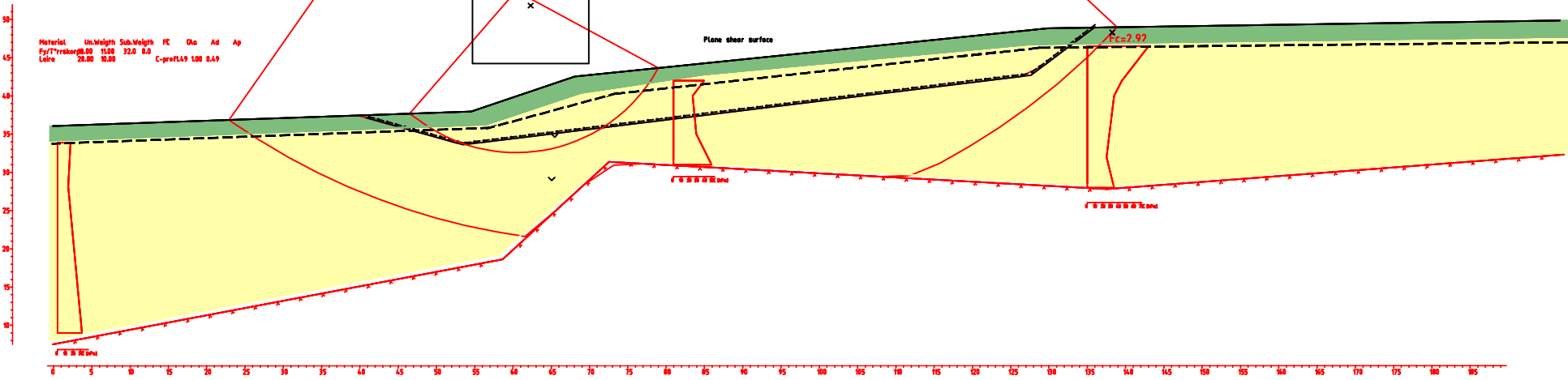
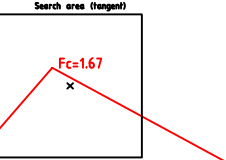
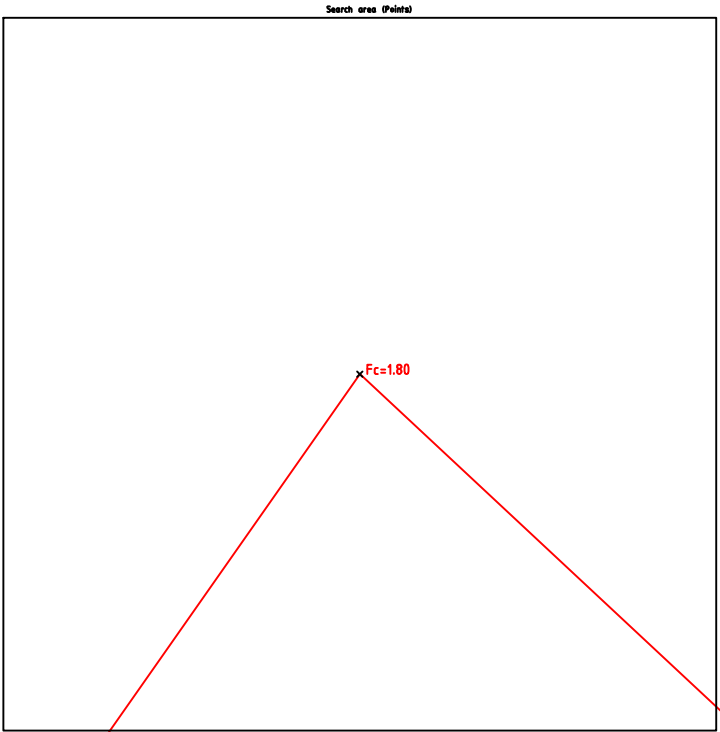
[2] NVE (2014) «*Sikkerhet mot kvikkleireskred*», 7-2014. Oslo: NVE

[3] NIFS (2016) «*Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred*» 14-2016. Oslo: NVE

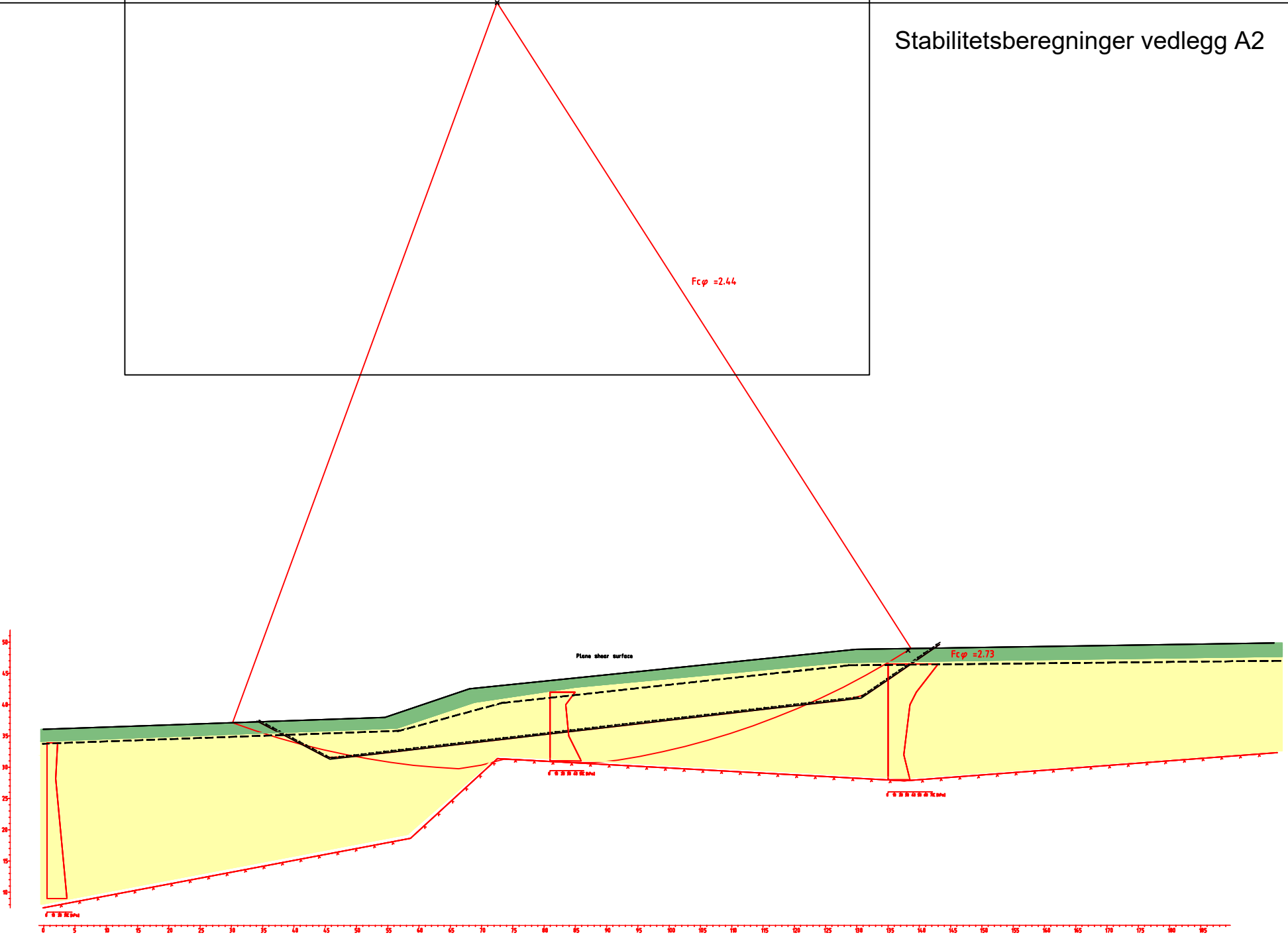
[4] NGI (2008) «*Program for økt sikkerhet mot leirskred – metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire*» NGI, 2001

[5] NIFS (2014) «*En omtrent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer*» 14-2014. Oslo: NVE, SVV og Jernbaneverket

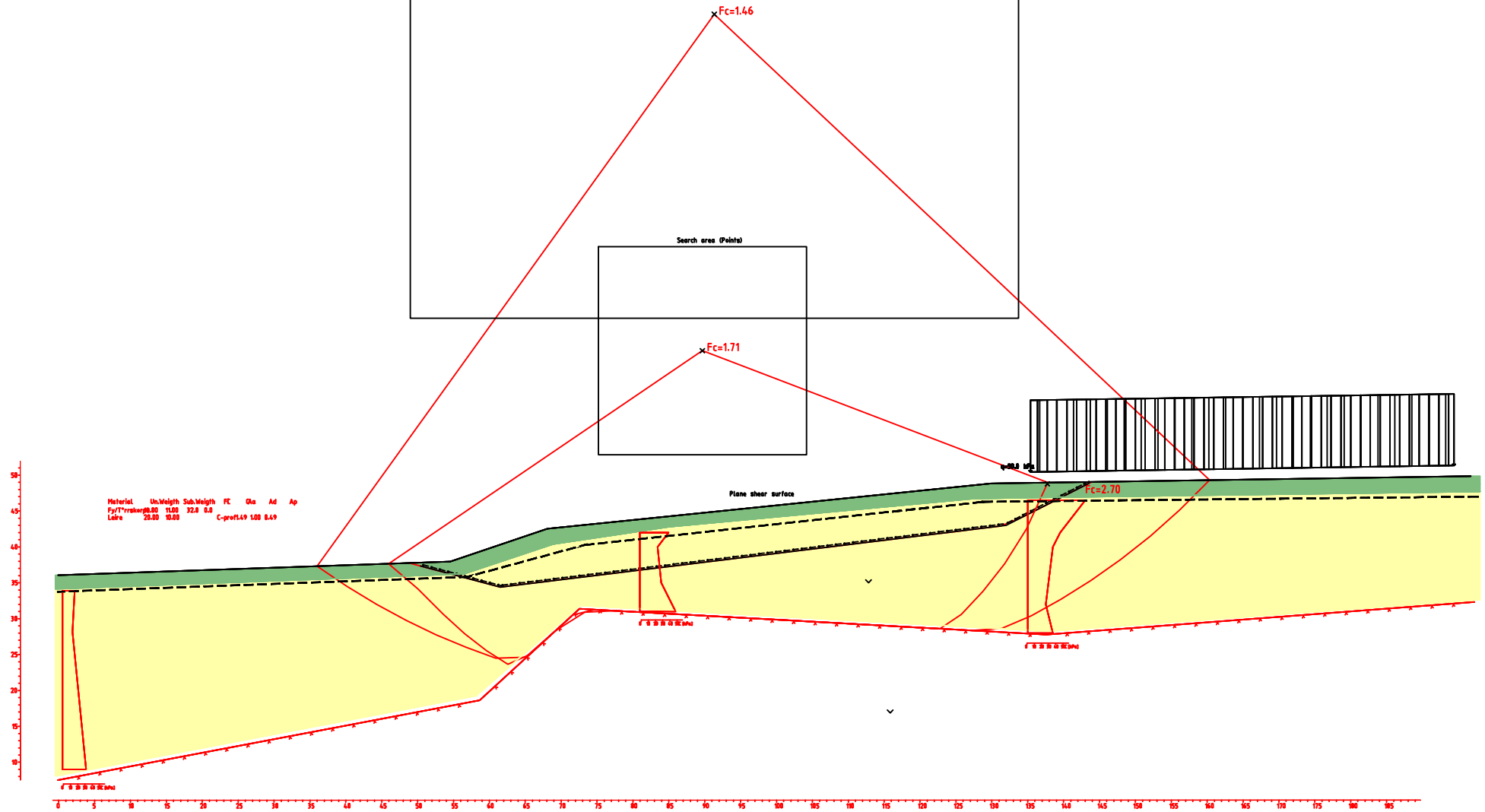
Stabilitetsberegninger vedlegg A1



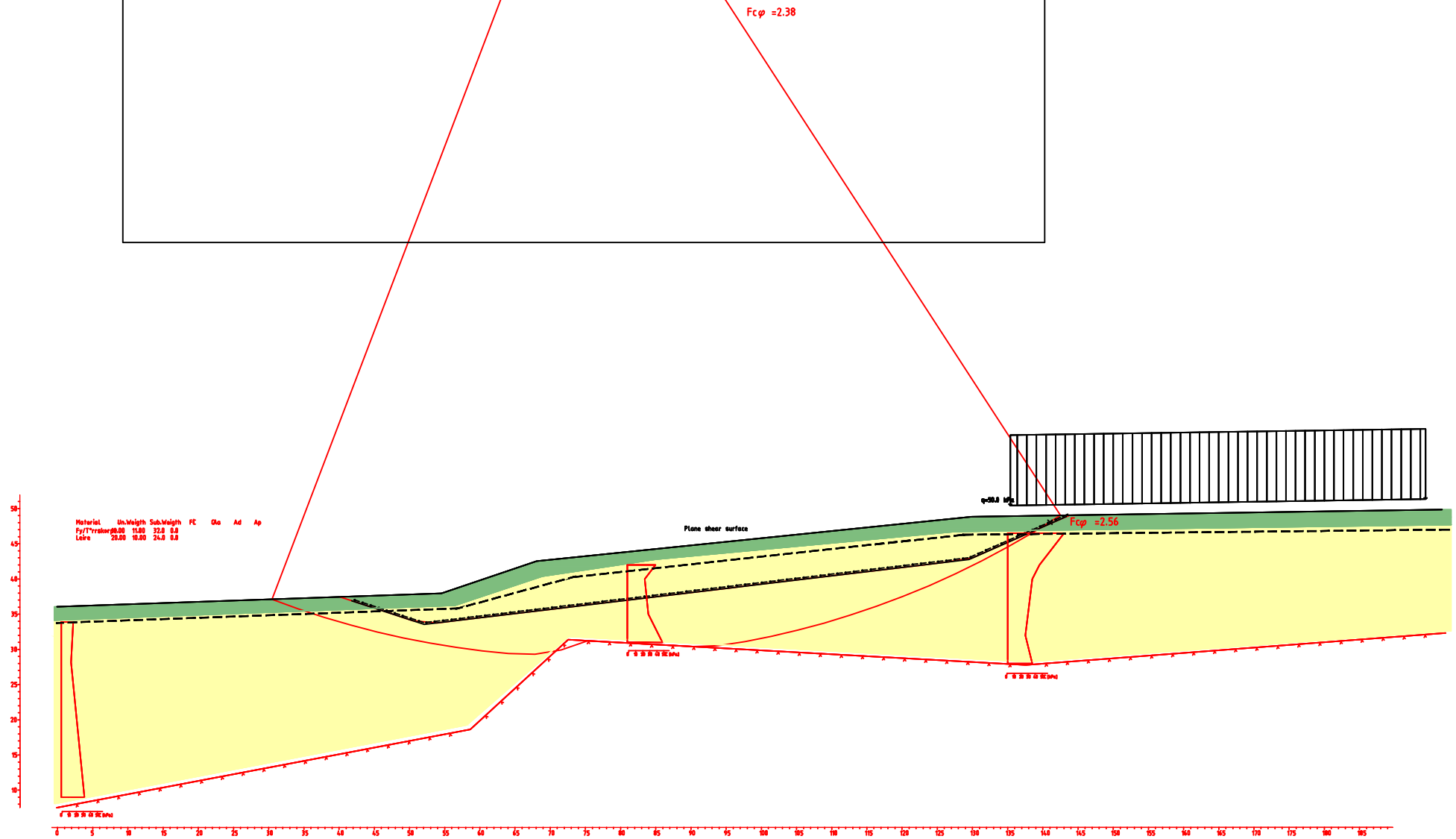
Stabilitetsberegninger vedlegg A2



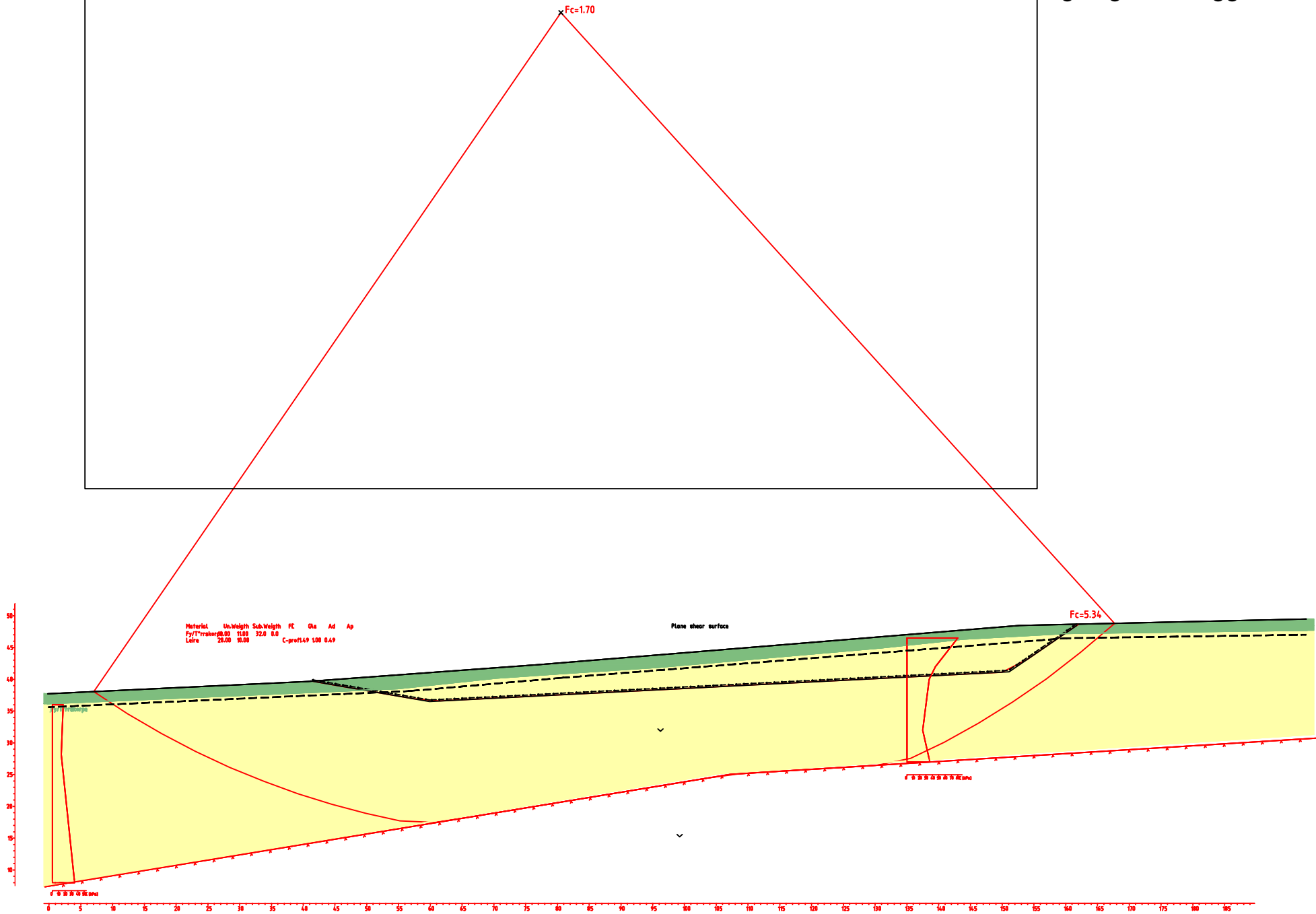
Stabilitetsberegninger vedlegg A3



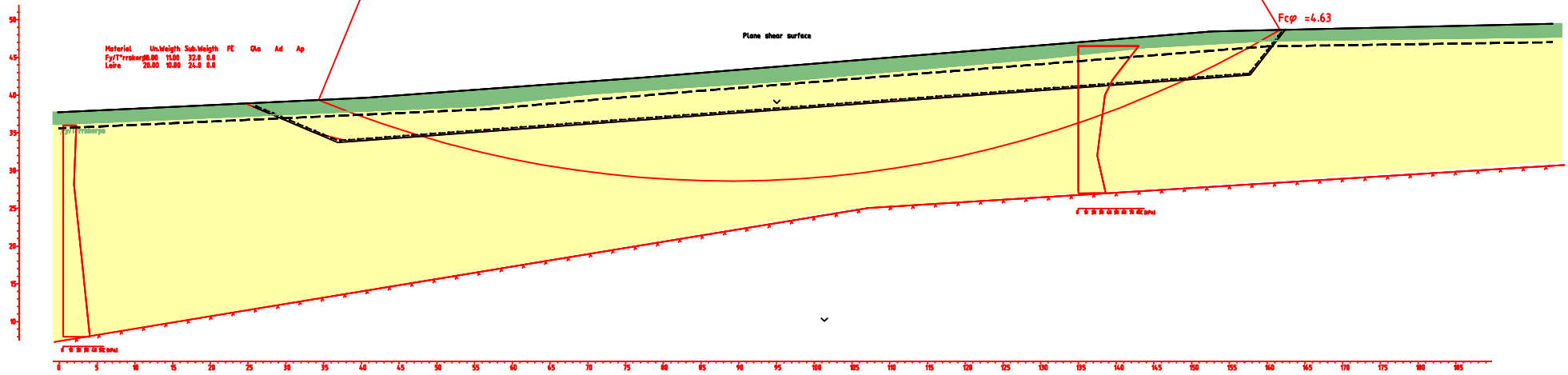
Stabilitetsberegninger vedlegg A4



Stabilitetsberegninger vedlegg A5

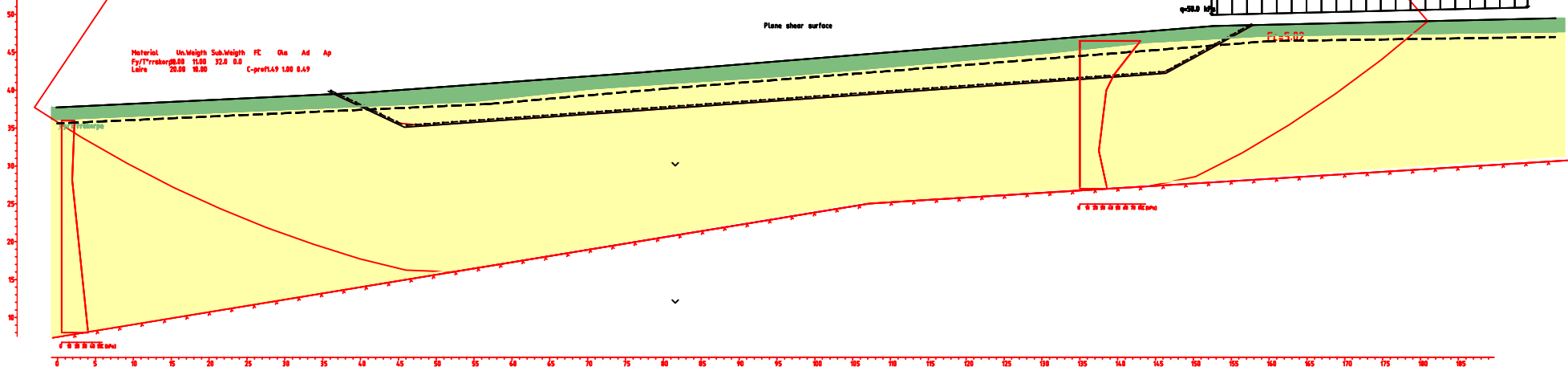


Stabilitetsberegninger vedlegg A6



Stabilitetsberegninger vedlegg A7

Fc=1.41



Stabilitetsberegninger vedlegg A8

$F_c\phi = 3.40$

