

Prestfoss i Sigdal kommune



Trippel Eiendom AS

Områdestabilitetsvurdering iht. NVE-veileder

Oktober 2021

NOTAT

Prosjektnummer: 21101	Rapportnummer: RIG-NOT-01	Dato: 21.10.2021	
Oppdragsgiver: Trippel Eiendom AS			
Prosjekt: Prestfoss i Sigdal kommune			
<p>Sammendrag: Trippel Eiendom AS vurderer å kjøpe eiendom i Prestfoss, av Sigdal kommune. De aktuelle eiendommene har g/bnr 3674, 36/75 og 36/76. Terraplan AS er engasjert av Trippel Eiendom AS for å utføre grunnundersøkelser og geoteknisk bistand.</p> <p>Da grunnundersøkelser har påvist sprøbruddmateriale (omrørt skjærfasthet $c_{u,r} < 1,27$ kPa iht. ISO 17892-6:2017) og kvikkleire i grunnen (omrørt skjærfasthet $c_{u,r} < 0,33$ kPa), er risikoen for områdeskred vurdert.</p> <p>Foreliggende notat inneholder en gjennomgang av prosedyren for utredning av områdestabilitet i henhold til NVE-veileder 1/2019 [2]. Det er gjort en ny vurdering av eksisterende kvikkleirefarezone «2430 Prestfoss» som omfatter planområdet. Sonen er revurdert og utstrekningen av faresonen har blitt mindre. Faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse har også blitt revurdert til følgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faregrad «lav» • Konsekvensklasse «alvorlig» • Risikoklasse 2. <p>Stabilitetsberegninger for to kritiske profiler viser at sikkerheten ikke er tilfredsstillende for dagens situasjon. De planlagte byggene kan ikke bygges før tiltak som sikrer tilfredsstillende sikkerhet er utført.</p> <p>Stabilitetsberegninger, med en utlagt motfylling i skråningen ned mot Bråtahølen/Storelva, dokumenterer et mulig tiltak med tilfredsstillende stabilitet i henhold til NVEs veileder. Alternativt kan man senke terrenget på topp skråning. Da planene viser en gang- og sykkelvei vurderer vi vårt anbefalte tiltak som mest hensiktsmessig.</p> <p>Detaljprosjektering av tiltak (f.eks. motfylling) forutsettes utført i senere planfase.</p> <p>Vår vurdering må fremlegges uavhengig kontroll.</p> <p>Detaljer fremgår av notatet.</p>			
	Rev.:	Dato:	Sign.:
Utarbeidet av: Anders Bentsen	00	20.10.2021	<i>Anders Bentsen</i>
Kontrollert av: Anniken Wall	00	21.10.2021	<i>Anniken Wall</i>

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	5
1.1	Formål.....	5
2	Prosjekt.....	7
3	Terreng og grunnforhold	7
3.1	Planområdet	7
3.2	Topografi	8
3.2	Grunnforhold.....	8
3.2.2	Grunnundersøkelser utført av Løvlien Georåd.....	9
4	Stabilitetsforhold, områdestabilitet	11
4.1	Registrerte faresoner.....	14
4.2	Avgrens områder med mulig marin leire.....	14
4.3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	14
4.4	Bestem tiltakskategori og krav til sikkerhet	14
4.5	Gjennomgang av grunnlag- kritiske skråninger og mulig løsneområde	16
4.6	Befaring	16
4.7	Grunnundersøkelser.....	16
4.8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.....	18
4.9	Avgrens og faregrads klassifiser faresoner	19
4.10	Stabilitetsvurderinger. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	20
4.11	Innmelding av faresoner og grunnundersøkelser.....	23
4.12	Uavhengig kontroll	23
5.	Konklusjon	24

Vedlegg

- 1 Borplan med profil B og C
- 2 Profil B og C med lagdeling
- 3 Stabilitetsberegninger
- 4 Tolkning av CPTU sonderinger

Referanser

- [1] Geoteknisk datarapport 21101 RIG-RAP 01, Terraplan AS, datert 14.09.21
- [2] Veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» utgitt av NVE, 2020
- [3] NVEs retningslinjer 2011_02 «Flom- og skredfare i arealplanar»
- [4] Plan og bygningsloven (PBL), Byggeteknisk forskrift TEK17
- [5] 19260 Rapport RIG01. Prestfoss 2019 datarapport. Løvlien Georåd datert 08.11.2019
- [6] 19260 Notat RIG01. Prestfoss 2019 områdestabilitet. Løvlien Georåd datert 25.11.2019
- [7] 20200195-01-TN. Prestfoss 2019 Områdestabilitet, Uavhengig kontroll. NGI datert 26.03.20
- [8] FD794A-17 RV287 HP 02 Haugfoss-Sandsbråten. Buskerud Vegkontor juni 1981Rv 287

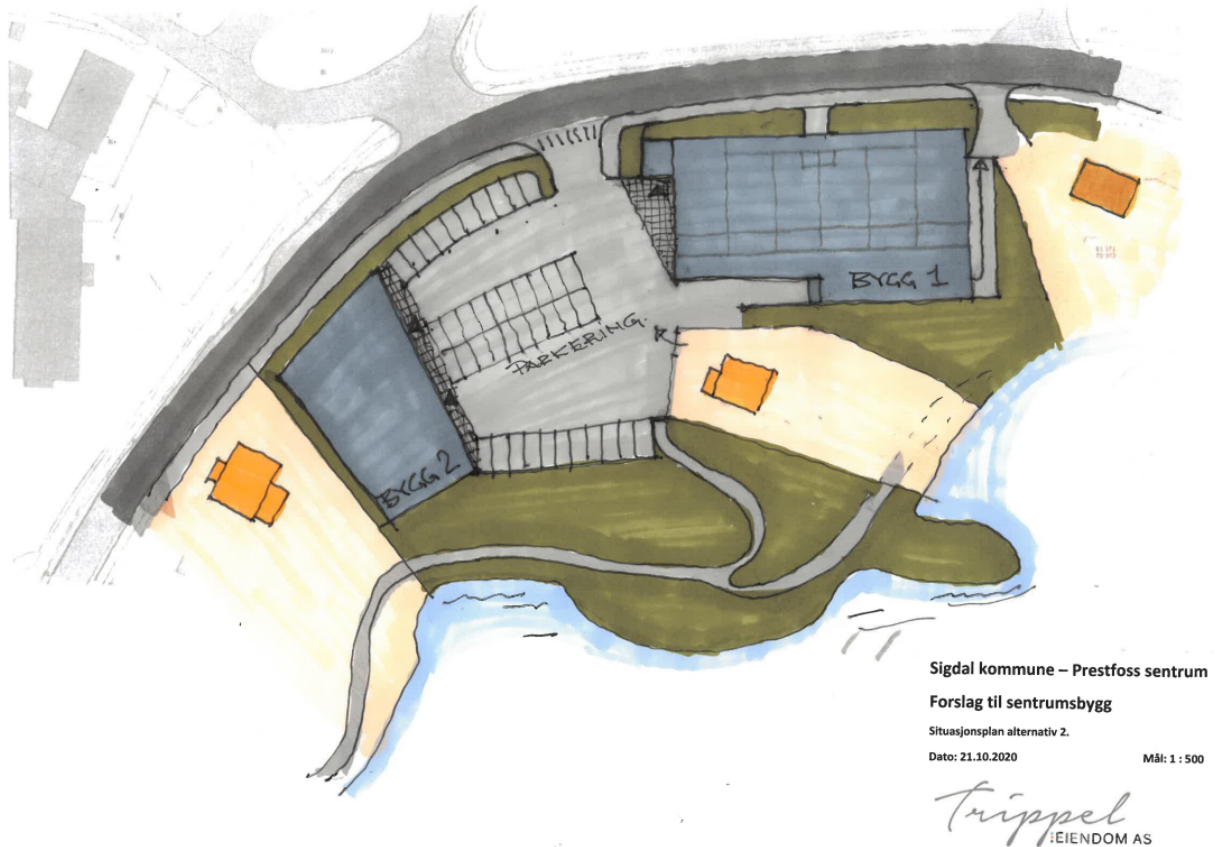
Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder



Figur 2: Flyfoto fra sør mot nord, planområdet er omtrentlig markert med rødt. www.1881.no

2 Prosjekt

Vi har mottatt situasjonsplan fra Trippel Eiendom AS, se Figur 3. Planene viser at det skal føres opp to næringsbygg. Vi har forstått det som at byggene skal inneholde butikker og leiligheter.



Figur 3: Situasjonsplan fra Trippel Eiendom AS, datert 21.10.2020.

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Planområdet

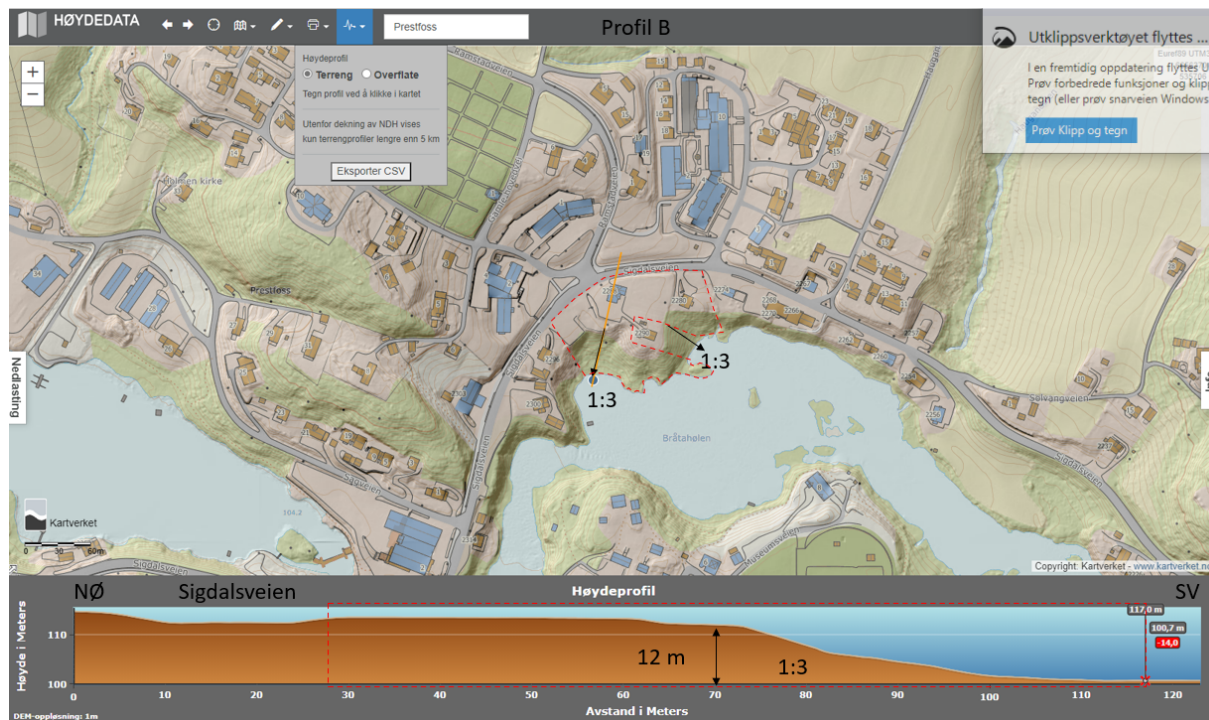
Planområdet ligger nord for Prestfoss sentrum i Sigdal kommune. Området ligger mellom Sigdalsveien i nord og Bråtahølen/Storelva i sør. Terrenget faller fra Sigdalsveien, platå ca. kote +113, ned mot Storelva, ca. kote +101 i sør. Gjennomsnittlig terrenghelning i skråningen er ca. 1:2/1:3.

Innenfor undersøkt området står det i dag 3 stk. bygninger som skal rives.

Prosjektet innebærer etablering av butikker med ny bebyggelse. Dette medfører større personopphold og tilførsel av flere enn 2 boenheter.

3.2 Topografi

Terrenget rundt tiltaket er generelt flatt langs med Sigdalsveien, rundt kote +113, frem til skråningen ned mot Bråtahølen/Storelva, med skråningsbunn ved elvekanten, ca. kote +101. Dybder i elva er ikke målt. Vi har derfor konservativt fulgt terrenghelning i skråningen.



Figur 4: Kartutsnitt med terrengprofil fra Sigdalsveien i NØ ned mot Bråtahølen/Storelva i SV. Fra www.hoydedata.no

3.2 Grunnforhold

3.2.1 Forventede grunnforhold

Hele planområdet ligger under marin grense. Det kvartærgeologiske kartet, Figur 5 nedenfor, viser at det kan forventes tykke havavsetninger i dybden innenfor planområdet. Lenger øst og vest er det forventet tynn hav/fjord- avsetning.

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder



Figur 5: Utsnitt av kvartærgeologisk kart fra NGUs nasjonale løsmassedatabase. Planområdet er omtrentlig markert med rød linje. Kilde: ngu.no.

3.2.2 Grunnundersøkelser utført av Løvlien Georåd

Utførte undersøkelser indikerer at grunnen består av et topplag av tørrskorpeleire og byfyllmasser ned til ca. 3 meter under terreng. Videre påtreffes marine avsetninger, primært siltig leire med innskutte lag av ren silt og noen lag med stein/grus. Mektigheten av leiren varierer mellom ca. 8 og 12 meter i borpunktene. Enkelte sonderinger indikerer videre et lag med økt sonderingsmotstand over berg, dette antas å være morene.

Fra utførte laboratorieforsøk er leirens vanninnhold (w) målt mellom 18 til 36 %, og romvekten (γ) er målt mellom 19,1 til 21,2 kN/m³. Utførte konsistensgrenseforsøk viser at leiren er lite til middels plastisk med målt plastisitetsindeks (I_p) mellom 6,5% til 14,6 %. Udrenert skjærstyrke (s_u) er målt mellom 19 – 87 kN/m² og sensitivitet (St) målt mellom 12 – 83. Leiren karakteriseres følgelig som lite til middels fast til fast, og middels til meget sensitiv. Det er påvist forekomster av sprøbruddmateriale (sr 1, 33 kN/m²) i dybdeintervallet 4 – 12 m ved borpunkt 22, vist i Figur 6.

Det er installert 2 stk piezometer ved borpunkt 22 med spiss ved henholdsvis 4 og 9 m under terreng. Det øverste indikerer grunnvannstand ca. 1,5 m under terreng og det nederste indikerer grunnvannstand ca. 6,5 m under terreng. Dette indikerer et kraftig poreundertrykk på ca. 50 kPa. [5]

Det presiseres at grunnvannstanden er avhengig av årstid og vil variere med nedbørmengde.

3.2.3 Grunnundersøkelser utført av Terraplan

Terraplan har med støtte fra Geogrunn AS utført geotekniske feltundersøkelser innenfor planområdet i perioden 11.-12. august i 2021. For en mer detaljert beskrivelse vises det til geoteknisk datarapport [1].

Resultater fra felt- og laboratorieundersøkelser

Terraplans borpunkter er vist på vedlagte borplan, vedlegg 1. Vedlegg 2 inneholder 2 profiler som viser sonderinger fra utførte grunnundersøkelser på eiendommen samt tolket lagdeling.

Grunnforholdene kan basert på utførte grunnundersøkelser generelt beskrives som følger:

Topplag

Fra ca. 0 - 2,0 m bestående av tørrskorpeleire/fyllmasse (leire, siltig med noe sand og oksidasjonsflekker).

Mellom lag, topp skråning

Fra ca. 2 m – 10 m: Leire. Leiren klassifiseres som meget fast til bløt i dybden med vanninnhold mellom 26 – 34 %. Uomrørt skjærfasthet varierer fra ca. 22 – 242 kPa. Omrørt skjærfasthet varierer fra ca. 1,1 – 5,5 kPa. Det er registrert sprøbruddmateriale i intervallet fra 5,5 m til 7,3 m dybde i borpunkt 2 basert på opptak av uforstyrrede prøver.

Mellom lag, bunn skråning

Fra ca. 2 til 4 m: Silt, leirig sandig. Massene klassifiseres som middels bløt til bløt i dybden med vanninnhold fra mellom 23 – 35%. Uomrørt skjærfasthet varierer fra 9 – 33 kPa. Omrørt skjærfasthet varierer fra 0,2-2,5 kPa. Det er registrert sprøbruddmateriale i intervallet fra 2,4 m til 4,7 i borpunkt 5 basert på opptak av uforstyrrede prøver.

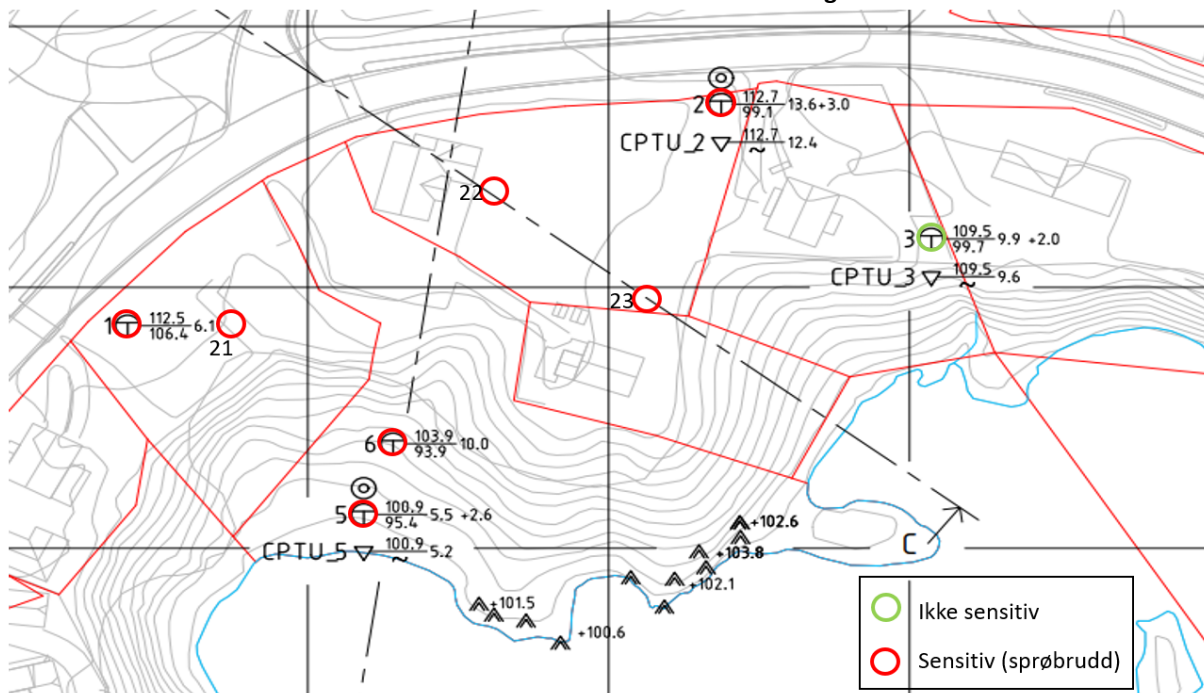
Nedre lag

Totalsonderingene indikerer morenemateriale over antatt berg. Mektigheten varierer fra 0,5 m til 3,5 m.

Antatt berg

Bergoverflaten varierer i borpunktene fra 5,2 m i sør til 13,6 m dybde under terreng i nord. Totalsondering 2, 3, og 5 er utført med 2-3 m innboring i berg, og totalsondering 1 og 6 er avsluttet mot antatt berg. Videre er det innmålt fjell i dagen ved en rekke punkter nede ved Bråtahølen/Storelva.

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder



Figur 6: Utsnitt fra borplan, tegning 21101- 001, med dybder til berg, innmålt berg og boringer med sensitiv leire (rød).

Grunnvann

Det er ikke foretatt noen måling av grunnvannstand med poretrykksmålere. Det er kun foretatt en unøyaktig peiling i prøvehull ved totalsondering 2. Peilingen viser at grunnvannsnivået er ca. 5,7 m under terreng.

Det presiseres at grunnvannstanden er avhengig av årstid og vil variere med nedbørmengde.

4 Stabilitetsforhold, områdestabilitet

Gjeldende regelverk stiller krav til trygghet mot naturpåkjenninger (skred, flom, etc), og områdestabilitet er vurdert for eiendommen. Våre vurderinger er utført iht. NVE sine retningslinjer og veiledere ref. [2] og [3]. Disse oppfyller krav om dokumentasjon for sikker byggegrunn iht. PBL, TEK17 [4].

NVE har utarbeidet en prosedyre gitt i veileder 1/2019 som gjelder ved fare for kvikkleireskred og skred i løsmasser med sprøbruddegenskaper. Prosedyren er lagt til grunn for våre vurderinger.

Tabell 3.1 oppsummerer gjennomgang av prosedyren i henhold til avsnitt 3.2 i NVEs veileder 1/2019 [3]. Vurderinger rundt punktene er nærmere beskrevet i påfølgende delkapitler.

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder

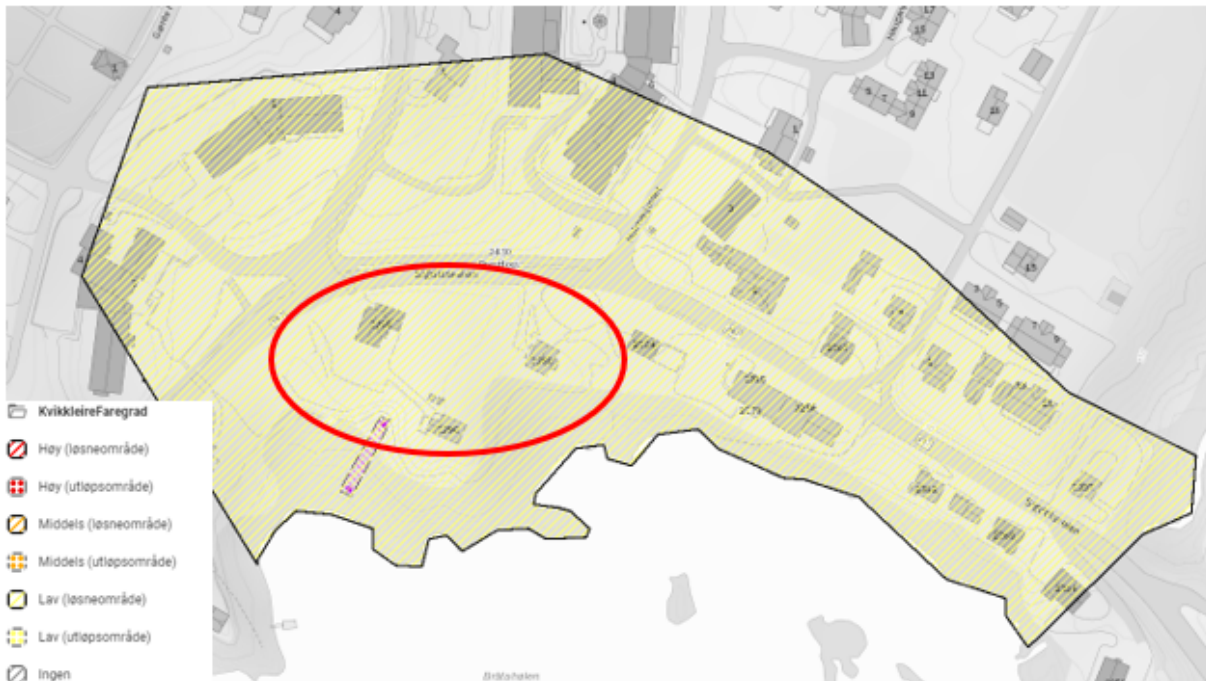
Pkt.	Arbeidsoverskrift	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleirefaresoner) i området.	Planområdet ligger innenfor kvikkleirefaresone «2430 Prestfoss» Det er fra prøveserie registrert sprøbruddmateriale ved 3 punkter i skråningen ned mot Bråtahølen. Ytterligere 4 totalsonderinger viser konstant/svakt avtakende bormotstand med dybden, som indikerer sensitiv leire. Utført
2	Avgrens områder med marin leire	Hele området ligger under marin grense. Videre viser samtlige totalsonderingene et sammenhengende lag av marin leire fra ca. 3-12 m under terreng. Utført
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred: A) Terreng som kan inngå i løснеområde for et skred: - Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 m, eller - Jevnt hellende terrenghelning brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m B) Terreng som kan inngå i et utløpsområde for et skred: - 3 x løsnakeområdet lengde. - Utløpsone som allerede er kartlagt	A) Planområdet ligger innenfor et potensielt løsnakeområde for skred, da total høydeforskjell fra planområdet ned til vannspeilet i Bråtahølen er ca. 13 m. B) Planområdet ligger ikke innenfor utløpsområdet fra høyereliggende terreng, da terrenget er terrassert med støttemurer og dels synlig fjell i dagen. Utført
4	Bestem tiltakskategori	Detaljregulering, anbefaler tiltakskategori K4. Da det er planer om butikk- og leiligheter som medfører større personopphold. Utført.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsnakeområde.	Skråningene fra planområdet ned mot Bråtahølen har en høydeforskjell på inntil 13 m. Gjennomsnittlig terrenghelning er 1:2/1:3. Se figur 4. Tidligere stabilitetsberegninger viser at skråningen har lav sikkerhet. Utført

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder

6	Befaring	Terraplan AS har utført befaring den 20. mai 2021. Videre er det utført kartstudier og studier via google.maps./google.earth Utført
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Terraplan har utført grunnundersøkelser den 11. og 12. august i 2021 som viser sprøbruddmateriale i skråningen. Tidligere er det utført grunnundersøkelser av Løvlien Georåd. [5]. Utført
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Aktuell skredmekanisme vurderes som rotasjonsskred/flaskskred da det er mindre enn 40% sprøbruddmateriale over kritisk glideflate. Løsneområde og utløpsområde er vist i Figur 13. Utført
9	Avgrens og faregrads klassifiser faresoner	Ny faregradsevaluering er utført av Terraplan. Faregrad «lav», risikoklasse 2 og konsekvensklasse «alvorlig». Utført
10	Stabilitetsvurderinger. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	Stabilitetsberegninger for dagens situasjon viser for lav sikkerhet. En motfylling med mektighet fra 0,5-3 m i bunnen av skråningen medfører 13% forbedring i profil C Utført
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Tiltakshaver anbefales at grunnundersøkelser meldes inn til NADAG, og at ny faresone meldes inn gjennom NVEs innmeldingsløsning, https://kvikkleiresoner.nve.no etter uavhengig kvalitetssikring er utført Ikke utført

4.1 Registrerte faresoner

Planområdet ligger innenfor kvikkleiresone «2430 Prestfoss» med faregrad «lav», risikoklasse 3 og konsekvensklasse «meget alvorlig» kartlagt av Løvlien Georåd [4]. Se Figur 7 nedenfor.



Figur 7: Kvikkleirefaresonen «2430 Prestfoss» fra NVE.no. Aktuelt område er markert i rødt. Faresonen (løsneområdet) har lav faregrad, meget alvorlig konsekvens og risikoklasse 3.

4.2 Avgrens områder med mulig marin leire.

Hele planområdet ligger under marin grense iht. NVE sine karter.

4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Planområdet ligger på et platå, rundt kote 112-113, ca. 13 m over Bråtahølen/Storelva rundt kote +100. Dybder i elva er ikke målt og bunnen er ikke kartlagt. Det medfører at områder innenfor 20xH (skråningshøyden) ligger i et aktsomhetsområde for skred. Se tidligere avgrensning av faresone Figur 7.

4.4 Bestem tiltakskategori og krav til sikkerhet

Mottatte planer viser at det skal føres opp to bygg på eiendommen. Vi har forstått at det er planer om butikklokaler og leiligheter. Vi har valgt å plassere tiltaket tiltakskategori K4 da vi vurderer dette som større personopphold og tilflytning av mer enn 2 boenheter.

Dette medfører følgende krav til sikkerhet iht. NVE sin veileder:

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene..

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i veilederen.

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1.25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1.20$.

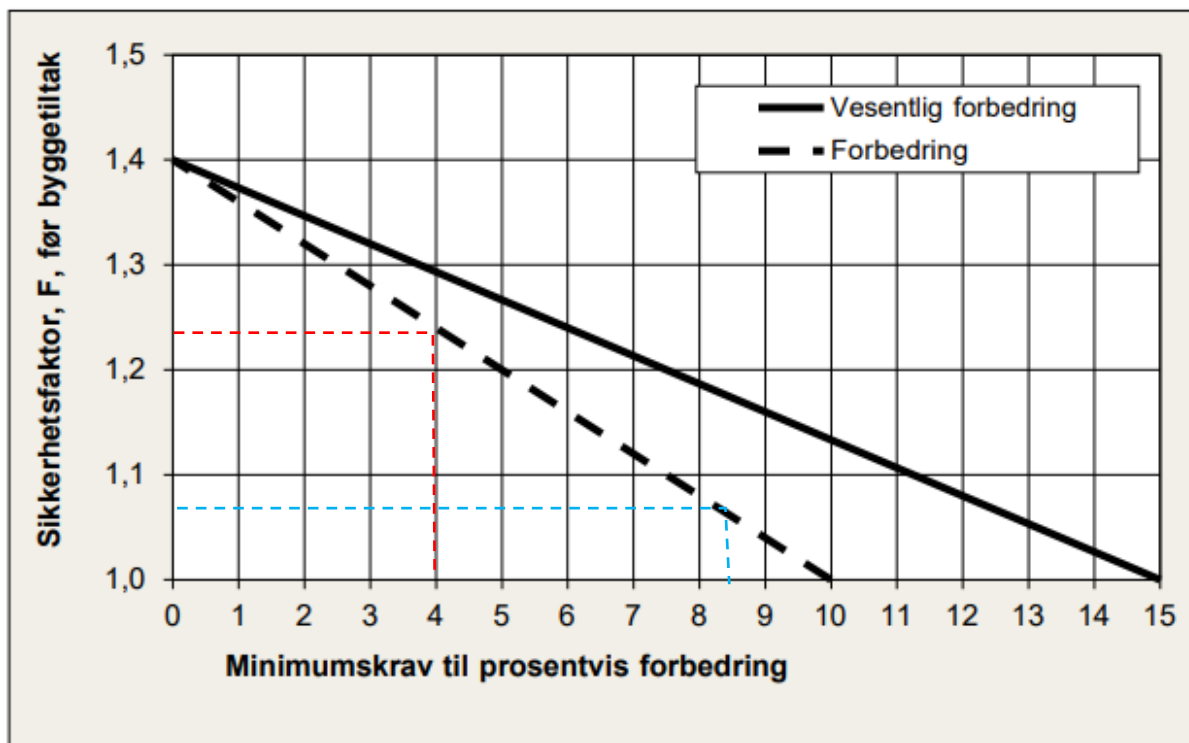
Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltaket er utført.

Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse som angitt i kap. 3.1. Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak (også for K3 lav faregrad).

Tabell 3.3 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



Figur 3.3 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, F_{cu} og $F_{c\phi}$.

Da tiltaket ligger innenfor influensområdet til skråningen, gjelder det at tiltaket ikke kan forverre stabiliteten dersom beregnet sikkerhet er lavere enn $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet. Dette medfører 4-9% forbedring iht. tabell over avhengig av hvilket snitt som vurderes.

4.5 Gjennomgang av grunnlag- kritiske skråninger og mulig løснеområde

En gjennomgang av terrenghelning i kapittel 3 viser at skråningene fra planområdet og ned mot Bratthølen/Storelva har en høydeforskjell rundt 13 m med helning 1:2/1:3. Videre er det registrert sprøbruddmateriale ved grunnundersøkelser. Basert på terrengkriteriene ligger planområdet innenfor et potensielt løснеområde som strekker seg fra Bråtahølen/Storelva i sør og 65 m mot nord.

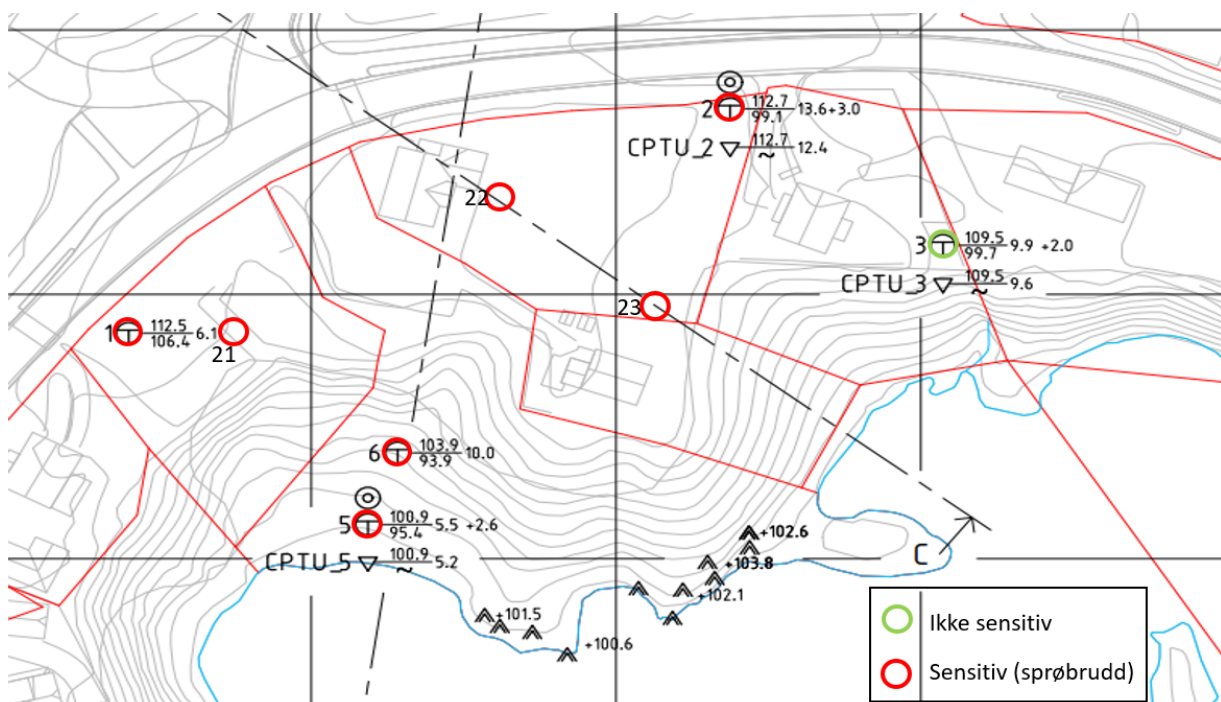
4.6 Befaring

Befaring er utført av Terraplan AS den 20.05.21. På befaring kan man se at skråningen er tildekket med ugress, busker og trær som hindrer overflateerosjon. Nede ved bunnen av elva er det målt inn synlig fjell i dagen, se Figur 4 og Figur 6. Kartstudier viser at elveløpet ikke har endret seg de siste 50 årene. Det er likevel tegn til noe erosjon i bunnen av skråningen langs med elva.

4.7 Grunnundersøkelser

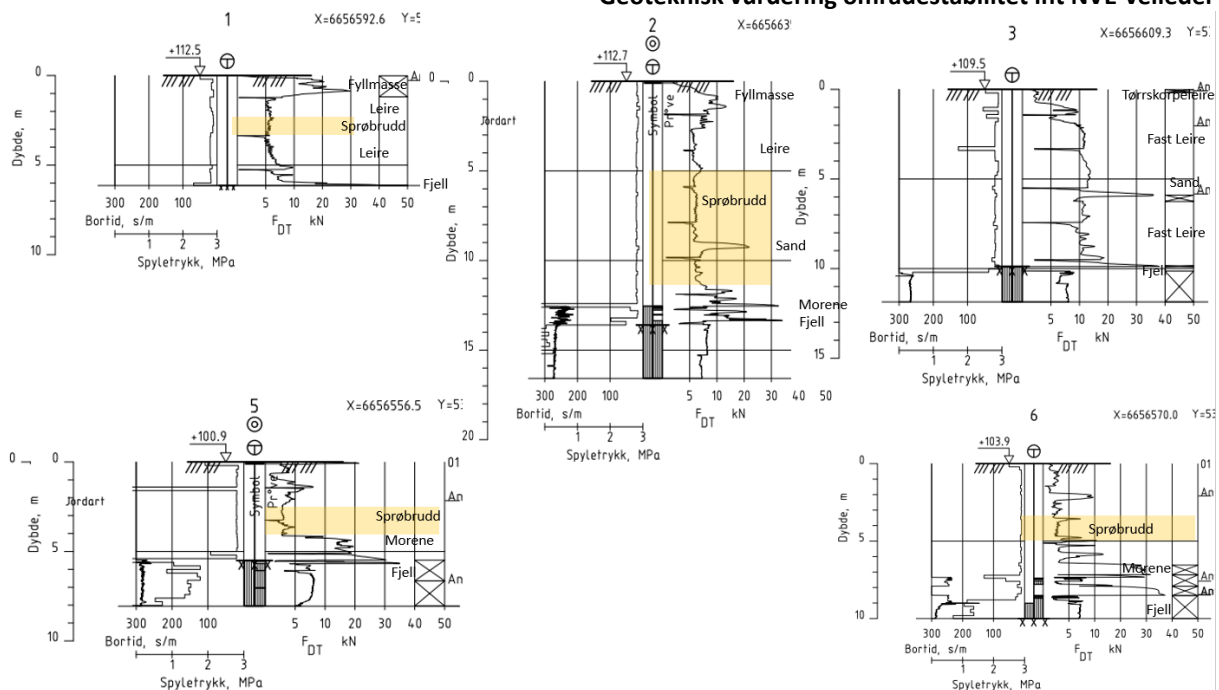
Terraplan AS har med støtte fra Geogrunn AS utført grunnundersøkelser i august 2021. Grunnundersøkelsene er beskrevet i kapittel 3.2, for mer detaljer se geotekniske datarapporter [1] og [5].

Undersøkelsene indikerer et topplag av fyllmasser over leire med et lag av sprøbruddmateriale i 7 av 8 borpunkter. Figur 8, 9 og 10 nedenfor viser totalsonderingene med tolkning leire med sprøbruddegenskaper (oransje).



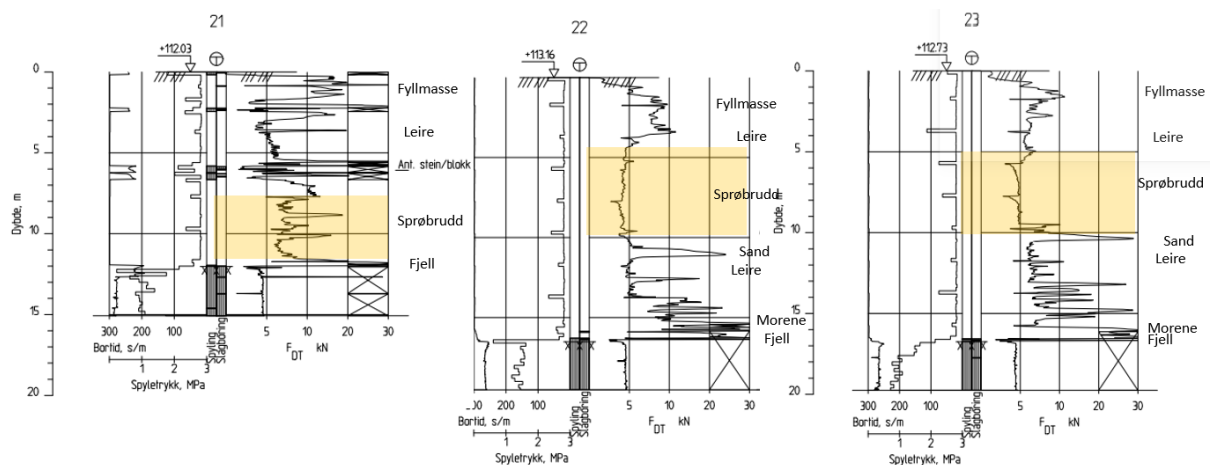
Figur 8: Utsnitt av borplan som viser boringer med sensitiv leire (rødt) og ikke sensitiv leire (grønt).

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder



Figur 9: Totalsonderinger fra grunnundersøkelser utført av Terraplan [1]. Sonderingene indikerer sensitiv leire/silt med sprøbruddegenskaper markert i oransje.

Videre er det tidligere utført grunnundersøkelser av Løvlien Georåd i oktober 2019 og Statens vegvesen i juni 1981 [8].



Figur 10: Totalsonderinger fra grunnundersøkelser utført av Løvlien Georåd [5]. Sonderingene indikerer sensitiv leire med sprøbruddegenskaper markert i oransje.

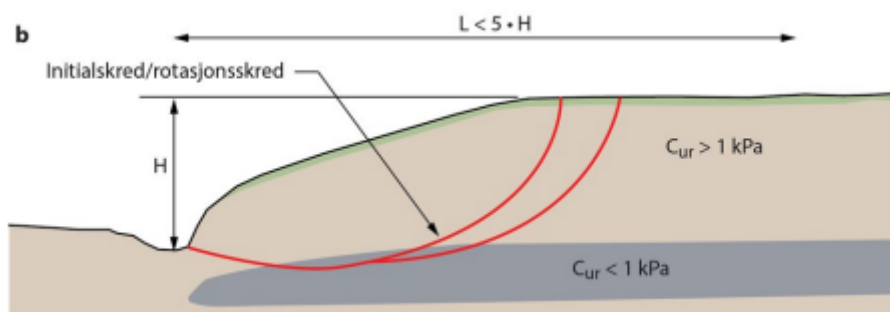
Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder

4.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

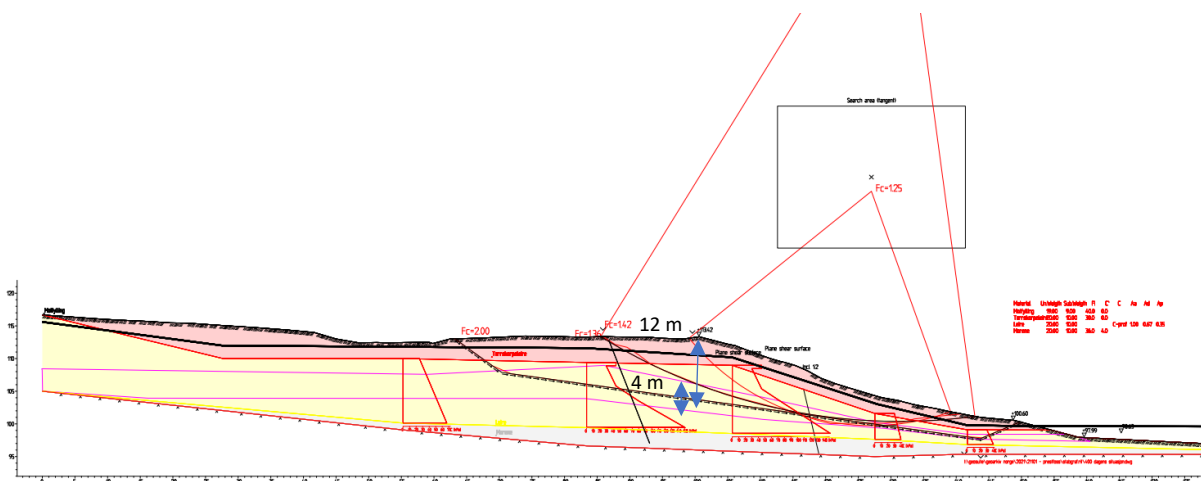
Aktuell skredmekanisme vurderes som rotasjonsskred/flakskred da det er mindre enn 40% sprøbruddmateriale over kritisk glideflate, $4/12=33\%$, se Figur 12. I tillegg viser omrørt skjærfasthet at det er liten sannsynlighet for et retrogressivt skred da omrørt skjærfasthet er over 0,69 kPa i nesten alle prøver. Det er kun enkelte tynne sjikt hvor omrørt skjærfasthet tilsier mulig retrogresjon.

Løsneområdet starter i bunnen av skåningen nede ved Bråtahølen/Storelva og strekker seg ca. 65 m bakover mot Sigdalsvegen i nord. Mot vest er løsneområdet skjønnsmessig avgrenset da det er registrert synlig fjell i dagen i bunnen av skråningen og totalsondering 1 viser grunt til fjell og et tynt lag av sprøbruddmateriale. Mot øst er faresonen avgrenset ved totalsondering 3 da det ikke er registrert tilstedeværelse av sprøbruddmateriale.

Et rotasjonsskred vil i henhold til kapittel 4.5.3 i NVE sin veileder strekke seg mindre enn $5*L$, der L er løsneområdet. I dette tilfellet blir løsneområdet ca. $5*13=65$ m.

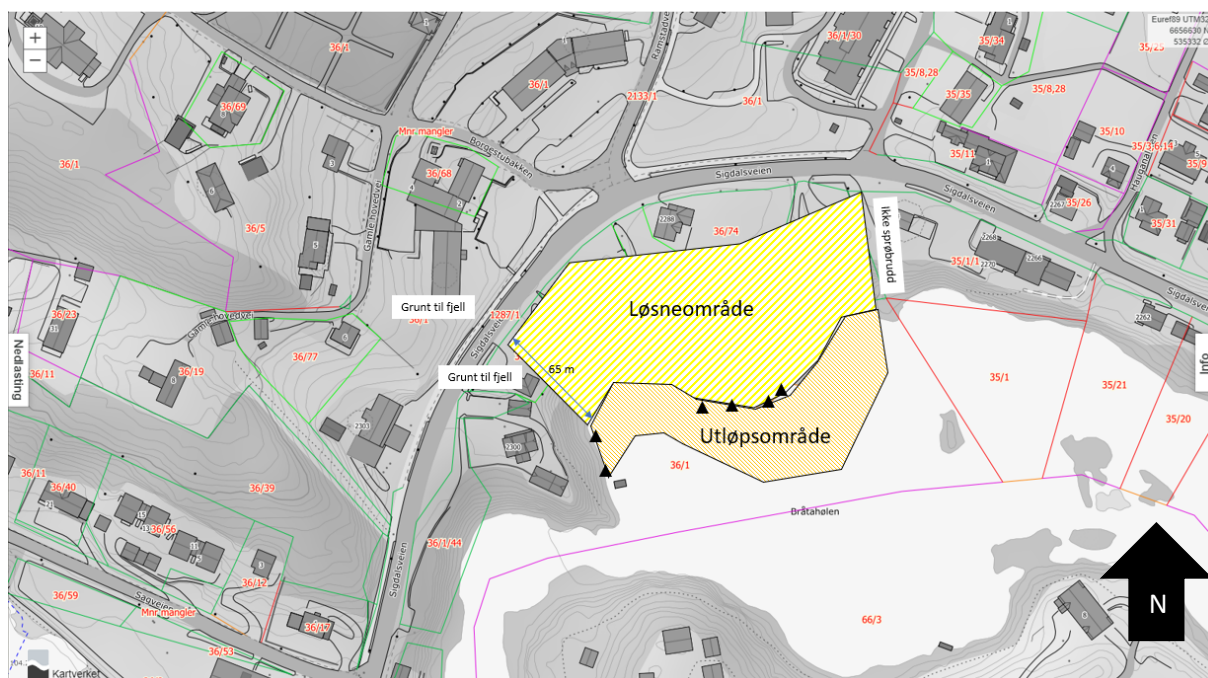


Figur 11: Utklipp av figur 4.8 i NVE veileder, viser metode for avgrensning av løsneområde for et rotasjonsskred når det er mindre enn 40% sprøbruddmateriale over kritisk glideflate.



Figur 12: Utklipp av stabilitetsberegning som viser at det er mindre enn 40% sprøbruddmateriale over kritisk glideflate. ($4/12=0,33$). Tolket sprøbruddmateriale er markert med lilla polygon.

Naturlig utløpsområde for skredet vil være ut i Bråtahølen/Storelva, omtrentlig markert i oransje i Figur 13 nedenfor. Utløpsdistansen blir for flak-/rotasjonsskred $0,5*L$ løsneområdet, i dette tilfellet ca. 32,5 m ut i vannet.



Figur 13: Kartutsnitt med påtegnet løsneområde (gult) og utløpsområde (oransje) for kvikkleirefasesone «2430» Prestfoss. Registrert berg i dagen er markert med svart trekant.

4.9 Avgrens og faregrads klassifiser faresoner

En ny vurdering av faresonen «2430» Prestfoss er vist i Figur 13 ovenfor. Faresonen utgjør skravert område (gult og oransje) som innbefatter løsne- og utløpsområde.

Klassifisering av faresonen er vist i figur 14 og 15 nedenfor. Faresonen har faregrad «lav», konsekvensklasse «alvorlig» som gir 523 poeng og risikoklasse 2.

Evaluering av skadekonsekvens (ref. tabell 1)				
Faktorer	Vekttall, V	Konsekvens score (0-2) K	Produkt (V x K)	Kommentar
Boligenheter, antall	4	1	4	3 bygg, spredt bebyggelse
Næringsbygg, personer	3	2	6	<10 personer
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen
Vei, ÅDT	2	0	0	Sigdalsveien, ligger utenfor sonen
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Ingen
Kraftnett	1	0	0	Ingen
Oppdemning/flom	2	1	2	Liten oppdemming

Figur 14: Evaluering av skadekonsekvens iht. NVE veileder 1/2019.

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder

Faktorer	Vekttall, V	Faregrad score (0 - 2) F	Produkt (V x F)	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Ingen. Ingen registrert på befaring eller skrednett.
Skråningshøyde, meter	2	0	0	Høydeforskjell opptil 13 m
OCR	2	0	0	OCR over 2.0 tolket fra CPTU 2 og 22
Poretrykk	3	-2	-6	Poreundertrykk på 50 kPa
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Basert på totalsondering nr. 2 og 22, ca. 6 m tykkelse
Sensitivitet	1	3	3	Sensitivitet 83, fra prøveserie 22 i datarapport. R
Erosjon	3	1	3	Mye synlig fjell i bunnen, lite erosjon fra Storelva.
Inngrep	3	2	6	Noe utfylling ved gnr/bnr 36/55 på topp skråning.

Figur 15: Evaluering av faregrad iht. NVE veileder 1/2019.

4.10 Stabilitetsvurderinger. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet

Stabilitetsberegningene er utført i Geosuite Stabilitet versjon 22.0.0.0 med beregningsmetode Beast 2003. Programmet søker selv etter kritiske glidesirkler og egne sammensatte glideflater er undersøkt.

Beregningene er utført med ADP-metoden med følgende anisotropifaktorer; $A_d=0,67$ og $A_p=0,35$.

Geotekniske parametere benyttet i stabilitetsberegningene er gitt i tabellen nedenfor og i vedlegg 4 (skjærfasthet).

Tabell 1 Geotekniske beregningsparametere

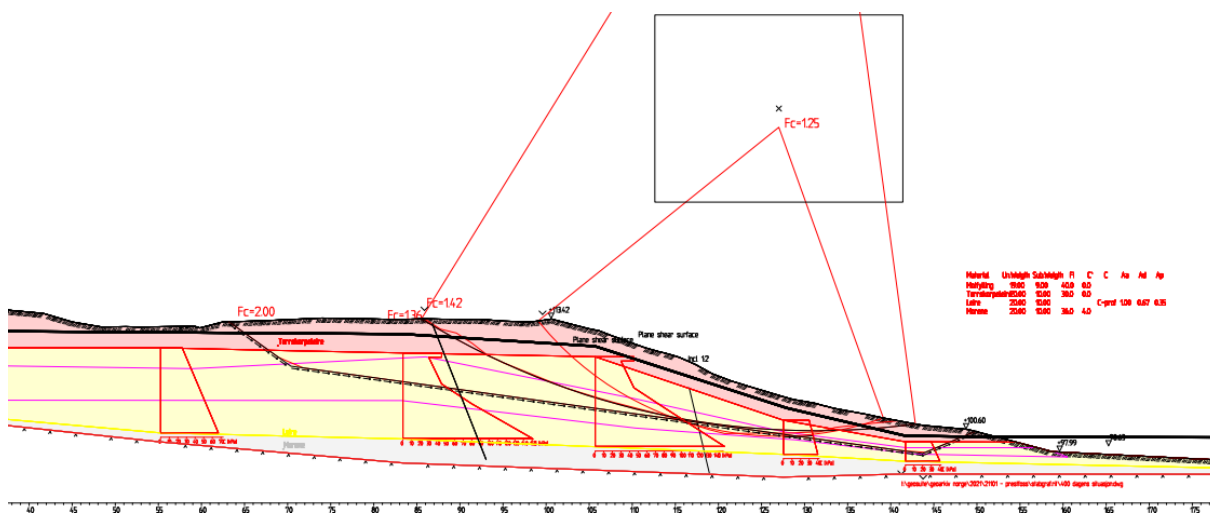
Lag	γ [kN/m ³]	φ [°]	a [kPa]
Motfylling	19	40	0
Tørreskorpeleire	20	30	0,1
Leire	20	27	4
Morene	20	36	4

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder

Resultater fra stabilitetsberegninger utført i to kritiske profiler vist i tabellen nedenfor og i vedlegg 3.

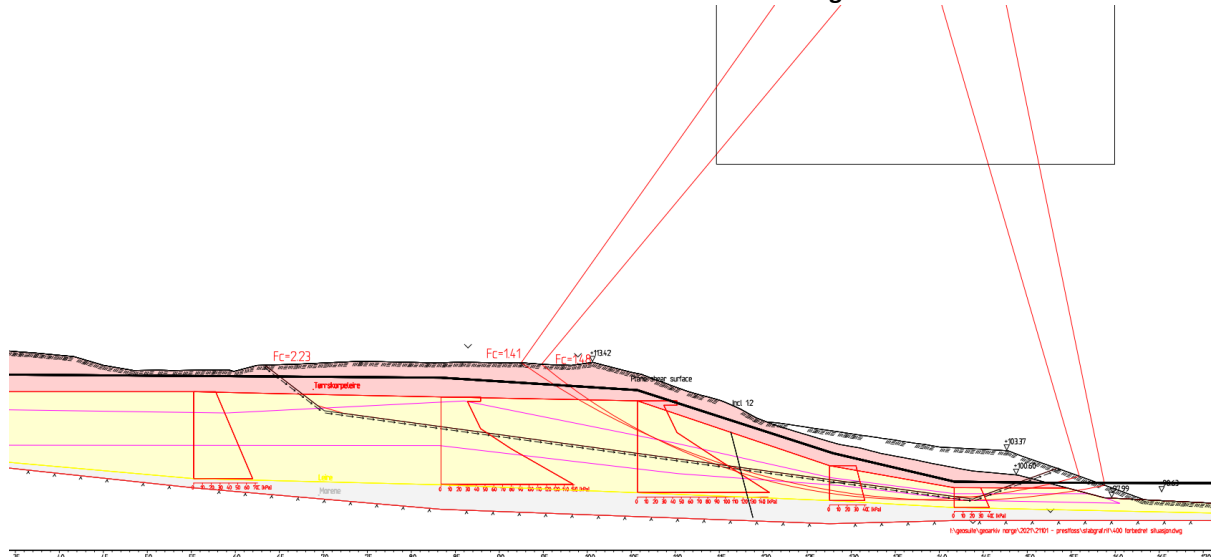
Tabell 2: Viser resultater fra stabilitetsberegninger for profil B og C.

Beregning	Profil	Udrenert/Drenert	Sikkerhetsfaktor	Kommentar	Status
400	B	U	1,25	Skjærflaten går ikke ut i foten av skråning ved vannet. Vannstand påvirker ikke resultatet	Ikke tilstrekkelig sikkerhet.
401	B	U	1,41	Motfylling 0,5-3 m motfylling	Tilstrekkelig forbedring iht. Figur 3.3 i NVE. 12% forbedring.
402	C	U	1,07	Skjærflaten går ikke ut i foten av skråning ved vannet. Vannstand påvirker ikke resultatet	Ikke tilstrekkelig sikkerhet.
403	C	U	1,21	Motfylling, med stabil fyllingsfot 1:1,5	Tilstrekkelig forbedring iht. Figur 3.3 i NVE. 13% forbedring.

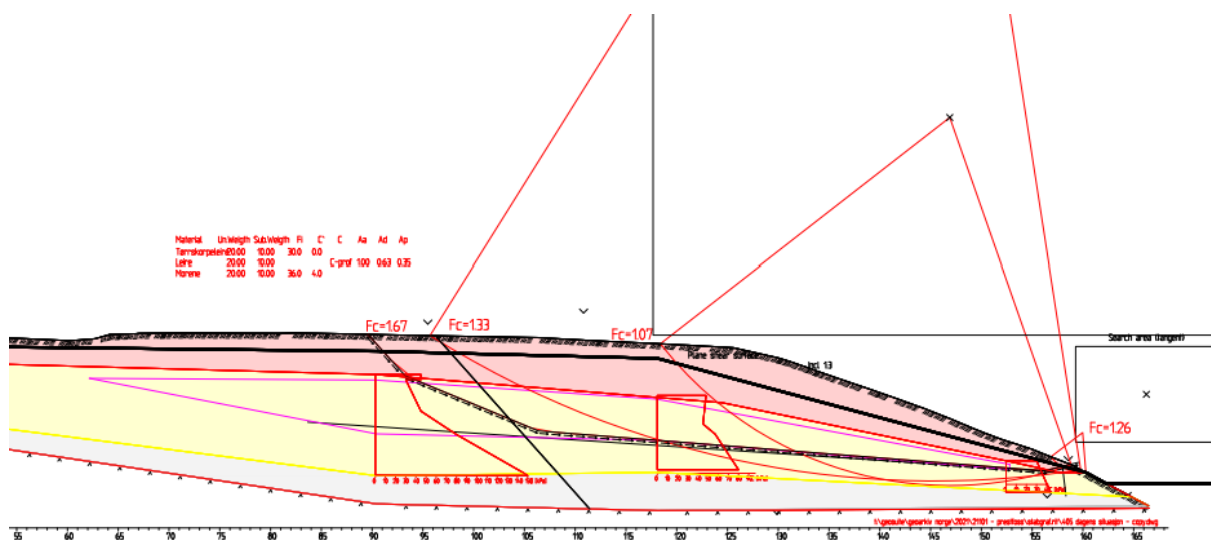


Figur 16: Kritiske glideflater i profil B, dagens situasjon, fra planområdet i nord ned mot Bråtahølen i sør. Kritisk glideflate har beregningsmessig sikkerhet $F_{cu} = 1,25$. Lengre glideflater på totalspenningsbasis gir høyere sikkerhet.

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder

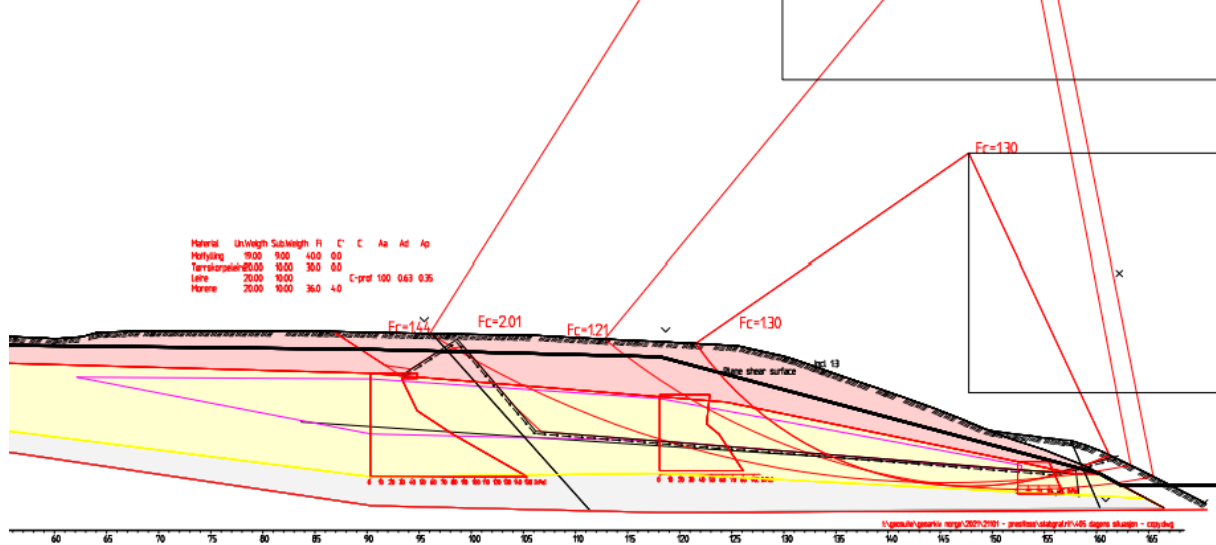


Figur 17: Kritiske glideflater i profil B, forbedret situasjon med motfylling, fra planområdet i nord ned mot Bråtahølen i sør. Kritisk glideflate etter etablering av motfylling har beregningsmessig sikkerhet $F_{cu} = 1,41$. Lengre glideflater på totalspenningsbasis gir høyere sikkerhet.



Figur 18: Kritiske glideflater i profil C, dagens situasjon, fra planområdet i nordvest ned mot Bråtahølen i sørøst. Kritisk glideflate har beregningsmessig sikkerhet $F_{cu} = 1,07$. Lengre glideflater på totalspenningsbasis gir høyere sikkerhet.

Geoteknisk vurdering områdestabilitet iht NVE-veileder



Figur 19: Kritiske glideflater i profil C, forbedret situasjon med motfylling, fra planområdet i nordvest ned mot Bråtahølen i sørøst. Kritisk glideflate etter etablering av motfylling har beregningsmessig sikkerhet $F_{cu} = 1,21$. Lengre glideflater på totalspenningsbasis gir høyere sikkerhet.

4.11 Innmelding av faresoner og grunnundersøkelser

Vi anbefaler at grunnundersøkelsene som er gjort i forbindelse med denne utredningen meldes inn til NADAG, og at revidert faresone meldes inn gjennom NVEs innmeldingsløsning, <https://kvikkleiresoner.nve.no>

4.12 Uavhengig kontroll

Vår vurdering av områdestabilitet og utredning av faresone må forelegges uavhengig geoteknisk foretak for kontroll. Tiltakshaver må selv engasjere uavhengig kontroll iht. NVEs regelverk.

5. Konklusjon

I henhold til prosedyren i NVE veileder 1/2019 er kvikkleirefaresone «2430 Prestfoss» blitt revidert. Planområdet ligger delvis innenfor faresonen. Sonen har:

- Faregradsklasse lav
- Konsekvensklasse alvorlig
- Risikoklasse 2.

Stabilitetsberegninger i kritisk profil viser at sikkerheten ikke er tilfredsstillende for dagens situasjon. De planlagte byggene kan ikke bygges uten at det gjøres stabilitetsfremmende tiltak. Herunder avlastning av terreng eller motfylling i bunn av skrånning.

Stabilitetsberegninger (udrenert analyse) viser at det er tilstrekkelig med en 0,5-3 m tykk motfylling i bunnen av skrånningen i profil B. Motfyllingen vil også fungere som erosjonssikring av elva.

Stabilitetsberegninger (udrenert analyse) viser at det er tilstrekkelig med en 1-3 m tykk motfylling i bunnen av skrånningen i profil C. Motfyllingen vil også fungere som erosjonssikring av elva.

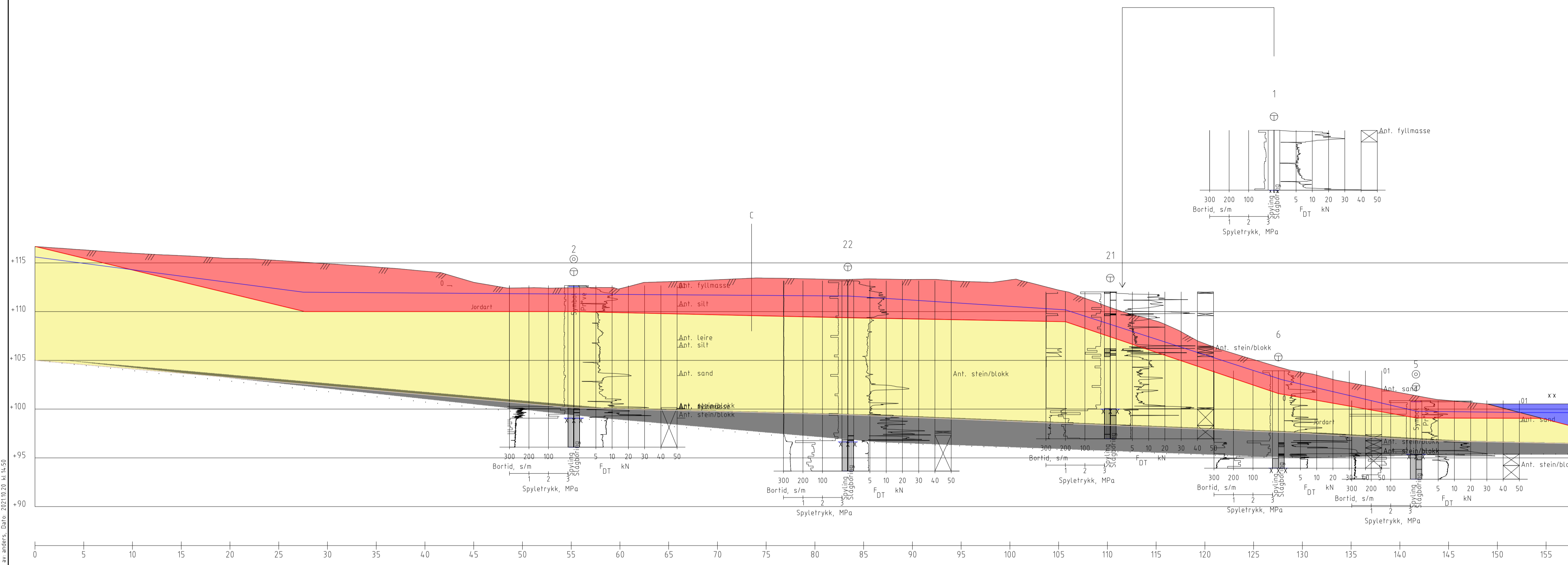
Nye bygg innenfor faresonen kan ikke påføre tilleggslast ut over dagens situasjon. Det vil si at nye bygg og heving av terreng må utføres under kompenserte forhold. Dette gjøres ved å avlaste terreng eller masseutskiftning med lette masser (lettklinker eller skumglass) tilsvarende vekten av bygg/fylling.

Detaljprosjektering av motfylling forutsettes utført i senere planfase. Det må da påses at tilfredsstillende stabilitet også oppnås for drenert analyse.

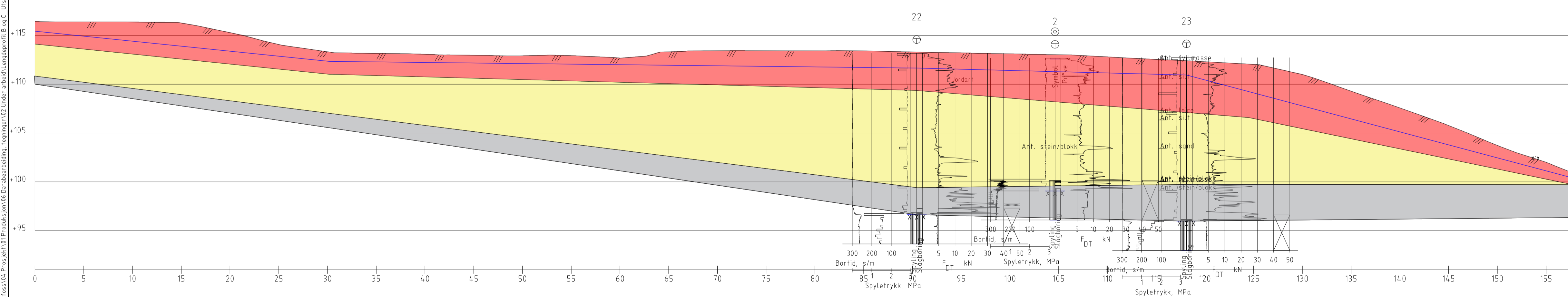
Vedlegg 2

• XXX

T:\05 Prosjekt\11001 - Trapp Eendem - Kontrollering av lagdeling med FEM i stabilitetsberegninger\02 Under arbeid\0601 - Profil B og C\01\01\01.dwg - Layout (601)_1 - Profil B og C - 2021.10.20 kl. 15:59



Profil B
1 : 200

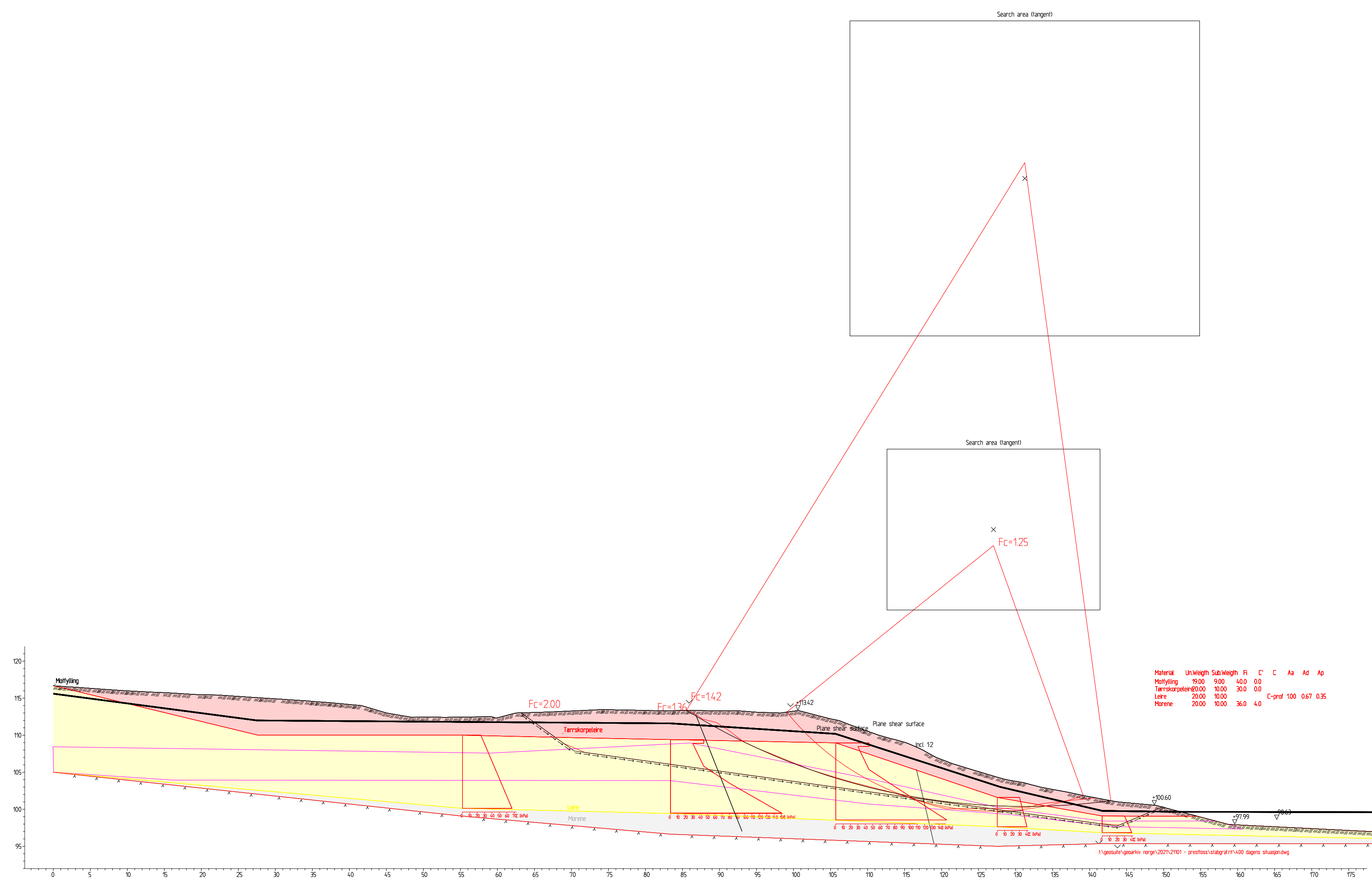


Profil C
1 : 200

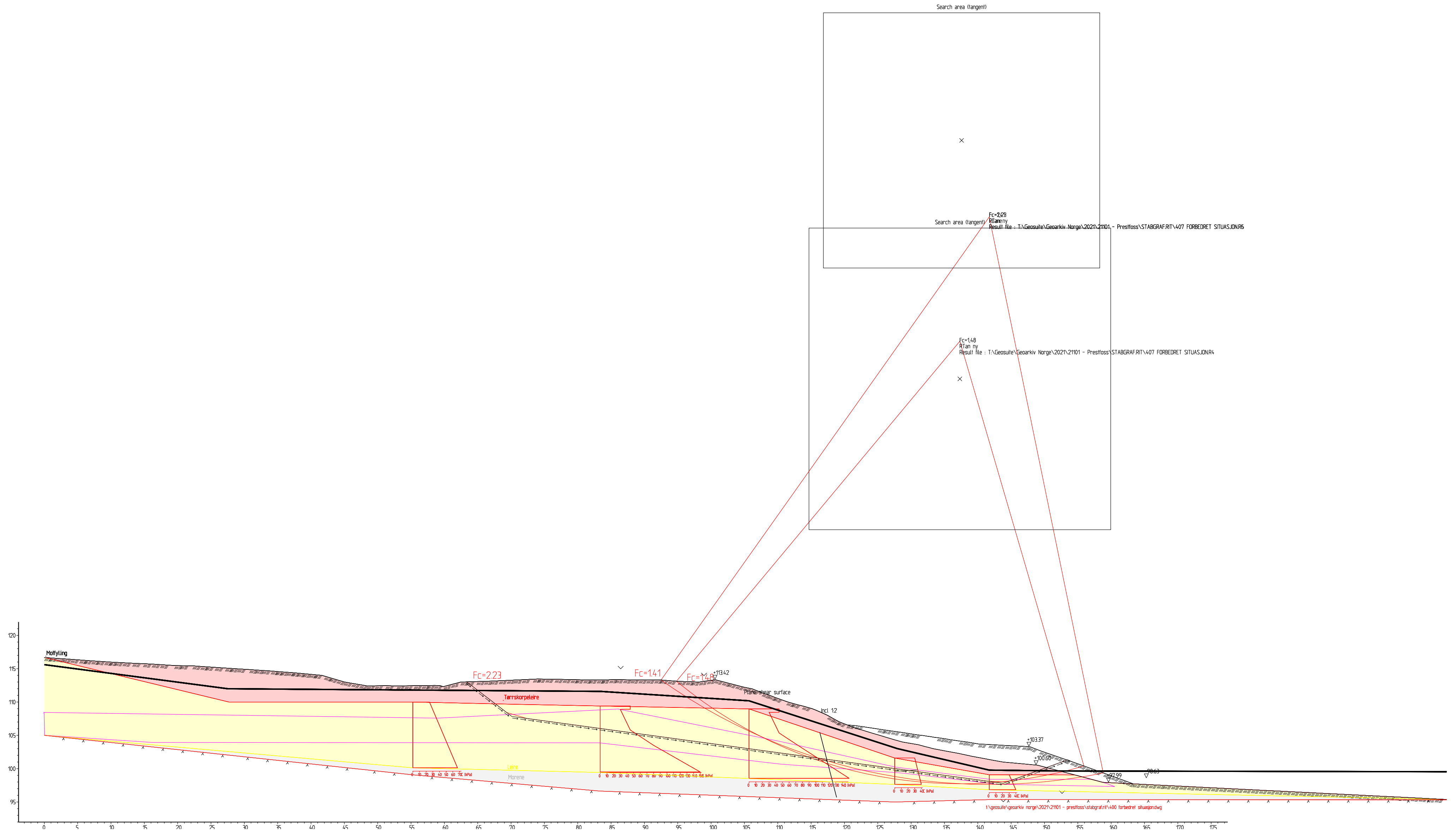
Rev.	Beskrivelse	Dato	Taget	Kontr.	Code
	KUNDE		GEO		A1
	OPPDAGSNAVN		Dato		20.10.2021
	GRUNNARBEIDER		Format		Målestokk: 1:400
	PROFILER MED LAGDELING				
	Brukt i stabilitetsberegninger				
	Terraplan	Status: XXX	Konstr./Tegnet: ABE	Kontrollert: AW	Godkjent: AW
	Oppdragsnr.: 000000	Tegningsnr.: RIG-TEG-500			Rev.: 0

Vedlegg 3

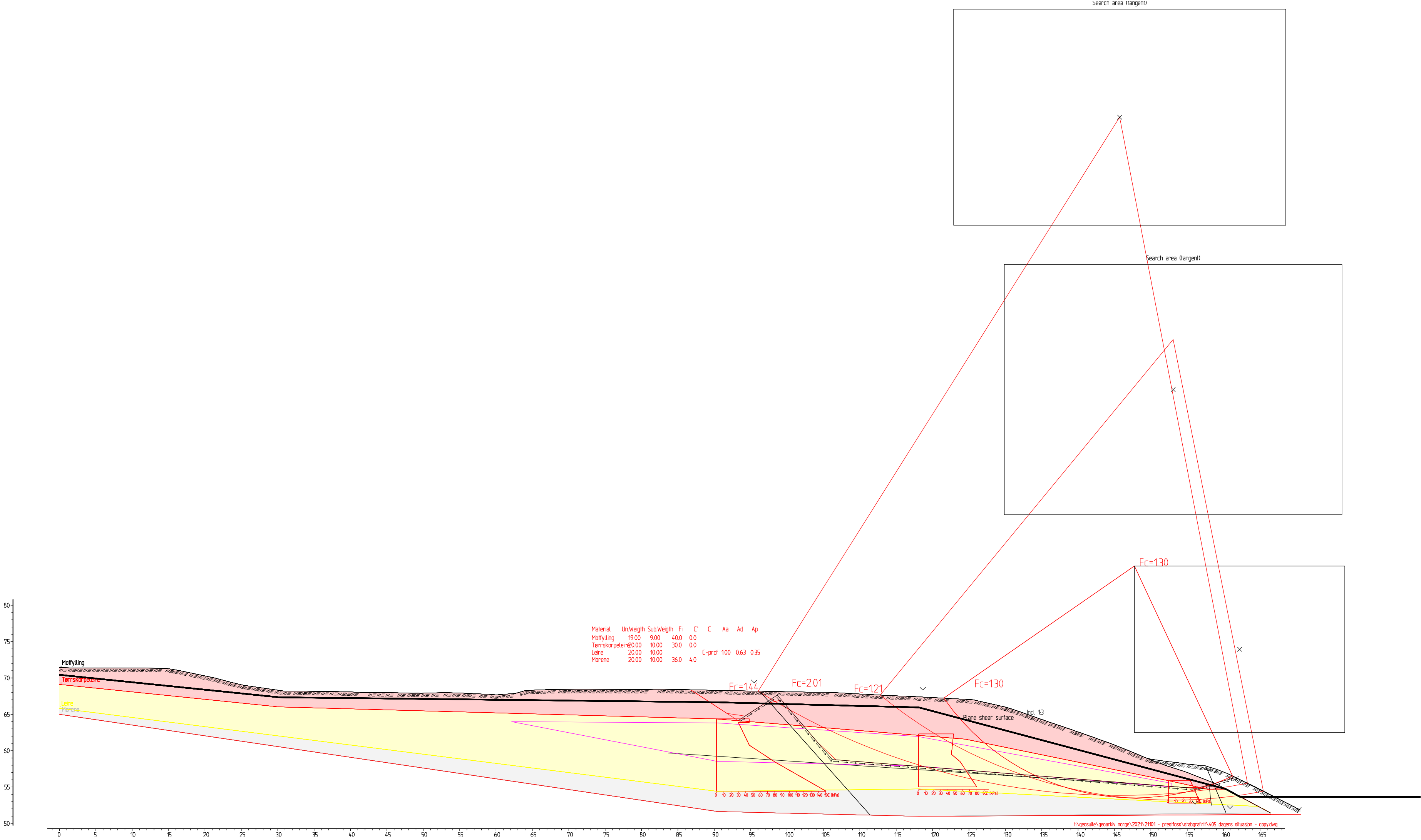
PROFIL B - DAGENS SITUASJON
BEREGNING 400



PROFIL B - MOTFYLLING
modellert som et fyllmasselag
BEREGNING 401



PROFIL C - MOTFYLLING
BEREGNING 403



I:\prosjekt\geoteknisk\ Norge\2021\21101 - prestfoss\stabpr\1\403 dagens situasjon - copy.dwg

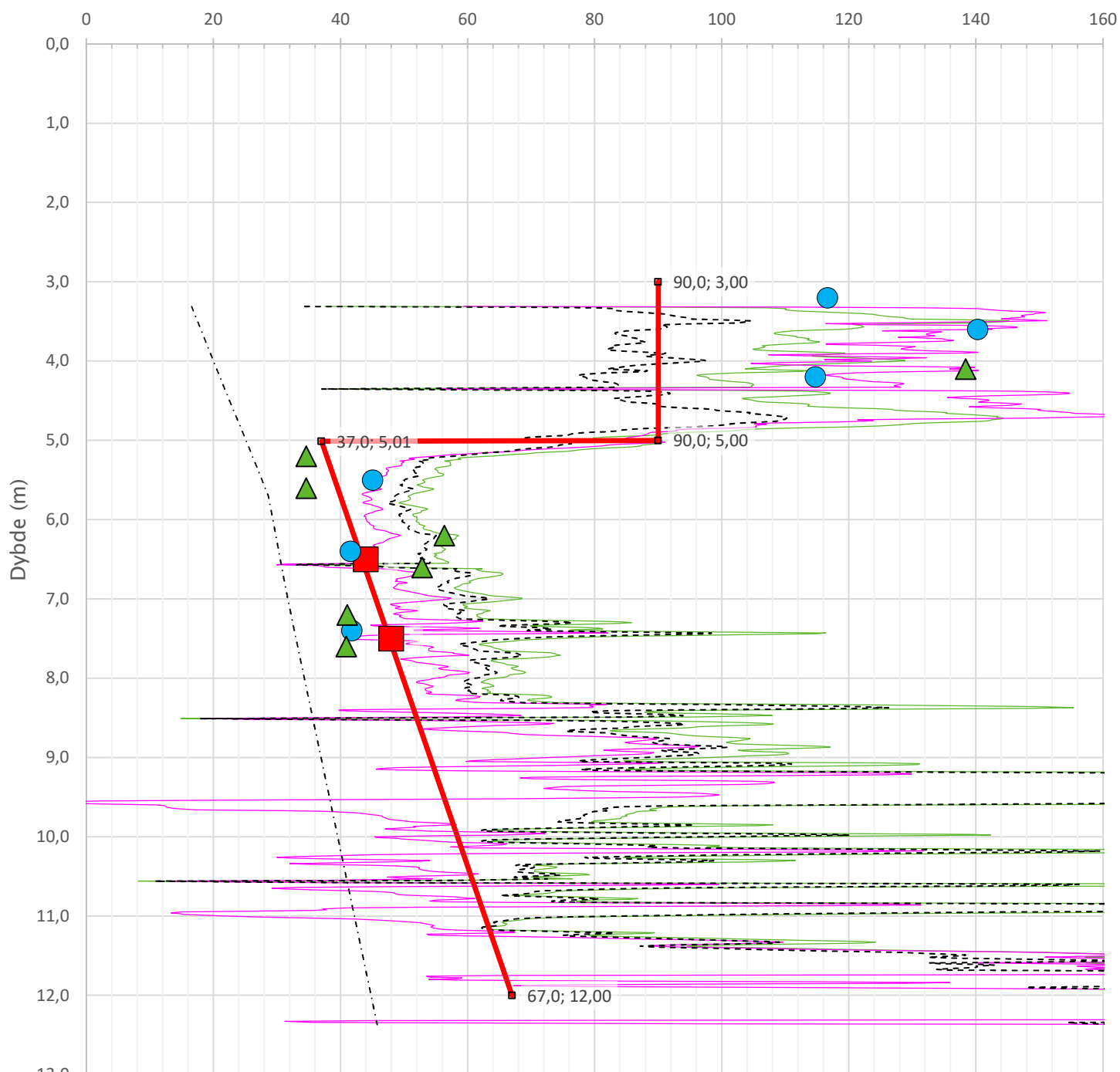
Vedlegg 4

Treaks BH 2: $c_u c / c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 2: $c_{uc} / c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,632)}$

Konus BH 2: $c_{ufc} / c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,633)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(OCR3)+[0,082/0]·Ip

NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(OCR3)+[0,07/0]·Ip

----- SHANSEP (OCR3, α=0,25, m=0,65)

----- cuNC: 0,25·σ'v0

■ Treaks BH 2

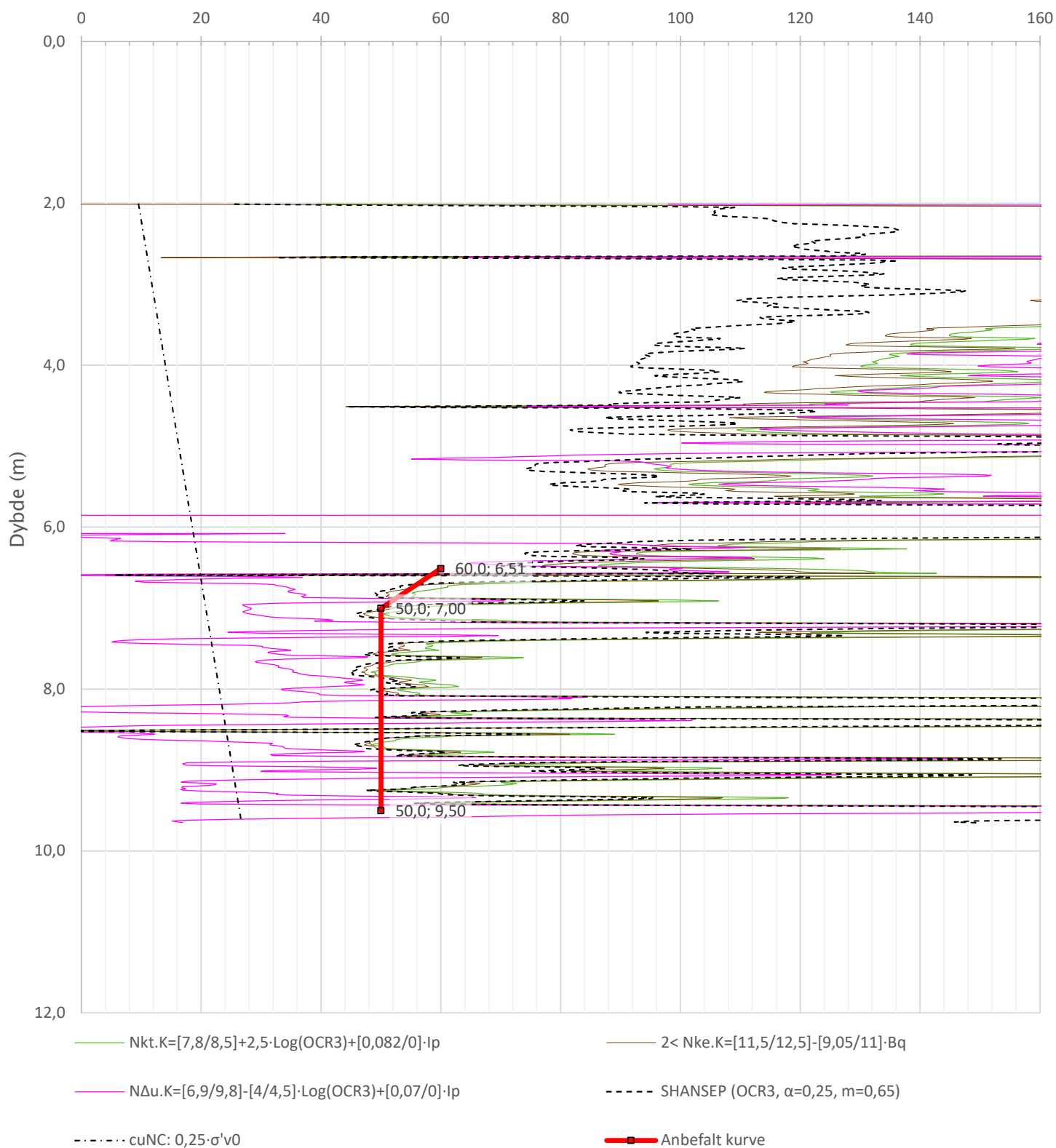
● Enaks BH 2

▲ Konus BH 2

—■— Anbefalt kurve

Prosjekt Prestfoss		Prosjektnummer: 21101 Rapportnummer: 1		Borhull 2	Kote +112,7
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer 52013	
Terraplan AS	Utført ABE	Kontrollert AW	Godkjent RR	Anvend.klasse	1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 11.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur	5

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



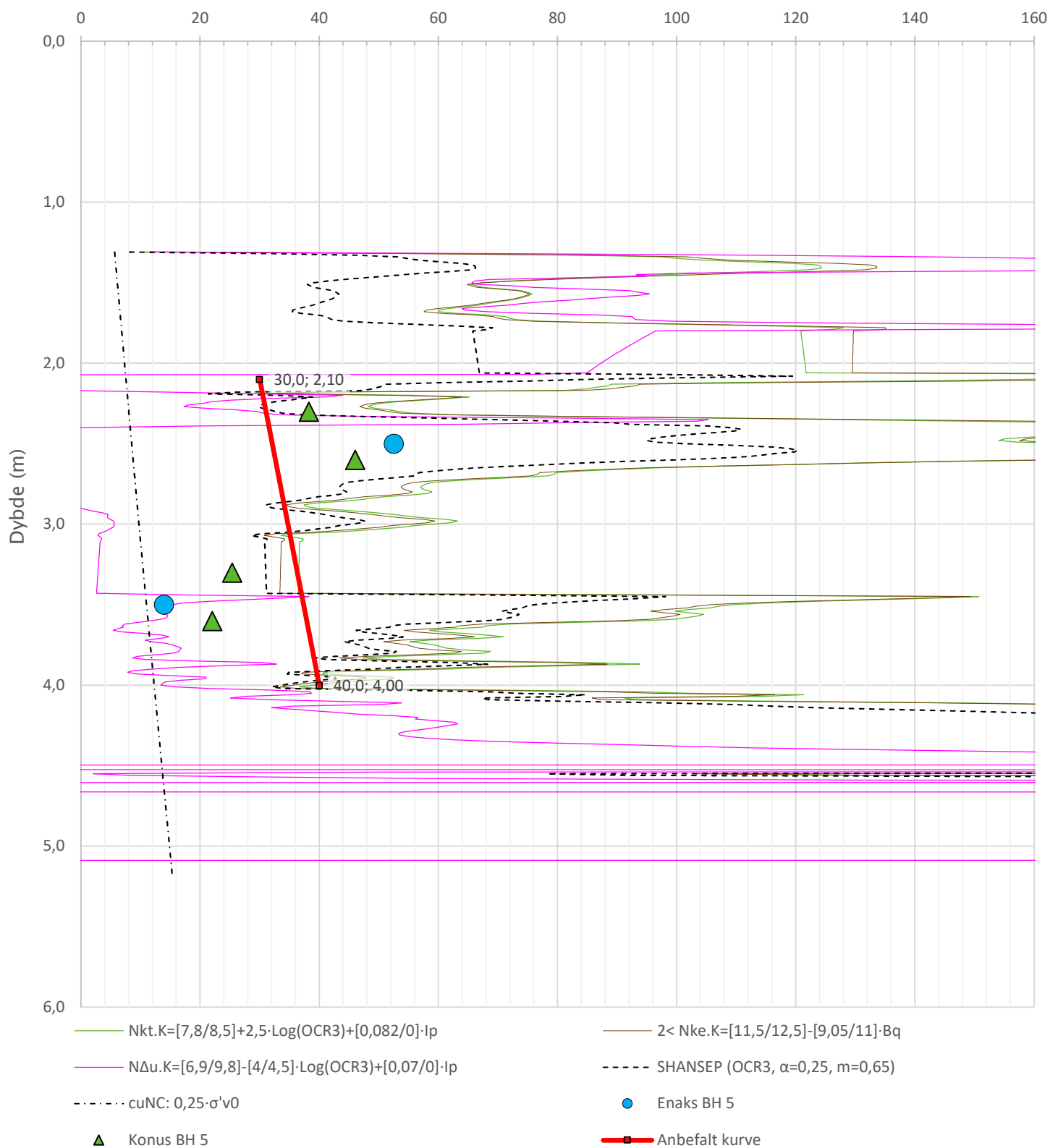
Prosjekt		Prosjektnummer: 21101 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +109,5
Prestfoss				3	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				52013	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ABE	AW	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Utbygging	12.08.2021	Rev. dato		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 5: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH 5: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



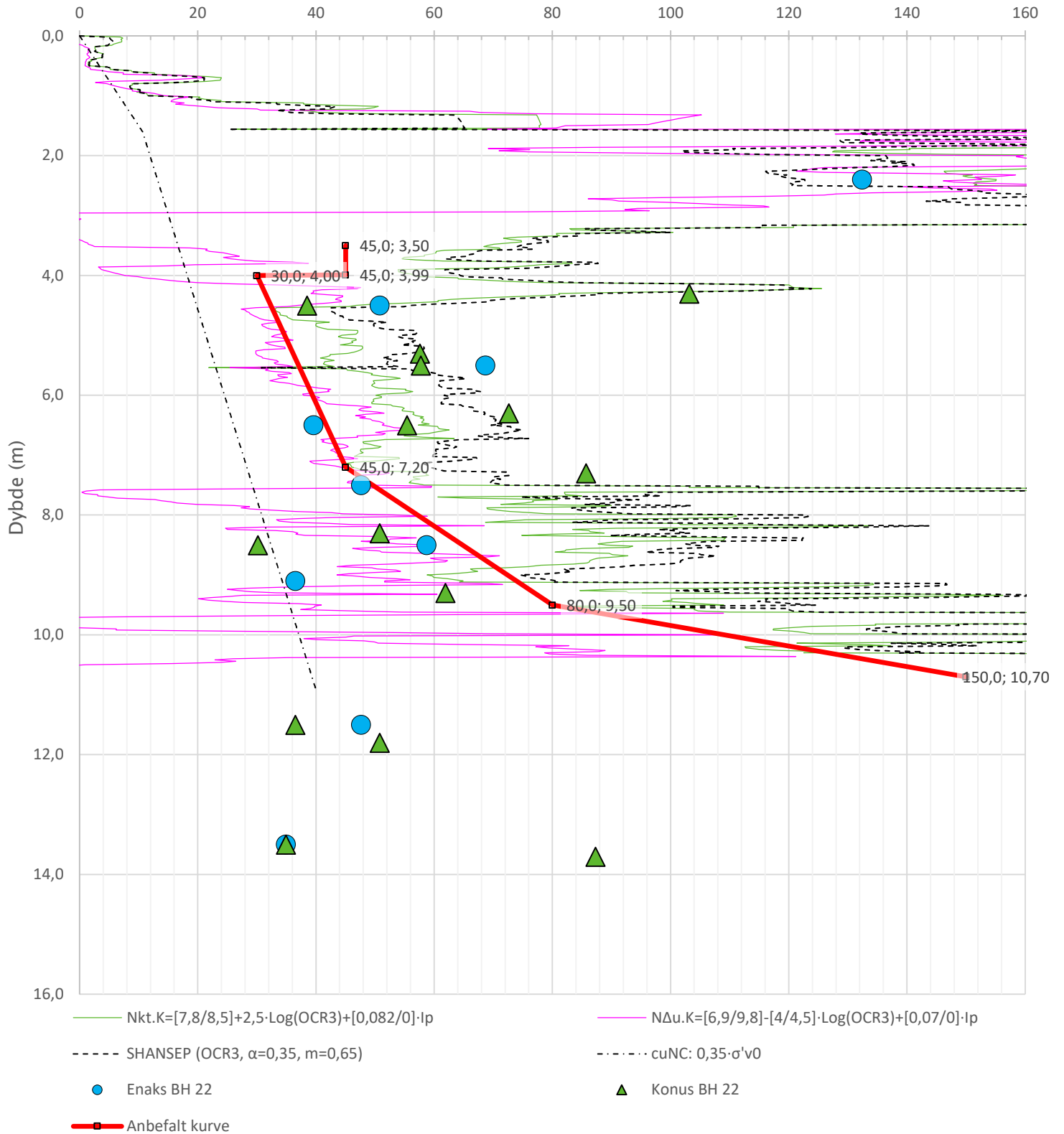
Prosjekt		Prosjektnummer: 21101 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +100,9
Prestfoss				5	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				52013	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ABE	AW	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Ekstern konsulent	11.08.2021	Rev. dato		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 22: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,650)}$

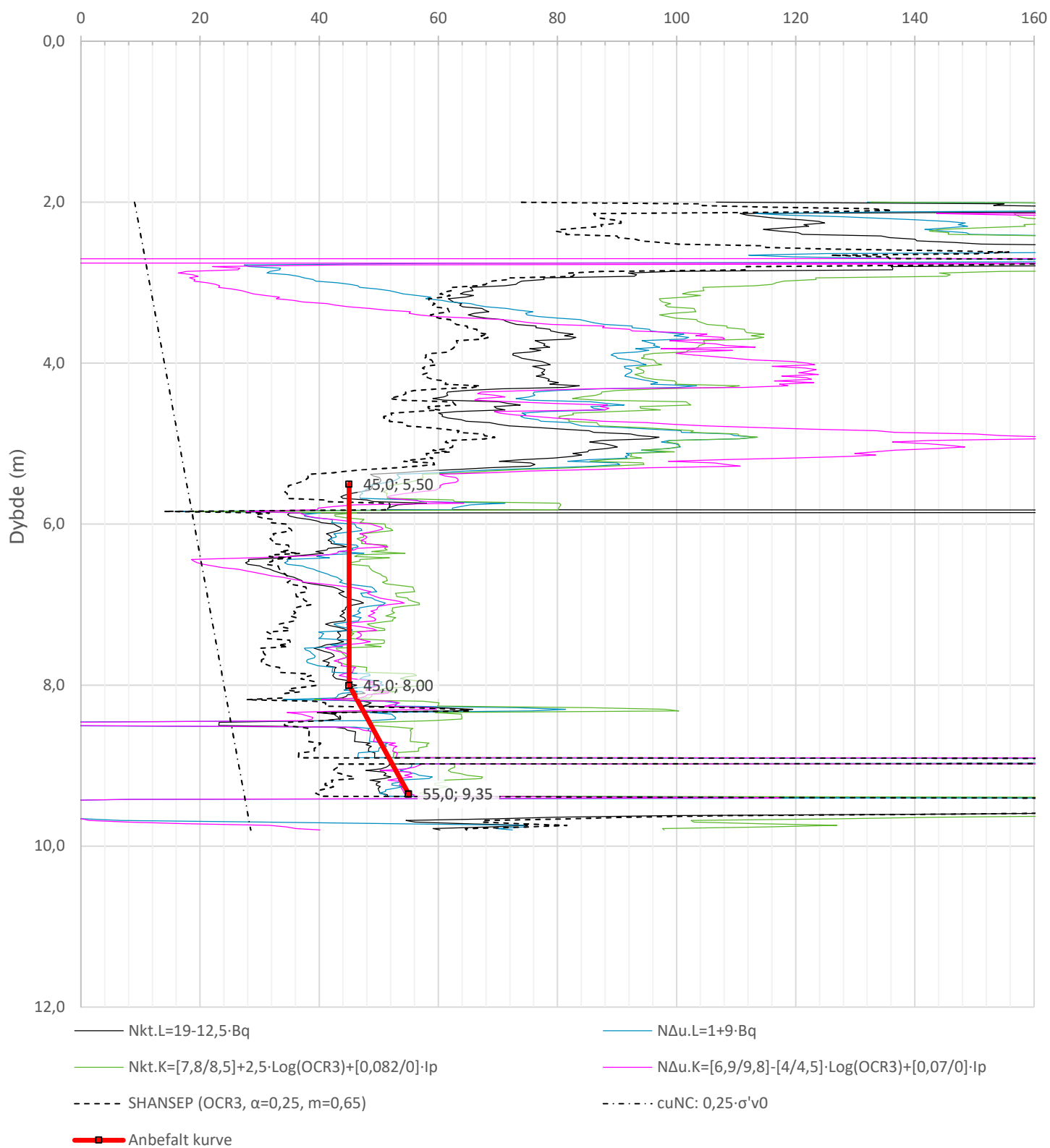
Konus BH 22: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,650)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 21101 Rapportnummer: NOT01		Borhull	Kote +113,2
Prestfoss				22	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4980	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ABE	AW	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Ekstern konsulent	16.10.2019	Rev. dato		

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 21101 Rapportnummer: NOT01		Borhull	Kote +112,7
Prestfoss				23	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4980	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ABE	AW	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Ekstern konsulent	16.10.2019	Rev. dato		