RAPPORT

HARLEMÅSEN

OPPDRAGSGIVER

RAKKESTAD KOMMUNE

EMNE

ROS-analyse områdestabilitet

DATO / REVISJON: 21. MARS 2023 / 002

DOKUMENTKODE: 10210877-RIG-RAP-002_rev02

Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

Multiconsult

RAPPORT

OPPDRAG	**HARLEMÅSEN**	DOKUMENTKODE	10210877-RIG-RAP-002_rev02
EMNE	ROS-analyse områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Rakkestad kommune	OPPDRAGSLEDER	Dag Erik Julsheim
KONTAKTPERSON	Espen Jordet	UTARBEIDET AV	Helena Dang Larsen
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 637500 NORD: 6582850	ANSVARLIG ENHET	10111063 Østfold Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.			

SAMMENDRAG

Det skal bygges et nytt boligfelt og en adkomstveg til dette boligfeltet ved Harlemåsen i Rakkestad kommune.

Det er funnet sprøbruddsmateriale i det aktuelle området, og det er derfor utført en ROS-analyse av området i henhold til NVEs retningslinjer nr. 2/2011: «Flaum- og skredfare i arealplanar» samt veileder nr. 1/2019, «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

Det evaluerte området har:

Faregrad: Middels

Konsekvens: Mindre alvorlig

Risiko: Klasse 1

Tiltaket medfører tilflytting og økt personopphold, dvs. tiltaksklasse K4. Dette kombinert med risikoklasse 1 og faregradsklasse middels krever for stabilitetsanalysene en sikkerhetsfaktor på 1,61 for APD-analyse og 1,25 for aphi-analyse.

Kvalitetssikring av uavhengig foretak.

Det er god sikkerhet i området i dagens situasjon, et evt. initialras utenfor området vil ikke påvirke utbyggingsområdet. Sikkerheten er også god etter utbygging.

Området ligger ikke i et utløpsområde for skredmasser fra høyere liggende terreng.

Tekst med blå skrift er endring etter uavhengig kontroll av Terraplan.

			HELED	ESF	DEJ
02	21.03.2023	Revidert rapport etter uavhengig kontroll av Terraplan	Helena Dang Larsen	Espen Fiskum	Dag Erik Julsheim
01	29.06.2021	Revidert rapport etter ny NVEs veileder 1/2019	Helena Dang Larsen	Dag Erik Julsheim	Dag Erik Julsheim
00	22.05.2019	Utarbeidet rapport	Håvard Berget	Dag Erik Julsheim	Dag Erik Julsheim
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Innledning 5
2 Referanser 5
3 Topografi og beskrivelse 5
4 Grunnforhold 6
5 Evaluering av fare for kvikkleireskred 7
5.1 Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019 7
5.2 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området 7
5.3 Avgrens området med marin leire 8
5.4 Avgrens aktsomhetsområder 9
5.5 Tiltakskategori 9
5.6 Befaring 10
5.7 Gjennomfør grunnundersøkelser 10
5.8 Avgrens løsneområder og utløpsområder nøyaktig 10
5.9 Klassifiser faresoner 11
5.9.1 Faregradklasser 11
5.9.2 Skadekonsekvensklasser 13
5.9.3 Risikoklasser 13
5.10 Stabilitetsvurdering 14
5.10.1 Laster 14
5.10.2 Grunnvannstand og poretrykk 14
5.10.3 Tolkning av konsolideringsforhold 14
5.10.4 Anisotropifaktorer 15
5.10.5 Tolkning av styrkeparametere 15
5.10.6 Parametere for langtidsstabilitet – drenert effektivspenningsanalyse: 17
5.10.7 Sikkerhetsfaktor 17
5.11 Konklusjon 18

Tegning

10210877-RIG-TEG-501	Løsneområdet
-502	Profil I – avgrens løsneområdet
-800	Stabilitetsberegning - Profil I – Su analyse – Dagens situasjon
-801	Stabilitetsberegning - Profil I – Su analyse – Med last fra bygg
-802	Stabilitetsberegning - Profil I – aphi analyse – Dagens situasjon
-803	Stabilitetsberegning - Profil I – aphi analyse – Med last fra bygg
-804	Stabilitetsberegning - Profil II – Su analyse – Dagens situasjon
-805	Stabilitetsberegning - Profil II – Su analyse – Med last fra bygg
-806	Stabilitetsberegning - Profil II – aphi analyse – Dagens situasjon
-807	Stabilitetsberegning - Profil II – aphi analyse – Med last fra bygg

1 Innledning

Det skal bygges et nytt boligfelt og en adkomstveg til dette boligfeltet på Harlemåsen, Rakkestad. Denne vurderingen gjelder for felt B3 og B5 som er småhusbebyggelse. Det har registrert sprøbruddsmateriale (dvs. materiale som mister det vesentlige av styrken ved omrøring) i det aktuelle området.

Multiconsult Norge AS er engasjert som rådgiver innen geoteknikk.

Den foreliggende rapporten er en revidert rapport med vurdering av stabilitetsforhold i henhold til ny retningslinje utarbeidet av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i områder med kvikkleire eller sprøbruddsmateriale.

Rev 02 er en oppdatering etter kommentarer fra uavhengig kontroll.

2 Referanser

[1] NVE (2008). Retningslinjer nr. 2/2011: Flaum- og skredfare i arealplanar. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

[2] NVE (2019). Veileder nr. 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

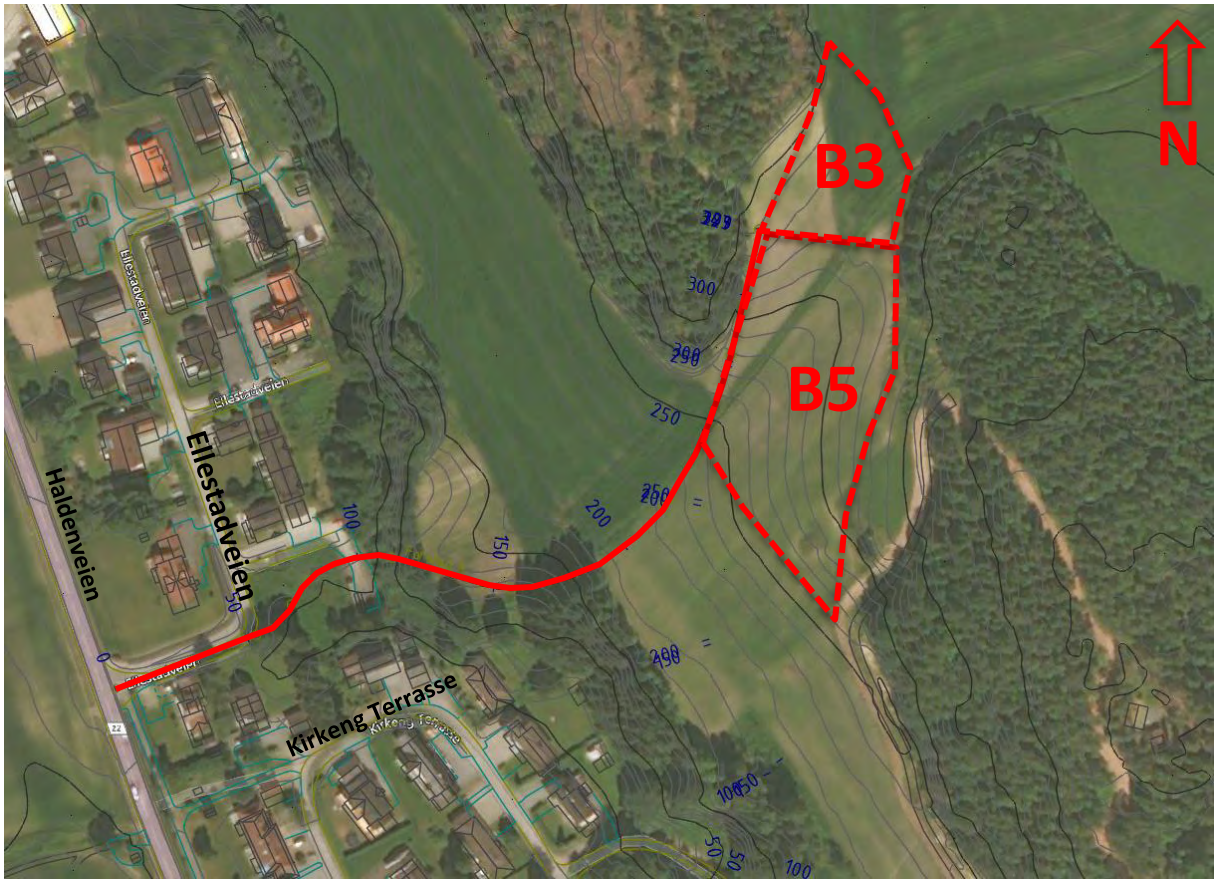
[3] Multiconsult (2019). 10210877-RIG-RAP-001: Rakkestad kommune. Adkomstveg Harlemåsen, Grunnundersøkelser, datarapport.

[4] NVE (2020). Ekstern rapport nr. 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse.

[5] NVE, Jernbaneverket, Statens Vegvesen (2014). NIFS-rapport 14-2014. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.

3 Topografi og beskrivelse

Traseen for adkomstvegen krysser en dal, ca. 15 m dyp. Felt B3 og B5 ligger nordøst for vegen. Området ligger ca. på kote +96,5 til +112. Vegtraseen går for det meste over dyrket mark, og stedvis i kanten av skog. Figur 1 viser et flyfoto over området, med vegtraseen og boligfeltet inntegnet.



Figur 1: Flyfoto med høydekoter og vegtraseen vist med rødt

4 Grunnforhold

Multiconsult har utført grunnundersøkelser på området [3]. Under følger sammendraget fra datarapporten for planområdet:

> *Registrerte dybder til antatt berg varierer fra berg i dagen til ca. 17 m. Boringen 10 ble avsluttet i fast morene masser i ca. 18 m dybde.*
>
> *Totalsonderingene utført ved dalbunn viser jevn og til dels synkende bormotstand, noe som indikerer at det kan være kvikkleire og/eller sprøbruddsmateriale.*
>
> *Prøveserien tatt i dalbunn viser siltig tørrskorpeleire på toppen i ca. 2 m tykkelse. Derunder er det bløt til middels fast siltig leire til 12 m dybde hvor prøveserien ble avsluttet. Leira defineres som et sprøbruddsmateriale i ca. 4 – 5 m dybde. Vanninnholdet i leira er ca. 30 – 50 %. Leira er middels kompressible, noe som bekreftes av ødometerforsøkene.*
>
> *Prøveserien tatt opp i vest viser siltig tørrskorpeleire på toppen i ca. 4 m tykkelse med underliggende noe forvitret fast siltig leire neste meteren. Derunder er det middels fast siltig leire til 6 m dybde hvor prøveserien ble avsluttet. Vanninnholdet i leira er rundt 30 %.*
>
> *Det er ikke satt ned piezometer for måling av grunnvannstanden. I bunn av dalen antas grunnvannstanden i rundt 2 m dybde og kan være noe lavere oppover i skråningen. Det kan være poreovertrykk nærmest berg. Grunnvannstanden vil variere noe med årstid og nedbørsforhold.*

5 Evaluering av fare for kvikkleireskred

Kvartærgeologisk kart, figur 3, indikerer at løsmassene der hvor veien og boligene skal anlegges, hovedsakelig består av tynn hav- og strandavsetning, dvs. marin leire/silt som potensielt kan være kvikkleire eller sprøbruddsmateriale (dvs. materiale som mister det vesentlige av styrken ved omrøring.) Dette bekreftes av resultatet fra grunnundersøkelsene.

På bakgrunn av dette utføres vurdering iht. NVE veileder 1/2019, for områder med kvikkleire eller sprøbruddsmateriale.

5.1 Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019

Kapittel 3.2 i NVE veilederen [2] beskriver en prosedyre for utredning av områdeskred.

Tabell 1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren.

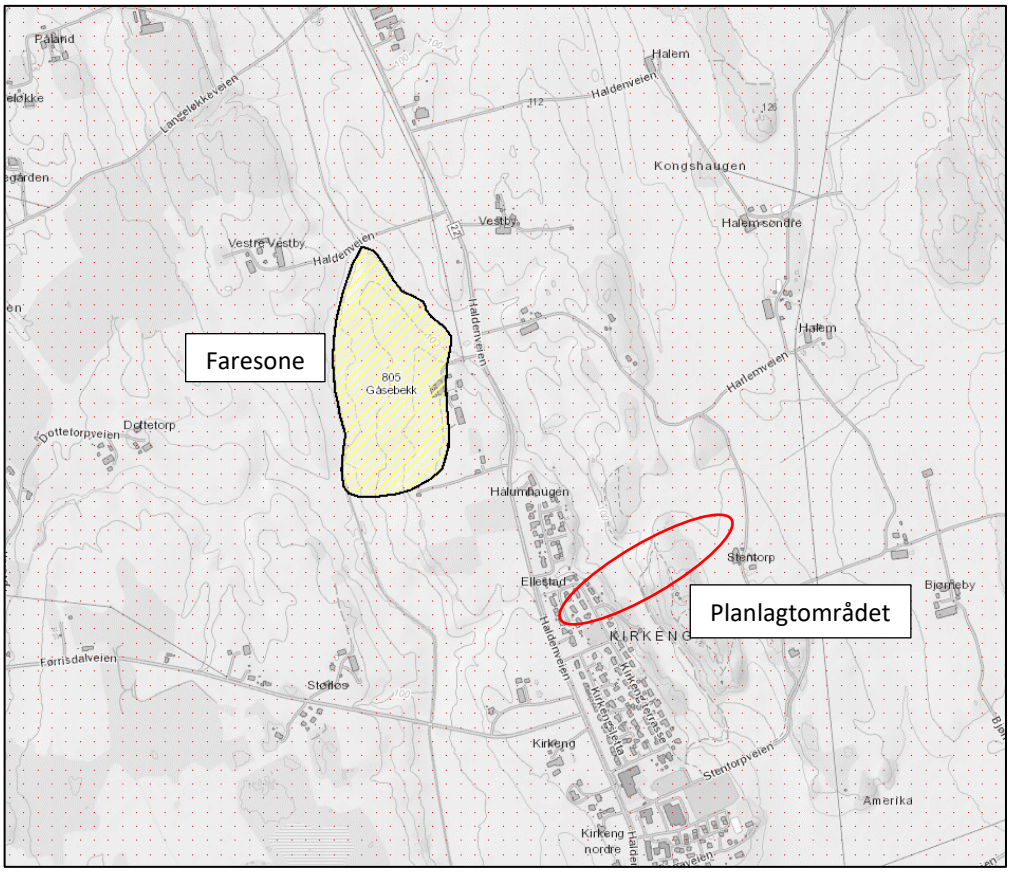
Vurdering av punktene er videre gitt i avsnitt 5.2 til 5.10.

Tabell 5-1: Oppsummering av gjennomgangen av prosedyren NVE 1/2019 [2].

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	Det finnes kartlagte faresoner for kvikkleire i de marine avsetningene, ca. 350 m nordvest for planområdet.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	NGUs kvartærgeologiske kart viser at området hvor vegtraseen går hovedsakelig består av tynn hav- og strandavsetning, se kap. 5.3.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Se kap. 5.4.
4	Bestem tiltakskategori	Se kap. 5.5.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Skråning med helning fra nordøst ned mot sørvest i det aktuelle området regnes som mest kritisk. Og det er mulig løsneområde.
6	Befaring	Befaring er utført
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Se kap. 5.6
8	Vurdere skredmekanismer og avgrense løsne- og utløpsområder	Se kap. 5.8
9	Klassifiser faresoner	Se kap. 5.9
10	Dokumenterer sikkerhet	Se kap. 5.11
11	Meld inn faresoner	Meld inn etter rapporten er ferdig utført uavhengig kontroll.

5.2 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

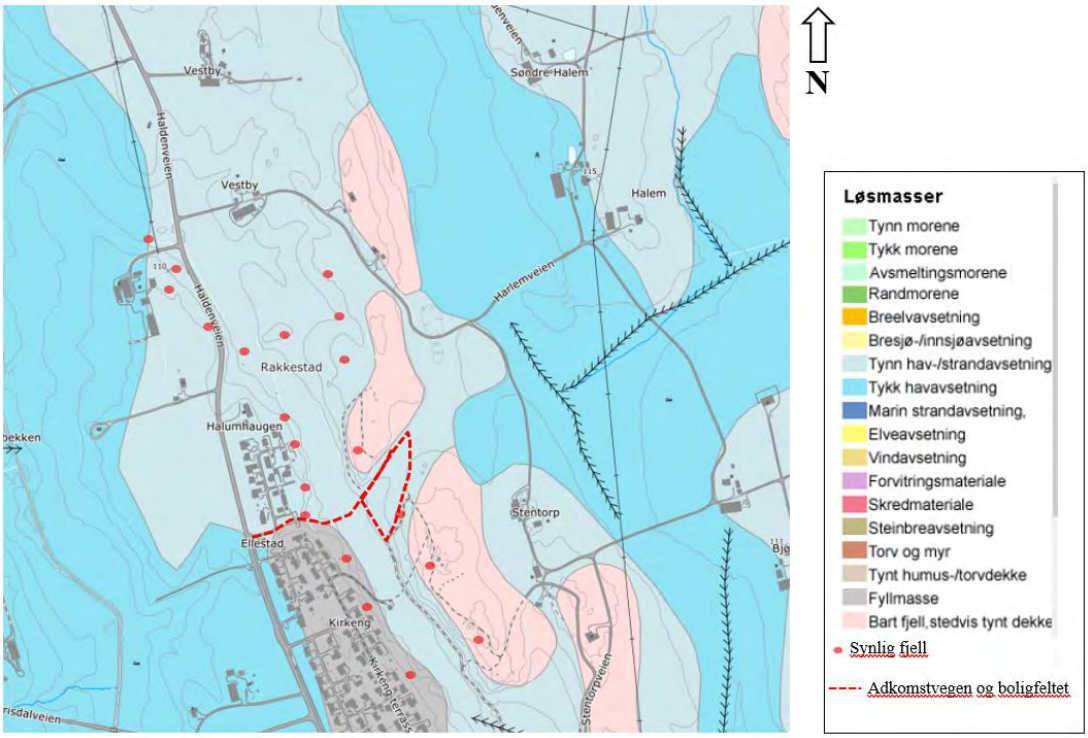
Det er en faresone for kvikkleire nordvest for området hvor adkomstveien skal anlegges, ca. 350 m nordvest for vestre ende av adkomstvegen, se figur 2.



Figur 2: NVE Atlas viser at en registrert faresone for kvikkleire ca. 350 m nordvest for planlagt adkomstveg.

5.3 Avgrens området med marin leire

NGUs kvartærgeologiske kart viser at området består hovedsakelig av tynn hav- og strandavsetning, se figur 3.



Figur 3: Plan kvartærgeologisk kart med omtrentlig plassering adkomstveg og boligfeltet.

5.4 Avgrens aktsomhetsområder

Aktsomhetsområdet er avgrenset basert på kravene angitt i NVE-veileder 1/2019 [2], dvs. total skråningshøyde i løsmasser over 5 m, eller for jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og med høydeforskjell over 5 m.

Det er øst for dalen det er sprøbruddsleire. Vest for dalen er det kun små fjelldybder (opptil 5 m) og fjell i dagen. Øst for dalen er fjelldybder opptil 15 m, brattere enn 1:20 og større høydeforskjell enn 5 m.

Aktsomhetsområdet er vist på figur 4.

Figur 4: Aktsomhetsområde i blått.

5.5 Tiltakskategori

Tiltakskategori bestemmes ut fra konsekvens for tiltaket ved skred, og velges fra NVE-veileder 1/2019 [2]. Under tiltakskategori K1 er private og kommunale veger nevnt. Den aktuelle vegen for dette prosjektet faller inn under denne kategorien. Boligfeltet medfører større tilflytting og økt personopphold som er plassert i K4 hvor der bolighus med mer enn to boenheter, i følger veilederen. Tabell 2 viser tiltakskategori med eksempler på type tiltak fra NVE-veileder 1/2019.

Tabell 2: Fra NVE-veileder 1/2019, tabell 3.2.

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

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

Da krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroll er avhengig av tiltak/planlagt prosjekt sett i forhold til faregradklasse «Lav». NVE's retningslinjer/regler følges.

Kap. 3.3.6 i NVEs veileder 1/2019 gir krav til sikkerheten.

For tiltakskategori K4 og tiltaket medfører forverrer stabiliteten, krever det at sikkerhetsfaktor, $F_{cu} \geq 1{,}4 * f_s$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$, hvor sprøbruddsforhold, $F_s = 1{,}15$.

5.6 Befaring

Det er utført befaring til området. Det er synlig fjell på dalsidene.

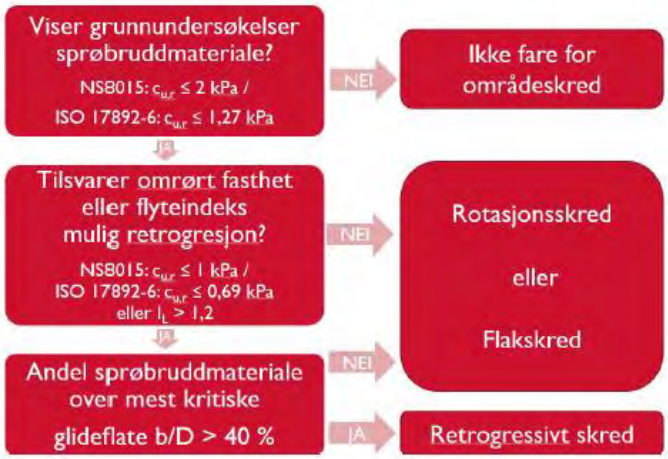
5.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

Det var utført grunnundersøkelser med totalsonderinger for orientering om løsmassene art og relative lagringsfasthet, samt dybde til fjell. Det var tatt opp prøveserier for laboratorieundersøkelser av løsmassene for informasjon om sprøbruddsegenskap, skjærfasthet og overkonsolideringsforhold. CPTU-er har utført for detaljerte data om lagdeling og styrkeparametre. Resultatene fra grunnundersøkelsene viser at det er et sammenhengende lag i ca. 4 – 6 m dybde med sprøbruddsmateriale.

Grunnundersøkelsene gir grunnlaget for videre vurderinger, avgrense løsneområder og parameterstudie brukt i stabilitetsberegninger.

5.8 Avgrens løsneområder og utløpsområder nøyaktig

Løsneområdet er avgrenset basert på kravene angitt i NVE-veileder 1/2019 [2]. Den minste omrørte skjærfastheten er på 1,1 kPa. Dette vil tyde på at området kan se bort fra retrogressivt skred. Det vil si at området kan bli rotasjonsskred eller flakskred. Det viser til figur 5, utsnitt av flytskjemaet for vurdering av aktuell skredmekanisme fra NVE-veileder 1/2019.



Figur 5: Utsnitt av flytskjemaet for vurdering av aktuell skredmekanisme fra NVE-veileder 1/2019.

Resultater fra stabilitetsanalysene (kap.5.10) viser kritiske glideflatene er dype. Basert på dette vil vurdert løsneområdet bestemmes ved å tegne en 1:15 linje fra dybde er lik 0,25 x skråningshøyde (H) og oppover skråningen. Dette er vist i tegning 10210877-RIG-TEG-502.

Kap. 4.6 i NVEs veileder [2] vises en veiledning til bestemmelse av utløpsområde. For et flakskred eller rotasjonsskred er lengde av utløpsområde lik en halv av lengden på løsneområde. I området er dalbunnen tilnærmet flat i dalens lengderetning, og at terrenget stiger på motsatt side av løsneområdet, blir ikke utløpsområdet så stort.

Dalbunnen er tilnærmet flat i dalens lengderetning og det er fjell på alle dalsidene. Området kan ikke bli utsatt for løsnemasser fra andre løsneområder.

Løsneområdet og utløpsområdet er vist i tegning 10210877-RIG-TEG-501.

5.9 Klassifiser faresoner

Faregrad- og konsekvens evaluering i henhold til kap.4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 [4].

5.9.1 *Faregradklasser*

Klassifisering av faregrad i hht. Kap.4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 [4], er vist i tabellen under og gjengir faktorene og vekttallene som legges til grunn ved evalueringen.

Tabell 3: Evaluering av faregrad [4].

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: forverring	3	Stor	Noe	Liten	
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum: **Lav faregrad = 0-17 poeng** **Middels faregrad = 18-25 poeng** **Høy faregrad = 26-51 poeng**					

Tabell 4: Evaluering av faregrad

Faktorer	**Vekttall**	**Score**	**Produkt**	**Merknad/vurdering**
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Ikke registrert, kontrollert mot atlas.nve.no
Skråningshøyde	2	0	0	Ca. 10 m høy skråning.
OCR	2	3	6	OCR antas å være 1,5-2.
Poretrykk	3	3	9	Omtrent tilnærmet hydrostatisk.
Kvikkleiremektighet	2	1	2	Kvikkleiremektigheten er <H/4.
Sensitivitet	1	1	1	Sensitiviteten 23 på det meste.
Erosjon	3	0	0	Ingen erosjon.
Inngrep	+3/-3	2	6	Det skal bygges små boliger på toppen av skråningen.
Poengverdi (Faregradsindikator, F_i)			**24**	**Dette gir faregradsklasse «Middels».**

5.9.2 ***Skadekonsekvensklasser***

Evaluering av konsekvensen i hht. Kap.4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 [4], er vist i tabellen under og gjengir faktorene og vekttallene som legges til grunn ved evalueringen.

Tabell 5: Evaluering av konsekvensen [4].

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, bruk	2	Person-trafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum: **Mindre alvorlig = 0-6 poeng** **Alvorlig = 7-22 poeng** **Meget alvorlig = 23-45 poeng**					

Tabell 6: Skadekonsekvensevaluering

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligenheter, antall	4	0	0	Ingen bebyggelse i dag.
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen
Vei, ÅDT	2	0	0	Ingen
Toglinje	2	0	0	Ingen
Kraftnett	1	0	0	Ingen
Oppdemming	2	0	0	Ingen
Poengverdi			**0**	**Skadekonsekvensklasse «Mindre alvorlig»**

5.9.3 ***Risikoklasser***

Risiko er lik skadekonsekvens x faregrad. Dvs. risiko er lik 0 som gjør at man havner i risikoklasse 1.

5.10 Stabilitetsvurdering

Det er utført stabilitetsvurdering for kritiske profiler i skråning øst for dalen, vist på tegning 10210877-RIG-TEG-501.

Stabilitetsberegningene er utført med GeoSuite Stability, versjon 16.1.3.0, med beregningsmetode Beast 2003.

5.10.1 *Laster*

Dimensjonerende trafikklast er på 19,5 kPa.

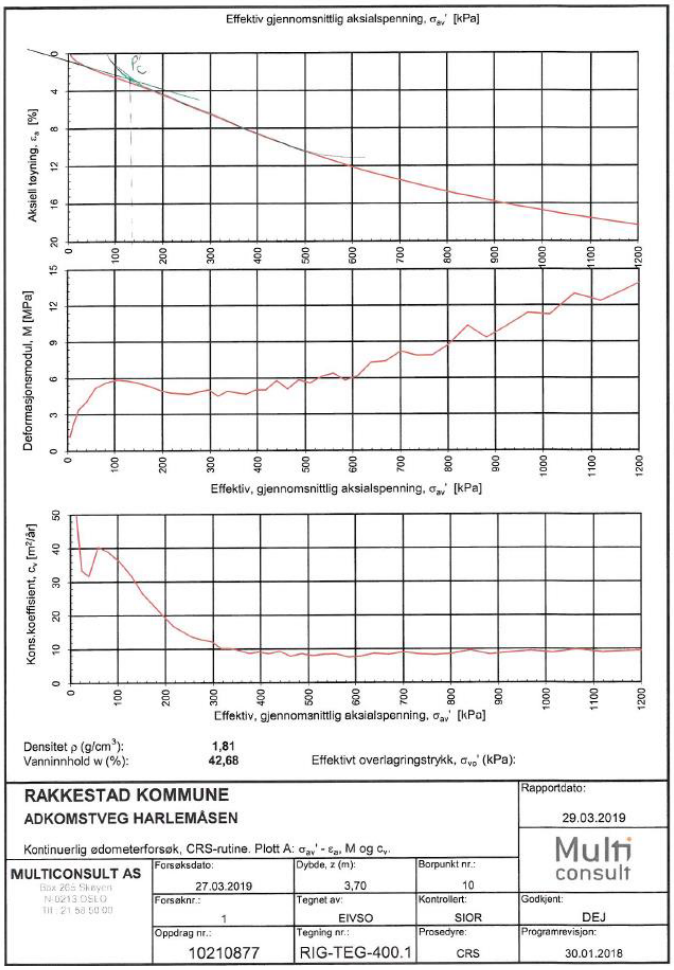
Antatt maksimal last fra småhusbebyggelse er på ca. 30 – 50 kPa, for småhus i 2 – 3 etasjer. I felt B3 og B5 skal bebygd areal, BYA være maks 30 %. Vi bruker snittlast på 15 kPa som anses konservativt i beregningene på det arealet som er avsatt til bolig.

5.10.2 *Grunnvannstand og poretrykk*

Det er ikke satt ned piezometer i området. Vi antar at grunnvannstanden i rundt 2 m dybde. Det kan være poreovertrykk nærmest fjell. For å være konservativ antar vi i beregningene en poreovertrykk ved fjell på ca. 30 kPa i beregnede profilene.

5.10.3 *Tolkning av konsolideringsforhold*

Ødometerforsøk utført i prøvene tatt ved borpunkt 10 var dårlig kvalitet. Forsøket ved 3,7 m dybde vises $OCR = \frac{p'_c}{\sigma'_0} = \frac{er\ rundt\ 100-110\ kPa}{(2\cdot18+1{,}7\cdot8)kPa} = 2-2{,}2$.



Figur 6: Resultater fra ødometerforsøk av prøver ved 3,7 m dybde, borpunkt 10.

5.10.4 ***Anisotropifaktorer***

Det er ikke utført aktive treaksialforsøk i oppdraget, og korrelasjonene beskrevet i NIFS rapport nr. 14/2014 [8], og vist i tabell 7, legges derfor til grunn for vurdering av anisotropifaktorer.

Gjennomsnittlig verdi av Ip er omtrent 9 %. Vi velger SuD/SuA = 0,63 og SuP/SuA = 0,35.

Tabell 7: Omforent anbefaling av anisotropifaktorer (ADP-faktorer) hentet fra NIFS rapport nr. 14/2014.

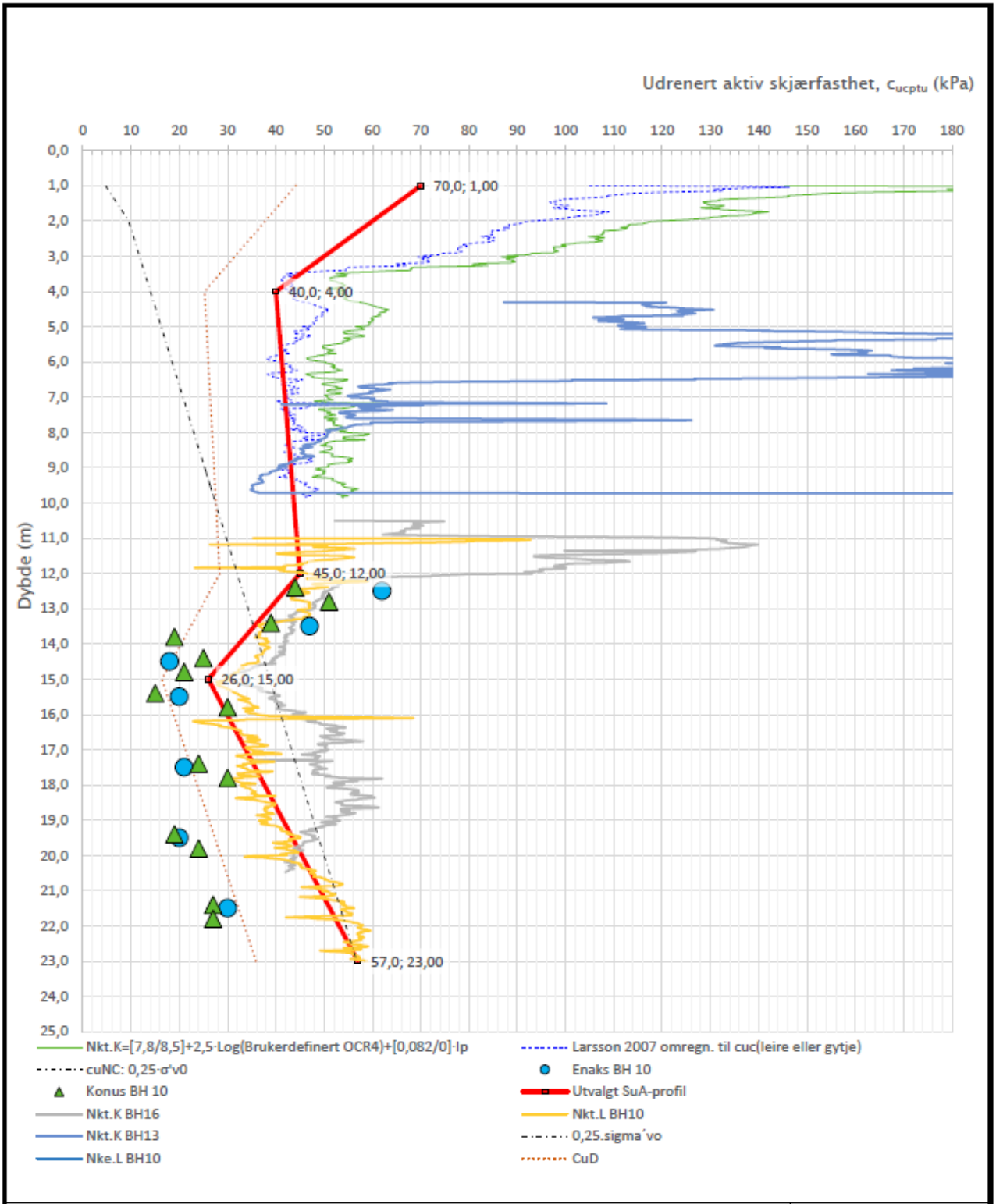
I_P	S_{UD}/ S_{UA}	S_{UP}/ S_{UA}
$I_P \leq 10\%$	0,63	0,35
$I_P > 10\%$	$0{,}63+0{,}00425*(I_P-10)$	$0{,}35+0{,}00375*(I_P-10)$

5.10.5 ***Tolkning av styrkeparametere***

For topplag med siltig tørrskorpeleire, det er usikkert om laget har egenskap som drenert eller udrenert. Derfor beregner vi med to alternativer. Om laget er drenert benyttes parametere med friksjonsvinkel φ=30 grader og kohesjon c=0 kPa. Vi forlenger Su-profil dersom laget regnes som udrenert. Beregningene viser at når vi setter laget som et drenert lag med vannfyltsprekk som mest ugunstig og dette er utført i viste beregningsprofiler.

Parametere for korttidsstabilitet – udrenert totalspenningsanalyse:
CPTu-sonderingene v/10, v/13, v/16 og v/9, samt prøveserien v/10 er brukt til å vurdere styrkeparametre i beregningen.

Figur 6 viser en sammenstilling av resultatene fra rutineundersøkelsene og CPTU-ene, referansekote er 107.



Prosjekt **Adkomstveg Harlemåsen**	Prosjektnummer: 10210877 Rapportnummer: 10210877-RIG-RAP-001			Borhull Kote +106,8 9
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer 4417
Multiconsult	Tegnet HELED	Kontrollert ESF	Godkjent DEJ	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 25,03,19	Revisjon Rev. dato 03.03.2023	RIG-TEG 500.7

Figur 9: Utvalgt aktiv SuA-profil fra tolkning av sammensatt prøveserien og CPTU-ene.

5.10.6 ***Parametere for langtidsstabilitet – drenert effektivspenningsanalyse:***

Det er ikke utført treaksialforsøk. I beregningene bruker vi erfaringstall fra Statens vegvesen håndbok, V220, se figur under som er hentet fra håndbok V220 (tabell 2-21).

I tørrskorpa med siltig leire brukes drenerte parametere med friksjonsvinkel φ=30 grader og kohesjon c=0 kPa.

Friksjonsvinkel for ikke sensitivt leirlag er valgt på 26 grader og 20 grader for sensitivt leirlag. For det faste laget nederst med sand og grus, antas å være morene, er det valgt friksjonsvinkel på 36 grader og kohesjon c=10 kPa.

Tabell 2-21 Veiledende jordparametere ved dimensjonering av landkar og støttemurer

Plassering		Materiale		Dim. tyngde-tetthet γ	Karakteristisk indre friksjonsvinkel φ		Attraksjon a
				kN/m³	grader	tan φ	kN/m²
Bak og foran landkar og støttemur	Tilførte komprimerte Masser *	Sprengstein **		19	42	0,90	0 – 10
		Grus		19	38	0,78	0
		Sand		18	36	0,73	0
	Naturlige, ikke komprimerte masser	Grus		19	35	0,70	0
		Sand		17	33	0,65	0
		Silt		18	31	0,60	0
		Leire og leirig silt	Fast ***	20	26	0,49	0
			Bløt ***	19	20	0,36	0
Under landkar-såle og støttemur	Tilførte komprimerte masser *	Sprengstein ** og ****		19	42/45	0,90/1,0	10
		Grus *****		19	38/40	0,78/0,84	10
		Sand		18	36	0,73	10
	Naturlige, ikke komprimerte masser	Grus	Fast	19	38	0,78	0–10
			Løs	18	36	0,73	0–5
		Sand	Fast	18	36	0,73	0–10
			Løs	17	33	0,65	0–5
		Silt	Fast	19	33	0,65	0–10
			Bløt	18	31	0,60	0–5
		Leire og leirig silt	Fast ***	19	26	0,49	0–20
			Bløt ***	19	20	0,36	0–5

* *Gjelder lagvis utlagte og komprimerte masser på land.*
** *Sprengstein. Gjelder også maskinkult. Høyere verdier av a vurderes avhengig av steinstørrelse og gradering.*
*** *Leire (eller leirig silt), fasthetsparametrene bestemmes på uforstyrrede prøver.*
**** *For sprengstein av god kvalitet brukt under landkaret vil den høyeste verdien kunne vurderes benyttet.*
***** *For grus av god kvalitet brukt under landkaret vil den høyeste verdien kunne vurderes benyttet.*

5.10.7 ***Sikkerhetsfaktor***

Tabell 8: Resultater fra stabilitetsberegninger

Profil I	Su	Dagens situasjon	2,77
		Etter utbygging	2,32
	aphi	Dagens situasjon	2,76
		Etter utbygging	2,67
Profil II	Su	Dagens situasjon	1,89
		Etter utbygging	1,61
	aphi	Dagens situasjon	1,86
		Etter utbygging	1,72

5.11 Konklusjon

Basert på topografien og grunnforholdene er det utført stabilitetsberegninger. Beregningene viser at stabiliteten av det bratteste området med sprøbruddsleire tilfredsstiller NVEs krav til sikkerhet.

Videre prosjektering må sikre at lokalstabiliteten er ivaretatt.

Området kan ikke bli utsatt for løsnemasser fra andre løsneområder.

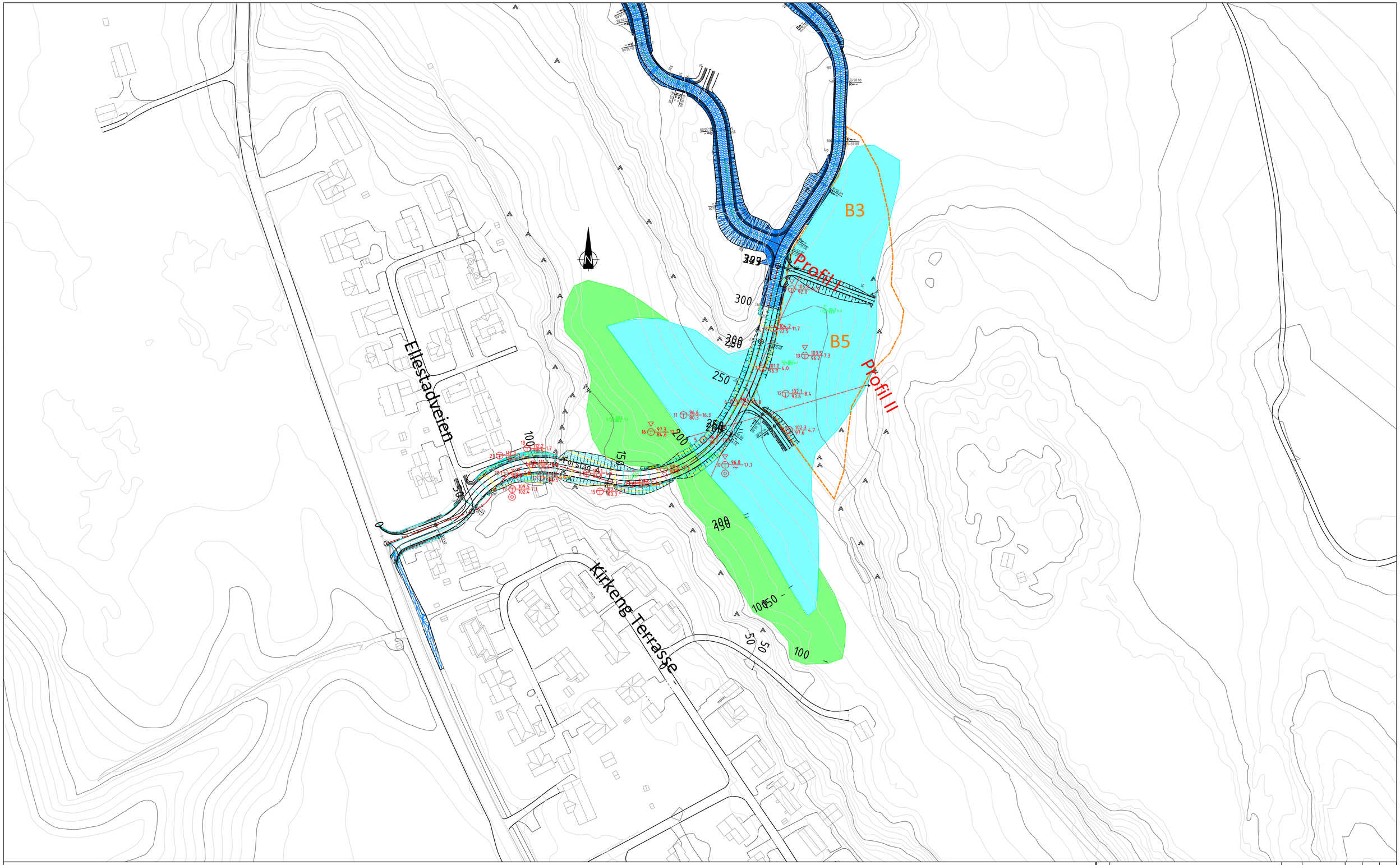
Det evaluerte området har:

Faregrad: Middels

Konsekvens: Mindre alvorlig

Risikoklasse 1

ROS-analysen må kvalitetssikres av uavhengig foretak.



SYMBOLER

- ● Dreiesondering
- ○ Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie/Skovlboring
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen

Borhull nr. Terreng (bunn) kote / Antatt fjellkote Boret dybde + (boret i fjell)

Borboknr. :

Lab.boknr. :

Kartgrunnlag :

Løsneområdet

Utløpsområdet

0 50 100m

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-			-	-	-	-

LØSNEOMRÅDET OG UTLØPSOMRÅDET

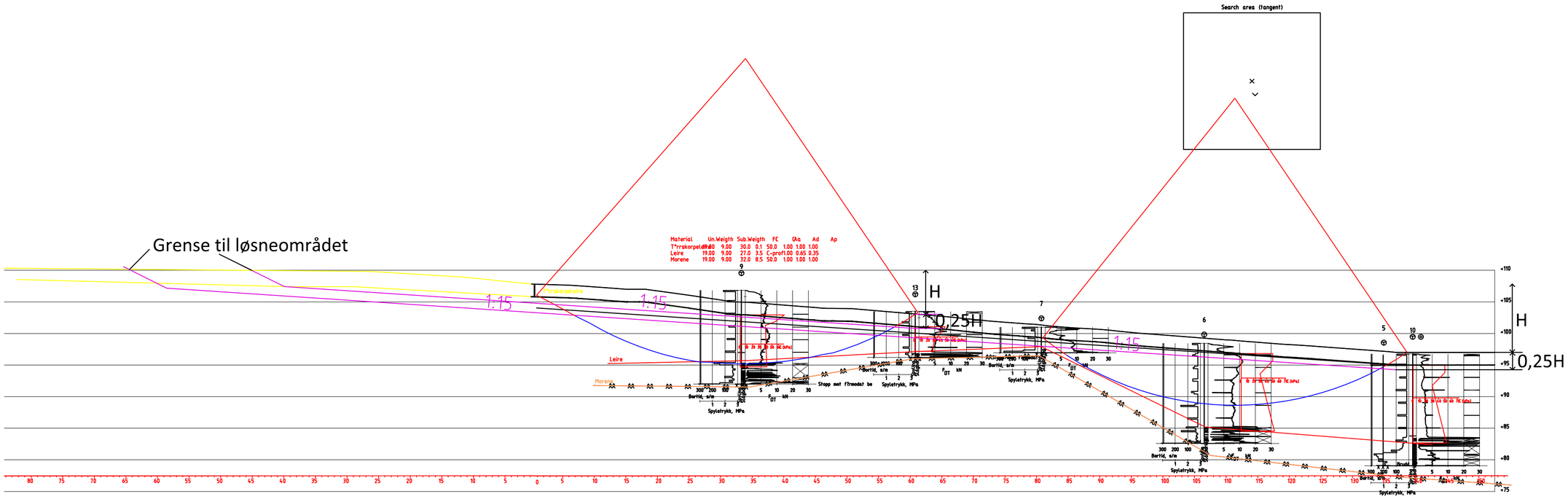
RAKKESTAD KOMMUNE
ADKOMSTVEG HARLEMÅSEN

Original format	Fag	Status	Målestokk
A1	RIG	-	1:1000

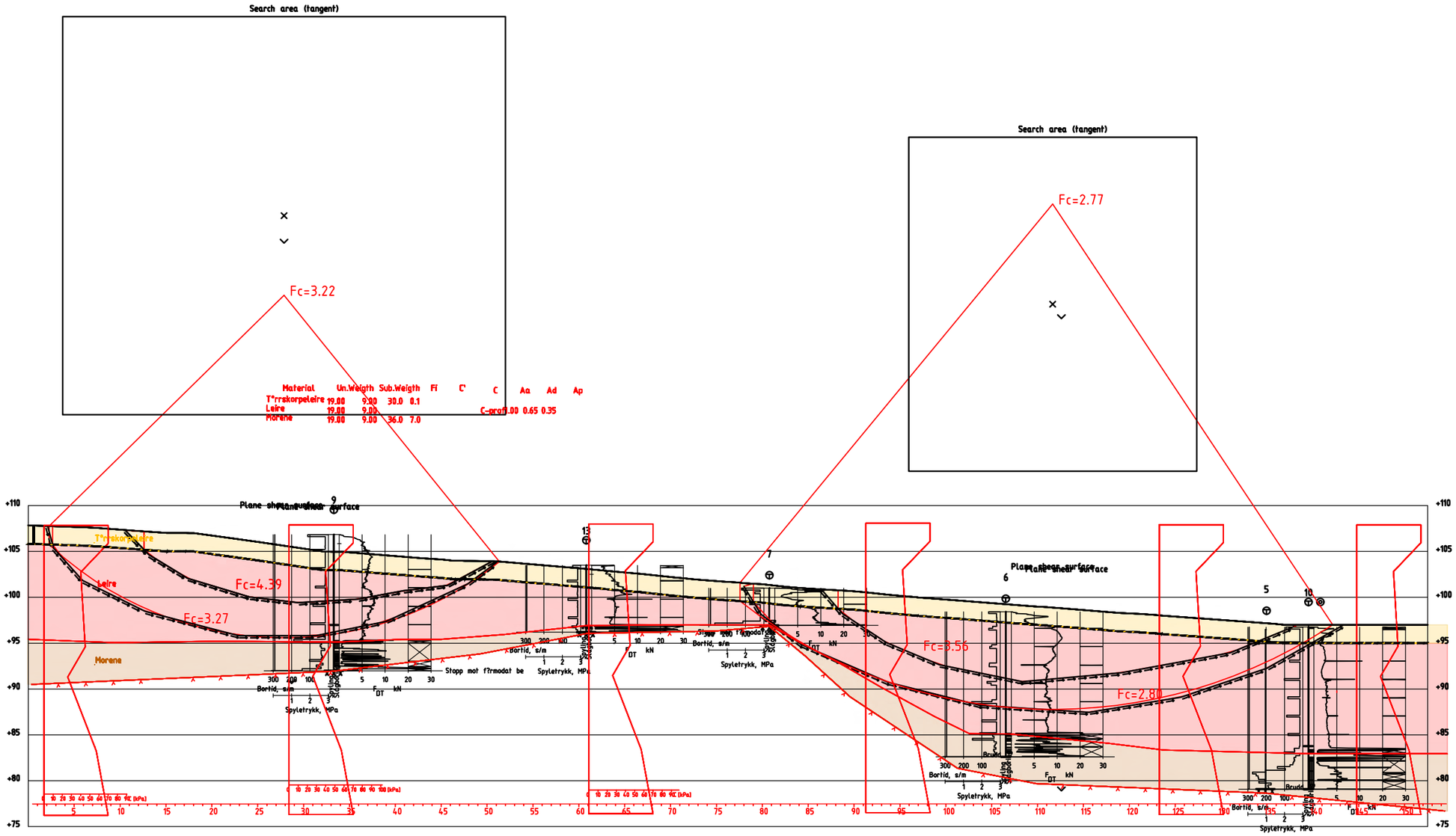
Multiconsult
www.multiconsult.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
25.06.2021	HELED	DEJ	DEJ

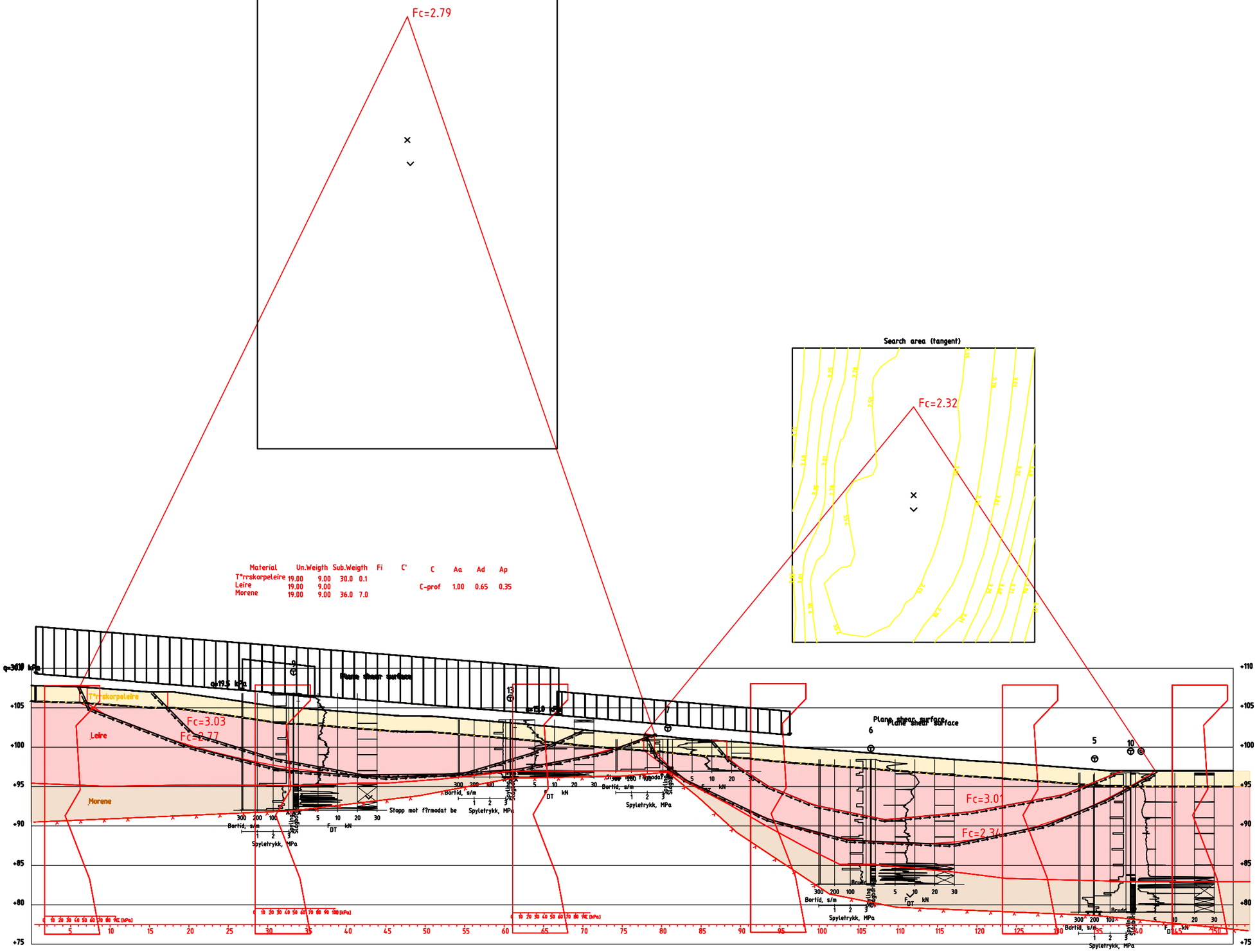
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10210877	RIG-TEG-501	00



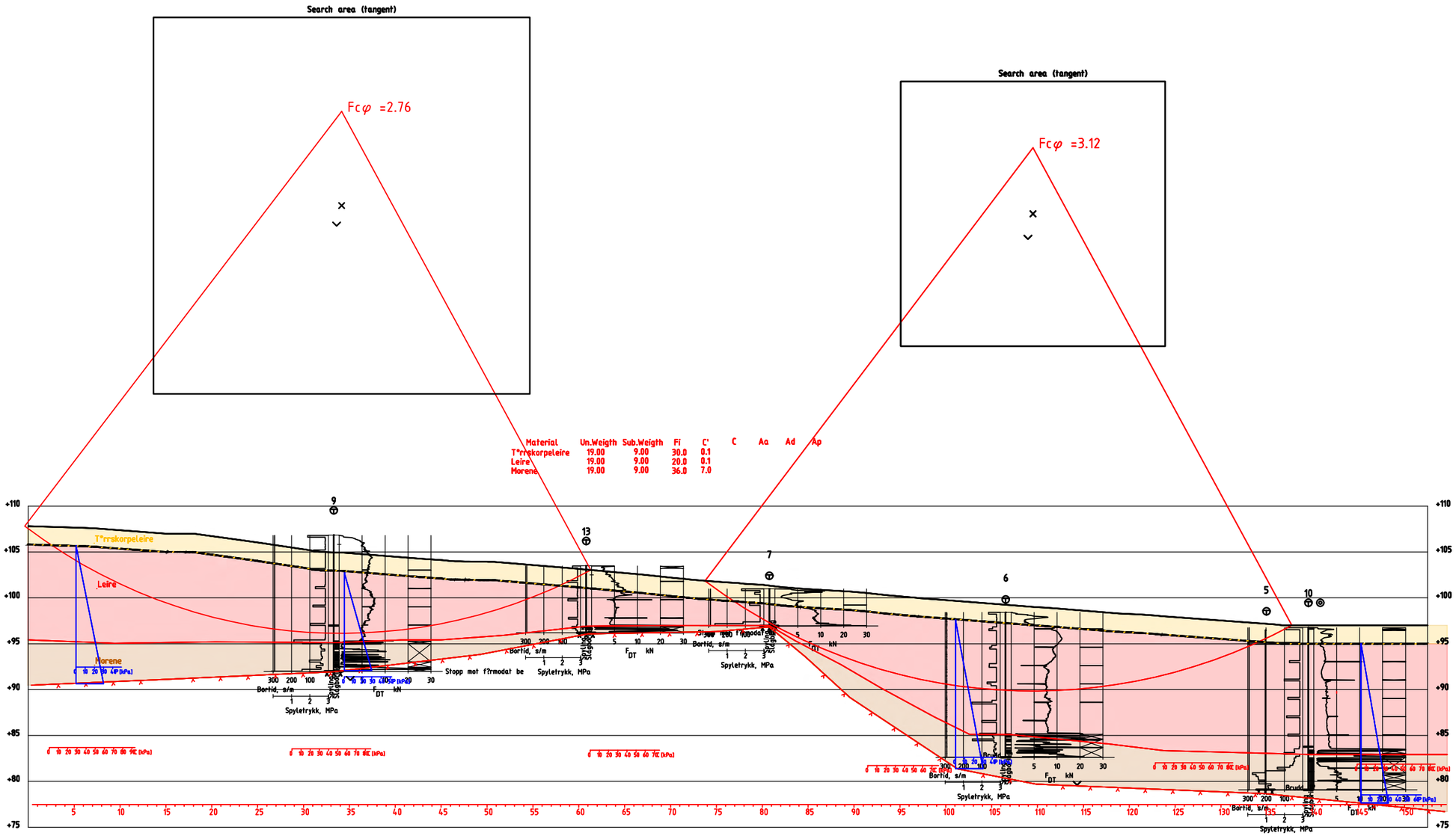
Profil I – Avgrens løsneområdet			Original format A2	Fag RIG
			Tegningens filnavn	
HARLEMÅSEN RAKKESTAD KOMMUNE			Målestokk 1:500	Multi consult
Multiconsult Storgate 35 – 1607 Fredrikstad Tlf. 69 38 39 00 - Fax: 69 38 39 99	Dato 24.06.2021	Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert DEJ	Godkjent DEJ
	Oppdrag nr. 10210877	Tegning nr. RIG-TEG-502		Rev.



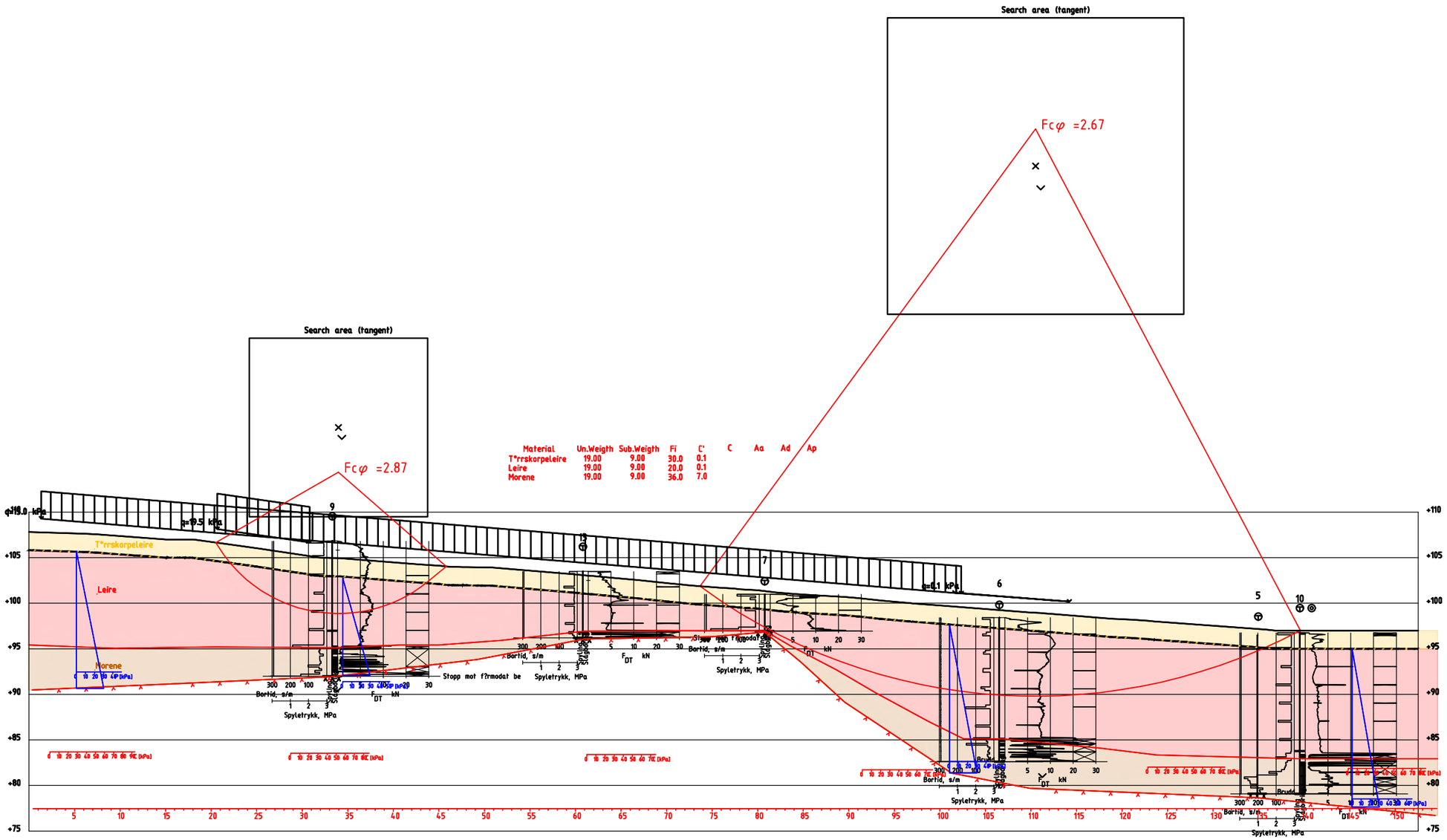
Multiconsult www.multiconsult.no	Rakkestad kommune Harlemåsen Profil I - Su analyse - Dagens situasjon	Status -	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 22.03.2023	
		Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert ESF	Godkjent DEJ	Målestokk 1:500	
		Oppdragsnr. 10210877	Tegningsnr. RIG-TEG-800		Rev. 00	



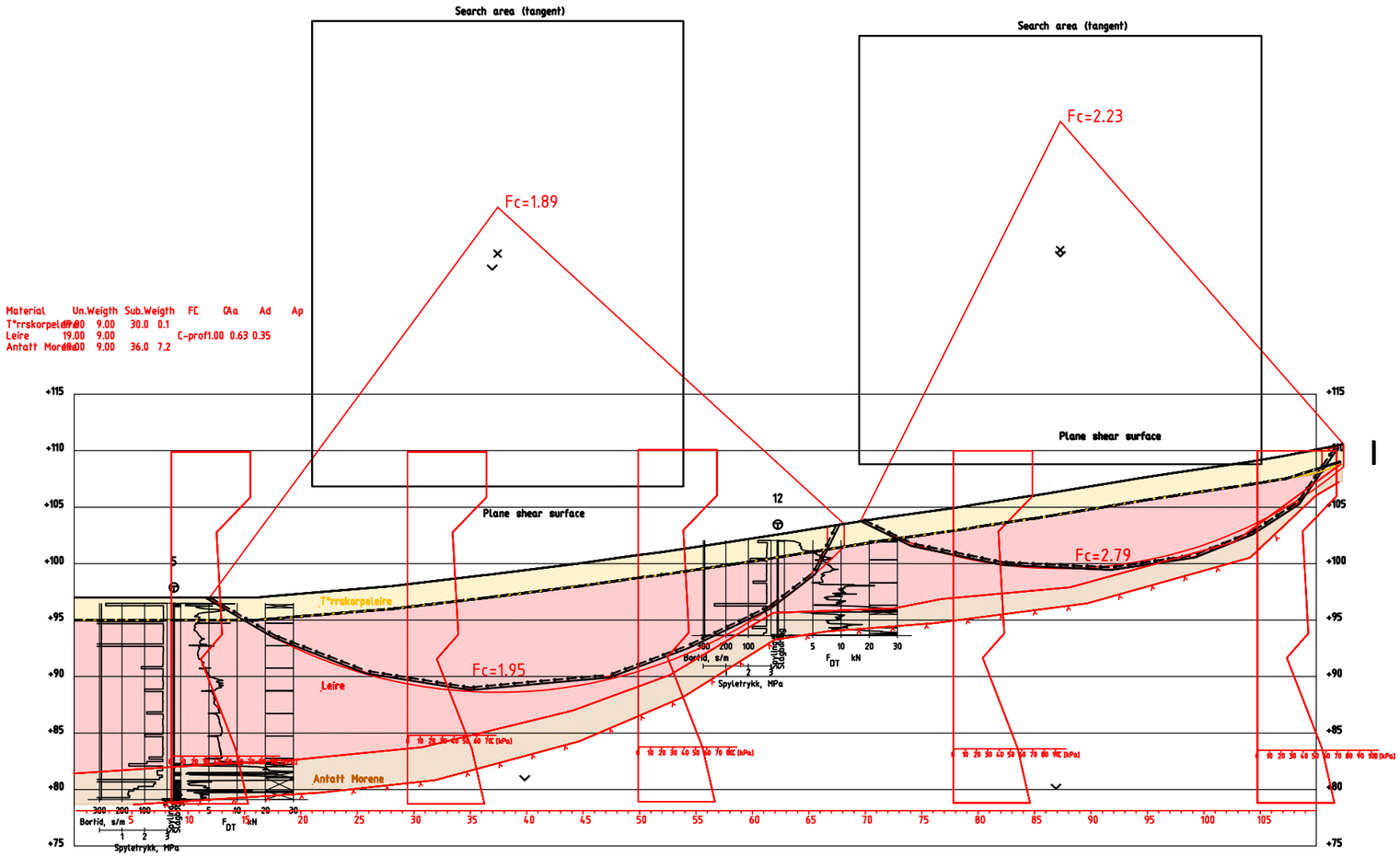
Multiconsult www.multiconsult.no	Rakkestad kommune Harlemåsen Profil I - Su analyse - Etter utbygging	Status -	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 22.03.2023
		Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert ESF	Godkjent DEJ	Målestokk 1:500
		Oppdragsnr. 10210877	Tegningsnr. RIG-TEG-801		Rev. 00



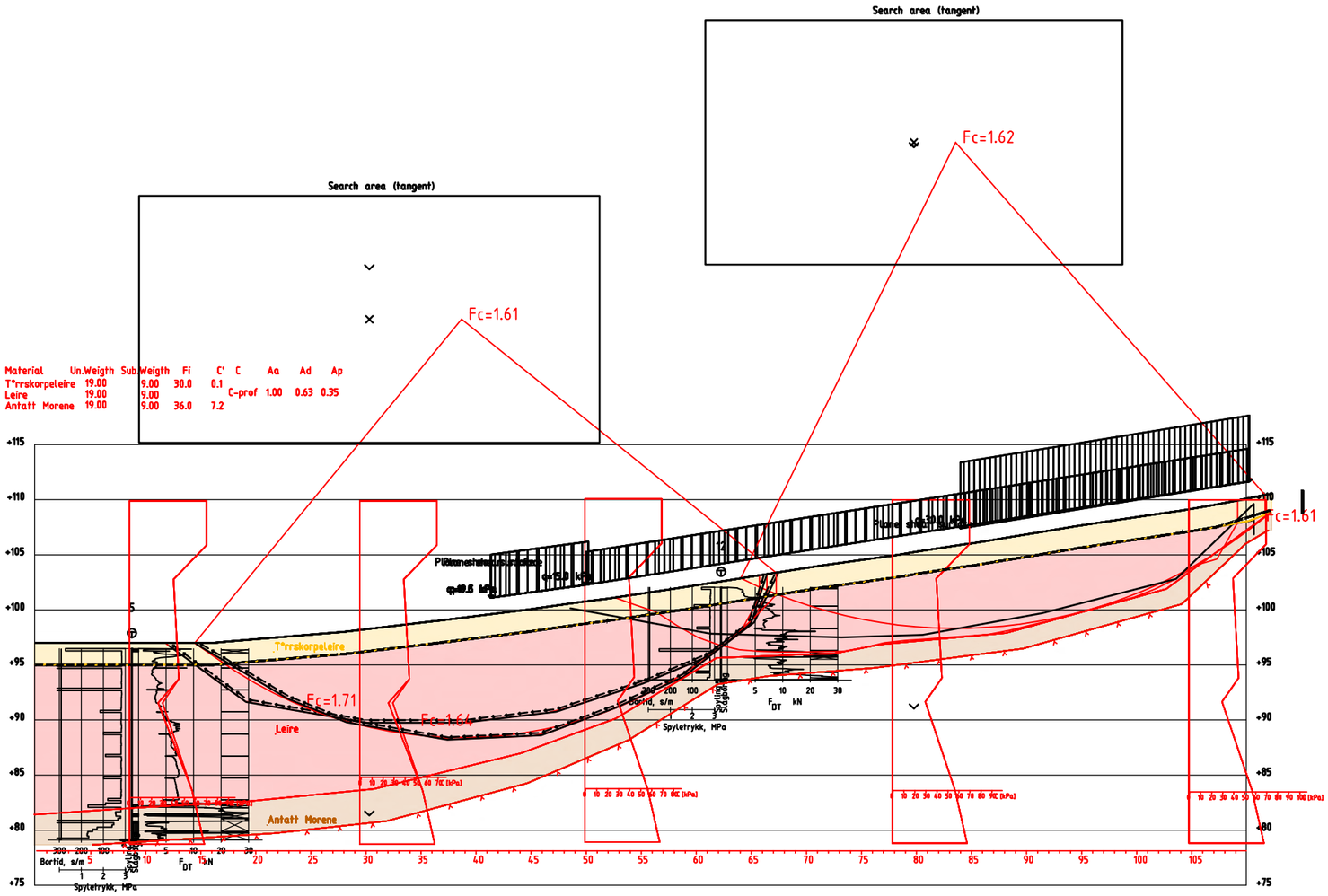
Multiconsult www.multiconsult.no	Rakkestad kommune Harlemåsen Profil I - aphi analyse - Dagens situasjon	Status -	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 22.03.2023
		Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert ESF	Godkjent DEJ	Målestokk 1:500
		Oppdragsnr. 10210877	Tegningsnr. RIG-TEG-802		Rev. 00



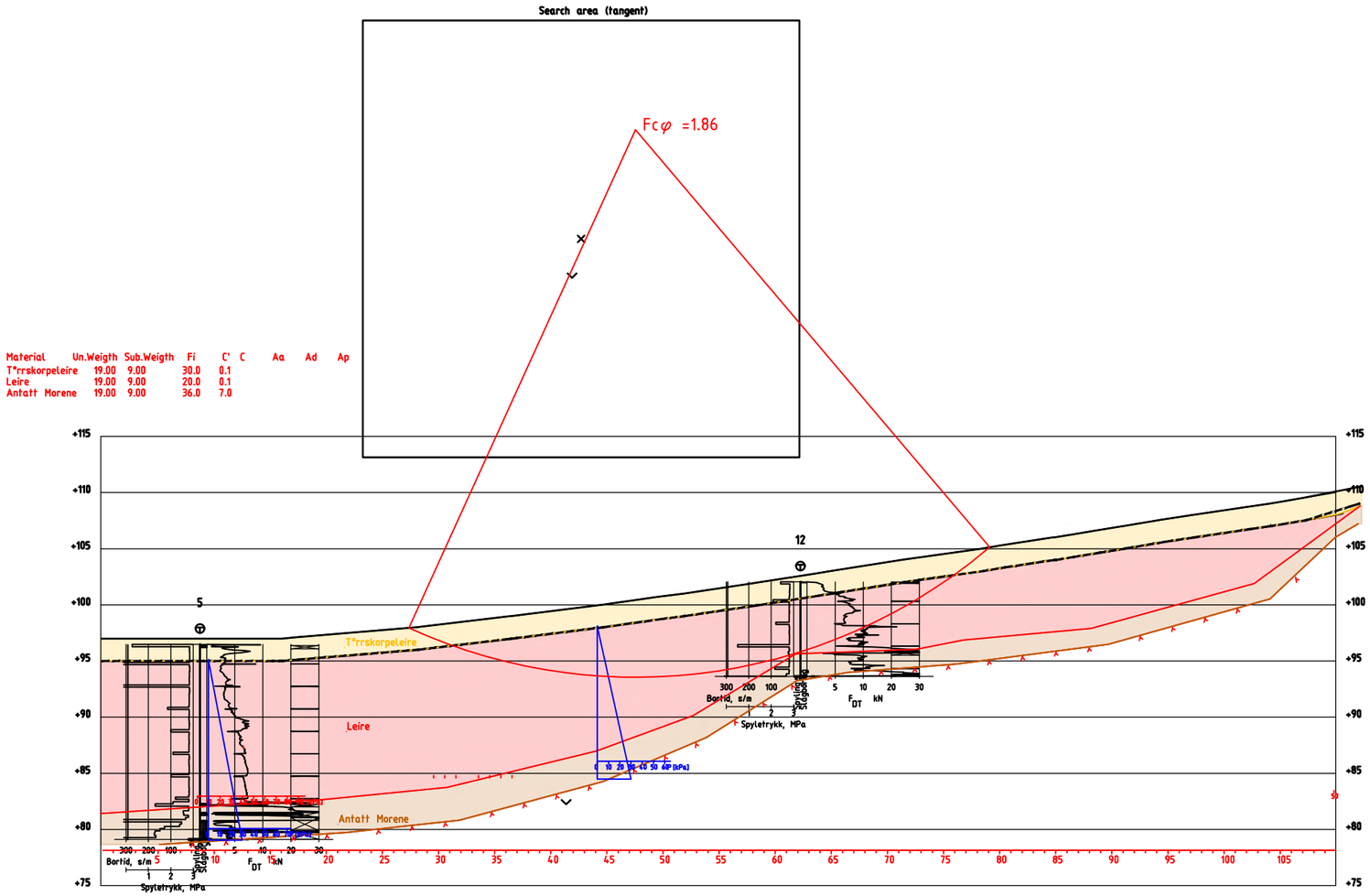
Multiconsult www.multiconsult.no	Rakkestad kommune Harlemåsen Profil I - aphi analyse - etter utbygging	Status -	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 22.03.2023
		Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert ESF	Godkjent DEJ	Målestokk 1:500
		Oppdragsnr. 10210877	Tegningsnr. RIG-TEG-803		Rev. 00



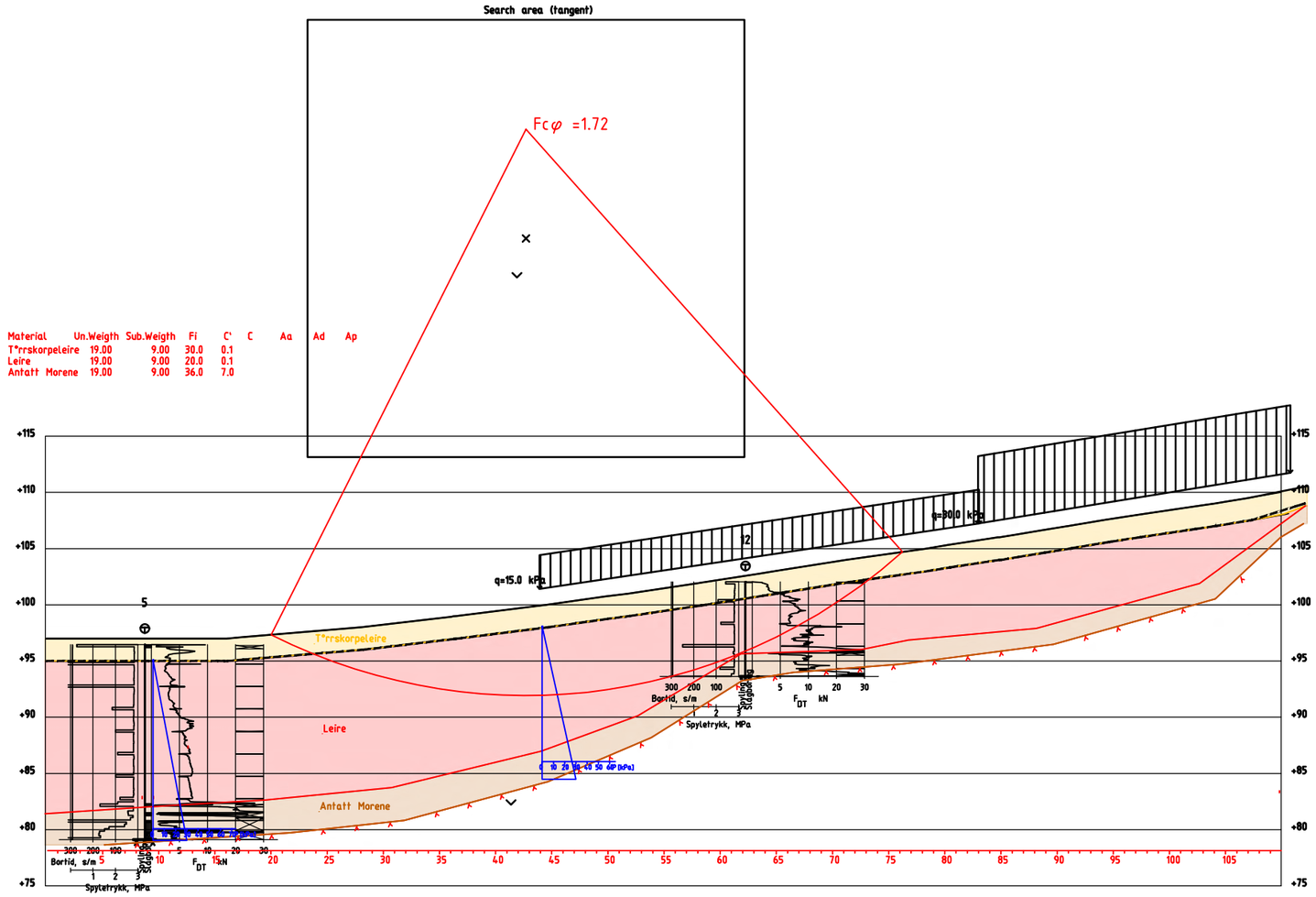
Multiconsult www.multiconsult.no	Rakkestad kommune Harlemåsen Profil II - Su analyse - Dagens situasjon	Status -	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 22.03.2023
		Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert ESF	Godkjent DEJ	Målestokk 1:500
		Oppdragsnr. 10210877	Tegningsnr. RIG-TEG-804		Rev. 00



Multiconsult www.multiconsult.no	Rakkestad kommune Harlemåsen Profil II - Su analyse - Etter utbygging	Status -	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 20.03.2023
		Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert ESF	Godkjent DEJ	Målestokk 1:500
		Oppdragsnr. 10210877	Tegningsnr. RIG-TEG-805		Rev. 00



Multiconsult www.multiconsult.no	Rakkestad kommune Harlemåsen Profil II - aphi analyse - Dagens situasjon	Status -	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 22.03.2023
		Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert ESF	Godkjent DEJ	Målestokk 1:500
		Oppdragsnr. 10210877	Tegningsnr. RIG-TEG-806		Rev. 00



Multiconsult www.multiconsult.no	Rakkestad kommune Harlemåsen Profil II - aphi analyse - Etter utbygging	Status -	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 22.03.2023	
		Konstr./Tegnet HELED	Kontrollert ESF	Godkjent DEJ	Målestokk 1:500	
		Oppdragsnr. 10210877	Tegningsnr. RIG-TEG-807		Rev. 00	