

036-21 Geoteknisk notat

Brennemoen Slitu – Vurdering av områdestabilitet



Oppdragsgiver: Askim Stenindustri AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Ragnar Kjeserud
Tiltakets adresse: Eiendom 13/1 (Gnr/Bnr), Brennemoen
Rådgiver: Hjelme AS
Saksnummer: 036-21
Dato: 13.06.2021

Hjelme AS har på oppdrag fra Askim Stenindustri AS, utført en vurdering av områdestabilitet for eiendommen 13/1 (Gnr/Bnr) på Slitu i Indre Østfold kommune i forbindelse med detaljregulering av næringstomt.

Det ble under grunnundersøkelsene påvist både kvikk- og sprøbruddeire, og faregraden er vurdert til *Lav*.

Stabilitetsberegninger viser at stabiliteten er tilfredsstillende, men geoteknisk prosjektering i byggefasen må sørge for at stabiliteten også er tilfredsstillende, både under, og etter bygging.

Tomten er klarert med hensyn til områdeskred, og TEK17 §7-3 anses som avklart.

Rev. Nr.	Dato	Bakgrunn	Utført av	KS	Godkjent av
00	13.06.2021	Første utgave	JH		JH
01	07.07.2021	Revidert etter tredjepartskontroll	JH	IHA	JH
02	08.12.2021	Revidert etter kommentarer fra NVE	JH		JH

036-21 Geoteknisk notat – Brennemoen Slitu**Innholdsfortegnelse**

1. Innledning	3
2. Topografi og grunnforhold.....	3
3. Geotekniske forhold	5
3.1 Grunnundersøkelser.....	5
3.2 Grunnforhold	5
3.3 Grunnvann	5
3.4 Geotekniske parametere.....	6
3.5 Laster	6
4. Vurdering av områdestabilitet.....	7
4.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området:	9
4.2 Avgrens områder med marin leire:	9
4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred:	10
4.4 Bestem tiltakskategori.....	10
4.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrånninger og mulig løснеområde	12
4.6 Befaring	13
4.7 Gjennomfør grunnundersøkelser	13
4.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder	14
4.9 Klassifiser faresone.....	20
4.10 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	23
4.11 Meld inn faresone og grunnundersøkelser	24
5. Kontroll	24
6. Konklusjon	25
7. Referanser.....	26

Vedlegg

Plankart detaljregulering	A.1
Stabilitetsberegninger	A.2-A.9
Tolkning av styrkeparametere CPTu	A.10-A11
Tolkning av sprøbrudd CPTu	A.12-A-13
Prøveserie fra Vegdirektoratet og Vegvesenet	A.14-A15

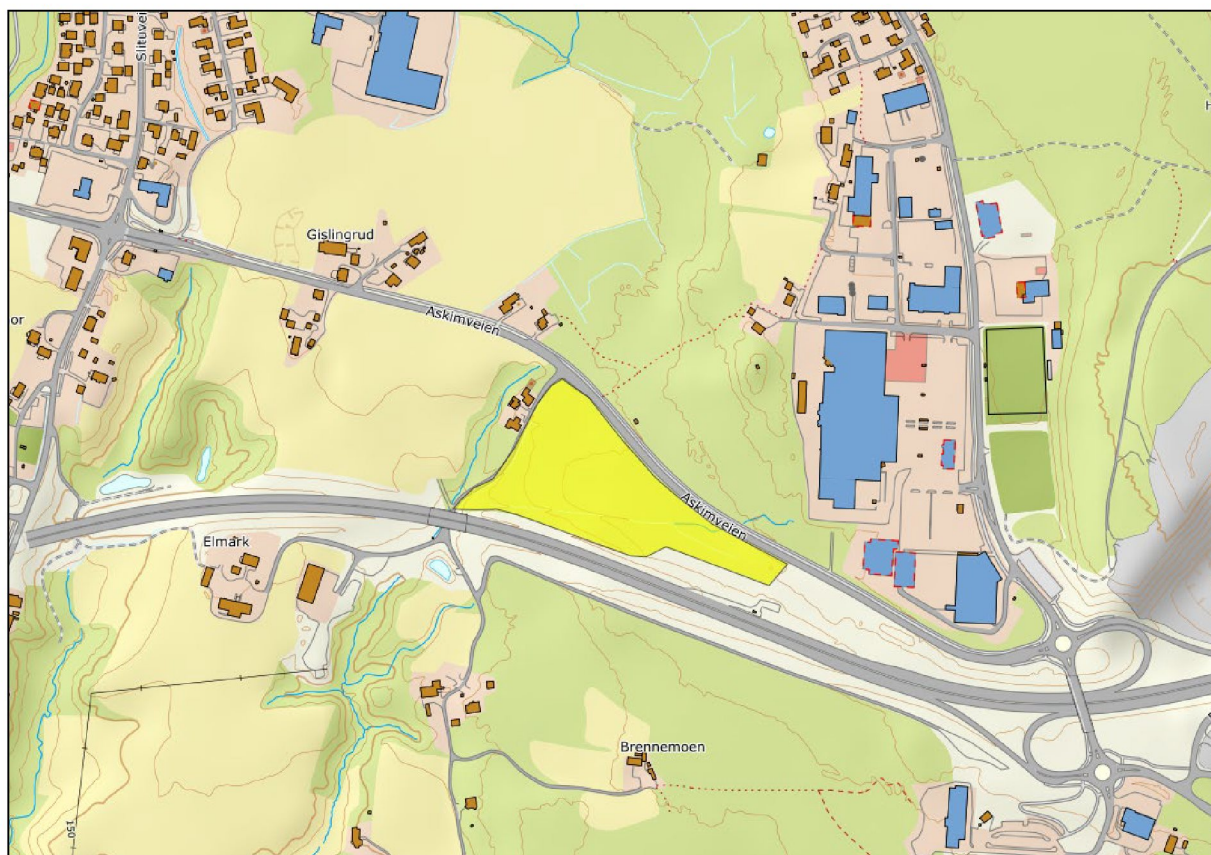
1. Innledning

Hjelme AS er engasjert av Askim Stenindustri AS for å utføre geoteknisk vurdering av områdestabilitet, i forbindelse med detaljregulering av næringstomt på Brennemoen ved Slitu i Indre Østfold kommune. Vurderingen er utført i henhold til NVE Veileder 1/2019 (1).

Det har tidligere blitt utført en innledende vurdering av områdestabilitet iht. gammel NVE Veileder 7/2014. Vurderingen ble utført i 2019 av GrunnTeknikk AS (2), og vurderingen konkluderte med at det måtte gjennomføres grunnundersøkelser.

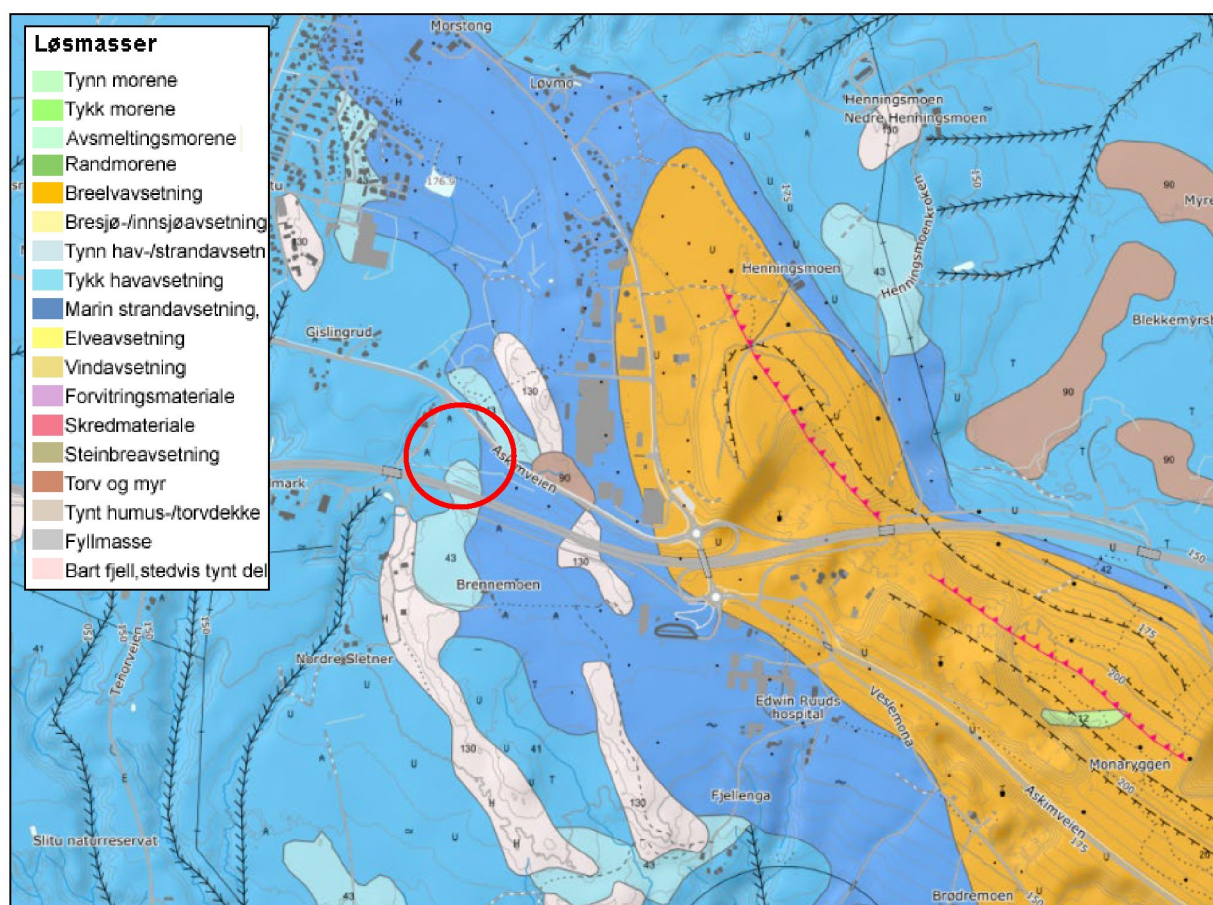
2. Topografi og grunnforhold

Eiendommen ligger mellom E18 og Askimvegen, og det har tidligere vært utført både sprengnings- og fyllingsarbeider på stedet. Det er flere fjellblotninger på østre del av eiendommen, og langs E18 og Askimvegen. Lenger øst for Slitu finner man Monaryggen, en stor morene- og breelvavsetning. Ellers er området i hovedsak preget av bolig-, industri-/næringsbebyggelse, landbruksområder og skog.



Figur 2-1. Kart over området. Aktuell eiendom er markert med gul skravur. www.norgeskart.no

Eiendommen ligger under den marine grense, som er på ca. 210 moh. i området. NGUs løsmassekart indikerer at det forventes å påtreffes tykk og tynn havavsetning og marine strandavsetninger på eiendommen.



Figur 2-2. NGUs løsmassekart. Tiltaksområdet innsirklet i rødt. www.geo.ngu.no/kart/losmasse/

Området ble i forbindelse med etablering av ny E18 endret. Eksisterende skog ble fjernet, og det ble tatt ut bergmasser til bruk i vegbyggingen. Det ble også fylt opp ca. 20.000 m³ masser, samt at bekkefar over tomten ble lagt om. Indre Østfold kommune, samt utførende entreprenør den gang, har fortalt at tykkelsen på oppfylling var i snitt ca. 2 meter, og at massene i all hovedsak bestod av leire. Leirmassene stammer fra utbyggingen av Glava sin fabrikk på Mysen.



Figur 2-3. Historiske bilder av eiendommen. Kilde www.norgeibilder.no

3. Geotekniske forhold

3.1 Grunnundersøkelser

I forbindelse med vurderingen av områdestabilitet, ble det gjennomført grunnundersøkelser på eiendommen. Resultatene fra undersøkelsen er presentert i egen datarapport (3).

3.2 Grunnforhold

Grunnforholdene er generelt varierte, med både kvikk- og sprøbruddeire, berg i dagen og fyllmasser. Det er også antatt morene i dybden i enkelte punkter. Leira klassifiseres som stedvis kvikk, ellers meget bløt til middels fast, og lite til middels sensitiv. Undersøkte borpunkter indikerte en dybde til fjell mellom 7,5 og 11 meter.

3.3 Grunnvann

Det ble installert et hydraulisk piezometer i borpunkt P3. Spissdybde er 6,5 meter under terreng, og avlesning den 04.06.21 viste en stighøyde på 2,45 meter, noe som tilsvarer en grunnvannstand på ca. 3,5 meter under terreng. Poretrykket antas hydrostatisk.

3.4 Geotekniske parametere

Geotekniske parametere er tolket fra utførte grunnundersøkelser.

Både total- og effektivspenningsparametere for leire og kvikkleire er tolket fra CPTu og rutineundersøkelser, samt erfaringstall.

Følgende effektivspenningsparametere er brukt i stabilitetsberegningene:

- Tørrskorpeleire/Fyllmasser
 - Egenvekt 19kN/m^3
 - Friksjonsvinkel 30°
 - Attraksjon 0kN/m^2
- Kvikk-/sprøbruddeleire
 - Egenvekt 20kN/m^3
 - Friksjonsvinkel 26°
 - Attraksjon 7kN/m^2
- Morene
 - Egenvekt 19kN/m^3
 - Friksjonsvinkel 34°
 - Attraksjon 10kN/m^2

Skjærfasthet fra CPTu-sonderinger er satt til å variere mellom $20\text{kN/m}^2+4\text{kN/m}^2*z$ og $40\text{kN/m}^2+3\text{kN/m}^2*z$, der z angir dybdemeter. ADP forhold er valgt til:

- Aktiv 1,0
- Direkte 0,63
- Passiv 0,35

3.5 Laster

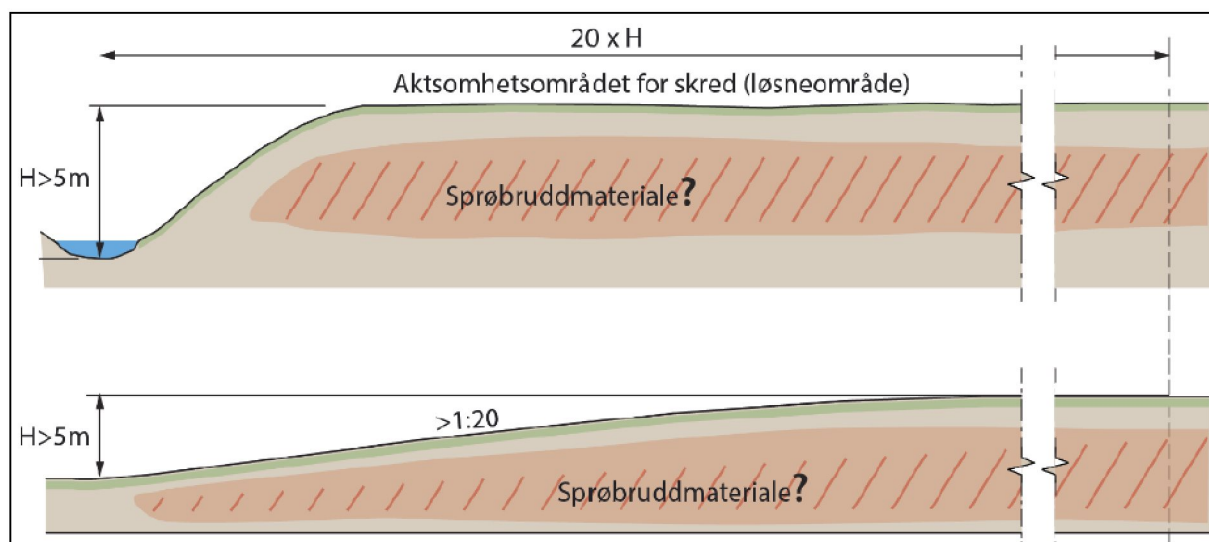
Det foreligger i skrivende stund ingen tegninger eller oversikt over type eller tenkt plassering for planlagte bygninger, og det brukes derfor kun en generell terrenglast på 30kPa i det regulerte området hvor det planlegges oppført næringsbygg. Plassering av terrenglast samsvarer med lilla skravur i Figur 4-14.

4. Vurdering av områdestabilitet

NVEs kvikkleireveileder (1), gir føringer på hvordan et tiltak kan planlegges og bygges, slik at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan ivaretas.

For at et tiltak skal være utsatt for et områdeskred, må betingelser som topografi og kvikk- eller sprøbruddeleire være til stede. Terrengekriteriet som legges til grunn for avgrensning av mulig løснеområde, er enten en total skråningshøyde over 5 meter, eller jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter.

Prosedyre nummer 1-5 er tidligere utført av Grunnteknikk AS (2), men siden arbeidet er utført etter utgått veileder, og det er enkelte endringer i matrisen mellom ny og gammel veileder, gjøres det også en gjennomgang av aktuelle punkter i dette notatet.



Figur 4-1. Aktsomhetsområde for løснеområde, hentet fra (1)

I veilederen er det laget en egen prosedyre for utredning av områdeskredfare, vist i Tabell 4-1. Videre vurdering av områdestabilitet i dette notatet, følger prosedyren gitt i kvikkleireveilederen.

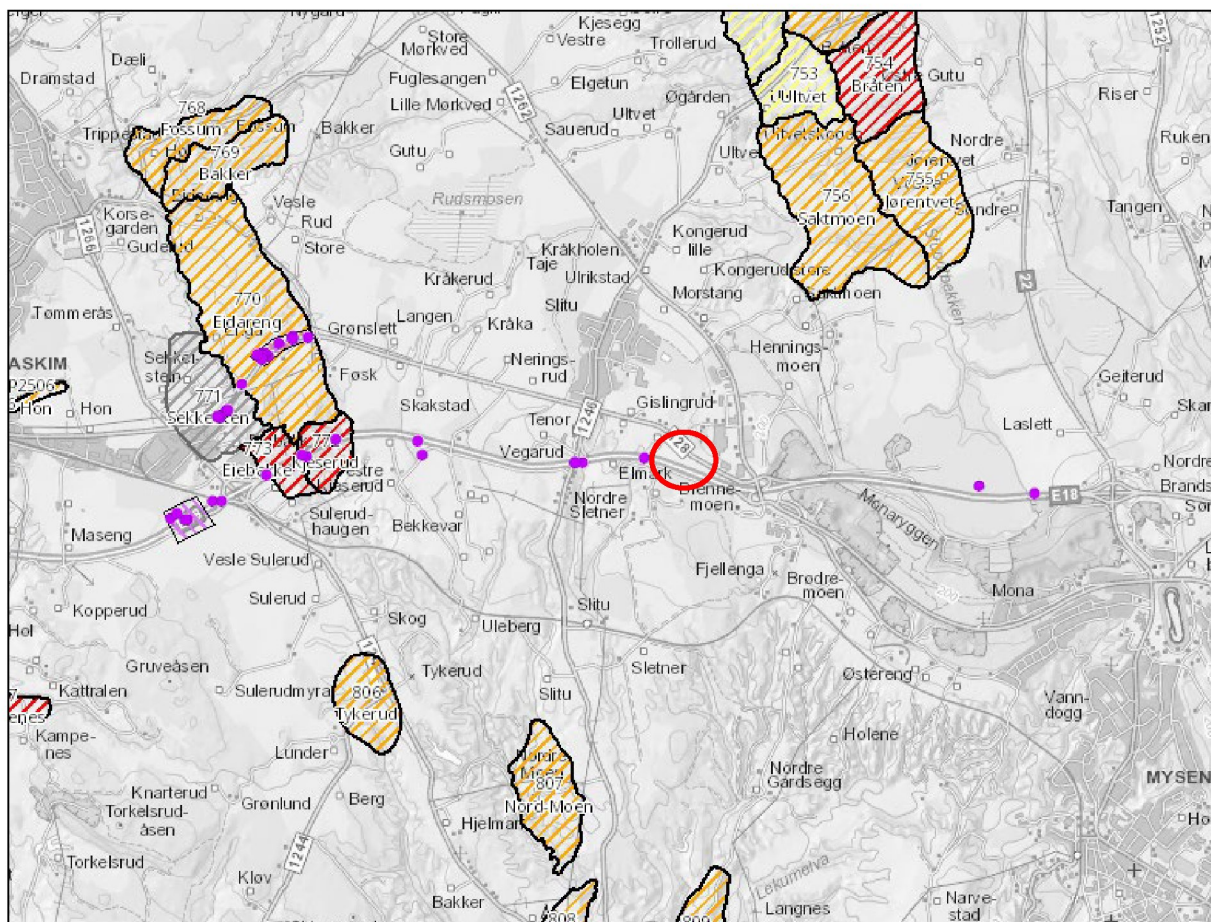
Tabell 4-1. Prosedyre for utredning av områdeskredfare iht. NVE Veileder 1/2019 (1)

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Nr.	Aktivitet	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Utført, se avsnitt 4.1
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Utført, se avsnitt 4.2
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Utført, se avsnitt 4.3
4	Bestem tiltakskategori	Utført, K4, se avsnitt 4.4
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Utført, se avsnitt 4.5
6	Befaring	Utført, se avsnitt 4.6
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Utført, se avsnitt 4.7
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Utført, se avsnitt 4.8
9	Klassifiser faresoner	Utført, se avsnitt 4.9
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Utført, se avsnitt 4.10
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Utført.

Vurderingene for hvert punkt i prosedyren, beskrives nærmere i underliggende avsnitt.

4.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området:

Det finnes flere registrerte faresoner i Indre Østfold, hvor næremeste sone 756 Saktmoen med faregrad *middels* ligger ca. 1,3km mot nord. Det er også påvist kvikk- og sprøbruddleire på eiendommen, samt nede ved Elmark og Sletner bru (lilla punkt i Figur 4-2)



Figur 4-2. Kartlagte kvikkleireområder i området rundt Brennemoen. Plassering av tiltaket er innsirklet i rødt, www.atlas.nve.no

4.2 Avgrens områder med marin leire:

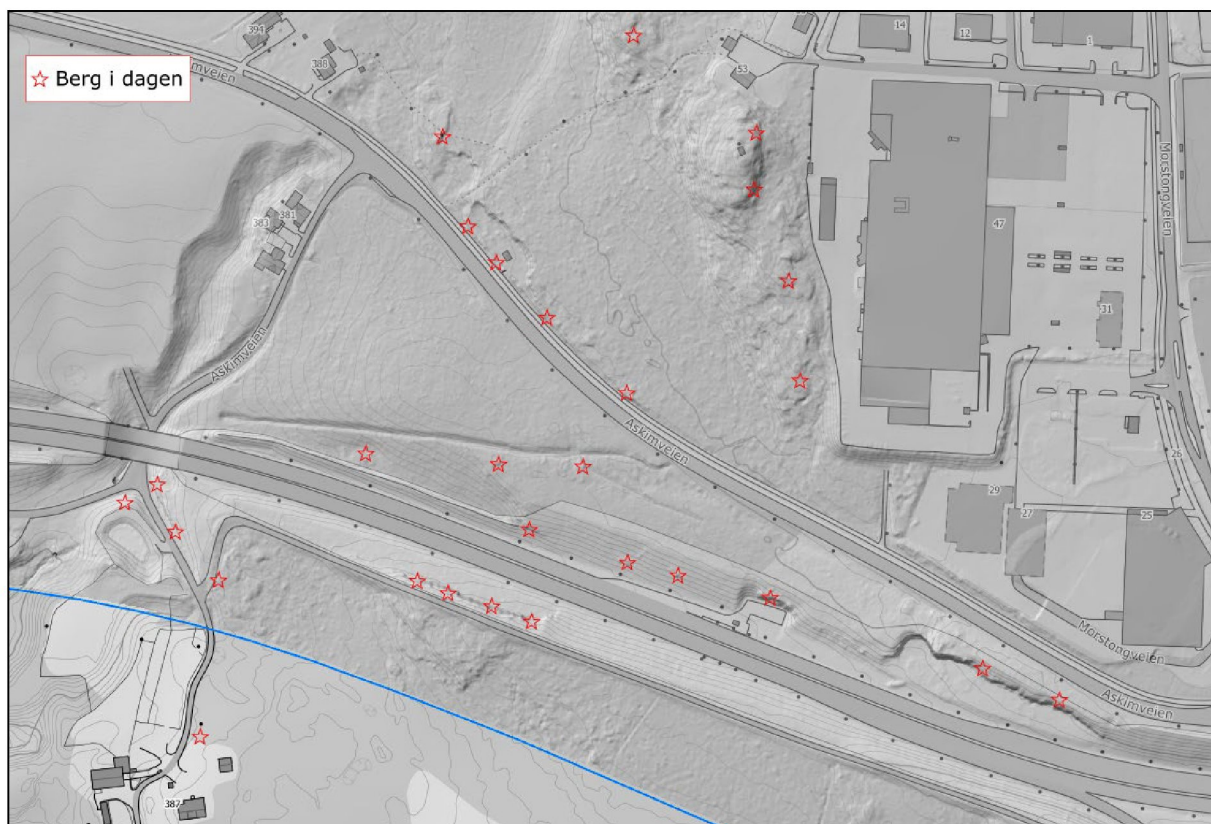
Hele området rundt Brennemoen ligger under marin grense, men det er flere bergblotninger i området. Løsmassekart og gjennomførte grunnundersøkelser, viser godt samsvar, og laborieforsøkene påviste marin leire som stedvis er kvikk.

4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred:

Hele eiendommen kan, per definisjon, være utsatt for områdeskred, med både ravnehøyde over 5 meter og skrånende terreng med fall på brattere enn 1:20. På bakgrunn av at det er en del berg i dagen, samt at grunnundersøkelser er utført, avgrenses aktuelle løsneområder mer nøyaktig i avsnitt 4.5.

For utløpsområder, vil samme topografi være definerende, men på bakgrunn av at alle høyereliggende områder er dominert av tynne løsmassedecker over berg, eller berg i dagen (Figur 4-3), anses det ikke at tiltaksområdet ligger i et utløpsområde for skred.

Videre utredning av utløpsområde fra høyereliggende terreng anses ikke nødvendig.



Figur 4-3. Punkter hvor det er påvist berg i dagen, enten ved befaring, flyfoto eller gatebilder. Bakgrunnskart www.hoydedata.no

4.4 Bestem tiltakskategori

Valg av tiltakskategori bestemmes av tabell 3.2 (1), og er vist i tabell 2 under.

Det skal detaljreguleres for nærings- og industribygg, og tiltaket faller inn under tiltakskategori K4.

Tabell 4-2. Beskrivelse av tiltakskategori, hentet fra (1)

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 trafiksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepionier, 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

Sikkerhetskravene for tiltakskategori K4 avhenger av hvorvidt tiltaket forverrer eller ikke forverrer stabiliteten. Hvis tiltaket forverrer stabiliteten, kreves det en absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40/s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

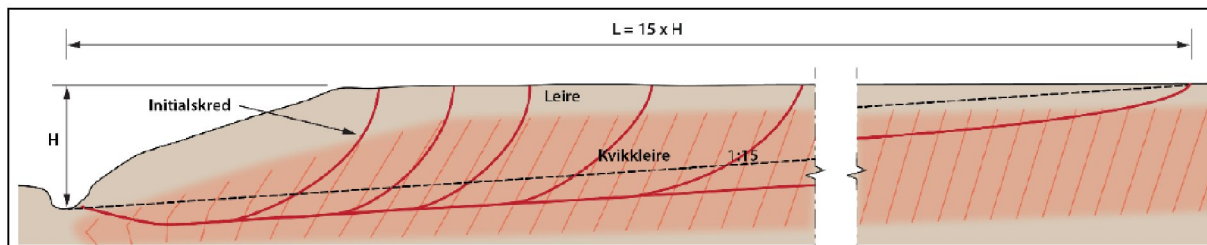
Hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten, er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis.

Tabell 4-3. Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor. (1)

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

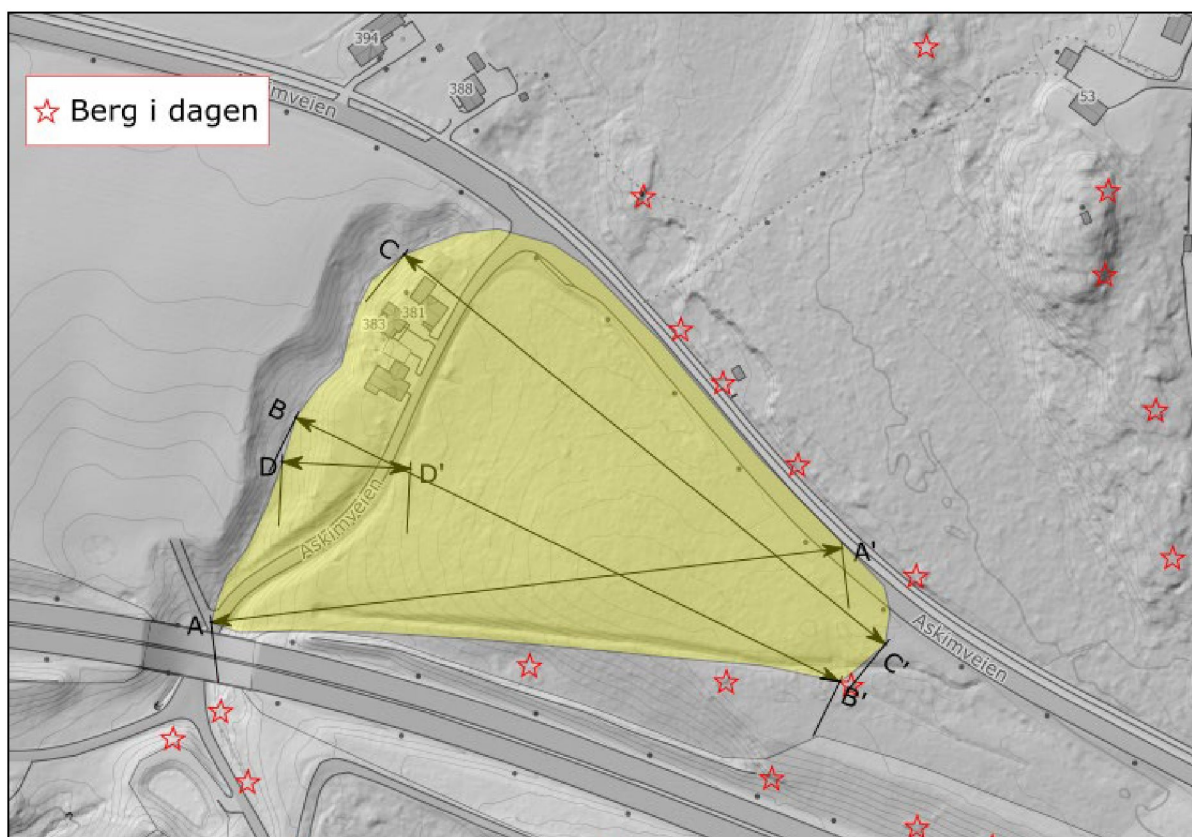
4.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

For å avgrense maksimalt løsneområde, anbefaler NVEs kvikkleireveileder å sette lengden på løsneområdet bakover i forhold til skråningsfoten $L=15 \cdot H$.



Figur 4-4 Metode for å finne maksimalt løsneområde /1/

Løsneområdet vil også påvirkes av hvor det er tynne løsmassedekker eller berg i dagen. Ut fra topografi og løsmassemekktighet er det definert tre kritiske snitt, A-A', B-B' og C-C' (Figur 4-5), som også definerer maksimal utbredelse av potensielt løsneområde. Lengde og størrelse på mulig løsneområde er begrenset av berg i dagen. I tillegg er det inkludert et snitt D-D' hvor ravineskråningen er brattest.

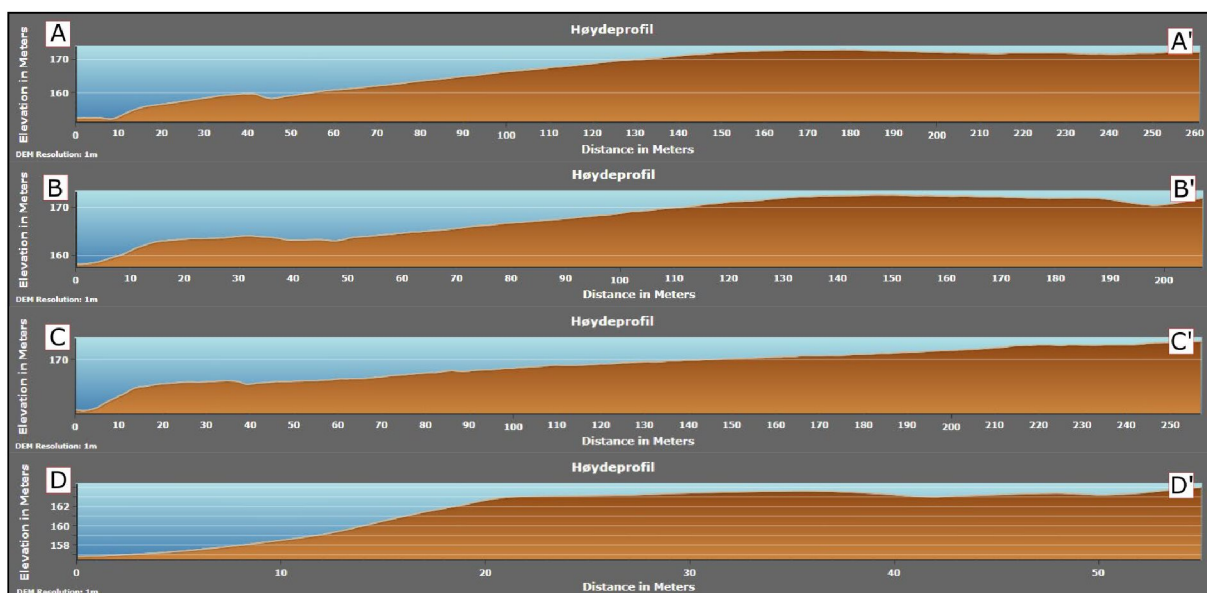


Figur 4-5. Kritiske snitt A-A', B-B' og C-C' vist sammen med funn av berg i dagen. De kritiske snittene danner grunnlag for potensielt løsneområde (gul skravur). Bakgrunnskart: www.hoydedata.no

Under, i Tabell 4-4, er mulig løснеområde for de antatte kritiske skråningene listet opp. Hele det regulerte området ligger altså i et potensielt løснеområde for retrogressive skred med start i ravinebunn. Plassering av tiltenkte næringsbygg kan sees i plankartet i vedlegg A1.

Tabell 4-4. Lengde på mulige løсне- og utløpsområder for skråninger i snitt A-A' til C-C'.

Skråning	Høyde (m)	Løснеområde/ Utløpsområde	Løsnelengde $L=15*H$ (m)	Tiltakets avstand fra skråningsfot (m)
A-A'	18,8	L	282	70
B-B'	13,7	L	205	50
C-C'	11,6	L	174	40



Figur 4-6. Opptegnede snitt A-A' til D-D. Kilde: www.hoydedata.no

Grunnet områdets topografi, vil opptegnede snitt vurderes videre.

4.6 Befaring

Det er gjennomført befaring to ganger; en i forbindelse med oppstart av prosjektet, og en i forbindelse med grunnundersøkelsene.

Befaringene avdekket fjell i dagen, både på eiendommen og rundt (vist i figur Figur 4-3), og ravinen ble gått opp for å vurdere erosjonsforholdene.

4.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser ble gjennomført og planlagt med bakgrunn i aktuelle snitt vist i Figur 4-5. Grunnundersøkelsene er rapportert i egen rapport (3).

I tillegg til grunnundersøkelsene som ble utført i denne fasen, foreligger det også to undersøkelser fra Statens vegvesen og Vegdirektoratet som er relevant for oppdraget (4) (5).

Statens vegvesen sine undersøkelser (4), ble gjennomført i forbindelse med oppføring av Sletner bru, og området i bunnen av ravinen er dermed godt kartlagt. Vegdirektoratet sine undersøkelser (5) har ett borpunkt med uforstyrret prøveserie langs Askimveien, direkte nord for ravinen. Sistnevnte undersøkelse inneholdt ikke kvikk- eller sprøbruddleire.

Prøveserier for tidligere utførte undersøkelser kan sees i vedlegg A6-A7

4.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

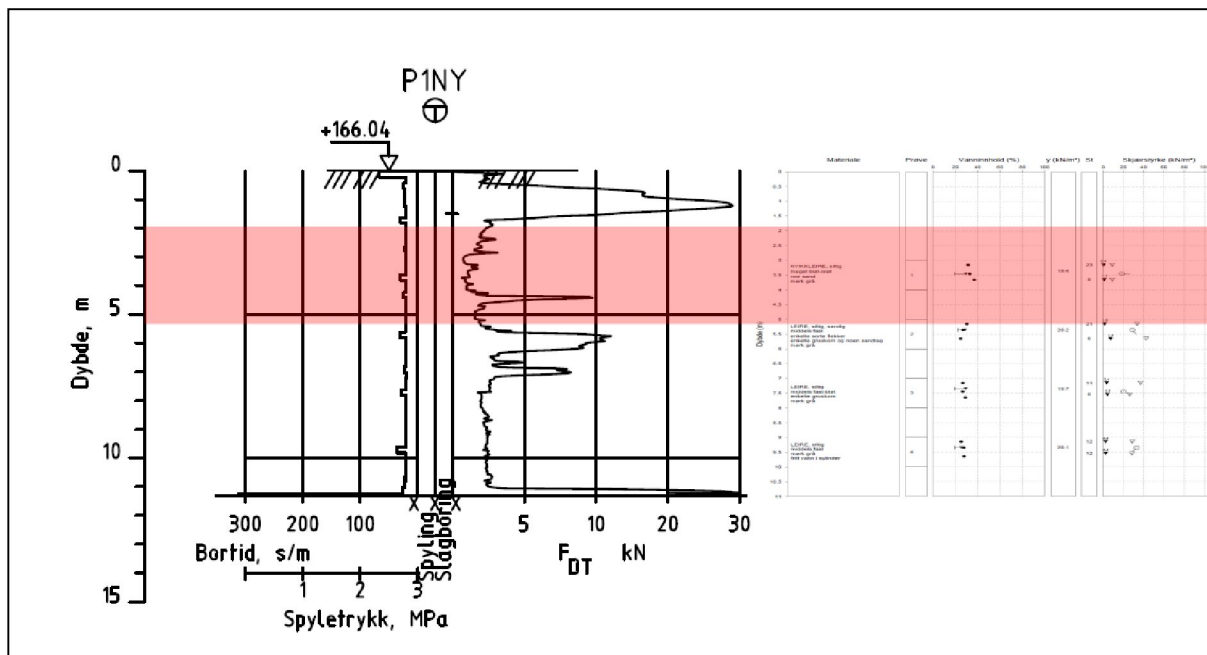
For å vurdere aktuell skredmekanisme, er flytskjema vist i Figur 4-7, brukt.

Følgende er vurdert for løsneområdet:

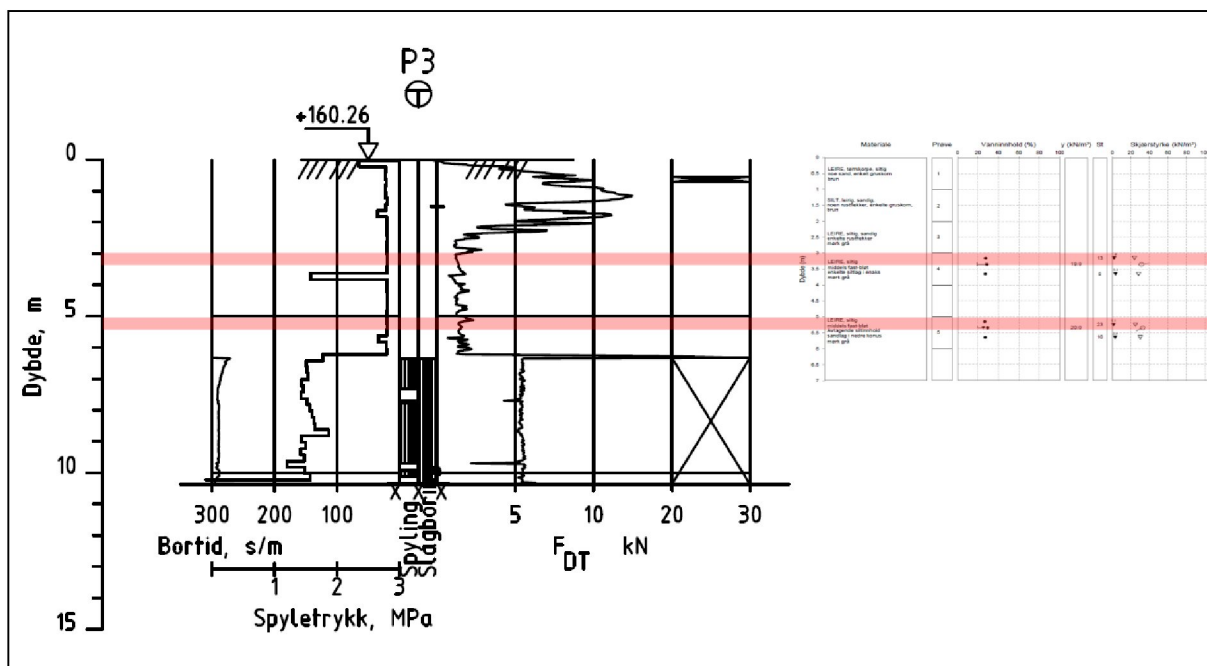
- Viser grunnundersøkelser sprøbruddsmateriale → JA
- Tilsvarer omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon → JA, i en prøve. I_L (flyteindeks) viser verdier større enn 1,2 i tre prøver.
- Andel sprøbruddsmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$ → NEI

Andel sprøbruddmateriale i prøvene er lite, hvorav kun øverste sylindere i P1 viste kvikk-/sprøbruddegenskaper, samt to av totalt fire omrørte konus i P3 (se Figur 4-7 og Figur 4-8). Resultatene fra laboratorieundersøkelsene indikerer at lagene med kvikk- eller sprøbruddleire er av begrenset mektighet. For mest kritiske glideflate i C-C' blir andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate ca. 34% (Figur 4-9). I B-B' (og D-D') ligger bergoverflaten ca. 5 meter under terreng i borpunkt P2, og med en maksimal mektighet med sprøbruddmasser på under 2 meter, vil følgelig andelen sprøbruddmateriale bli under 40%. I A-A' og borpunkt P3 har ingen av prøvene en omrørt skjærfasthet $< 1 \text{ kPa}$, men en målt flyteindeks (I_L) på 1,8 på 3,5 meters dybde. I mest kritiske glideflate ned mot ravinen, er antatt maksimal mektighet på sprøbruddmateriale over kritisk glideflate ca. 30%.

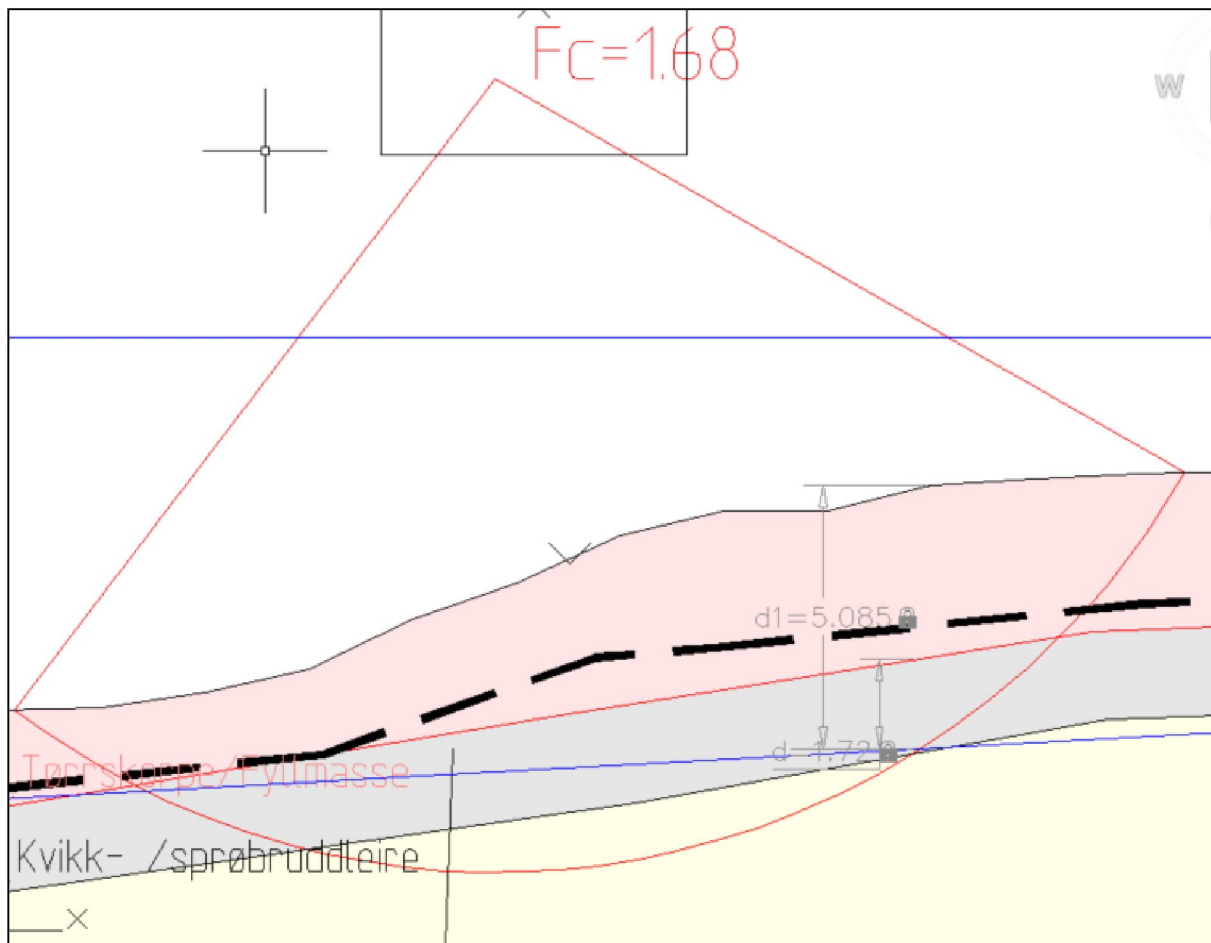
Det konkluderes med at aktuell skredmekanisme enten er rotasjonsskred eller flakskred.



Figur 4-7. Beliggenhet av kvikk- og sprøbruddleire i P1Ny.



Figur 4-8. Beliggenhet av sprøbruddleire i P3



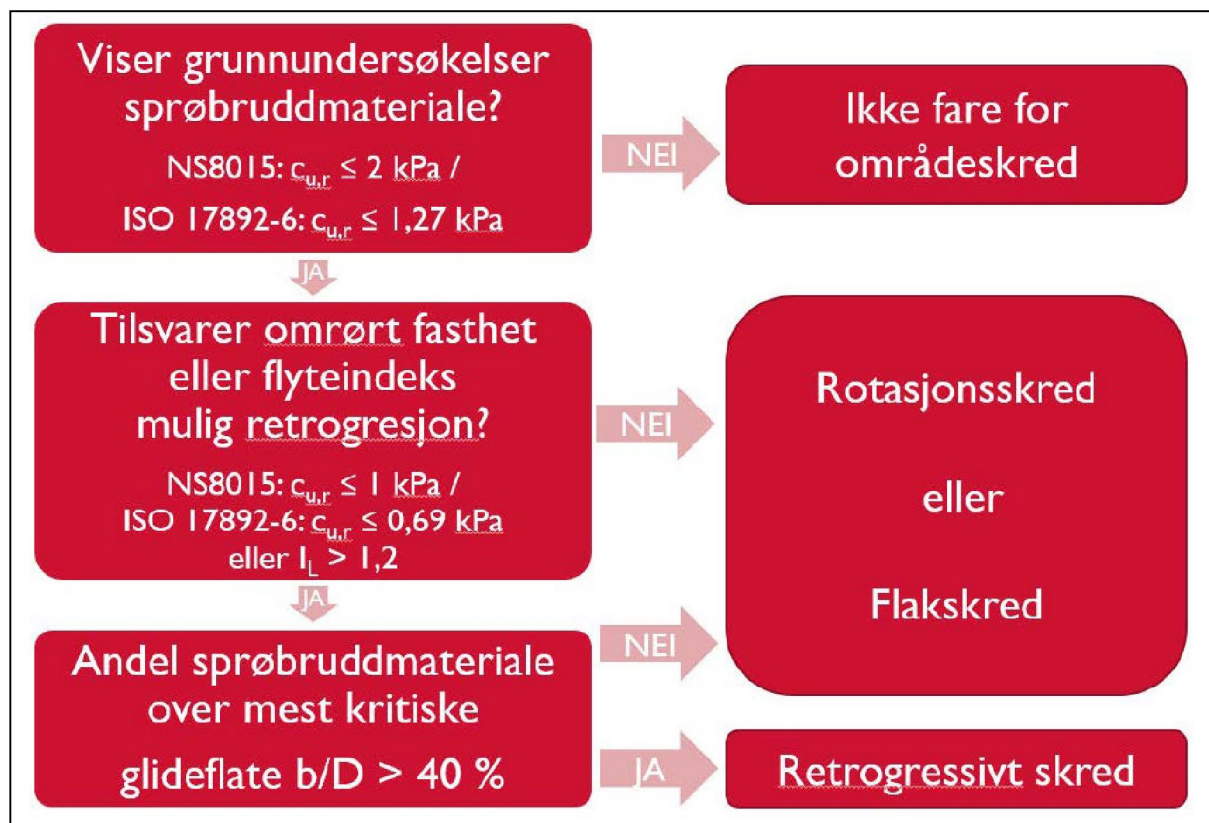
Figur 4-9. Andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate (b/D) i jevnt hellende terreng. Tegning fra snitt C-C'

Hele det regulerede området ligger innenfor 1:15-grensen for bunn av ravinen, men tolkning av totalsondering P4 viser ingen tegn på kvikk- eller sprøbruddleire. På bakgrunn av sonderingen, trekkes derfor 1:15-linjen til punktet hvor P4 er boret med 1:3 skråning opp til terreng..



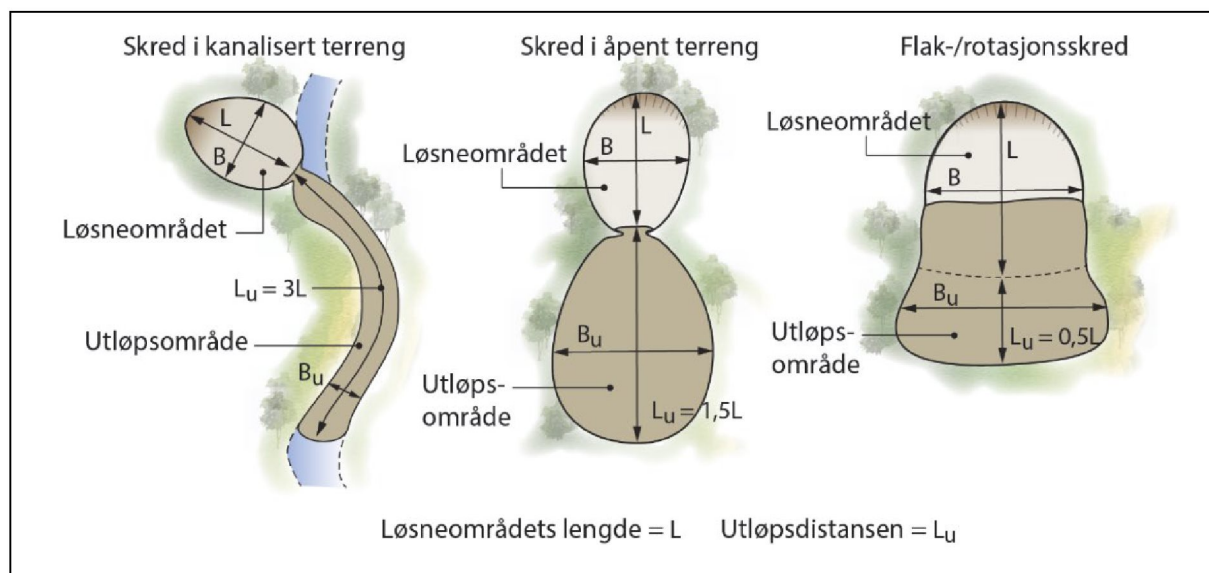
Figur 4-10. Forslag til ny faresone

I nord avgrenses faresonen av berg i dagen samt prøveserie 800 i (5).



Figur 4-11. Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, hentet fra (1).

Etttersom utløpsområdet er ravinert terreng, settes utløpslengden til $3 \cdot L$ iht. til Figur 4-9.



Figur 4-12. Sammenheng mellom løsneområdets lengde, L , og utløpsdistansen L_u . Hentet fra (1)

Løsneområdet er ca. 200 meter langt (fra sør til nord), noe som gir et potensielt utløpsområde med lengde 600 meter ($3 \cdot 200\text{m}$) mot sør. Beregnet utløpsområde er vist i Figur 4-10. Det er ikke utført masseberegning av potensielt skredvolum, så utløpslengden antas konservativt valgt.



Figur 4-13. Beregnet utløpsområde.

4.9 Klassifiser faresone

Klassifisering av faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse er gjort i henhold til (6), og poengsum for sonen er vurdert til følgende:

- Faregradscore: 15 → faregrad *Lav*.
- Konsekvensscore: 17 → konsekvens *Alvorlig*
- Risikoscore: $29 \cdot 38 = 1102$ → Risikoklasse 3

Tabell 4-5 Klassifisering av score for faregrad

Faktorer	Vekttall	Faregrad score				SUM
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	4
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0
Undertrykk, kPa:	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	0
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	0
Inngrep Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	6
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	
Sum		51	34	17	0	15
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	29 %
Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum:						
Lav faregrad = 0-17 poeng						
Middels faregrad = 18-25 poeng						
Høy faregrad = 26-51 poeng						

Følgende er vurdert for vurdering av faregrad:

- Tidligere skredaktivitet: Lav
 - Ingen større kartlagte skredgroper i umiddelbar nærhet, men løsmassekart antyder enkelte mindre skredgroper i naboravine mot vest.
 - Ingen registrerte skredhendelser i umiddelbar nærhet
- Skråningshøyde: 15-20
 - Maksimal høydeforskjell fra bunn i ravine ved Sletner bru og opp til Askimvegen er ca. 18 meter.
- Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR): 1,2-1,5
 - Det foreligger ødometerforsøk fra Sletner bru, men disse er av dårlig kvalitet, og det er vanskelig å bedømme overkonsolideringsgrad fra dem. Derfor er OCR antatt fra tidligere terrengnivå (topp ravine) og CPTu.

- Poretrykk: Hydrostatisk
 - Det foreligger ikke data fra poretrykk i forskjellige nivåer, men på bakgrunn av lav topografisk høydeforskjell og data fra piezometer, antas poretrykket høst sannsynlig hydrostatisk.
- Kvikkleiremektighet: <H/4
 - Det er kun funnet kvikkleire i en prøve, og resterende leire er ikke kvikk, men klassifiseres som sprøbruddeleire. Ut fra opptatte prøver og CPTu-sonderinger fremstår det som at sprøbruddeleiren opptrer som tynne lag. Total skråningshøyde (i faresonen) er 16 meter og ettersom kvikk/sprøbruddeleire opptrer i tynne lag/sjikt, er den totale mektigheten under 4 meter.
- Sensitivitet: <20
 - Fra laboratorieforsøk
- Erosjon: Ingen
 - Det var under befaring ingen vannføring i ravinen, og hele bunnen var dekket av vegetasjon/gress. Det var også en brønn i bunn av ravinen, og denne var tørr under befaringstidspunkt.
- Inngrep: Forverring/stor
 - Ettersom det i skrivende stund ikke er kjent hva slags bygninger eller topografiske endringer som blir på tomten, tas det kun høyde for oppfyllingen som allerede er gjort i området. Ut fra grunnundersøkelser og topografi, er det anslått til at mektigheten på oppfylling er rundt 2 meter. På grunn av manglende dokumentasjon på oppfyllingsarbeidene, kan det ikke fastslås at det er under 2 meter, og settes følgelig til «noe» forverring.

Tabell 4-6. Klassifisering av score for konsekvens

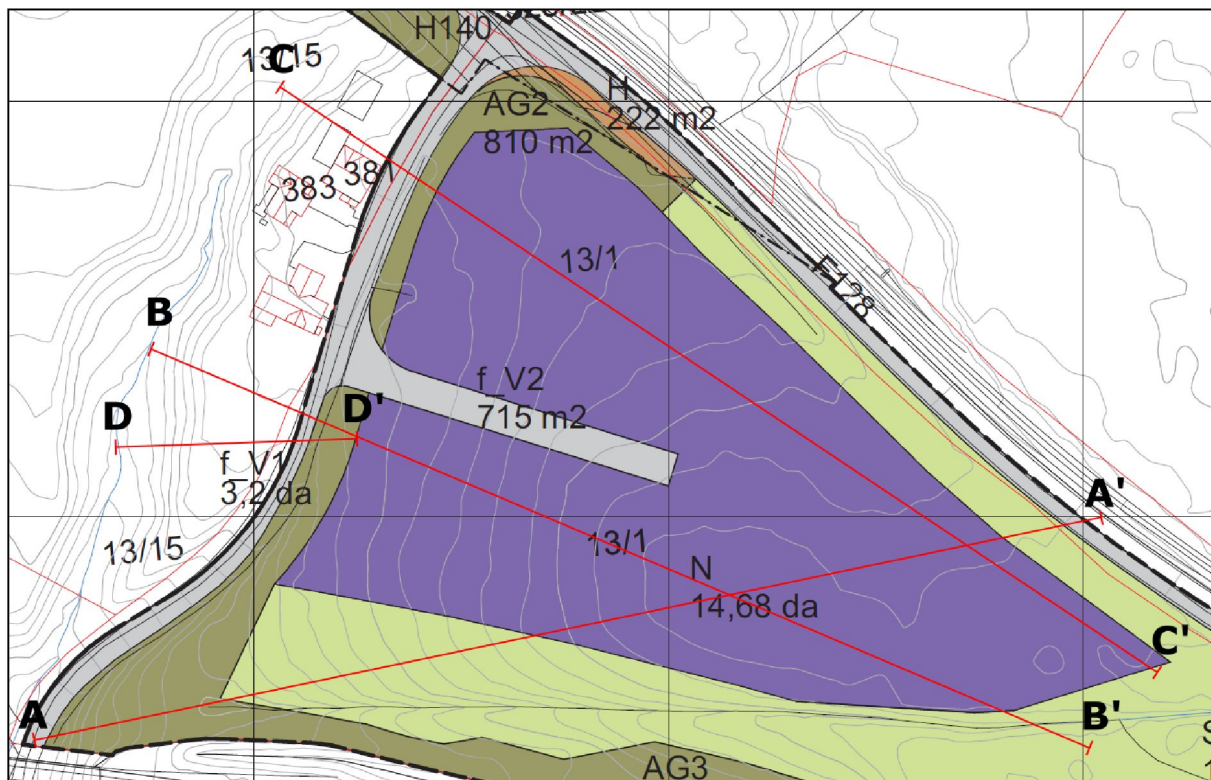
Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				SUM
		3	2	1	0	
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	4
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	6
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	1
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	6
Toglinje, bruk	2	Person- trafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0
Oppdemming og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0
Sum		45	30	15	0	17
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	38 %
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:						
Mindre alvorlig = 0-6 poeng						
Alvorlig = 7-22 poeng						
Meget alvorlig = 23-45poeng						

Følgende er vurdert for vurdering av konsekvens:

- Boligheter, antall: Det er kun to boligheter som ligger i løsneområdet, ingen i utløpssonen. Vurdert til spredt <5
- Næringsbygg, personer: Nøyaktig antall personer som skal midlertidig oppholde seg på stedet er ikke kjent, men utbygger Askim Stenindustri AS som skal disponere eiendommen har 11 ansatte. Vurdert til 10-50
- Annen bebyggelse, verdi: Lagerbygg, vurdert til begrenset
- Vej, ÅDT: Det er tre veier som kan bli berørt av en skredhendelse: E18, FV128 og avstikker fra Askimvegen. E18 har ÅDT=10000 og følgelig vurdert til >5000
- Toglinje, baneprioritet: Det er ingen jernbanelinje i hverken løsne- eller utløpsområde. Vurdert til ingen.
- Kraftnett: Det er ingen sentral-, regional- eller distribusjonsnett i hverken løsne- eller utløpsområdet. Nærmeste distribusjonett ligger like sør for Elmark gård, men avsluttes iht. NVE-atlas på topp av ravinen. Utløpssonen er ikke forventet å påvirke distribusjonsnettet. Vurdert til lokal.
- Oppdemming og flodbølge: Oppdemming og flodbølge kan bare oversvømme områder uten bebyggelse og infrastruktur. Vurdert til ingen.

4.10 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Det er beregnet stabilitet i til sammen fire snitt, hvor samtlige snitt gir beregnet sikkerhet større enn kravet på $F_{cu} > 1,4$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. I området er det både ravineskråning og jevnt hellende terreng. Hele tiltaksområdet anses å ligge i influenssonen, og det skal tas hensyn til sprøbruddeffekt der hvor tiltaket forverrer stabiliteten. Det skal ikke foretas korreksjon ved forbedret eller uendret stabilitet.



Figur 4-14. Oversikt over plassering av beregningsprofiler og regulert område. Lilla skravur reguleres for næringsbygg, mens grønne områder er skog og grøntområder.

Samtlige skjærflater som når tiltaksområdet har en $F_{cu, sprø} > 1,4$. De laveste sikkerhetsfaktorene er funnet i ravineskråningen, og har glideflater som slutter på vestsiden av Askimveien, og er således utenfor det området som skal reguleres.

Tabell 4-7. Beregnet sikkerhetsfaktor i mest kritiske snitt A-A' til D-D'

Snitt	Eff./Tot.	$F_{cu} / F_{c\phi}$	Innenfor krav
A-A'	Totalspenning	$F_{cu} = 2,31$	Ja
A-A'	Effektivspenning	$F_{c\phi} = 2,16$	Ja
B-B'	Totalspenning	$F_{cu} = 1,63$	Ja
B-B'	Effektivspenning	$F_{c\phi} = 1,53$	Ja
C-C'	Totalspenning	$F_{cu} = 1,68$	Ja
C-C'	Effektivspenning	$F_{c\phi} = 1,99$	Ja
D-D'	Totalspenning	$F_{cu} = 1,58$	Ja
D-D'	Effektivspenning	$F_{c\phi} = 1,66$	Ja

Tabell 4-8. Beregnet sikkerhetsfaktor for skråninger som påvirkes negativt av tiltaket.

Snitt	Eff./Tot.	Last	$F_{cu}/F_{c\phi}$	$F_{cu,sprø}$	Innenfor krav
A-A'	Totalspenning	30kN/m	$F_{cu}=2,31$	$F_{cu,sprø}=2,01$	Ja
B-B'	Totalspenning	30kN/m	$F_{cu}=1,65$	$F_{cu,sprø}=1,43$	Ja
C-C'	Totalspenning	30kN/m	$F_{cu}=1,75$	$F_{cu,sprø}=1,52$	Ja

Samtlige stabilitetsberegninger kan sees i vedlegg A2-A9.

I Tabell 4-9 vises beregnet sikkerhetsfaktor $F_{cu,sprø}$ (F_{cu}/f_s) for glideflater som påvirkes av prosjektet. Snitt D-D ligger utenfor regulert område.

4.11 Meld inn faresone og grunnundersøkelser

Faresone og grunnundersøkelser er meldt inn

5. Kontroll

Dette notatet skal iht. veilederen (1) kontrolleres av en uavhengig tredjepart.

Rev01: Notat er revidert etter utført tredjepartskontroll.

Rev02: Notat er revidert etter innspill fra NVE.

6. Konklusjon

Det er påvist kvikk- og sprøbruddsleire på tomten, og det er kartlagt en ny faresone. Faregraden er vurdert til *Lav*, og stabiliteten på nåværende tidspunkt er beregnet til å være tilstrekkelig i samtlige skråninger. Faren for skred er dermed ivaretatt iht. TEK17 §7-3 for nåværende situasjon og for næringsbygg som har en vekt tilsvarende eller mindre enn en last på 30kN/m².

Lokal- og områdestabilitet må ivaretas i forbindelse med geoteknisk prosjektering av planlagte næringsbygg og eventuell ny vei- og VA, men det er tatt høyde for, og kontrollert, for en terrennglast på 30kN/m² i det regulerte området hvor næringsbyggene skal stå.

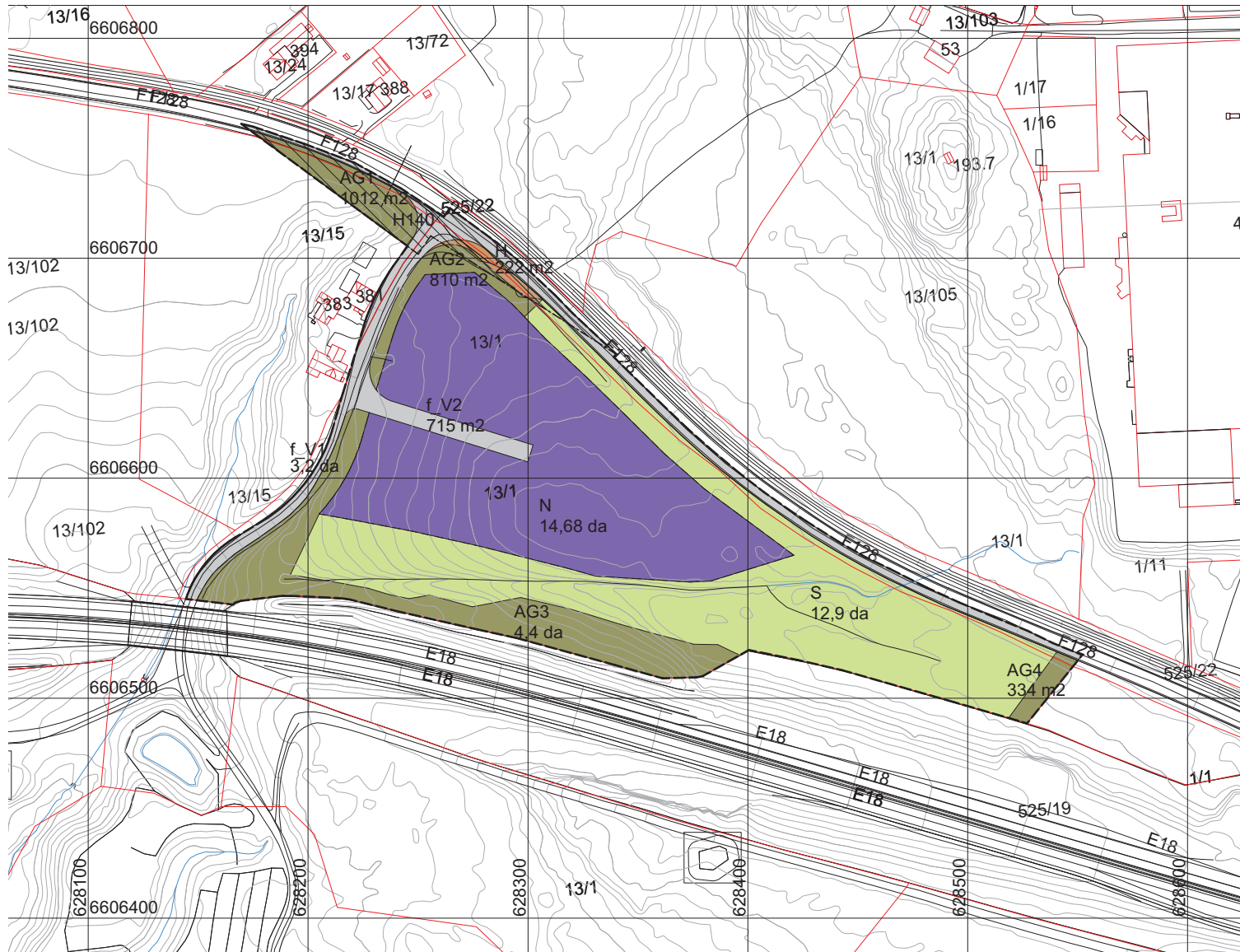
Det forventes ikke at det må prosjekteres sikringstiltak for faresonen i forbindelse med utbygging av eiendommen.

Fundamentering for næringsbygg er ikke vurdert i dette notatet, men må vurderes nærmere i prosjekteringsfasen. Det må forventes at det må utføres supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med geoteknisk prosjektering.

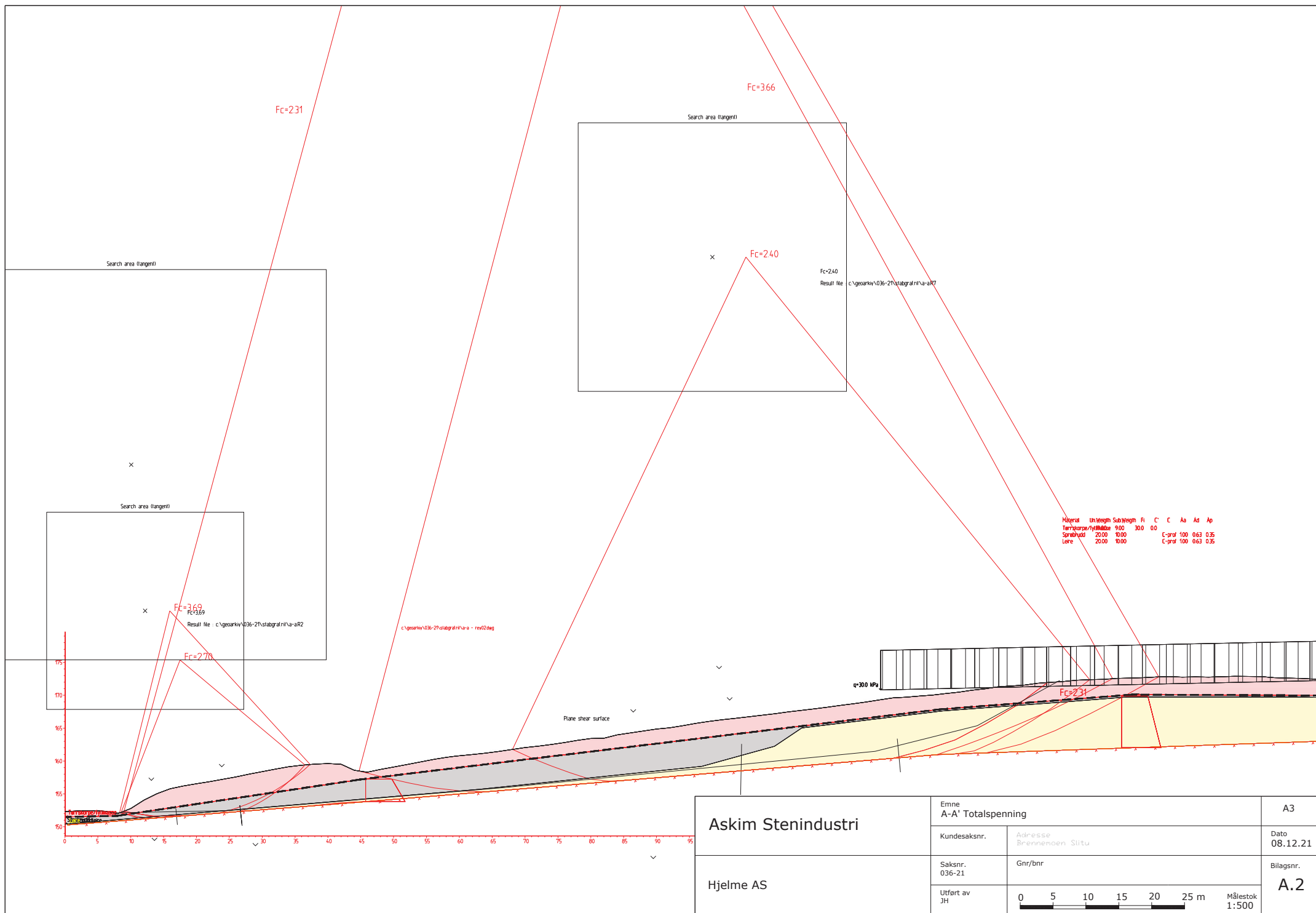
7. Referanser

1. **NVE.** *Sikkerhet mot Kvikkleireskred (NVE-Veileder 1/2019).* 2020.
2. **Grunnteknikk AS.** *113938n1 Eidsberg. Monaryggen. Brennemoen 13/1 Geoteknisk notat.* 2019.
3. **Hjelme AS.** *036-21 Geoteknisk datarapport - Brennemoen Slitu.* 2021.
4. **Statens Vegvesen.** *Bd152d nr9. Geoteknisk datarapport Sletner bru.* 2005.
5. **Vegdirektoratet.** *B-271A-2, E18 Øyerud - Mona, Orienterende grunnundersøkelser.* 1982.
6. **NGI.** *NVE Ekstern rappor nr. 9/2020.* s.l. : Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020.

Vedlegg A1

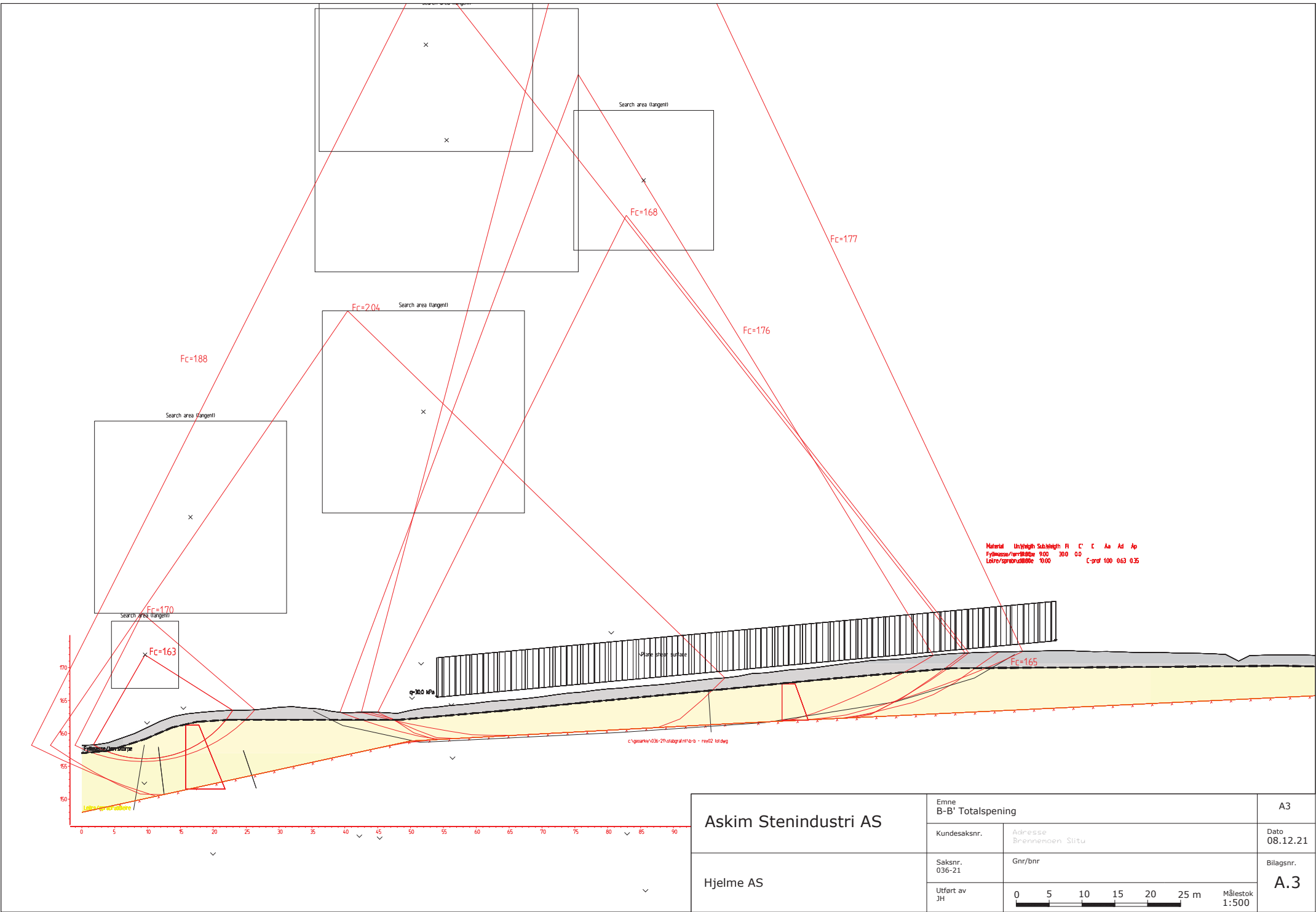


TEGNFORKLARING			
AREALFORMÅL PLS 9105 BEEYGGELSE OG ANLEGG PLS 9106 1	HEMSTYNSZONER PLS 9104 1 PLS 9115 SIRKINGS-, STØY- OG FARESONER PLS 9108		
1000 NÆRINGSBEEYGGELSE	101 FRISKILT		
SAMFERDSLELSANLEGG OG TEKNISK INFRASTRUKTUR PLS 9107 1	JURDISKE FLATER, TEKSTER, LINJER, PUNKTSYMBOLER		
E18 2010 VEG	--- PLANBEGRENSE		
AG1-4 2019 ANNEN VEGGRUNN- GRØNTOMRÅDE	--- FORMÅLSBEGRENSE		
H 2009 HOLDEPLASS	--- 1211 BYGGEGRENSE		
	--- 1302 FRISKILTLINE		
LANDBRUKS-, NATUR- OG FRILUFTSFORMÅL PLS 9102 1			
S 1112 SKOG			
ASKIM KOMMUNE	KARTOPPLØSNING		
DETALJREGULERING	KSSE BAKGRUNN: FRS-B		
BRENNEMOEN	DATO BAKGRUNN: 03.02.2018		
Plan-ID 20180007	KOORDINATSYSTEM: UTM/ETRS 1989		
VED TILNÆRMEDE REGULERINGSBESTEMMELSER	HEFTELØSNING: 1:5000		
	EGNINGSSTORLEGG: 1:1000		
	S: 1:1000		
REVISJON			
BESKRIVELSE	DATE	BESKRIVNING	SIGNATUR
SAKSBEHANDLING I FØLGE PLAN OG BYGNINGSLOVEN			
SAKSANSØKER	DATE	SAKSNUMMER	SIGNATUR
PLANOPPSTART KUNNGJORT	29.05.2018		
1. GANGS BEHANDLING I DET FASTE UTVALG FOR PLANSAKER			
OFFENTLIG ETTERSYN FRA TIL			
2. GANGS BEHANDLING I DET FASTE UTVALG FOR PLANSAKER			
KOMMUNESTYRETS VEDTAK			
PLANVEDTAK KUNNGJORT			
FORSLAGSSTILLER	UTARBEIDET AV	TEGNINGSNUMMER	TEGNINGSDATE
Anders Espeland AUC	Landbruksplanlegger: Nils Steinar MØLA	01	18.01.2019

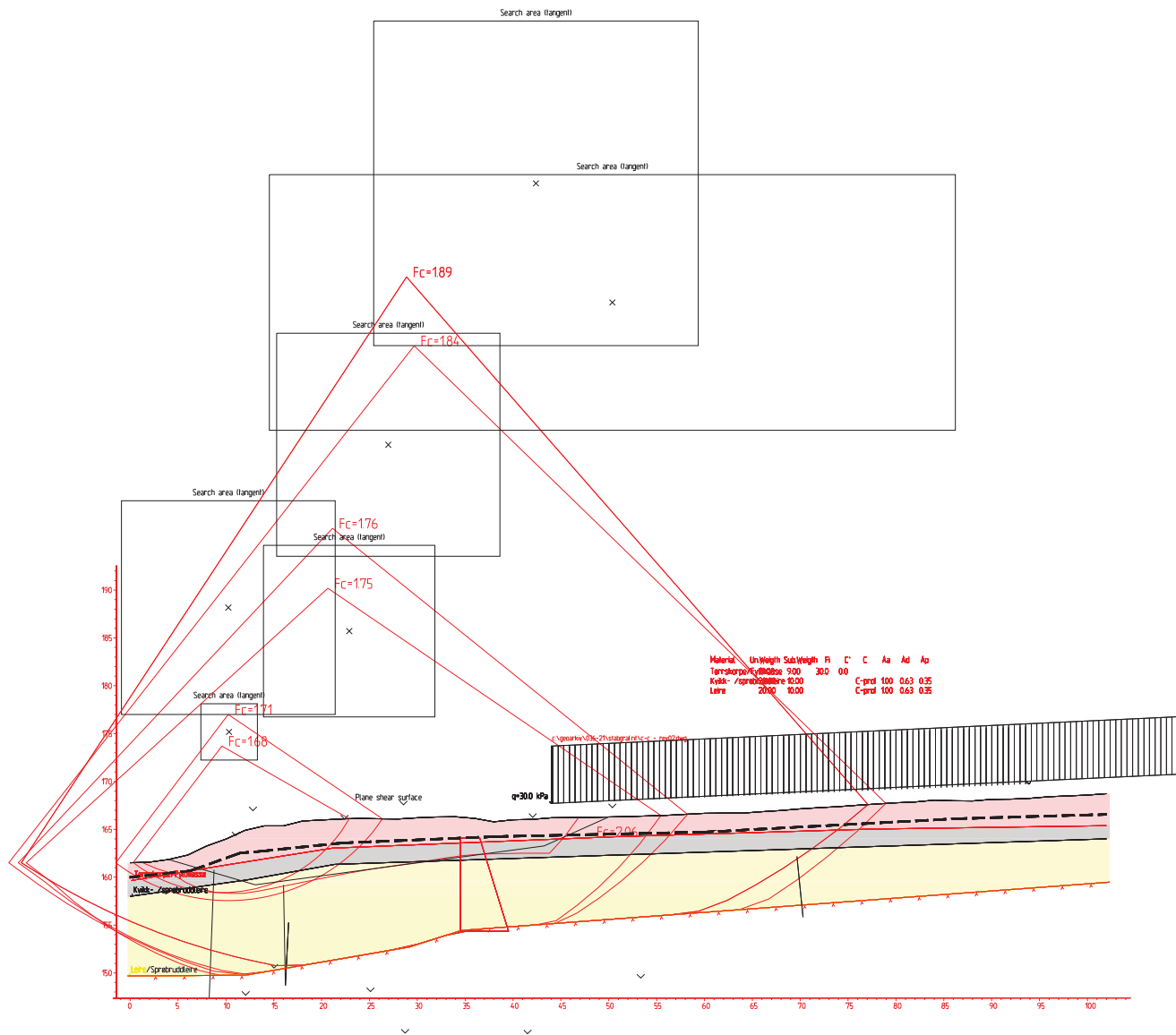


Måterial	Unif.vegt	Subst.vegt	Fi	C	C	As	Ad	Ap
Tandf.vegt	2000	1000	300	0.0				
Sandf.vegt	2000	1000		C-praf 100	0.63	0.35		
Lere	2000	1000		C-praf 100	0.63	0.35		

Askim Stenindustri	Emne A-A' Totalspenning		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Brennemoen Slitu	Dato 08.12.21
Hjelme AS	Saksnr. 036-21	Gnr/bnr	Bilagsnr. A.2
	Utført av JH	0 5 10 15 20 25 m Målestokk 1:500	



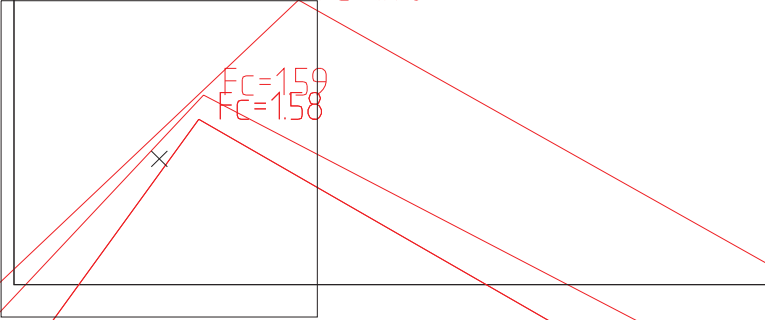
Askim Stenindustri AS	Emne B-B' Totalspening		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Brennemoen Slitu	
Hjelme AS	Saksnr. 036-21	Gnr/bnr	Dato 08.12.21
	Utført av JH	Bilagsnr. A.3	
		0 5 10 15 20 25 m	Målestokk 1:500



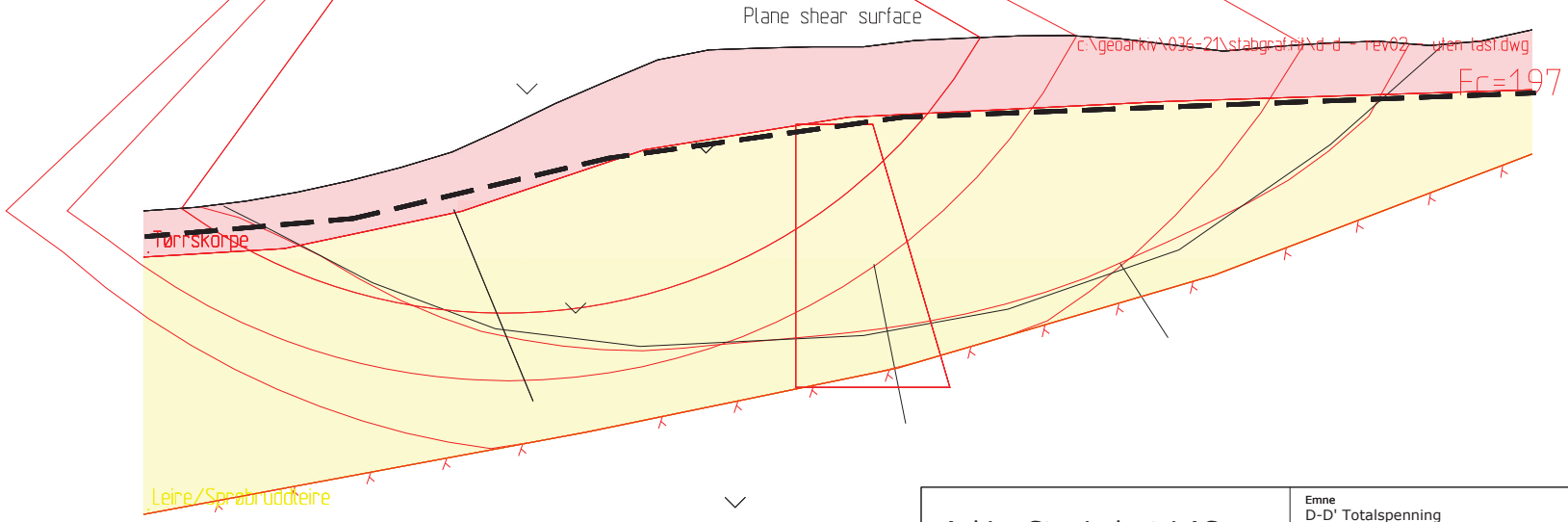
Askim Stenindustri AS	Emne C-C' Totalspenning		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Brennemoen Slitu	
Hjelme AS	Saksnr. 036-21	Gnr/bnr	Dato 08.12.21
	Utført av JH	Bilagsnr. A.4	
		0 5 10 15 20 25 m	Målestokk 1:500

185
180
175
170
165
160
155
150
145

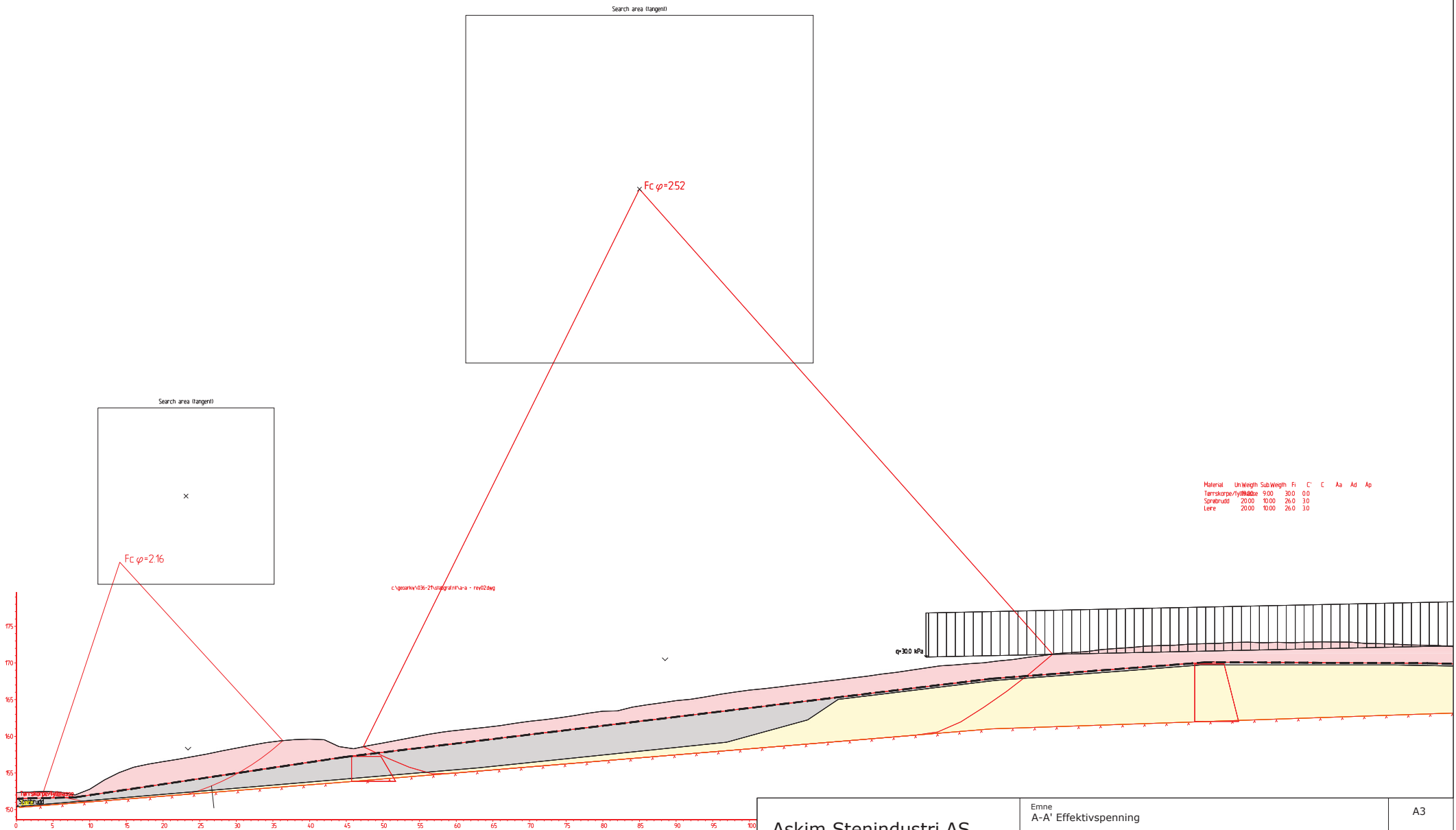
-5 0 5 10 15 20 25 30




Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire/Sprøbruddteire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



Askim Stenindustri AS	Emne D-D' Totalspenning		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Brennemoen Slitu	
Hjelme AS	Saksnr. 036-21	Gnr/bnr	
	Utført av JH	0 2 4 6 8 10 m Målestokk 1:200	
			Dato 08.12.21
			Bilagsnr. A.5



Askim Stenindustri AS	Emne A-A' Effektivspenning		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Brennemoen Slitu	Dato 08.12.21
Hjelme AS	Saksnr. 036-21	Gnr/bnr	Bilagsnr. A.6
	Utført av JH	 Målestok 1:500	

Search area (tangent)

Fc ϕ =305

Fc ϕ =346

x

Material	UnWegh	SubWegh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse/terre	900	300	0.0					
Leire/sprøddle	1000	260	30					

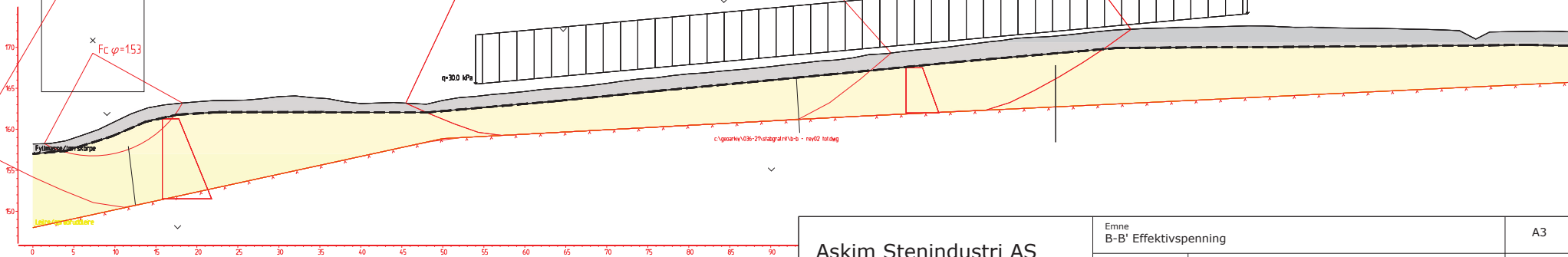
Search area (tangent)

Fc ϕ =153

x

σ =30.0 kPa

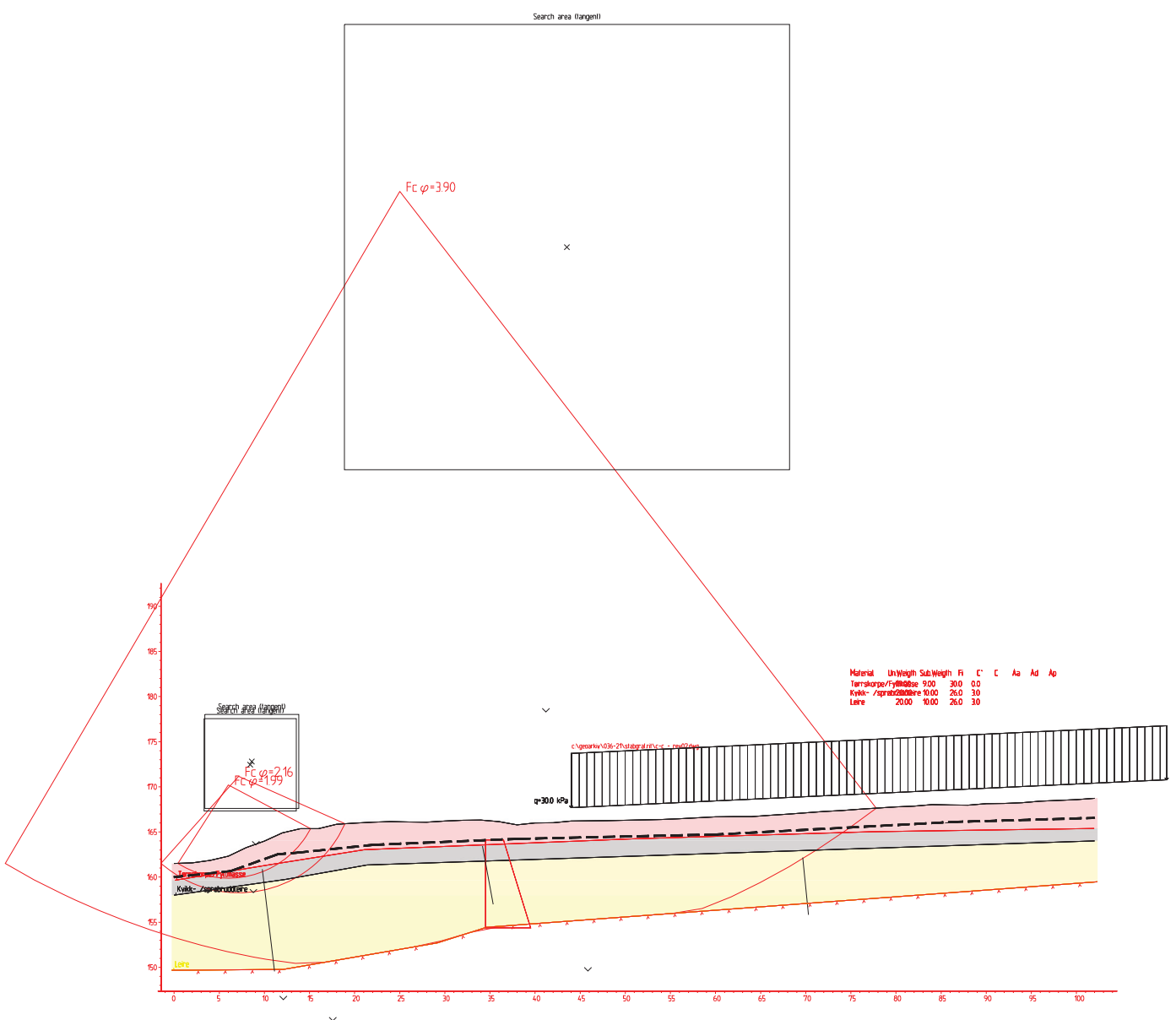
c:\geotek\036-21\statagran\1\1\1 - rev02.txdwg



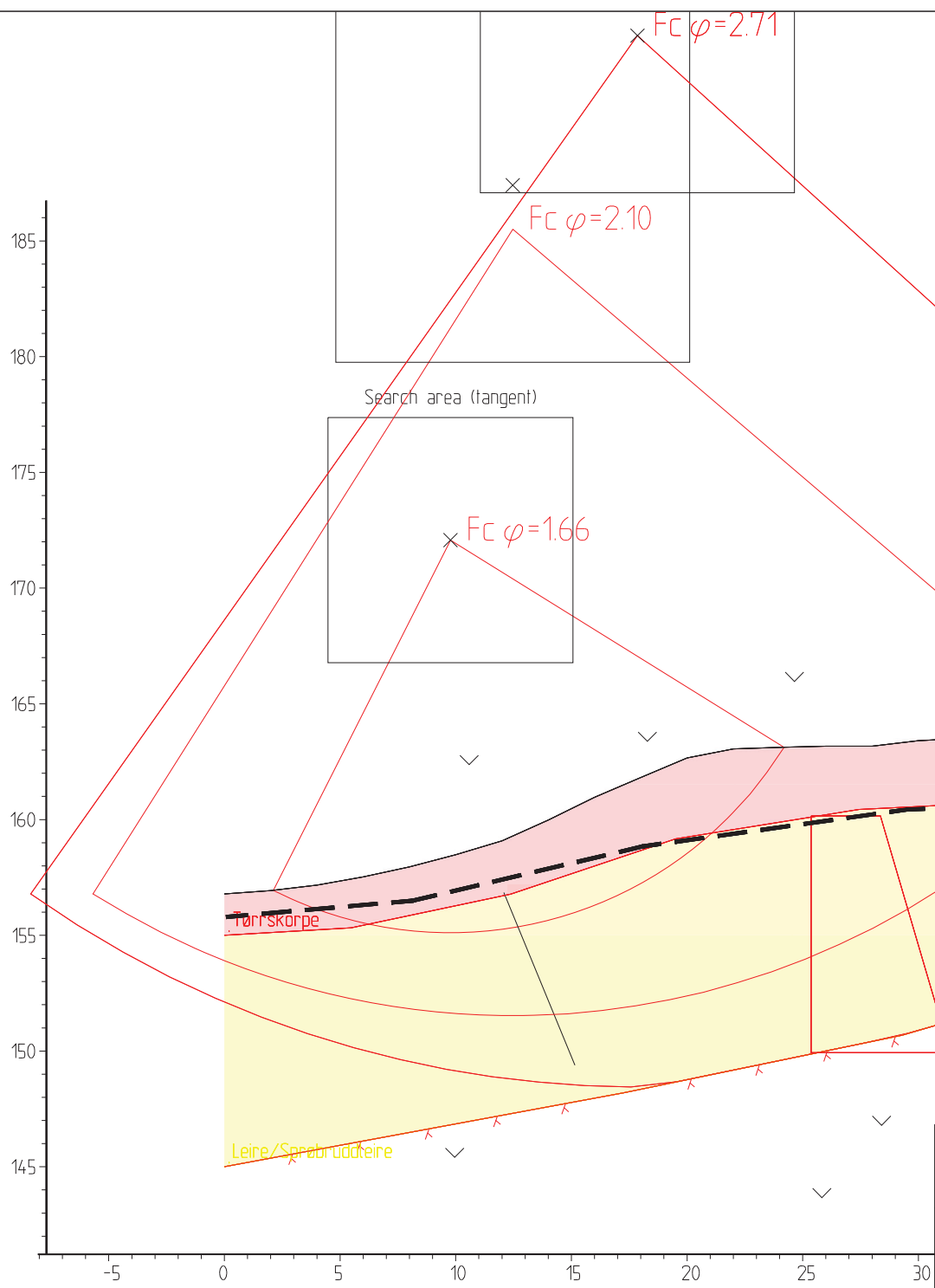
Askim Stenindustri AS

Hjelme AS

Emne B-B' Effektivspenning		A3
Kundesaksnr.	Adresse Brennemoen Slitu	Dato 08.12.21
Saksnr. 036-21	Gnr/bnr	Bilagsnr. A.7
Utført av JH	0 5 10 15 20 25 m	Målestokk 1:500



Askim Stenindustri AS	Emne C-C' Effektivspenning		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Brennemoen Slitu	Date 08.12.21
Hjelme AS	Saksnr. 036-21	Gnr/bnr	Bilagsnr. A.8
	Utført av JH	0 5 10 15 20 25 m	Målestokk 1:500



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire/Sprøbrudteire	20.00	10.00	26.0	3.0				

c:\geoparkiv\036-21\slabgraf\fil\slab_d - rev02 - utført last.dwg

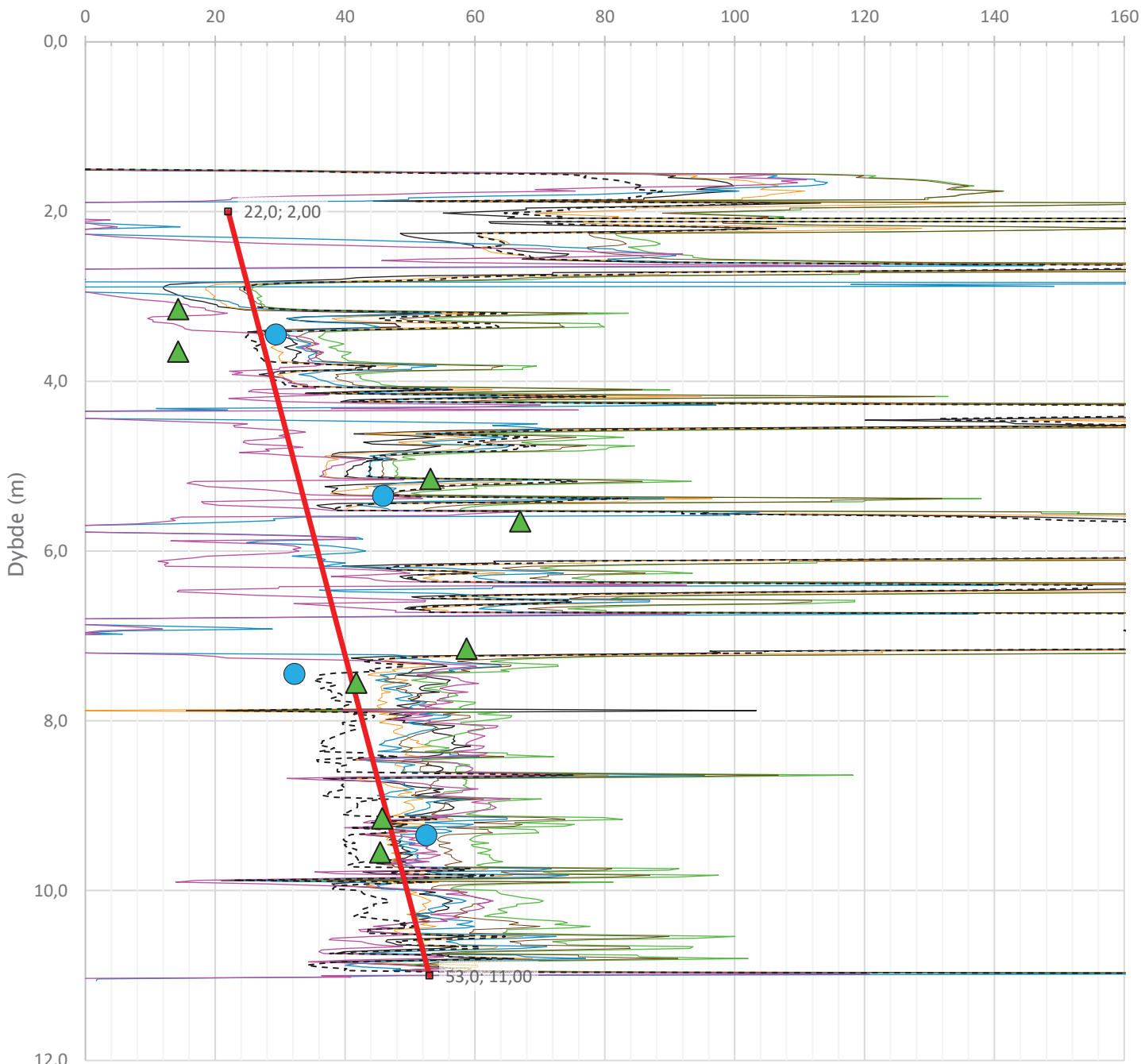
Askim Stenindustri AS	Emne D-D' Effektivspenning		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Brennemoen Slitu	
Hjelme AS	Saksnr. 036-21	Gnr/bnr	Dato 08.12.21
	Utført av JH	Bilagsnr. A.9	
		0 2 4 6 8 10 m	Målestokk 1:200

Anisotropiforhold i figur:


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

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

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



- Nkt.L=19-12,5·Bq
- Nke.L=16-14,5·Bq
- NΔu.L=1+9·Bq
- 2 < Nke.K=[11,5/12,5]-[9,05/11]·Bq
- 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, $\alpha=0,25$, $m=0,65$)
- Enaks BH
- ▲ Konus BH
- Anbefalt kurve

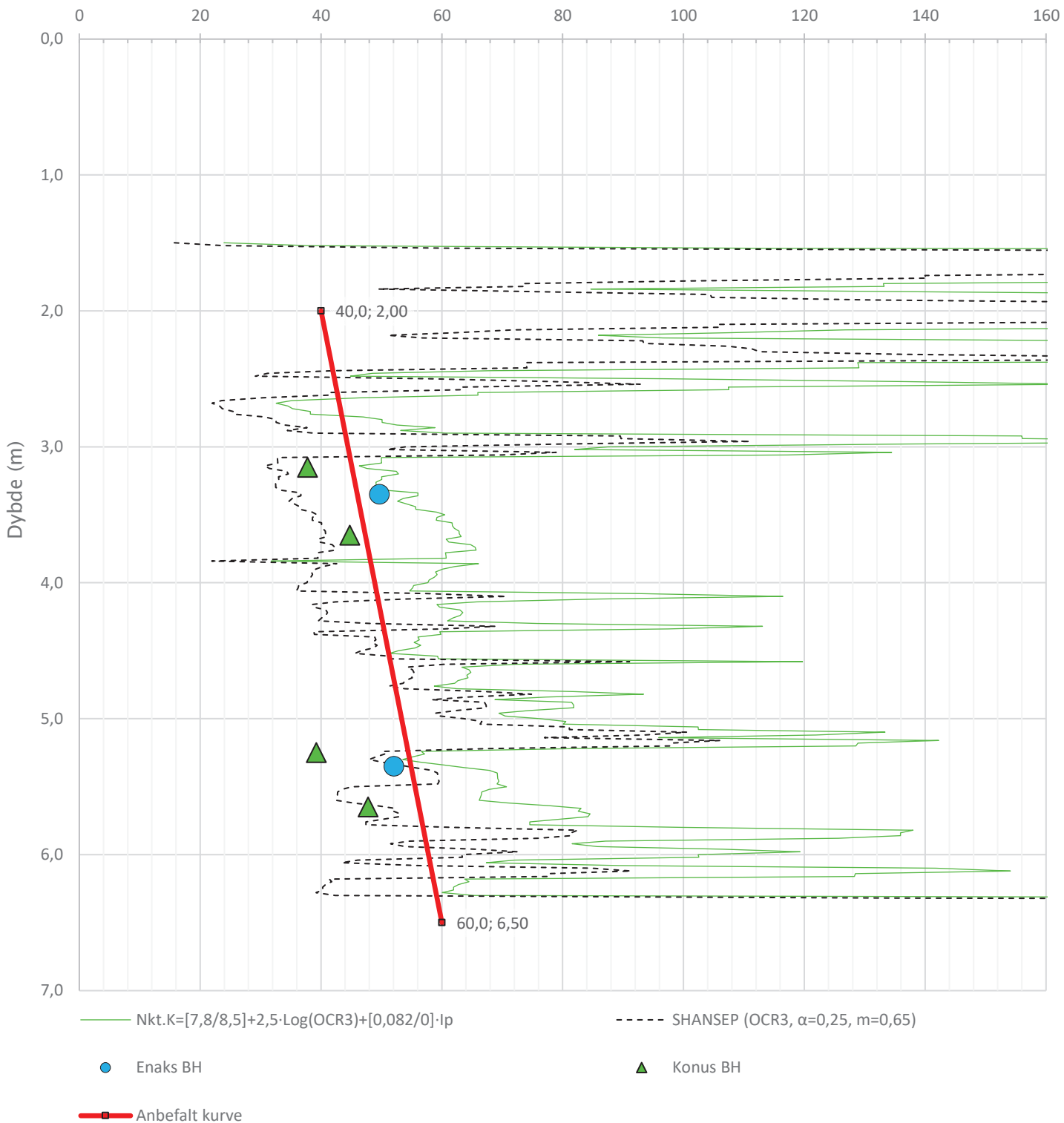
Prosjekt Brennemoen Slitu			Borhull 1	
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondenummer 5222	
	Utført JH	Kontrollert	Godkjent JH	Anvend.klasse
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.05.2021	Revisjon Rev. dato	Vedlegg A.10


Anisotropiforhold i figur:

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

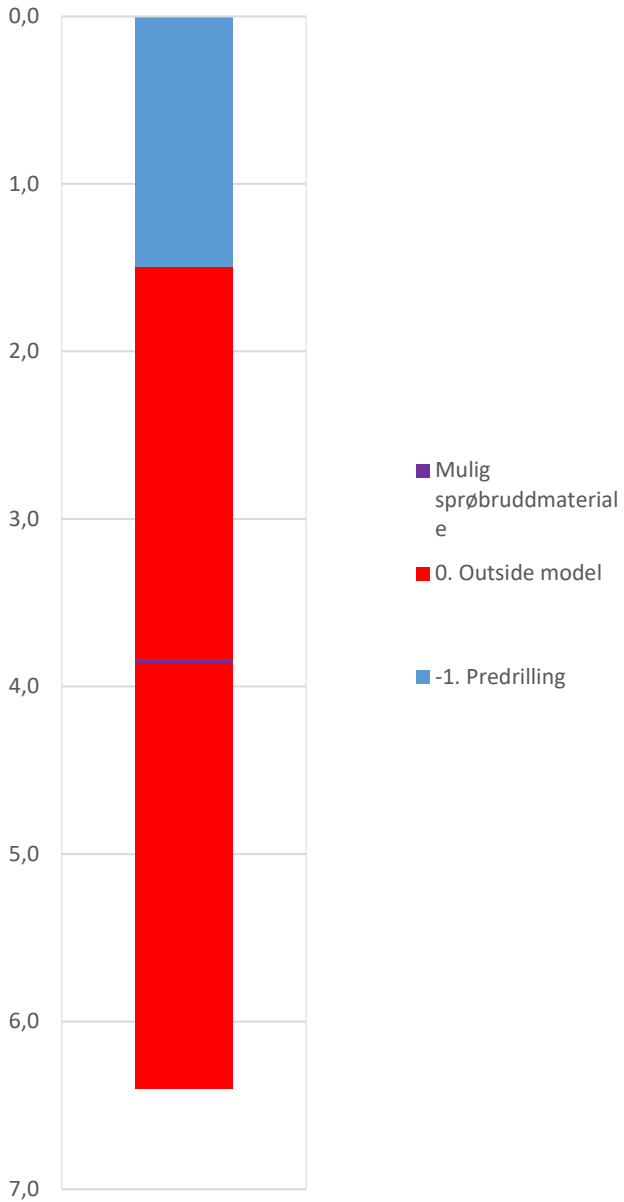
Konus BH : $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

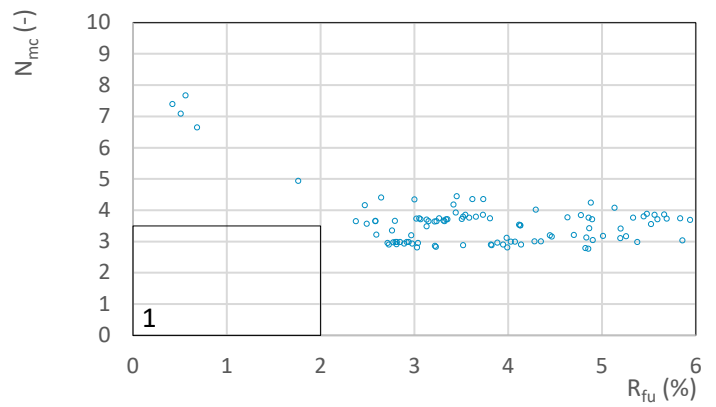
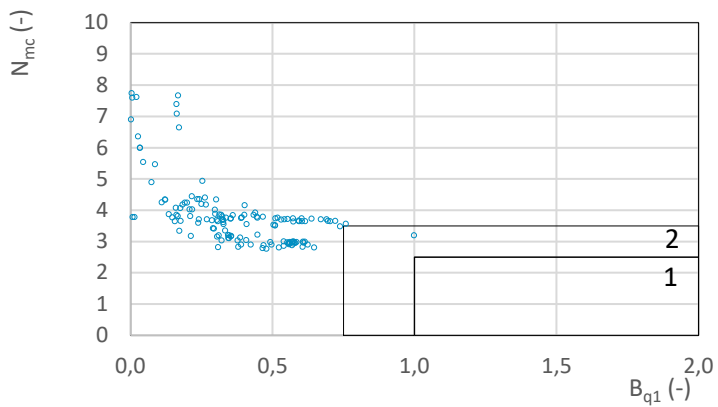
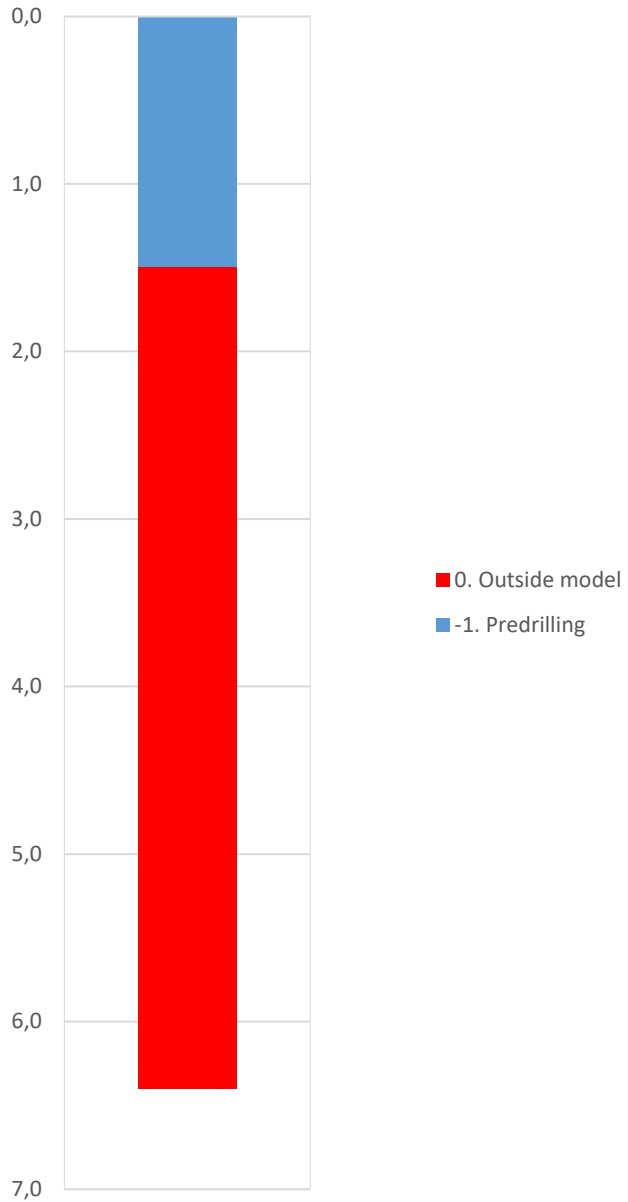


Prosjekt			Borhull
Testprosjekt			3
Innhold			Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			5222
	Utført	Kontrollert	Anvend.klasse
	JH	JH	
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg
Ekstern konsulent	14.05.2021	Rev. dato	A.11

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)



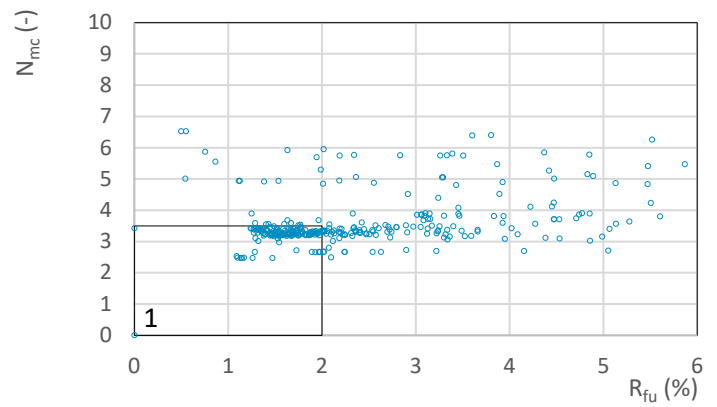
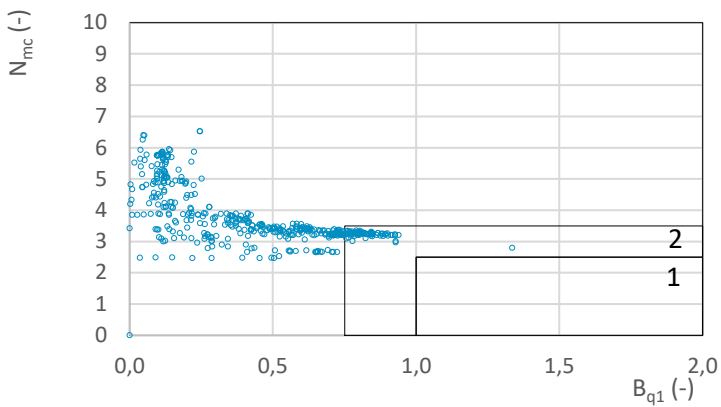
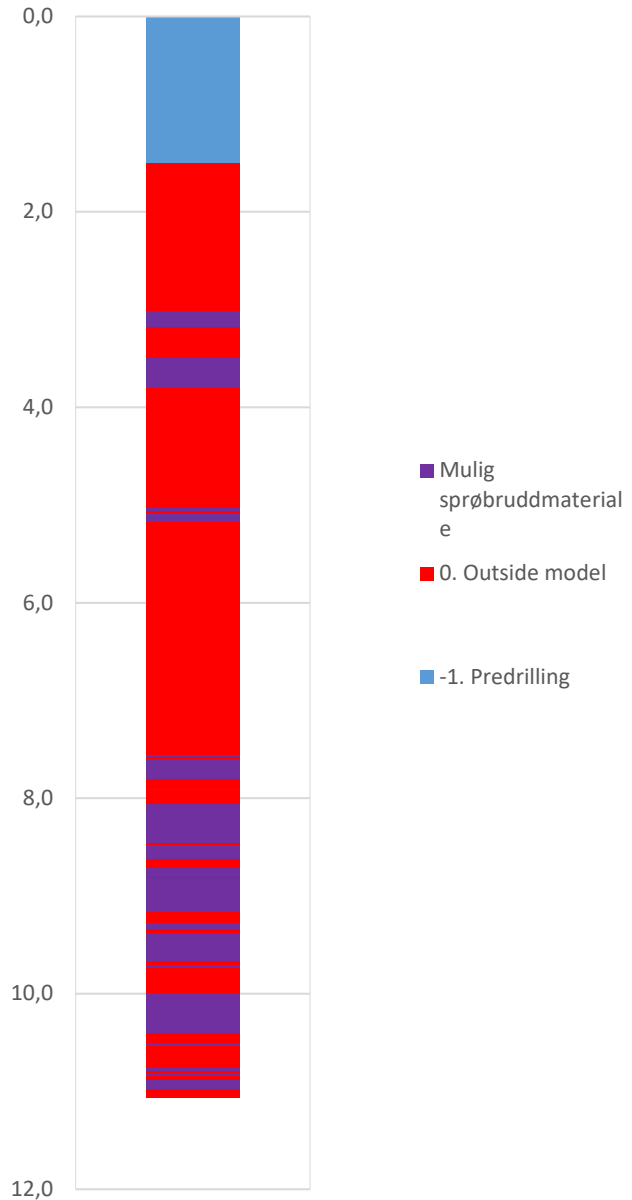
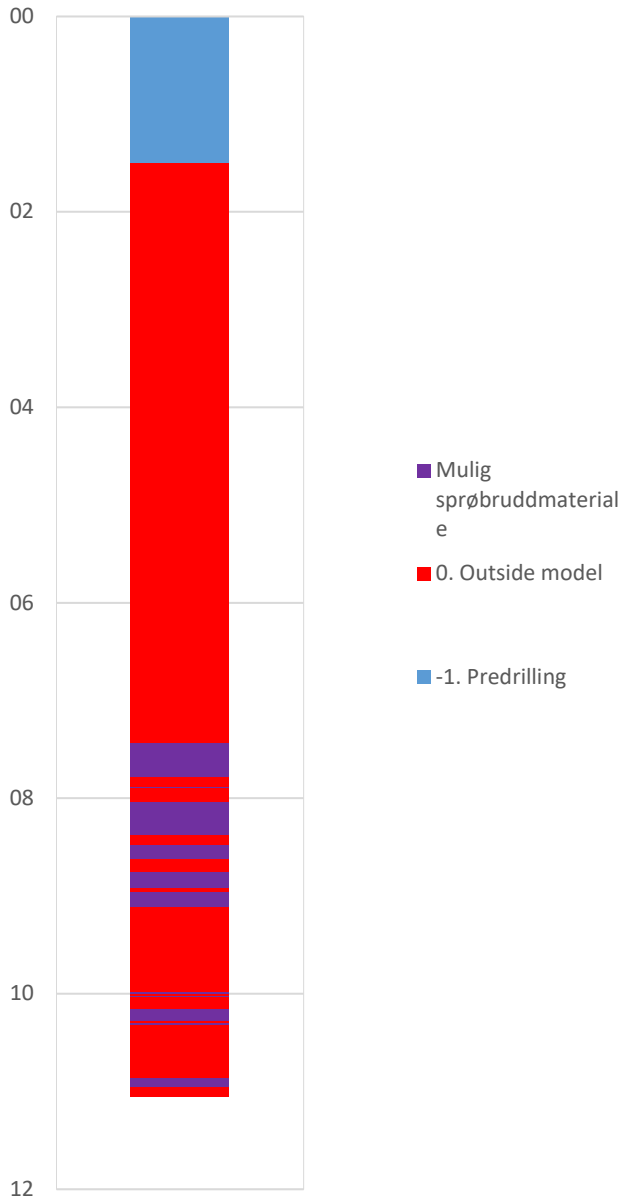
NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



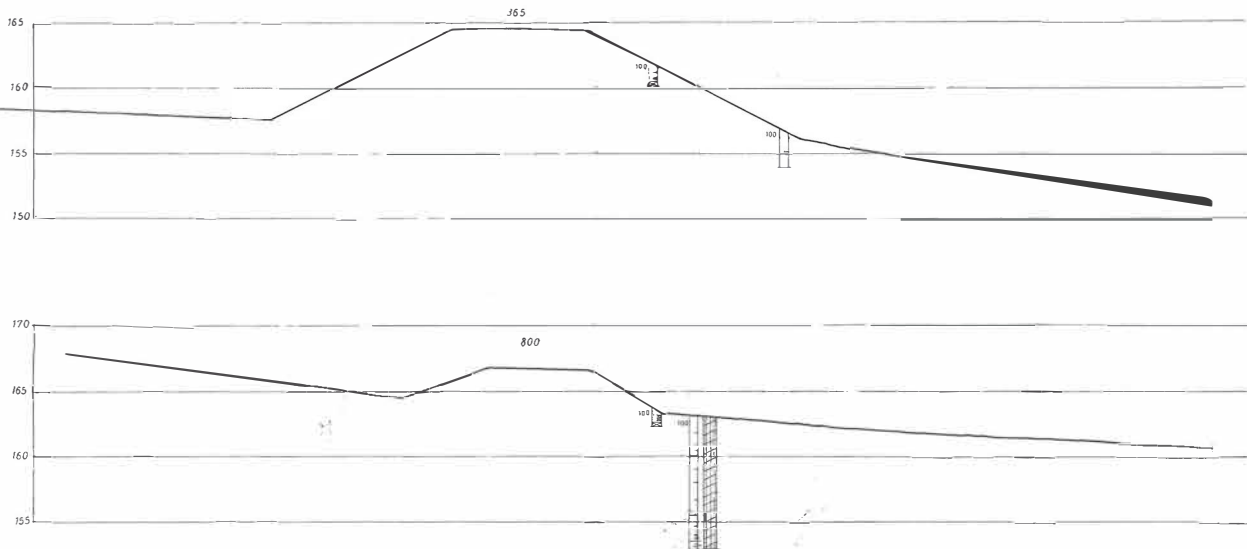
Prosjekt			Prosjektnummer: 036-21	Borhull
Slitu				3
Innhold				Sondennummer
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				5222
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Ekstern konsulent	14.05.2021	Rev. dato	
				A.12

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

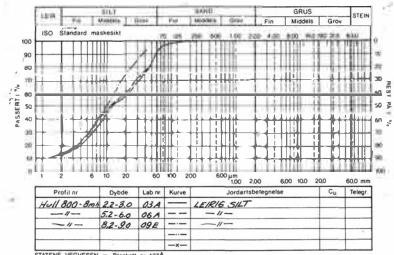
NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt Slitu			Borhull 3
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondennummer 5222
	Utført	Kontrollert	Godkjent
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.05.2021	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse Figur A.13



Profilnr. 800 - 8 m. h.		Provasaker. No. 54 2017		Skjærforhold kNm ²	
Dybde i m.	Materiale	Vanninnhold %	W _p	10	20
1	01	10	10	7	10
2	02	10	10	8	10
3	03	10	10	8	10
4	04	10	10	8	10
5	05	10	10	8	10
6	06	10	10	8	10
7	07	10	10	8	10
8	08	10	10	8	10
9	09	10	10	8	10
10	10	10	10	8	10



Tegningsgrunnlag:

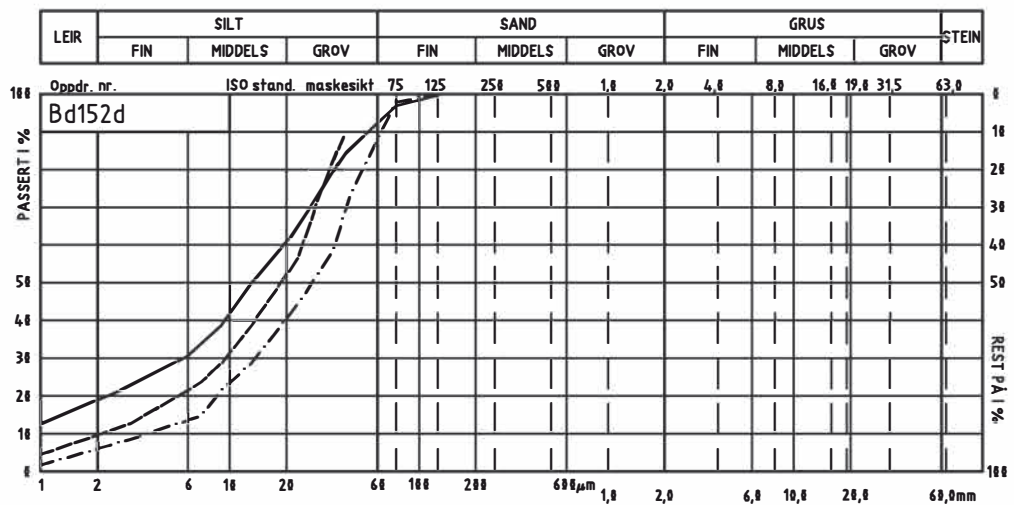
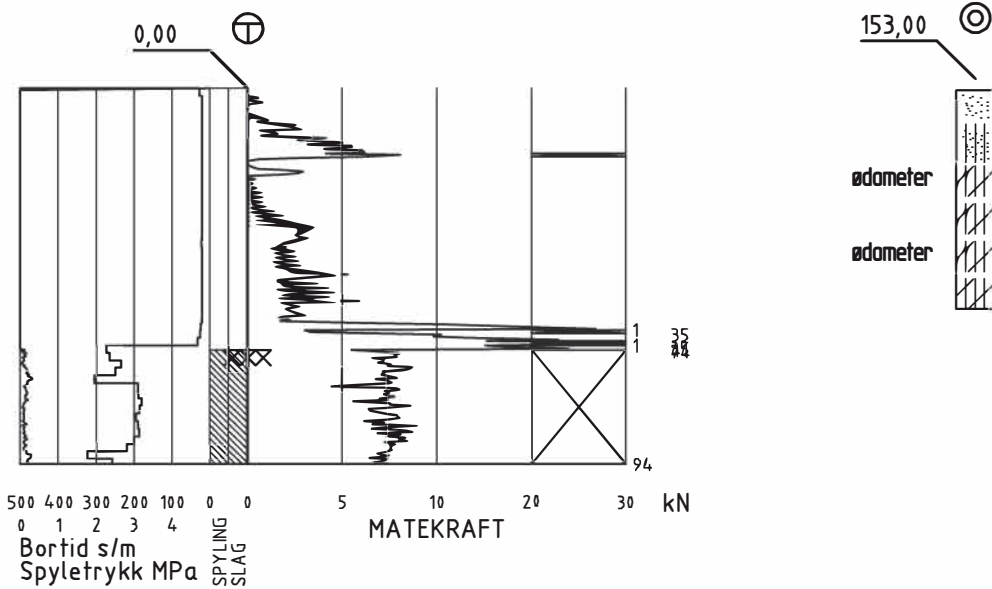
Vedlegg til rapport: B 271 A 1 Opp nr. 2 nr. 2.8.12

IVERRPROFILER	Målestokk:	Boret:
365, 800	1:200	Tegn: m. h. s. v.
GRUNNUNDERSØKELSE:	Saksbeh:	Tegning nr.:
E 18 ØYERUD - MoNA		B 291 A - 11

VEGDIREKTORATET - VEGLABORATORIET

12.05.12

Hull 158



STATENS VEGVESEN	Profil nr.	Dybde	Lab. nr.	Kurve	Jordartsbetegnelse	Cu	Teleg.
	158	2.45	158674A	—	Siltig Leire	8	T4
	158	3.95	158675F	---	Leirig Silt	10	T4
	158	4.95	158676F	----	Leirig Silt	9	T4

Oppdr.nr.: Bd152d													
Prøveserie: 158			Analyseår: 2004			Prøvetaker: 54 mm							
Dybde i m	Materiale	Prøve	Vanninnhold %			γ kN/m ³	S _f	Skjærstyrke kN/m ²					Gl. %
			20	40	60			20	40	60	80	100	
1	finsand	tre-pl.res	672			15.5							14.4
2	sandig silt	noe forst	673			20.3	2						
3	Siltig Leire		674			19.9	5						ødo
4	Leirig Silt		675			19.9	11						
5	Leirig Silt	vann rant	676			20.2	9						ødo
6	leirig silt	noe forstyr	677			20.3	21						

Oppdragsnr. Bd152D	Profilnr./Bp. nr. Hull 158	Høyde 152,1
Firmanavn Statens vegvesen region øst		Dato 9/6-04
Oppdragsnavn E18 Momarken - Sekkelsten		Målestokk 1:200
		Side vedlegg A15
		Fil