

Leinstrand Idrettslag

► Detaljering ishall - Klett

Geoteknisk vurdering

Områdestabilitetsutredning iht. NVE kvikkleireveileder 1/2019

Oppdragsnr.: 52104377 Dokumentnr.: 52104377-RIG01 Versjon: J02 Dato: 2021-11-23



Oppdragsgiver: Leinstrand Idrettslag
Oppdragsgivers kontaktperson: Grunde Njoes
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Siri Bo Timestad
Fagansvarlig: Shaima Ali Alnajim
Andre nøkkelpersoner: Egil Andreas Behrens

J02	2021-11-23	Sluttrapport - kvalitetssikret av NGL. Endringer i rev.J02 er i blått	Shaima Ali Alnajim	Egil Andreas Behrens	Siri Bø Timestad
J01	2021-09-07	Til UAK	Shaima Ali Alnajim	Egil Andreas Behrens	Siri Bø Timestad
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

► Sammenheng

Det planlegges å oppføre ishall med tilhørende garderobebygg og garasje på Klett i Trondheim kommune. Hallen skal være 35x65 m². Norconsult AS er engasjert av Leinstrand Idrettslag for å gjøre detaljregulering, blant annet geotekniske vurderinger ift. Bebyggbarhet.

Planlagt tiltak ligger i et ganske flatt område i nærheten av flere kvikkleirefarezoner, registrert av NVE, og innenfor et kvikkleireområde kartlagt av Statens vegvesen. For tiltak i kvikkleirezoner må i praksis kravet til sikkerhet mot ras oppfylles iht. NVE kvikkleireveileder, siste versjon 1/2019.

Tiltaket er klassifisert i tiltakskategori K4, etter NVE veileder, derfor må utredningen kvalitetssikres av uavhengig foretak. [Rapporten er kontrollert/kvalitetssikret av NGI i teknisk notat 20210554-01-TN, datert 22.11.2021.](#)

[Denne siste versjonen av rapporten, rev.J02 er et sluttdokument og er utarbeidet etter at uavhengig kvalitetssikringsarbeid er avsluttet og vurderingene presentert i denne rapporten er godkjent.](#)

► **Innhold**

1	Innledning	5
1.1	Planlagt tiltak – ishall Klett	5
1.2	Grunnundersøkelser og datagrunnlag	5
2	Terreng og grunnforhold	7
2.1	Terreng	7
2.2	Kvartærgeologisk kart og grunnforhold	8
2.3	Kvikkleire	9
3	Krav iht. gjeldende regelverk	10
3.1	Generelt	10
3.2	Krav til sikkerhet iht. NVE retningslinje- og veiledere	10
3.3	Krav til sikkerhet iht. Eurokode 7	10
3.4	Flomfare	10
4	Skredsikkerhet og potensiell skredfare	12
4.1	Vurdering av potensielle skredfare	12
4.2	Vurdering av skredfare i tiltaksområdet	12
4.3	Vurdering av skredfare utenfor tiltaksområdet	13
4.4	Avgrensning aktsomhetsområde langs aktuelle rasretning	14
4.5	Avgrensning av skrån timer utenfor influensområdet	15
4.6	Krav til sikkerhet for skrån timer utenfor influensområdet	15
4.7	Erosjon	15
5	Stabilitetsberegninger	16
5.1	Generelt	16
5.2	Kritiske snitt og beregningsgrunnlag/beregningsforutsetninger	16
5.3	Valg av skjærstyrke	16
5.4	Beregningsresultat	17
5.4.1	<i>Dagens situasjon</i>	17
5.4.2	<i>Utgravingsfase</i>	17
5.4.3	<i>Vurdering av beregningsresultat</i>	17
5.5	Vurdering av stabiliteten i ferdig bygd situasjon	17
5.6	Vurdering av lokalstabilitet iht. Eu7	17
6	Oppdatering/ending av eksisterende faresone Esp	18
7	Konklusjon og videre arbeid	20
8	Tegninger	21
9	Vedlegg	22
10	Referanser	23

1 Innledning

1.1 Planlagt tiltak – ishall Klett

Leinstrand Idrettslag planlegger å bygge ishall på klett Gnr./Bnr. 203/41, samt garderobebygg og garasje. Adkomstveg til bebyggelsesområdet skal også utbedres. Planlagt bebygd område brukes nå som utendørs ishall. Norconsult AS er engasjert av Leinstrand Idrettslag for å gjøre nødvendig geoteknisk vurdering av planlagt tiltak i forbindelse med detaljregulering. Situasjonsskart med tiltaksområdet og planlagt tiltak er vist i Figur 1. Det planlegges ingen dype utgravninger eller oppfyllinger.

Planlagt tiltak ligger i et område som er kjent for flere kvikkleiresoner og nylig klarlagt flere kvikkleireområder av SVV. For tiltak i faresoner for kvikkleireskred må i praksis kravet til kvikkleireveileder 1/2019 oppfylles [1].



Figur 1: oversiktskart, beliggenheten av område og planlagt tiltak (tomta)

1.2 Grunnundersøkelser og datagrunnlag

Det er utført flere grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger/beregninger i området. Norconsult har fått innsyn i deler av disse data- og vurderingsrapportene, følgende datagrunnlag i tiltaksområdet og område rundt er lagt til grunn for våre vurderinger:

- Datarapport nr. 2010072821-001-Ud867 Ar01: «Gang- og sykkelveg Heimdalsvegen», utarbeidet av SVV, datert 01.09.2011.

- Vurderingsrapport nr. 2010072821-003-Ud867 Ar03: «Fv.900 Heimdalsvegen. Datarapport for byggeplan», utarbeidet av SVV, datert 20.03.2013.
- Datarapport grunnundersøkelser nr. 415531-RIG-RAP-001: «E6 Klett. Jaktøya-Dovrebanen», utarbeidet av Multiconsult, datert 01.10.2013.
- Datarapport grunnundersøkelser nr. 20130642-01-R: «E6 Jaktøyen – Storler», utarbeidet av NGI, datert 29.09.2014.
- Datarapport grunnundersøkelser nr. R.1572: «Kammen. Nytt fortau», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 17.07.2013.

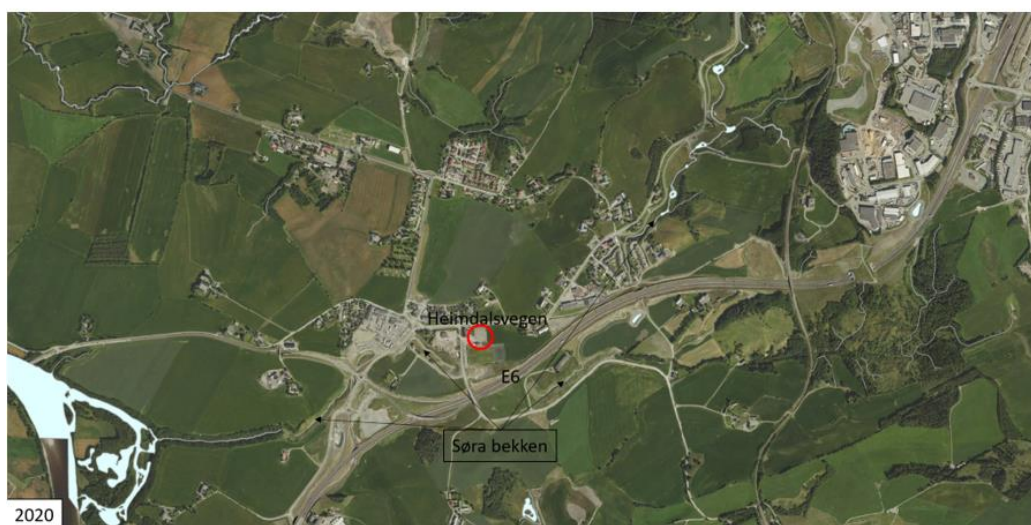
Foreliggende datagrunnlag er vurdert som tilstrekkelig for vurdering av områdestabilitet.

2 Terreng og grunnforhold

2.1 Terreng

Område der hallen skal oppføres er stort sett flatt og ligger på kote ca. +36 og +37 m.o.h. Mot sør ligger E6, og Røddevegen avgrensner tomta i vest. Mot nord grenser tomta mot Heimdalsvegen som er nylig opparbeidet med omfattende grunnundersøkelser og geotekniske utredninger og tilhørende stabiliserende tiltak er også utført for å sikre stabiliteten, der vegen går gjennom flere kvikkleiresoner.

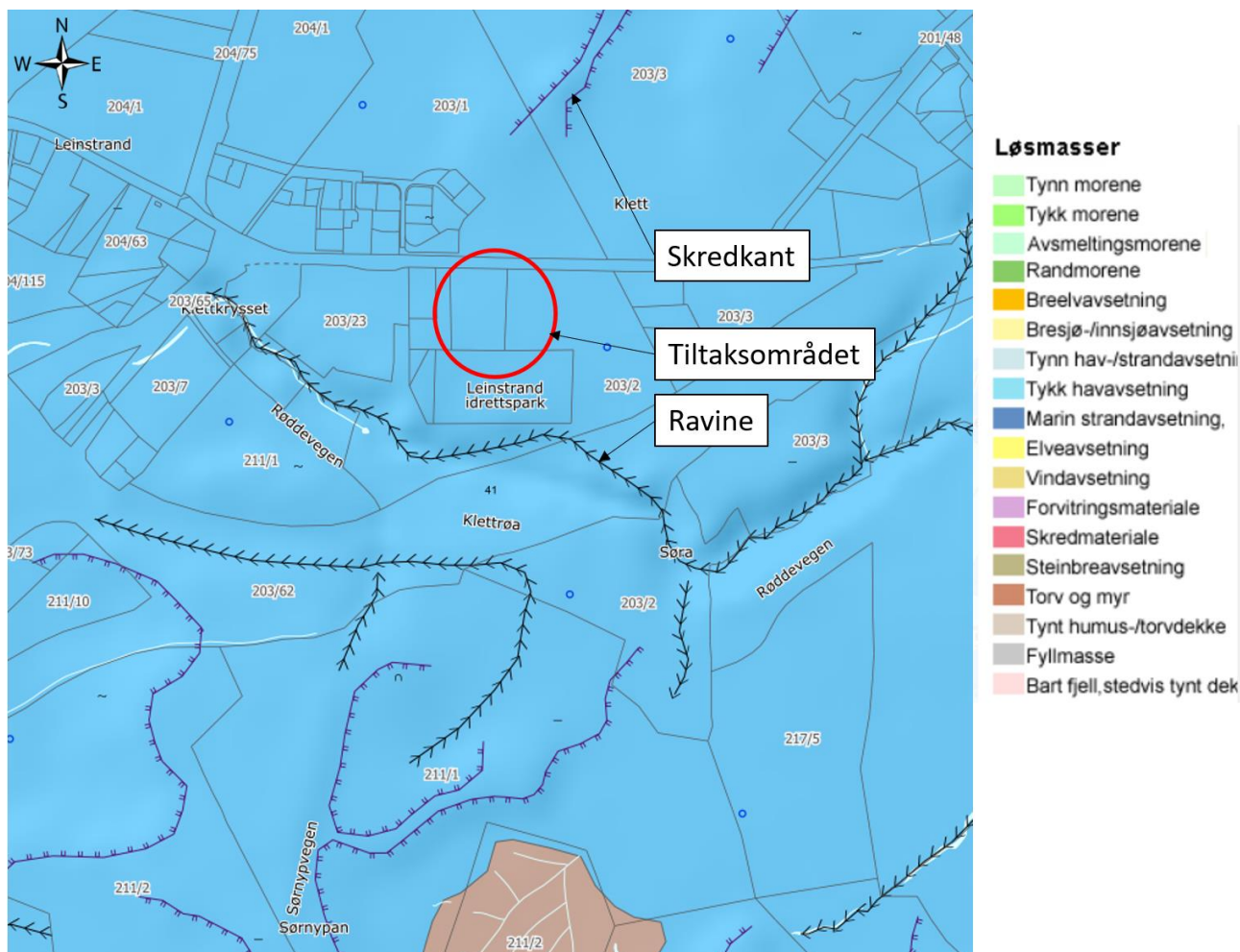
I forbindelse med vegprosjekter er bekkesystemet i området sikret betraktelig mot erosjon, blant annet Sørabekken, som krysser området fra vest og mot sør og går opp igjen mot øst. Bekken er erosjonssikret, hevet og steinsatt samt at deler av bekken, som krysser veger i området, er lukket, se Figur 2.



Figur 2: Øverst bilde fra 2012 viser området før oppbygging av Heimdalsvegen og E6-Sørabekken er ikke erosjonssikret. Nederst bilde i 2020 viser ny Heimdalsveg og E6, samt erosjonssikring av Sørabekken. Tiltaksområdet er vist med rød sirkel. Kilde: trondheim.kart.no

2.2 Kvartærgeologisk kart og grunnforhold

Generelt viser NGUs løsmassekart at området ligger innenfor havavsetninger, tykk dekket, se Figur 3.



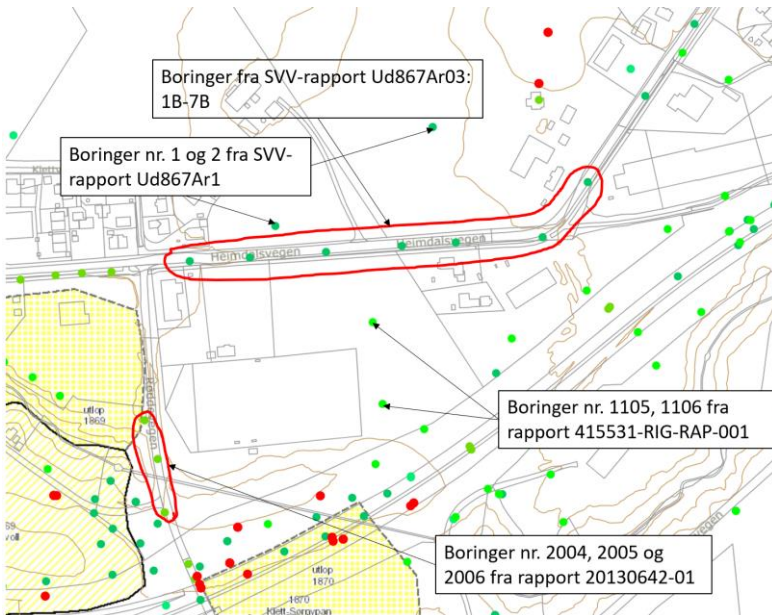
Figur 3: NGUs løsmassekart fra ngu.no

Ut fra boringene som ligger tett ved tomten, vist i Figur 4, er grunnen antatt å bestå i hovedsak av topplag over leire, som kan være siltig. Nord for tomten tyder boringene 1B til 5B at leira er middels fast og motstanden øker mot dybden. Derimot viser boring 6B, som ligger langt ut øst for tomten, bløtt leire med nesten konstant motstand mot dybden.

Tett ved tomten tyder totalsonderinger 1105 og 1106 at leire er middels fast med beskjeden motstandsøkning mot dybden. Det er mulig å anta, ut fra totalsondering, at det er et bløtt lag mellom 10 og 15 m dyp eller evt. sensitivt.

Boringer sørvest for tomten 2004 og 2005 tyder på at grunnen består av topplag over ca. 10 m fast leire over meget fast grunn, der det er brukt økt rotasjon.

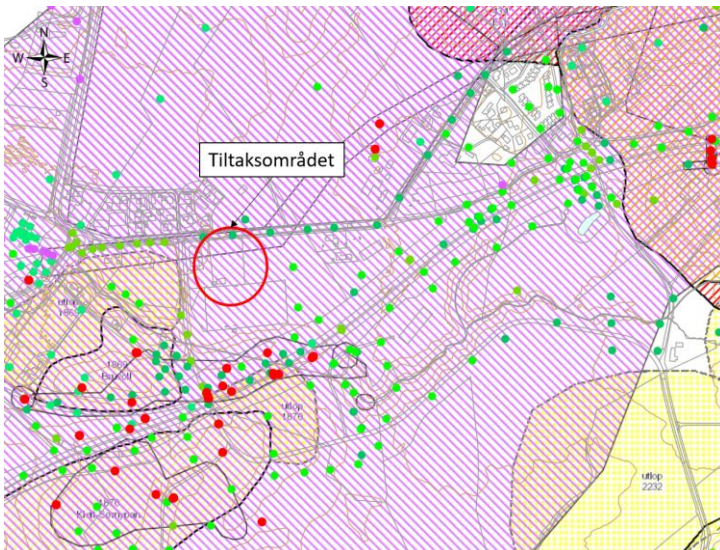
Fjell er ikke påvist i noen av sonderingene som er avsluttet inntil 49 m under terrenget. Alle sonderingsresultat for ovennevnte boringer er vist i detaljer i vedlegg 1.



Figur 4: Utførte boringer rundt tiltaksområdet. Kilde: Trondheim.kart.no

2.3 Kvikkleire

Tiltaksområdet ligger ikke i en av de registrerte kvikkleiresoner av NVE, men det er flere kvikkleiresoner i nærheten av tomten, og eiendommen ligger i et kvikkleireområde registrert av SVV. Nærmeste kvikkleiresoner er; «Bruvoll 1869» mot vest og «Klett-Sørnypan 1870» mot sør, begge to kvikkleiresoner har lav faregradsklasse. Kvikkleiresoner og kvikkleireområder med påvist kvikkleire i borpunktene er vist i Figur 5.



Figur 5: Kvikkleiresoner i området kartlagt av NVE (oransje, gule og rød omrisset områder), kvikkleireområder kartlagt av SVV (rosa omrisset områder) og påvist kvikkleirepunkt (rød prikker), kartet hentet fra Trondheim kommunes kartløsning.

3 Krav iht. gjeldende regelverk

3.1 Generelt

Plan- og bygningsloven § 28-1 og byggeteknisk forskrift (TEK17) kapittel 7 [2] stiller krav til sikkerhet mot naturfare ved utbygging. NVE retningslinje 2-2011 «Flaum og skredfare i arealplanar», [3] med tilhørende veileder 1/2019, [1] krever at sikkerhet må dokumenteres ved utbygging i potensielt skredfarlige områder.

Beliggenhet i potensielt utløpsområde for kvikkleireskred medfører at det må dokumenteres tilstrekkelig områdestabilitet for tiltaket jf. NVE retningslinje og NVE kvikkleireveileder.

I tillegg til områdestabilitet skal lokal stabilitet og stabiliteten av gravearbeid og evt. fyllinger og skjæringer ivaretas iht. Eurokode 7 [4].

3.2 Krav til sikkerhet iht. NVE retningslinje- og veiledere

I NVE kvikkleireveileder 1/2019, [1] er omfanget av områdestabilitetsutredning bestemt avhengig av tiltakskategori og om tiltaket vil forverre stabiliteten eller ikke, samt faregradsklasse av kvikkleiresone.

Tiltaket er ishall med tilhørende garderobe og garasje, idrettshaller er plassert i tiltakskategori K4, iht. tabell 3.2, [1].

Kravet til sikkerhet for tiltakskategori K4 vil være i hovedsak avhengig av om tiltaket vil medføre forverring eller ikke. Planlagt tiltak ligger i et ganske flatt terreng, vil være et lett bygg som kan etableres uten vesentlig utgravning og vil i prinsippet ikke forverre stabiliteten. Dermed er kravet:

1. Sikkerhetsfaktor må være « $F_{cu} \geq 1,4$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ », ved lavere sikkerhet enn det oppgitte, må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen [1]. Tabell 3.3 bestemmer krav til forbedring/vesentlig forbedring av sikkerhetsfaktor basert på kvikkleirefaresoneklassifisering og tiltakskategori, figur 3.3. bestemmer prosentvis forbedringen.
2. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.
3. Vurderingene av skredssikkerhet skal kvalitetssikres av uavhengig foretak. NGI er kontrahert som uavhengig foretak.

Kravet til sikkerhetsfaktor for skråninger unna tiltaket er avhengig av om tiltaket er utenfor/innenfor influensområdet. Avgrensning av influensområdet for dette tiltaket er avhengig av stabilitetsberegninger for å sjekke om tiltaket i utgravingsfasen (anleggsfasen) vil forverre stabiliteten i skråninger lenger bort eller ikke. Krav til sikkerhetsfaktor for skråninger utenfor influensområdet vil bli presentert i senere kapittel etter at stabilitetsvurderingen er utført.

3.3 Krav til sikkerhet iht. Eurokode 7

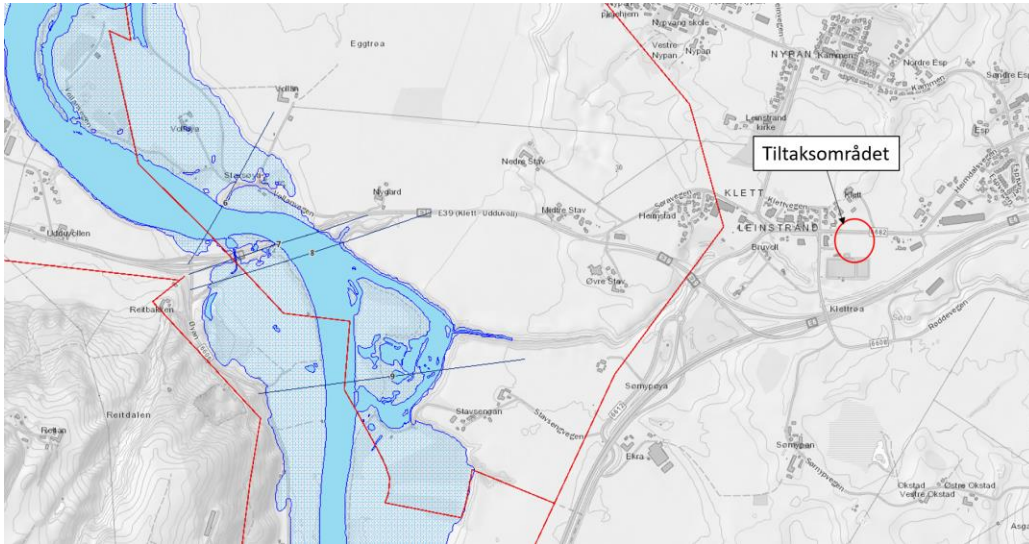
Eurokode 7 omhandler krav til lokalstabilitet ved utbygging. Følgende krav til materialfaktor er gjeldende for lokalstabilitet iht. EC7 [4]:

Materialfaktor for totalspenningsanalyse (udrenert situasjon) $\gamma_M = 1,40$

Materialfaktor for effektivspenningsanalyse (drenert situasjon) $\gamma_M = 1,25$

3.4 Flomfare

Eiendommen ligger utenfor flomsone eller aktsomhetsområder for flom, se Figur 6. Krav til sikkerhet mot flom jf. TEK17 er oppfylt.



Figur 6: Flomsone i forhold til tiltaksområde hentet fra atlas.nve.no

4 Skredsikkerhet og potensiell skredfare

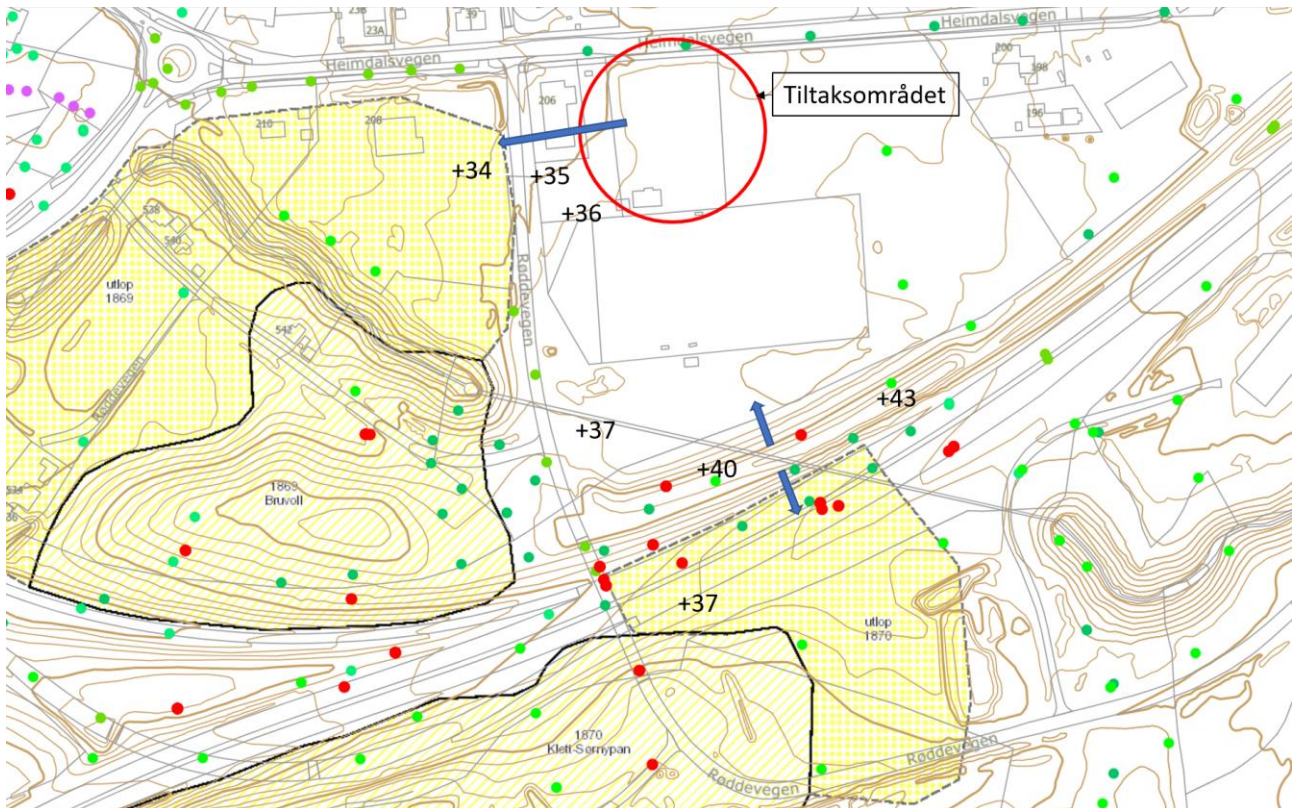
4.1 Vurdering av potensielle skredfare

Ifølge veilederen skal man vurdere om tiltaket vil påvirke stabiliteten og evt. løse et skred som kan ramme andre tiltak og/eller om tiltaket kan være utsatt for et evt. skred som kan starte utenfor tiltaksområde og den vil plante seg og ramme tiltaket, det vil si at tiltaket ligger i en utløpssone.

Alle områder som har terrenghelning brattere enn 1:20, høydeforskjell større enn 5 m, og hvor forekomst av kvikkleire ikke kan utelukkes, anses som potensielt skredfarlige. I tillegg er terrenget, som kan være utsatt for et skred utenfor, kan begrenses til 3 x løsneområde.

4.2 Vurdering av skredfare i tiltaksområdet

Tiltaket skal oppføres på et ganske flatt terreng, mellom kote +36 og +37, noe som sier at ingen fare for at tiltaket skal føre til evt. ras som kan ramme andre tiltak i nære områder, dette gjelder alle rasretninger rundt tomten. Terrenget rundt selve tomten mot sør og vest er utformet slik at det er naturlig terskel eller voll som beskytter området i de to retningene. Det vil si ingen av de naboliggende kvikkleiresonene mot sør og vest, har utløpsområde som kan ramme tiltaket. I tillegg er tiltaksområde flatt og avstanden fra tiltaksområdet til skrånninger i disse faresonene er så stor at tiltaket ikke vil kunne påvirke stabiliteten og utløse skred. Terrenget (med høydekoter) i/rundt tomten og nabo kvikkleiresoner er vist i Figur 7.

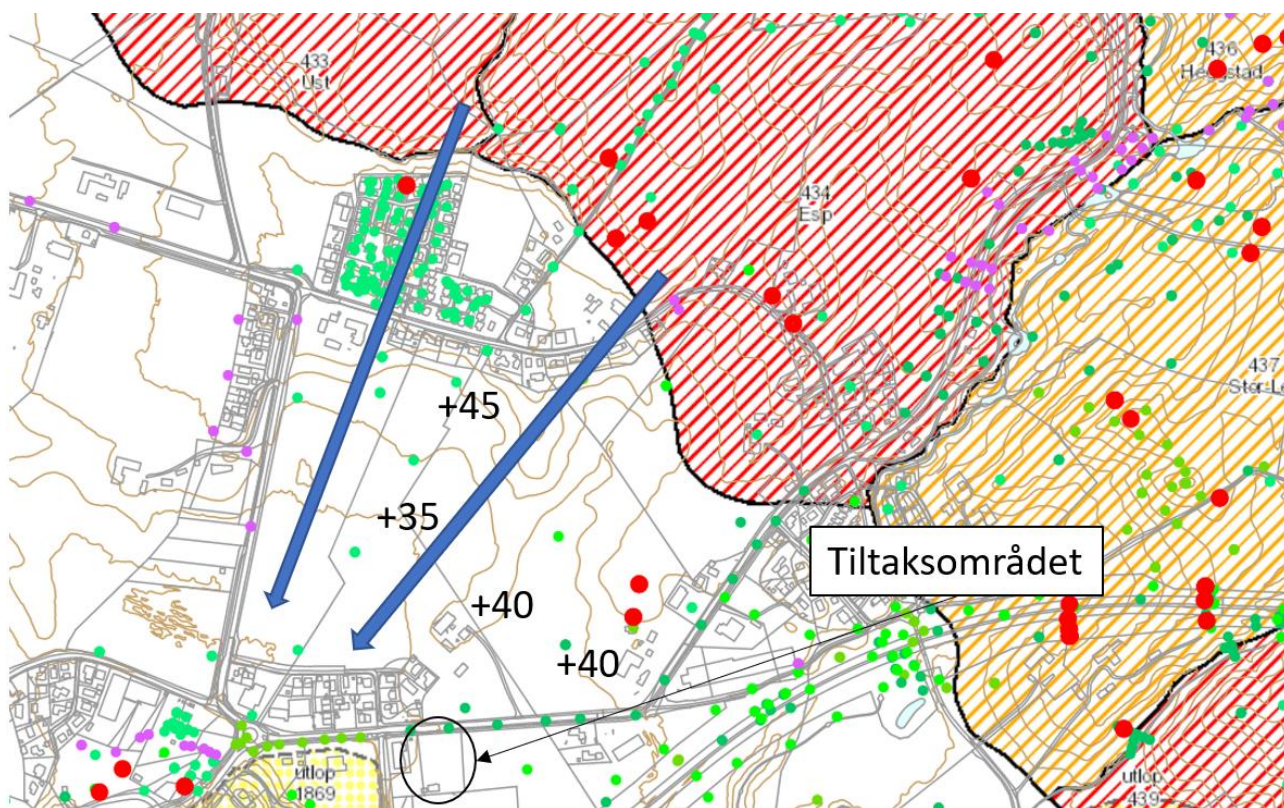


Figur 7: Terrenget rundt eiendommen og forholdet mot naboliggende kvikkleiresoner (gult).

4.3 Vurdering av skredfare utenfor tiltaksområdet

Aktsomhetsområde kan begrenses ved terrengeanalyse. I avsnitt 4.2 er det dokumentert at tomte ikke ligger i noen utløpsområder fra nabo kvikkleiresoner som ligger mot sør og vest. Kvikkleiresoner Bruvoll og Klett-Sørnypan er opprettet/opdatert nylig i 2019 i forbindelse med oppbygging av vegprosjekter i område. De har avgrenset med løsne- og utløpsone, utløpsone stopper ved grense mot tiltakets tomt i sør og vest, se Figur 7 i avsnitt 4.2.

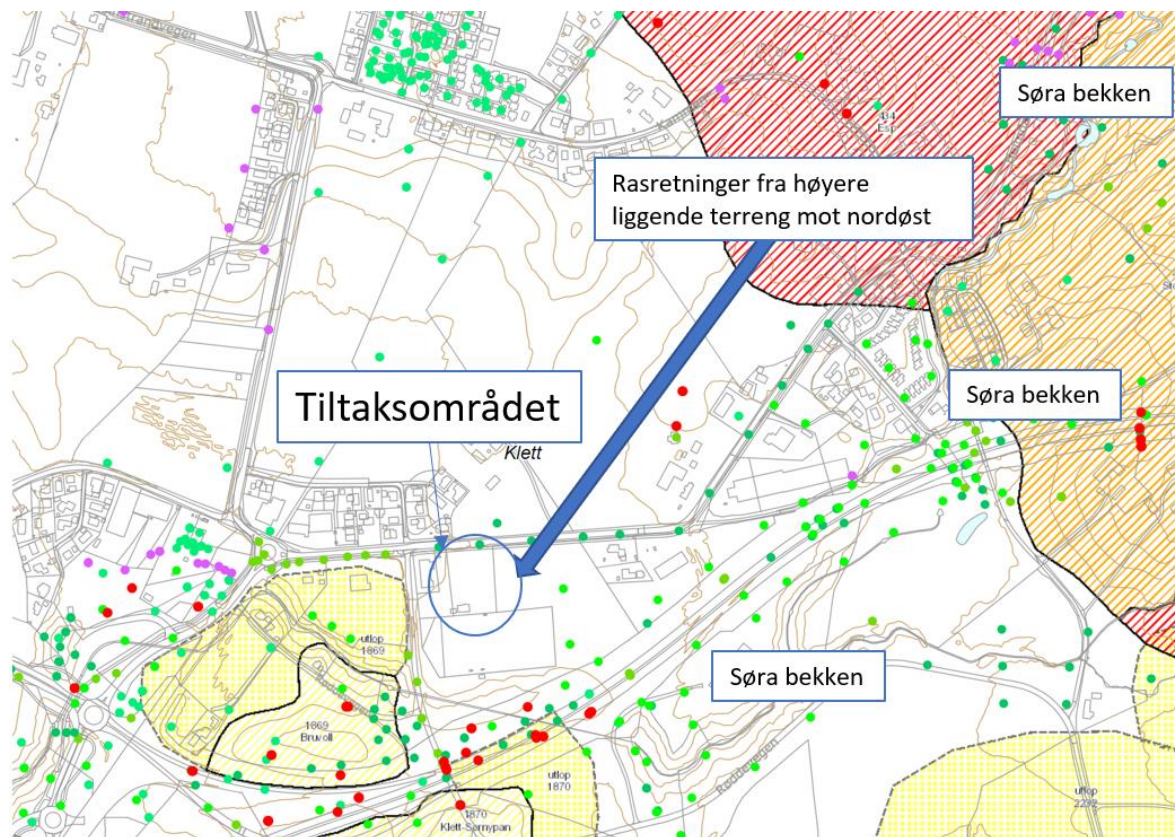
Nord for tomte ligger kvikkleiresone Ust 433 og deler av kvikkleiresone Esp 434, begge har høy faregradsklasse, se Figur 8. Eventuelle ras fra nordenforliggende kvikkleiresoner vil utløpe mot sydvest der terrenget faller av mer mot vest enn mot sør (der tomte ligger), rasretning og kvikkleiresoner er vist i Figur 8. Utløpsområdet for disse nordenforliggende faresonene vil ikke berøre tomten (reguleringsområdet).



Figur 8: Kvikkleiresoner nord for tiltaksområdet og rasretning nordfra.

Mot øst og sørøst er det også flere registrerte kvikkleiresoner, men de skiller seg fra tiltaksområdet naturlig ved Sørabekken som avgrenser de soner mot tomte frem til nordøst ved kvikkleiresone Esp 434, se Figur 9.

Det finnes flere registrerte kvikkleiresoner på litt høyere kotenivå enn tiltaksområdet, særlig mot nordøst, kvikkleiresone Esp 434 med høy faregradsklasse. Andre rasretninger er ikke aktuelle da det eneste utløpet av evt. ras som kan ramme tiltaksområdet er utløp fra høyere liggende terreng i nordøst (østre del av sone 434 Esp), se rasretninger vist i Figur 9.

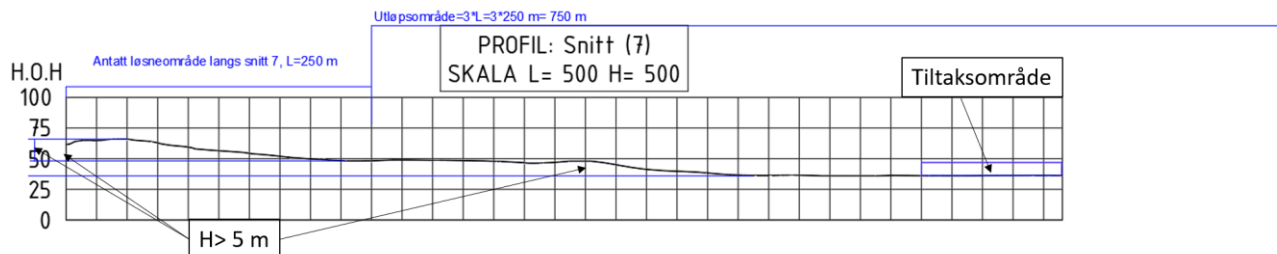


Figur 9: Plassering av tiltaket og aktuell rasretning mot nordøst, samt kvikkleiresoner mot øst og sørøst.

4.4 Avgrensning aktsomhetsområde langs aktuelle rasretning

Det eneste aktuelle rasretning for evt. et ras som kan ramme tiltaksområde er nordøst for tomte i kvikkleiresone Esp 434.

For å finne ut om tiltaksområdet ligger i utløpsone for evt. skred fra nordøst, er det vurdert et kritisk snitt, og avgrenset aktsomhetsområde langs dette snittet, basert på tabell 3.1-punkt 3 [1]. Det kritiske snittet i den aktuelle rasretningen, der planlagt tiltak inngår i aktsomhetsområdet er snitt 7, se tegning V01. Der er vurdert flere snitt, men snitt 7 er den kritiske med tanke på topografi og beliggenhet av kvikkleire. Snitt 7 viser at tiltaket ligger i aktsomhetsområde i nordøst retning. Konservativt er løsnemåten antatt å være hele strekningen langs snitt 7, som går gjennom kvikkleiresone Esp, $L = 250 \text{ m}$, dette gir en avgrensning av utløpsone L_u lik $3 \cdot 250 = 750 \text{ m}$. Avgrensning av aktsomhetsområdet er vist i Figur 10.



Figur 10: Avgrensing av aktsomhetsområde mot tomta langs snitt 7

Ifølge veilederen skal utredningen gå videre for å dokumentere sikkerheten mot skred med stabilitetsberegninger. Videre er influensområde vurdert iht. NVE veilederen.

4.5 Avgrensning av skråninger utenfor influensområdet

Ifølge NVE veilederen kan man vurdere om aktuelle kritiske skråninger ligger innenfor/utenfor influensområdet til tiltaket (tiltakstomta). Med denne bakgrunn har vi vurdert om skråningene langs det kritiske snittet (7) vil bli påvirket av tiltaket eller ikke. I denne sammenheng har vi brukt prinsippet beskrevet i veilederen [1], kapittel 3.3.7. for avgrensning av influensområdet, som sier; «Hvis tiltaket ligger foran foten (i utløpsområdet) av skråningen, ligger skråningen utenfor influensområdet til tiltaket dersom stabiliteten ikke forverres pga. f.eks. graving eller peleramming»

Stabilitetsberegninger er utført langs kritisk snitt 7 både for dagens situasjon og i utgravingsfase. Beregninger viser at stabiliteten i skråninger utenfor tomta ikke er påvirket under utgraving på tomta (konservativt er det antatt ca. 3 m dyp utgraving), det vil si at stabiliteten ikke er forverret på grunn av graving, og dermed anses skråninger mot nordøst å ligge utenfor influensområdet til tiltaket.

Videre er krav til sikkerhet vurdert etter NVE veilederen, presentert i neste kapittel.

4.6 Krav til sikkerhet for skråninger utenfor influensområdet

Tiltaket er plassert i tiltakskategori K4. Krav til sikkerhetsfaktor for skråninger utenfor influensområdet til tiltaket er:

- 1- $F_{c\phi} \geq 1.25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1.20$, ved lavere sikkerhetsfaktor enn kravet, må stabiliteten forbedres prosentvis basert på tiltakskategori og faregraden for kvikkleiresone. Prosentvis økning av F_{cu} og $F_{c\phi}$ utføres iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen [1].

Stabilitetsberegninger er utført langs snitt 7 og er presentert i detaljer i neste hovedkapittel.

4.7 Erosjon

Sørabekken avgrensner tomta i flere retninger. I forbindelse med utbygging av veg prosjekter i området; Heimdalsveg og E6, er det utført omfattende stabiliserende tiltak langs Sørabekken. Stabiliserende tiltak er utført i form av heving av bekkebunn og erosjonssikring/steinsetting langs bekkesystemet, se Figur 2 i avsnitt 2.1.

5 Stabilitetsberegninger

5.1 Generelt

I dette kapitlet presenteres beregningsgrunnlag og stabilitetsberegninger langs det kritiske snittet som inngår i aktsomhetsområdet mot nordøst. Beregninger skal dokumentere om skråninger ligger innenfor/utenfor influensområdet for tiltaket ved å kjøre beregninger for dagens situasjon samt for utgravingsfase, dette er for å vise om stabiliteten vil bli forverret eller ikke.

Stabilitetsberegninger er utført med beregningsprogrammet GeoSuite – Stability versjon 22.0.1.0 for total- og effektivspenningsanalyse med sirkulære og plane skjærflater.

5.2 Kritiske snitt og beregningsgrunnlag/beregningsforutsetninger

Aktuell kritisk snitt er 7. I stabilitetsberegninger legges det til grunn tidligere utførte grunnundersøkelser i området der det er utført omfattende grunnundersøkelser i forbindelse med oppbygging av vegprosjekter.

Langs snitt 7 har vi vurdert grunnforhold basert på nære liggende borepunkt, plassering av snitt og aktuelle boringer er vist på tegning V01. Sonderingsresultat og boreprofil for aktuelle boringer er vist i vedlegg 2.

Beregninger er utført uten å bruke 3D-effekt, noe som gir konservative resultater.

Anisotropifaktorer er basert på anbefalinger i NIFS rapport [5], ADP forholdet lagt inn i beregninger er (1 – 0,63 – 0,35).

Grunnvannstand er lagt i underkant av tørrskorpeleire, også høyt opp i skråningen (konservativt).

For tolkning av materialparametere har vi brukt erfaringer fra tidligere prosjekter i området, det stemmer overens med erfaringsverdier fra Statens vegvesens håndbok V220, [6]. Materialparameter er listet i Tabell 1.

Tabell 1: Parametere lagt til grunn i beregninger

Løsmasse	Tyngdetetthet kN/m ³	Friksjonsvinkel -grader	C` KPa
Tørrskorpeleire	19	31	0
Leire, siltig	20	29	7
Kvikkleire	20	27	5

5.3 Valg av skjærstyrke

Lagdeling og valg av skjærstyrke er basert på tilgjengelige data fra utførte boringer, det er brukt direkte målt skjærstyrke som er omregnet til aktiv skjærstyrke. Boring 1 ligger helt på toppen av skråning, mens de andre boringer 2 og 3 ligger i skråning nærmest tomta. Ved foten av skråningen (i tomta) viser boringer 1B til 5B, vedlegg 1, bedre grunnforhold enn opp i skråningen, likevel har vi konservativt antatt et sammenhengende kvikkleirelag frem til tomta i beregninger. Tolkning av skjærstyrke er hovedsakelig basert på boring 1 [7] og boringer 2 og 3 [8], to aktiv skjærstyrke er tolket og ut fra det er SuA-designlinje konservativt tolket og som videre er brukt i beregninger langs hele snittet, tolkning av skjærstyrke og designlinje er vist i detaljer i vedlegg 2. [Ny tolkning av aktiv skjærstyrke er utført basert på SHANSEP. I tolkningen er det «konservativt» antatt at leire er normal til litt overkonsolidert med OCR lik 1,5 konstant med dybden.](#)

5.4 Beregningsresultat

5.4.1 Dagens situasjon

Beregninger for dagens situasjon viser sikkerhetsfaktor i totalspenningsanalyse; $F_{cu}=1,23$ (laveste som ligger i skråningen høyt opp) og for effektivspenningsanalyse er oppnådd sikkerhetsfaktor; $F_{c\phi}=3,32$. Plane rasmekanisme er også vurdert, men den var ikke kritisk, $F_{cu}= 3,91$ for plan skjærflate. For bruddflaten som ligger i skråning nærmest tomte, langs snitt 7, er oppnådd sikkerhetsfaktor for total- og effektivspenningsanalyse mye over 1,4. Beregningsresultat er vist i tegning V10. [Beregninger er kontrollert ved å legge til grunn ny design linje for aktiv skjærstyrke korrigert mot SHANSEP, vist i Figur 7 i vedlegg 2-rev.01 med rød linje. Beregninger viser høyere sikkerhetsfaktor enn ved første beregninger med skjærstyrke tolket fra labprofil, kontrollberegninger er vist i Figur 8 i vedlegg 2-rev.01. Dette viser at valg av skjærstyrke basert på labprofil gir konservative resultater, og dermed er det ikke behov for videre beregninger med skjærstyrke basert på SHANSEP.](#)

5.4.2 Utgravingsfase

Beregninger for utgravingsfase viser akkurat like beregnet sikkerhetsfaktor for dagens situasjon, der sikkerhetsfaktor i totalspenningsanalyse; $F_{cu}=1,23$ (laveste som ligger i skråningen høyt opp) og for effektivspenningsanalyse er oppnådd sikkerhetsfaktor; $F_{c\phi}=3,32$. For bruddflaten som ligger i skråning nærmest tomte, langs snitt 7, er oppnådd sikkerhetsfaktor for total- og effektivspenningsanalyse mye over 1,4 og tilsvarer beregnet sikkerhetsfaktor for dagens situasjon. Beregningsresultat er vist i tegning V10.

5.4.3 Vurdering av beregningsresultat

Beregninger viser at skråninger ligger utenfor influensområdet for tiltaket, der under utgravningen ble stabiliteten ikke forverret eller påvirket i det hele tatt. Det gjelder både nære skråninger til tomte og skråninger som ligger høyt opp i kvikkleiresone Esp. Oppnådd sikkerhetsfaktor tilfredsstiller kravet iht. NVE veileder der minste tillatte robusthet skal være dokumentert ved $F_{cu}=1,20$. Beregnet sikkerhetsfaktor er over 1,20.

5.5 Vurdering av stabiliteten i ferdig bygd situasjon

Tiltaket vil ha verken negativ eller positiv påvirkning av stabiliteten mot nordøst, ettersom skråningene er utenfor influensområdet for tiltaket.

Med dette anses tiltaket ikke utsatt for ras utenfor tomte, og tiltaket kan heller ikke utløse et skred som kan påvirke områdestabiliteten.

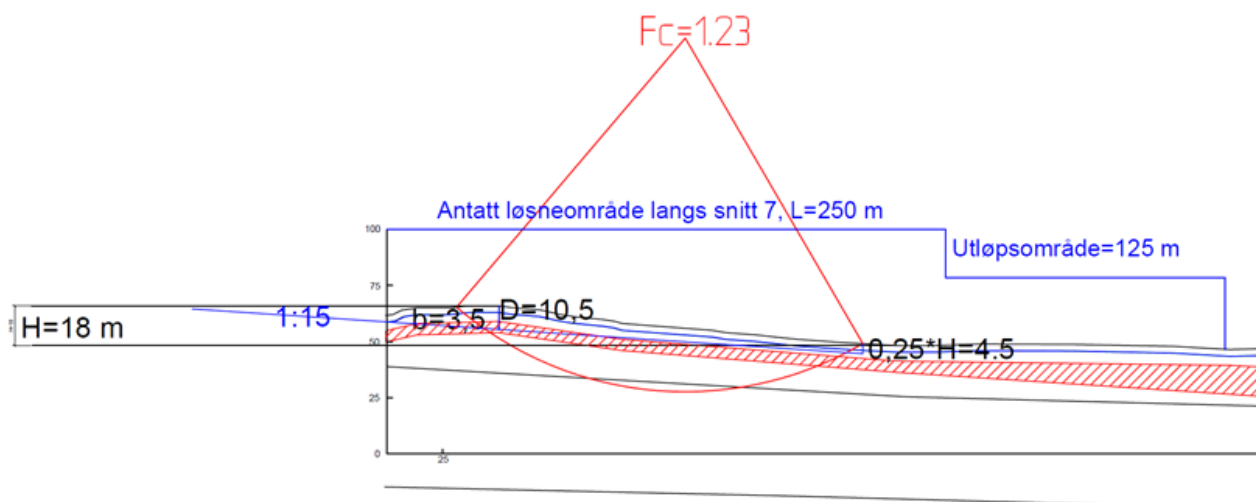
5.6 Vurdering av lokalstabilitet iht. Eu7

I detaljprosjekteringsfase skal lokalstabilitet ved fundamentering og gravearbeid ivaretas iht. krav til sikkerhet i Eu7 [4].

6 Oppdatering/ending av eksisterende faresone Esp

Som det er presentert og dokumentert i forrige kapitler er eneste rasretning mot tomta fra nord-øst innenfor kvikkleiresone Esp. Ved stabilitetsberegninger er det dokumentert at skråninger ligger utenfor influensområdet for tiltaket, og at det er tilstrekkelig robusthet mot skred. I tillegg er det også vurdert rasmekanisme for å finne ut hva slags skred kan forventes og basert på det avgrenses utløpsområde, og dermed kan man finne ut om tiltaket ligger innenfor utløpsområde eller ikke.

Basert på stabilitetsberegninger langs snitt 7, med kritiske glidesirkel - laveste sikkerhetsfaktor $F_c=1,23$, er rasmekanisme vurdert å være av type flakskred eller rotasjonsskred, dette er utført iht. figur 4.6 i veilederen [1], og er vist i Figur 11 for snitt 7, detaljer med plan- og snitt tegning er vist på tegning V11. Praktisering av ovennevnte prosedyren viser at andelen sprøbruddmateriale over bunn av kritisk bruddflate. b/D , er mindre enn 40%:



Figur 11: Utklipp fra tegning V11 som viser prosedyre for vurdering av skredmekanisme og avgrensning av utløpsområde, detaljer vist i tegning V11

$b/D = 3,5/10,5 = 0,33 \dots < 40\%$, dette tilsier at forventet ras er av type flak- eller rotasjonsskred, iht. figur 4.3 i veilederen [1].

For de to typer skred avgrenses utløpsområde L_u , basert på lengde av løsneområde, slik:

Flakskred eller rotasjonsskred: $L_u = 0,5L$ der L er løsneområdetets lengde.

For å avgrense et løsneområde for den eksisterende sonen, så har vi antatt konservativt at den aktuelle løsnesone dekker hele strekningen av skråning i snitt 7 som inngår i kvikkleiresone Esp. Tanken var at; hvis det skjer ras i denne skråningen i snitt 7 (innenfor kvikkleiresone Esp), så er denne et løsneområde L. L har lengde da lik 250 m, målt på tegning V11, av dette har vi begrenset utløpsområde slik:

$L_u = 0,5L \dots \dots \dots L_u = 0,5 \cdot 250 \text{ m} = 125 \text{ m}$. Detaljer vist på tegning V11.

Ved alternativ metodikk for avgrensning av løsneområde, basert på figur 4.8-b) [1], så L skal være mindre enn $5 \cdot H$. L blir da $(5 \cdot 18 \text{ m}) = 90 \text{ m}$, dette gir enn mindre utbredelse av utløpsområdet ($L_u = 0,5 \cdot 90 = 45 \text{ m}$).

I begge de to ovennevnte metodikkene for avgrensning av utløpsområde, vil tiltaksområde ligger langt unna et evt. utløpsområde fra kvikkleiresone Esp ca. over 350 m unna utløpsområde. Det er i tillegg dokumentert at skråningen i kvikkleiresone Esp ligger utenfor influensområde for tiltaket. Med dette anses det uaktuelt å endre/kartlegge kvikkleiresone Esp på nytt, siden sonen ikke har påvirkning i tiltaksområde. I veiledningen til Byggeteknisk forskrift (TEK17) §7-3, [2] står det følgende om hvilket område som må utredes: «*Utredning av områdestabilitet (soneutredning) innebærer å vurdere alle skråninger hvor et skred kan utløses og forplante seg inn i tiltaksområdet, samt områder hvor skredmasser ovenfra kan ramme tiltaksområdet.*» Det vil si at det i forbindelse med denne utredningen for planlagt reguleringsområde/tiltak må avgrenses kun det løsneg og utløpsområdet som vil kunne påvirke tiltaksområdet.

Innenfor/nær tomte tyder utførte grunnundersøkelser ikke på kvikkleire, men det kan ikke utelukkes kvikkleire i dybden. Terrenget er ganske flatt, slakere enn 1:20, noe som tilsier at evt. kvikkleire på tomten ikke er skredfarlig.

7 Konklusjon og videre arbeid

Etter fullstendig vurdering av områdestabilitet iht. prosedyre beskrevet i NVE kvikkleireveileder 1/2019 anser vi tiltaksområdet som skredsikkert. Tiltaket ligger ikke i et utløpsområde, og tiltaket (i reguleringsområdet) vil ikke kunne utløse et skred og ramme naboområder, ettersom terrenget på tomte er nesten flatt og er mye slakere enn 1:20.

Lokalstabilitet må ivaretas etter kravene iht. Eu7 eller tilsvarende ifbm detaljprosjektering for utbygging.

Vurderingene presentert i denne versjonen (J02) av rapporten er kontrollert/kvalitetssikret av NGI [9], som uavhengig foretak, og kommentarer er bearbeidet i denne rapporten.

8 Tegninger

V01: Situasjonsskart, plassering av beregningsnitt og aktuelle boringer

V10: Beregningsresultat langs snitt 7 for total- og effektivspenningsanalyse i dagens- og utgravings situasjon

V11: Plan- og snitt tegning viser vurdering av skredmekanisme og avgrensning av utløpsområde

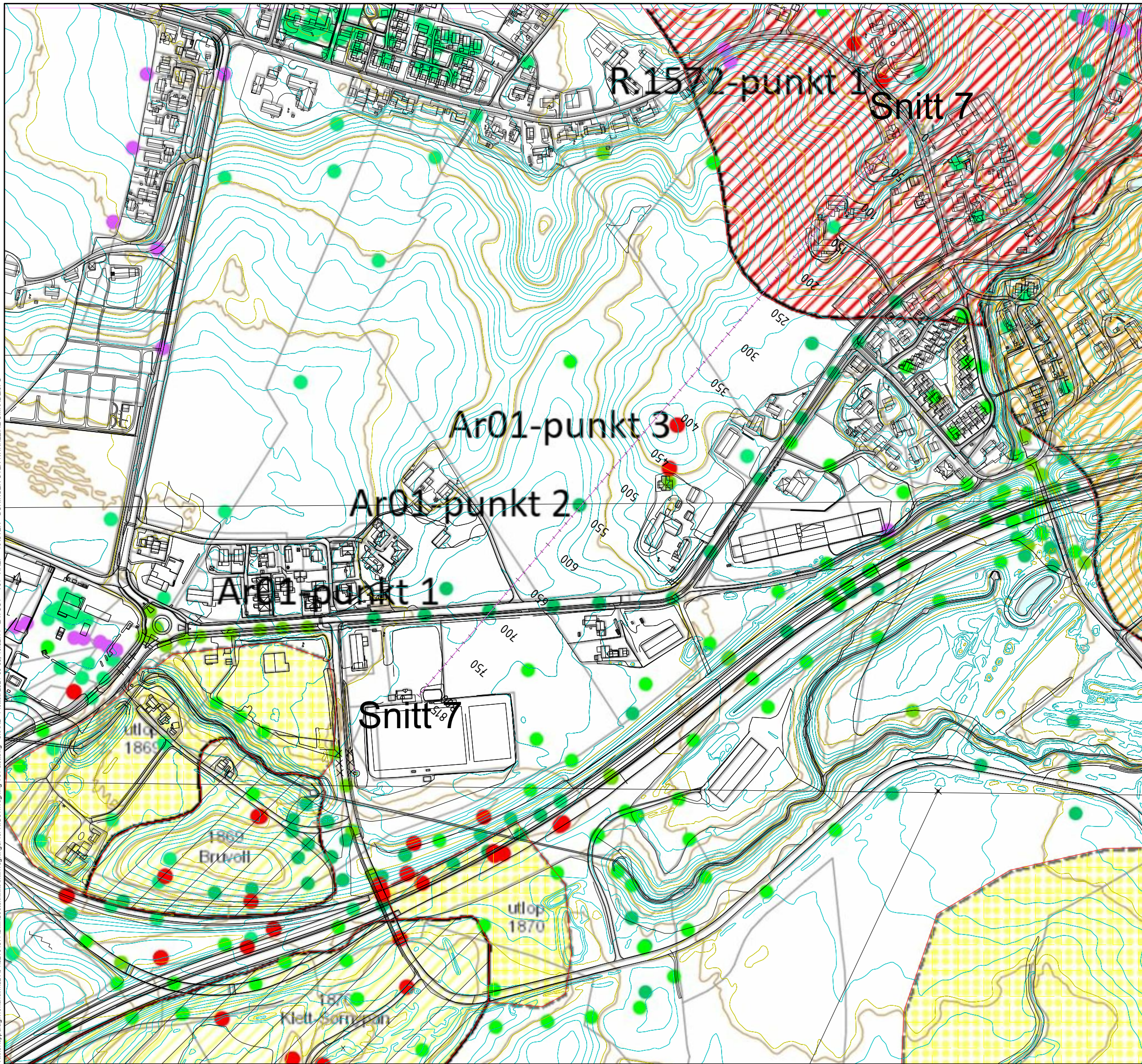
9 Vedlegg

1. Sonderingsresultat fra aktuelle boringer ved tiltaksområdet
2. rev.01: Sonderingsresultat, boreprofil og lagdeling samt SuA-design linje fra aktuelle boringer langs snitt 7 og SHANSEP tolkning med resultat av kontrollberegninger

10 Referanser

- [1] «Veileder Nr. 1/2019 ; Sikkerhet mot kvikkleireskred».
- [2] <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- [3] «NVE retningslinjer 2-2011; Flaum - og skredfare i arealplanar, sist revidert 2014».
- [4] NS-EN-1997-1:2004+NA:2020: Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler.
- [5] «Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire (2014); «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer». Rapport 14-2014».
- [6] Statens vegvesen. V220 Geoteknikk i vegbygging, 2018.
- [7] «Datarapport grunnundersøkelser nr. R.1572: «Kammen. Nytt fortau», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 17.07.2013».
- [8] «Datarapport nr. 2010072821-001: «Gang- og sykkelveg Heimdalsvegen», utarbeidet av SVV, datert 01.09.2011».
- [9] «Teknisk notat 20210554-01-TN - 1/2021-11-22; "Uavhengig kontroll av områdestabilitet - Ishall, Klett"».

X:\prosjekter\Trondheim\21\04\52\04377\BIM\Geoteknik\Kvikk\Tegninger for RIG01\Tegning V01-ar01.dwg - SHAAL - Plottet: 2021-08-03 10:52:44 - LAYOUT = V01 - XREF - RASTER = BORINGER-UTEN KVIKKLEIRE OMRÅDE.JPG



FORKLARINGER

Kvikkleiresoner og grunnundersøkelser borepunkt er hentet fra Trondheim kommune kart tjeneste

Tegningsnummer	Revisjon
V01	00

HENVISNINGER

- Kritisk beregningsnitt er nr. 7
- Aktuelle borer lagt til grunn i beregninger/vist på tegningen langs beregningsnitt 7 er:
- Boring 1 fra datarapport R.1572
- Borer 1, 2 og 3 fra SVV rapport Ud867-Ar01

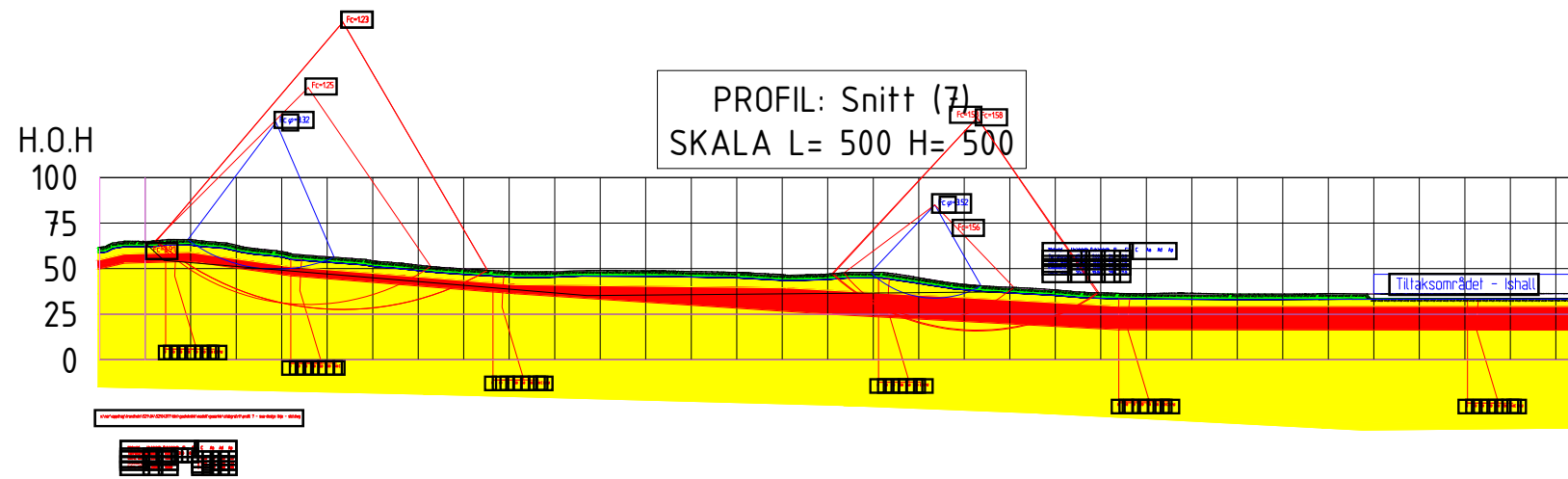
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
00	2021-08-31	Ishall - Klett områdestabilitetsutredning	ShaaEgAB	SBT	TM

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

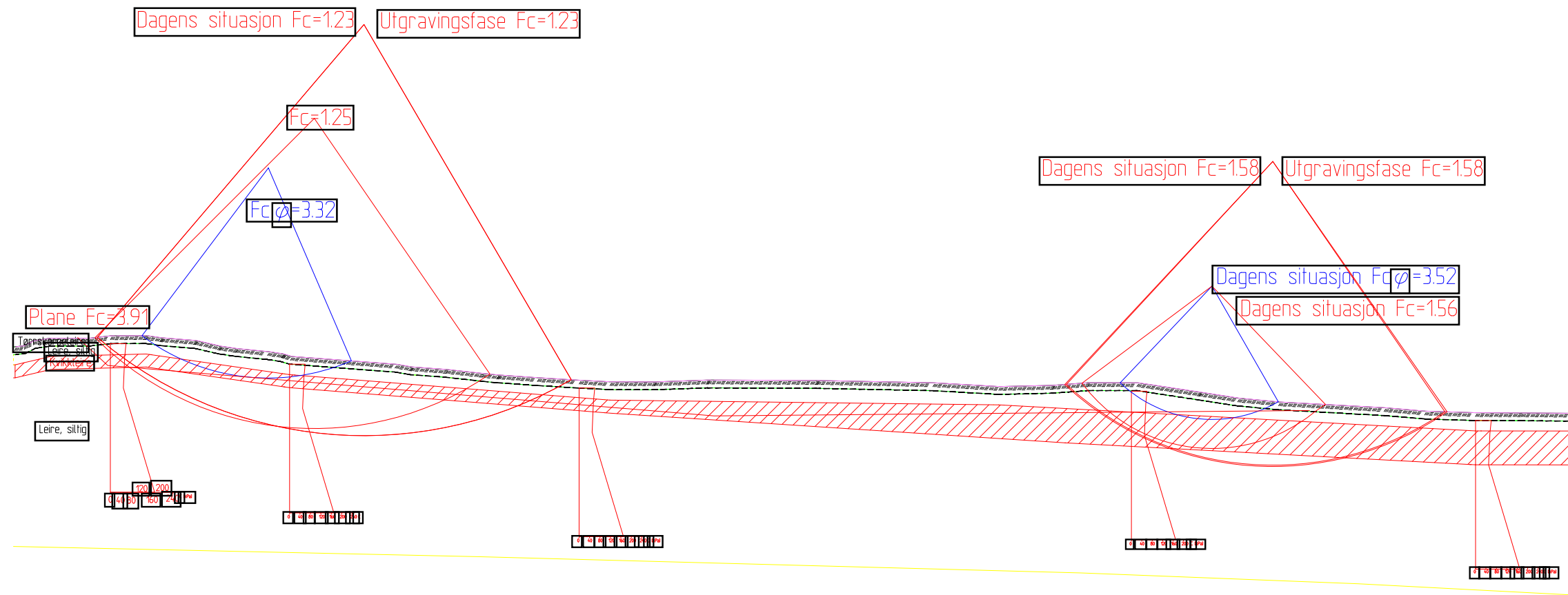
Leinstrand Idrettslag	Målestokk (gjelder A3) 1:4000
-----------------------	----------------------------------

Ishall Klett
Områdestabilitetsutredning iht. NVE veileder
Plassering av beregningsnitt samt aktuelle borer
Snitt 7

Norconsult	Oppdragsnummer 52104377	Tegningsnummer V01	Revisjon 00
------------	----------------------------	-----------------------	----------------



Beregningsresultat snitt 7-figur 1 viser hele snittet, målestokk 1:4000 i A3



Tegningsnummer	Revisjon
V10	00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpeleire	9.00	9.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpeleire	9.00	9.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	20.00	10.00	29.0	7.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	27.0	5.0				
Leire, siltig	20.00	10.00	29.0	7.0				

Beregningsresultat snitt 7-figur 2 viser deler av snittet (glidesirkler), målestokk 1:2000 i A3

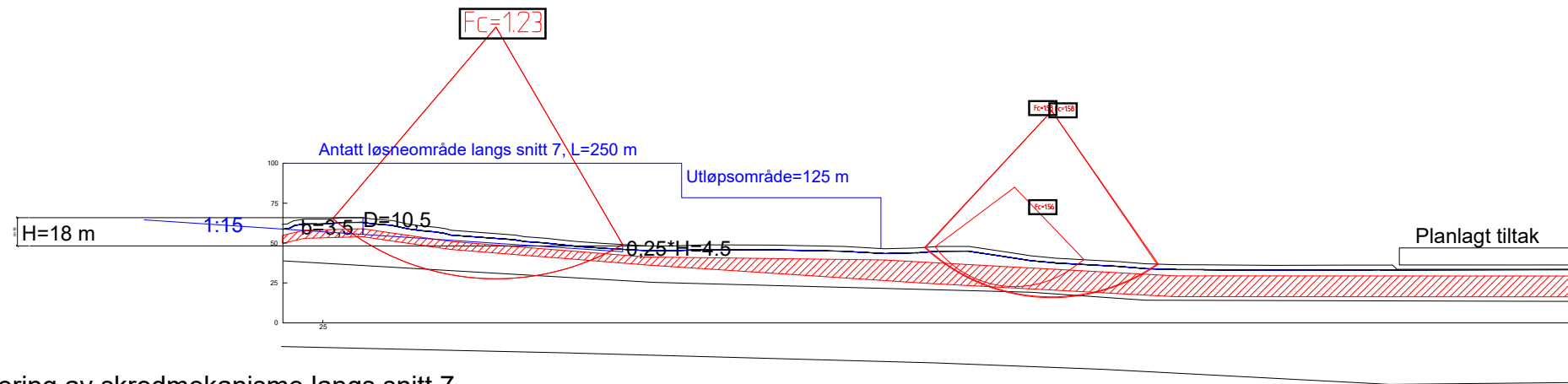
00	2021-08-31	Ishall - Klett områdestabilitetsutredning	ShaaEgAB\$BT
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet Fagkontroll Godkjent

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

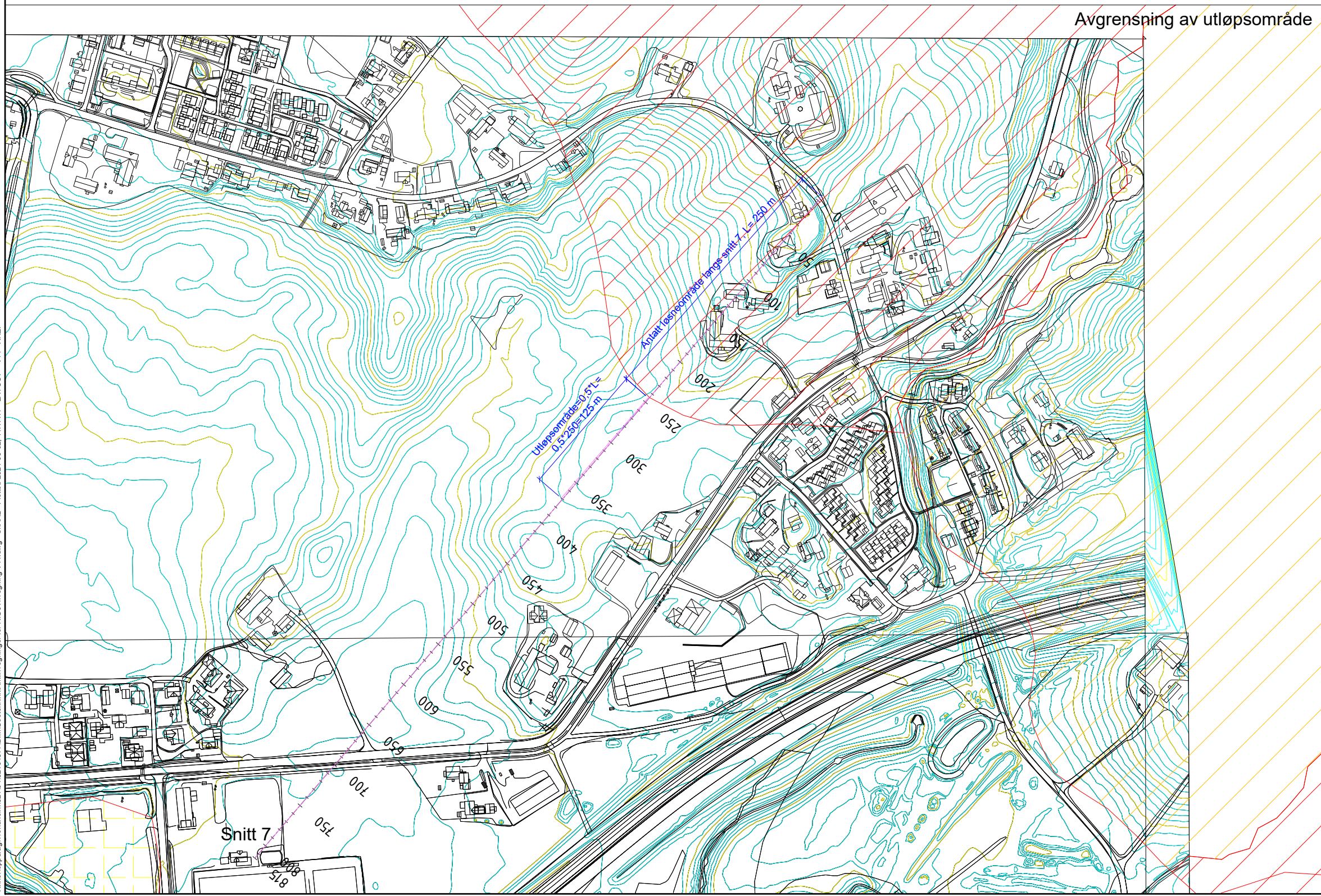
Leinstrand Idrettslag		Målestokk (gjelder A3)	Se teg.
-----------------------	--	------------------------	---------

Ishall Klett
 Områdestabilitetsutredning iht. NVE veileder
 Snitt 7
 Beregningsresultat for dagens- og utgravingsfase
 Beregninger for total- og effektivspenningsanalyse

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	52104377	V10	00



Vurdering av skredmekanisme langs snitt 7



Avgrensning av utløpsområde

Tegningsnummer	Revisjon
V11	00

00	2021-08-31	Ishall - Klett områdestabilitetsutredning	ShaaEgAB\$BTim
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet Fagkontroll Godkjent

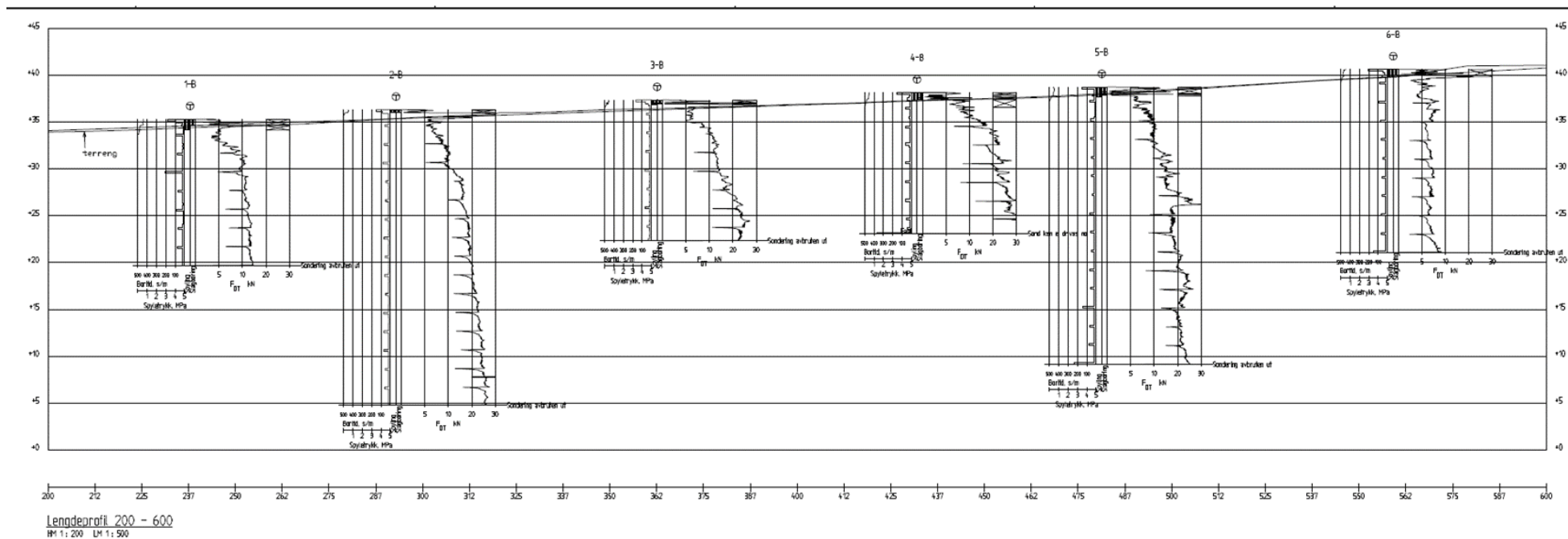
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet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

Leinstrand Idrettslag	Målestokk (gjelder A3)
	1:4000

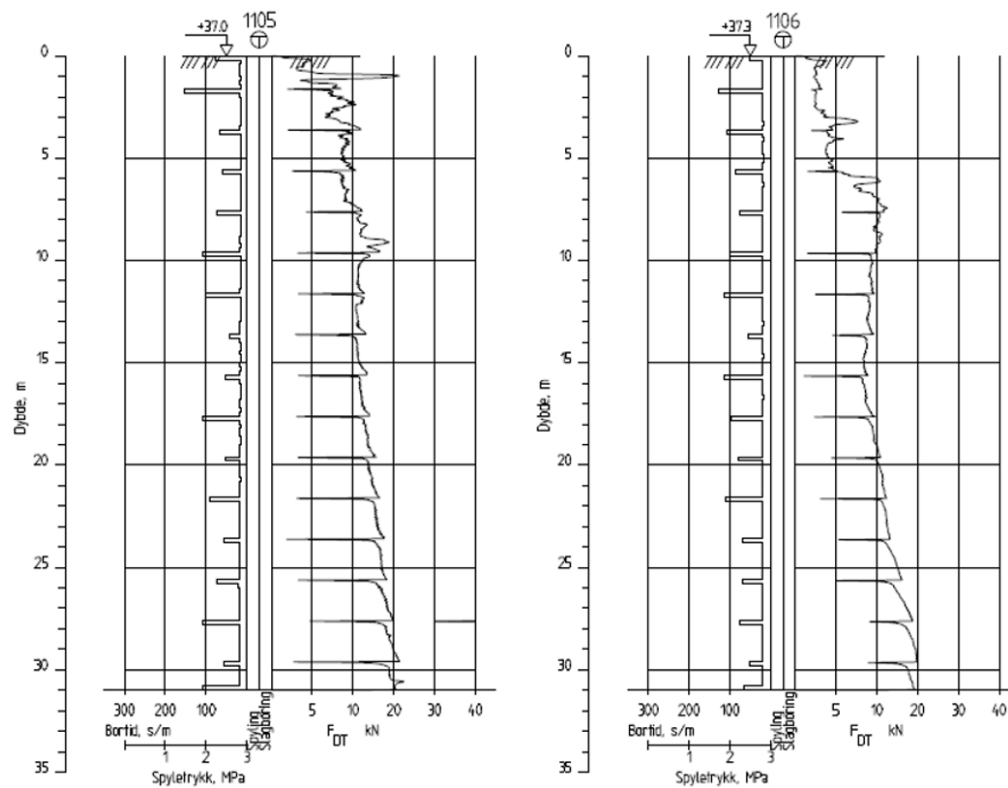
Ishall Klett
 Områdestabilitetsutredning iht. NVE veileder
 Vurdering av skredmekanisme langs snitt 7
 Avgrensning av utløpsområde
 Plan- og profiltegning

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	52104377	V11	00

52104377 - RIG01 - Vedlegg 1 - Sonderingsresultat for aktuelle boringer ved tiltaksområdet

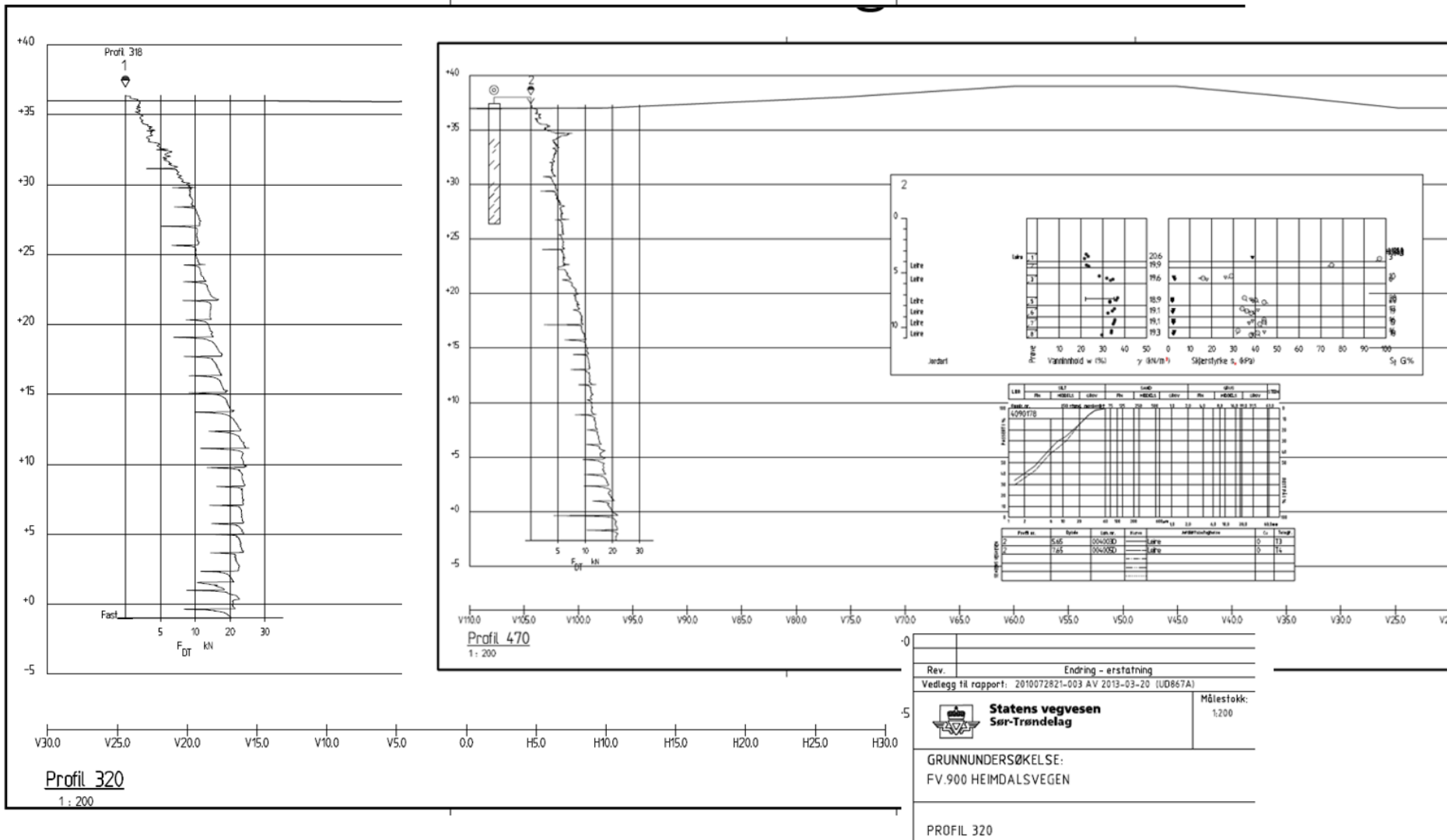


Figur 1: Boringer 1B til 6 B fra SVV-rapport Ud867Ar03

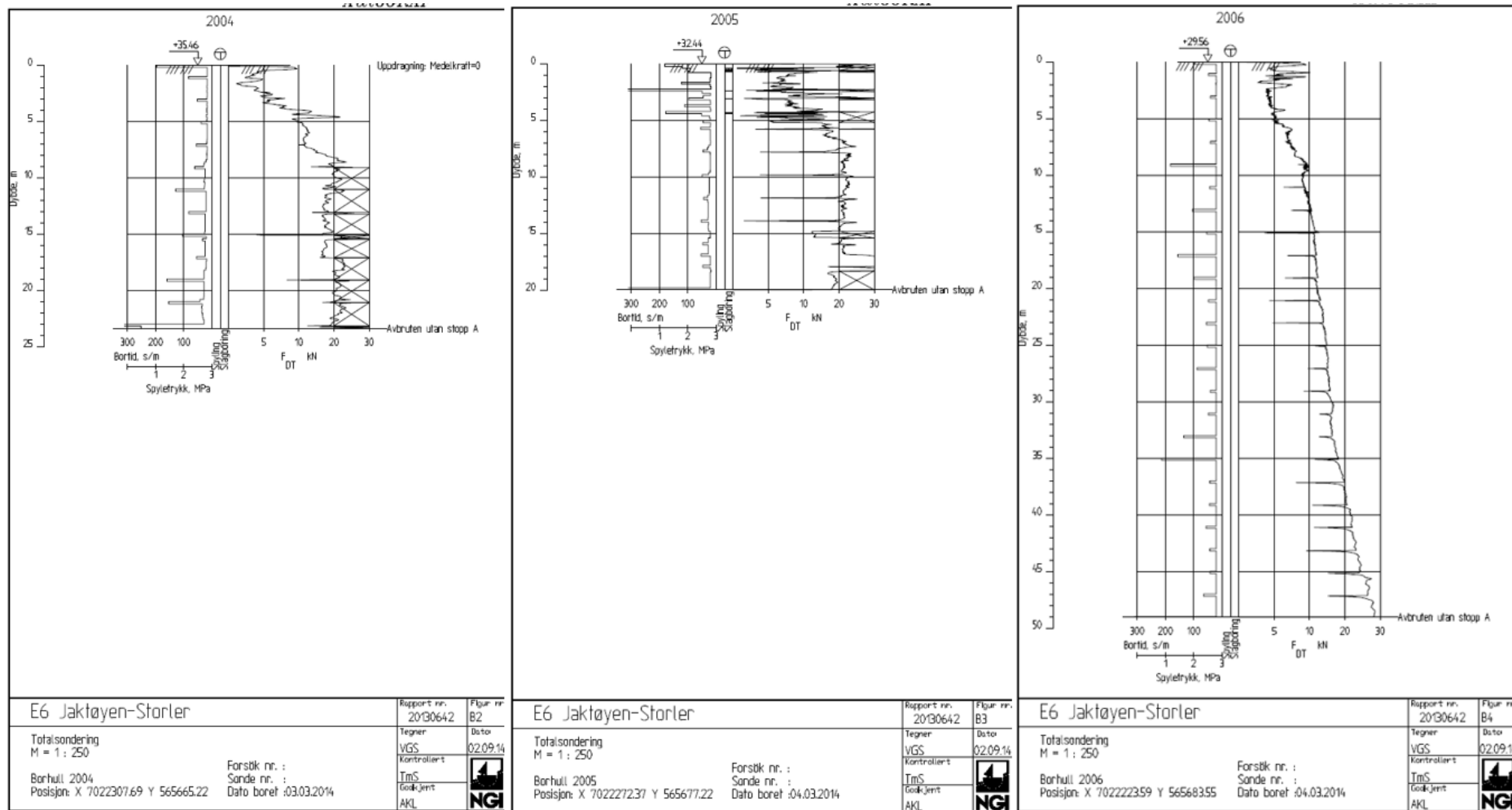


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tege	Karrv.	Gullj
	Statens vegvesen region midt E6 Klett, Trondheim Grunnundersøkelser	Original format AS-forlengt 415531-RIG-TEG-200_BORUTSKRIFT.dwg	Fog	Geoteknikk	
	Borutskrift Bp.-1105, Bp.-1106, Bp.-1109, Bp.-1110	Underlagets filnavn Kartunderlag.dwg	Skala 1:200	Målestokk	
	MULTICONSULT AS 7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70	Dato 10.04.2013	Konst./Tegnet JMP	Kontrollert ROS	Godkjert ARV
		Oppdrager: 415531	Tegninger: RIG-TEG-200		Rev.

Figur 2: Boringer nr. 1105, 1106 fra rapport 415531-RIG-RAP-001

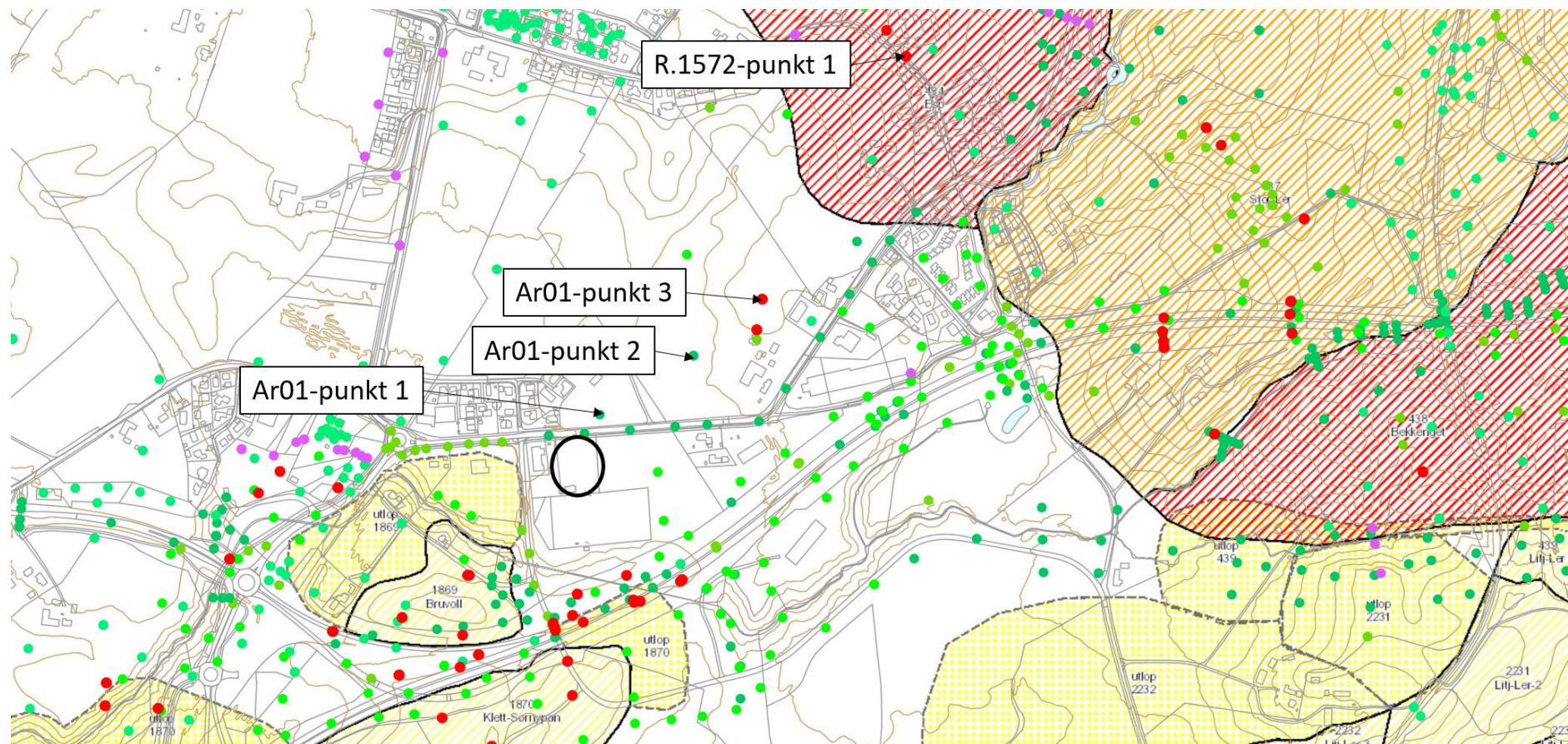


Figur 3: Boringer nr. 1 og 2 fra SVV-rapport Ud867Ar01

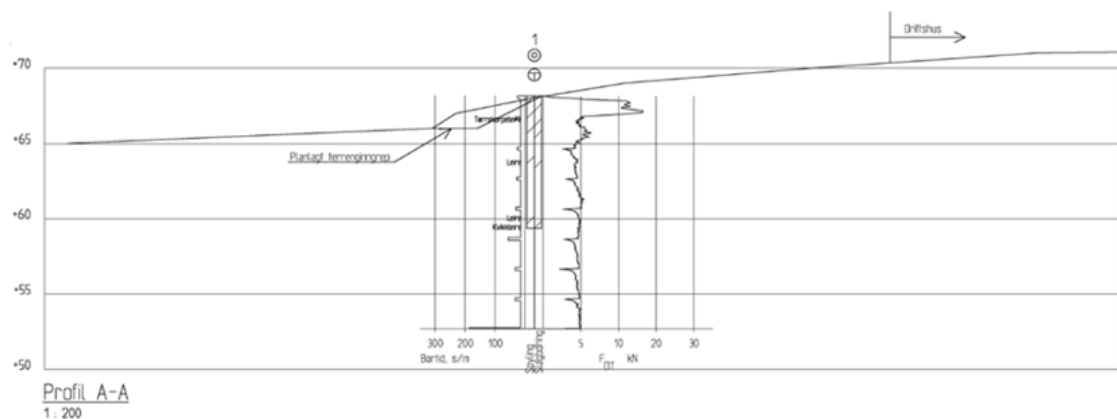


Figur 4: Boringer nr. 2004, 2005 og 2006 fra rapport 20130642-01

52104377 - RIG01 - Vedlegg 2 -rev.01– Sonderingsresultat, boreprofil og grunnlag for lagdeling samt tolkning av skjærstyrke for aktuelle boringer langs kritisk snitt 7 og SHANSEP tolkning med resultat av kontrollberegninger.



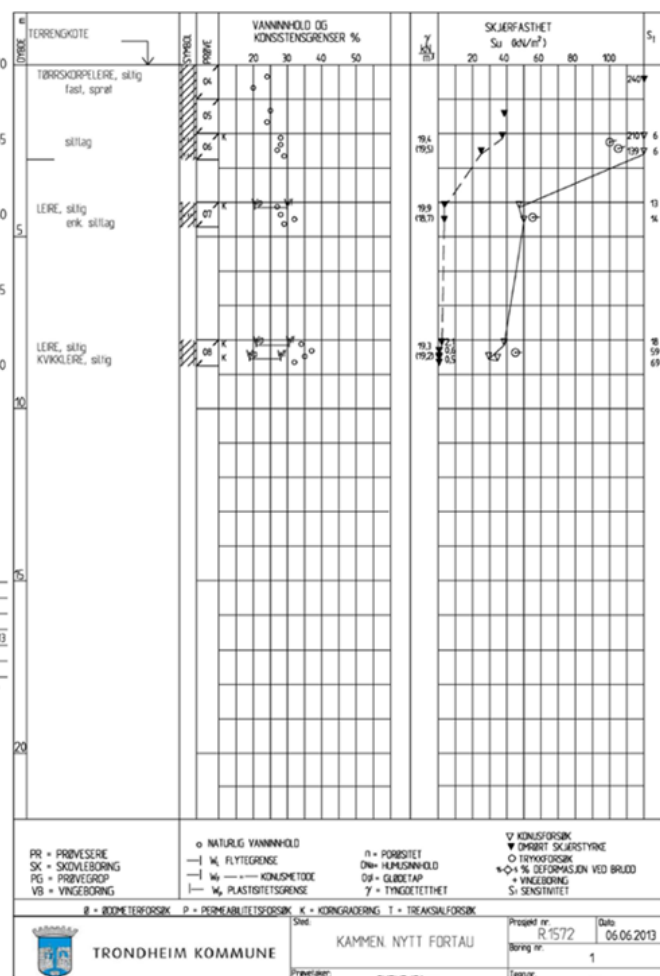
Figur 1: Aktuelle boringer langs snitt 7 for valg av skjærstyrke og lagdeling



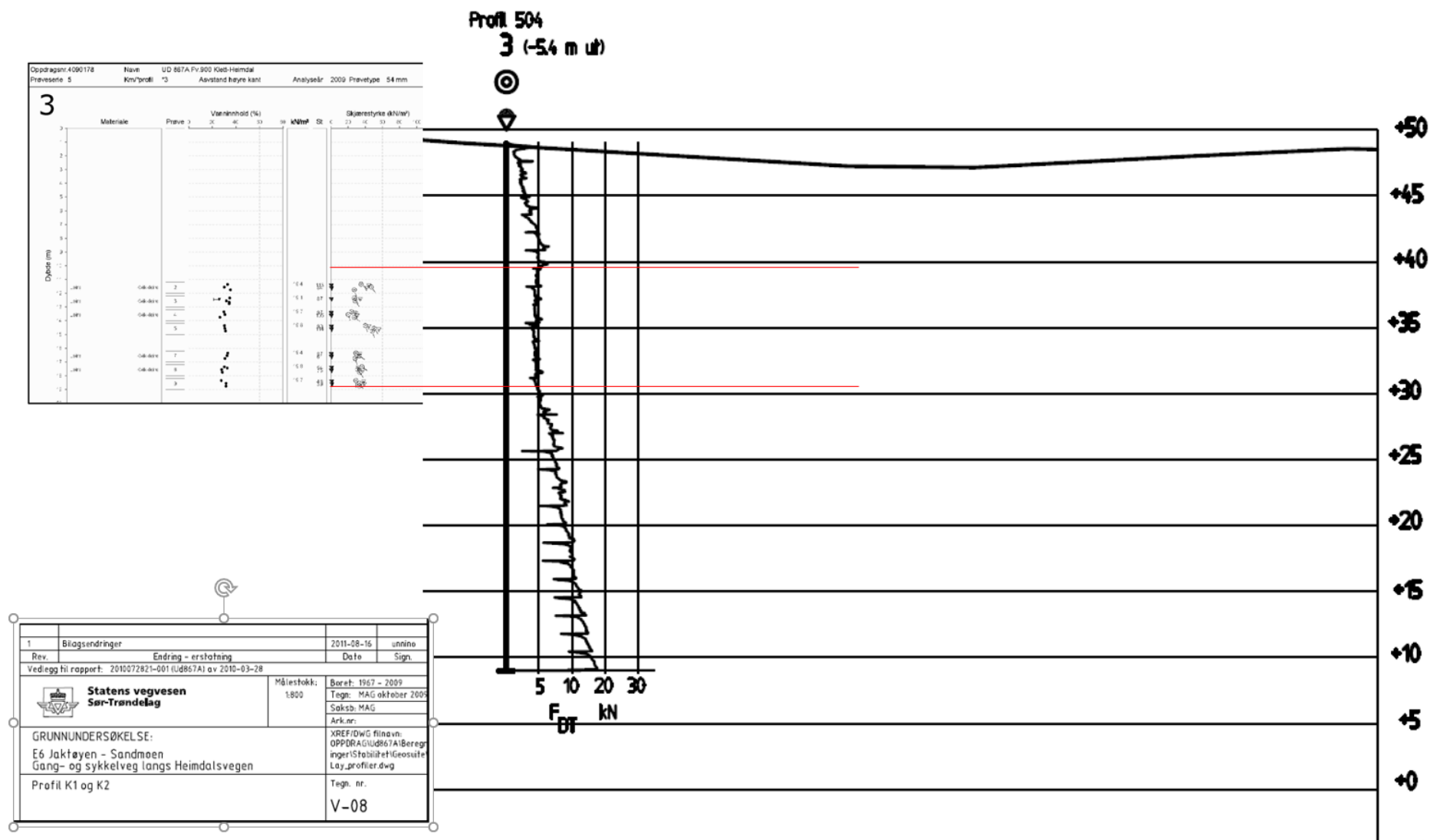
Profil A-A
1: 200

Lagdeling fra boring 1
 3 m topplag (0-3)
 4 m leire siltig (3-7)
 5 m kvikkleire (7-12)
 Så leire, siltig videre. Bekreftet ved
 Boring 6 fra NGI

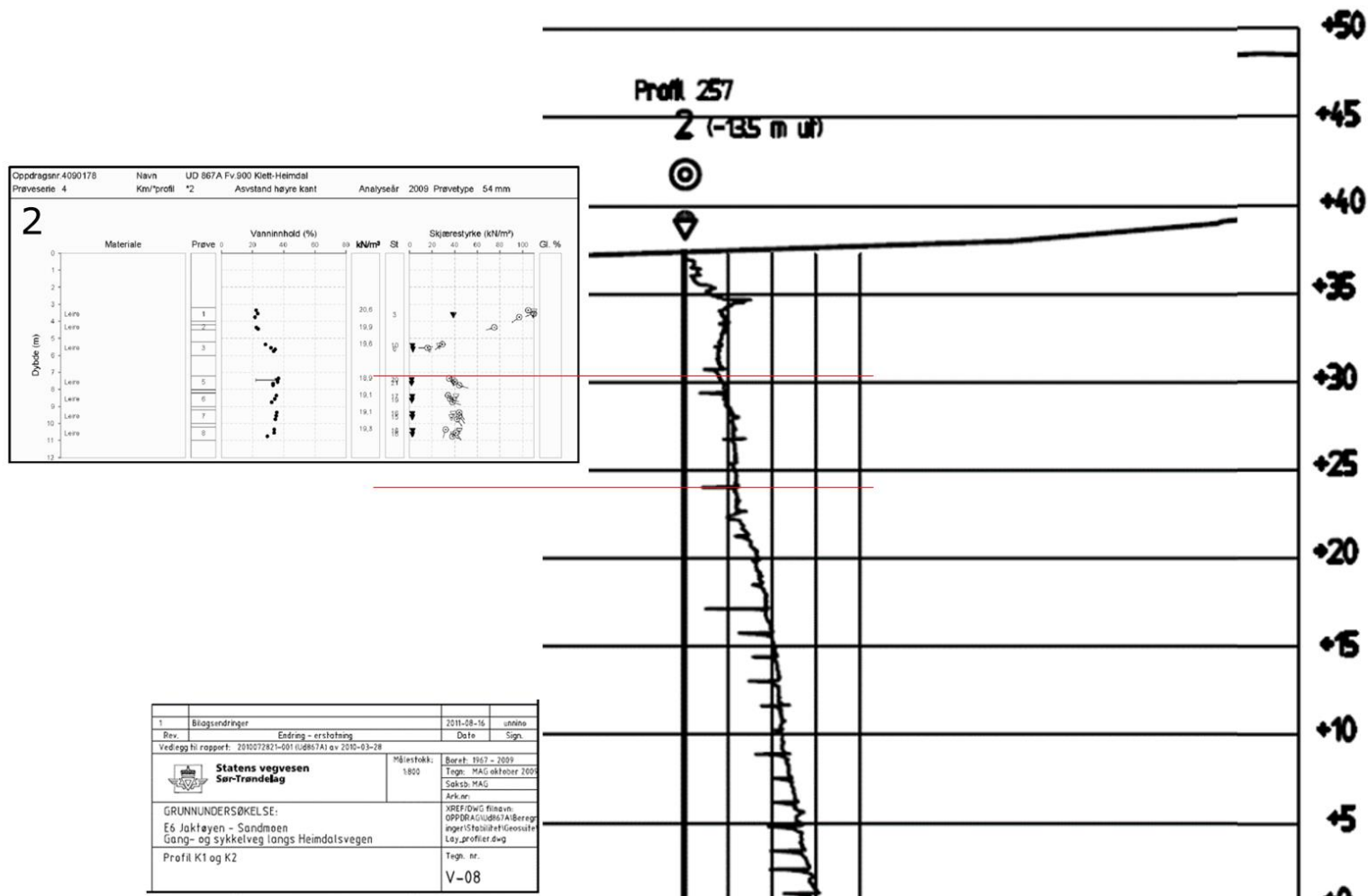
Kammen. Nytt fortau Profil A	Tegnet:	2FX
	Godkjent:	
Høydesystem NN2000	Sakstet:	2FX
	Date:	17.07.2013
	Målestokk:	1:200
TRONDHEIM KOMMUNE	Prosjekt nr.:	R.1572
	Tegnr.:	11



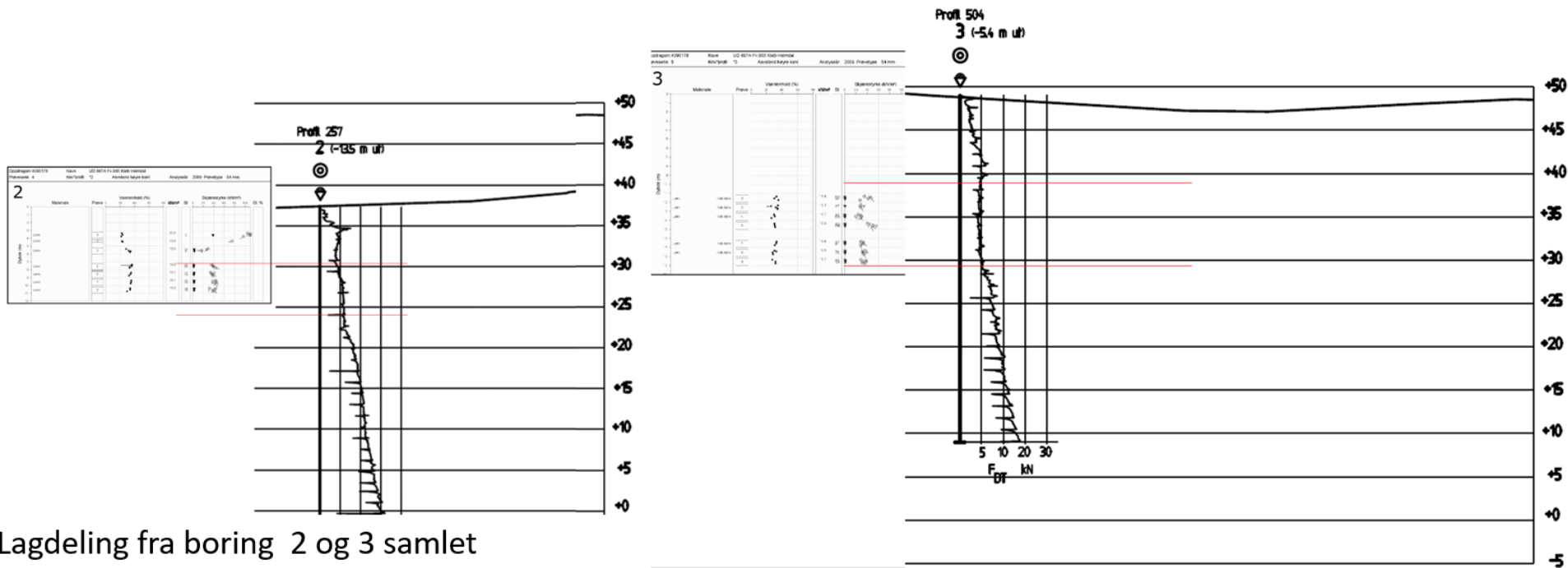
Figur 2: Boring nr.1 fra datarapport R.1572. totalsondering og borprofil



Figur 3: Boring nr. 3 fra SVV-rapport Ud867Ar1. Dreitrykkssondering og boreprofil



Figur 4: Boring nr. 2 fra SVV-rapport Ud867Ar1. Dreietrykksondring og boreprofil

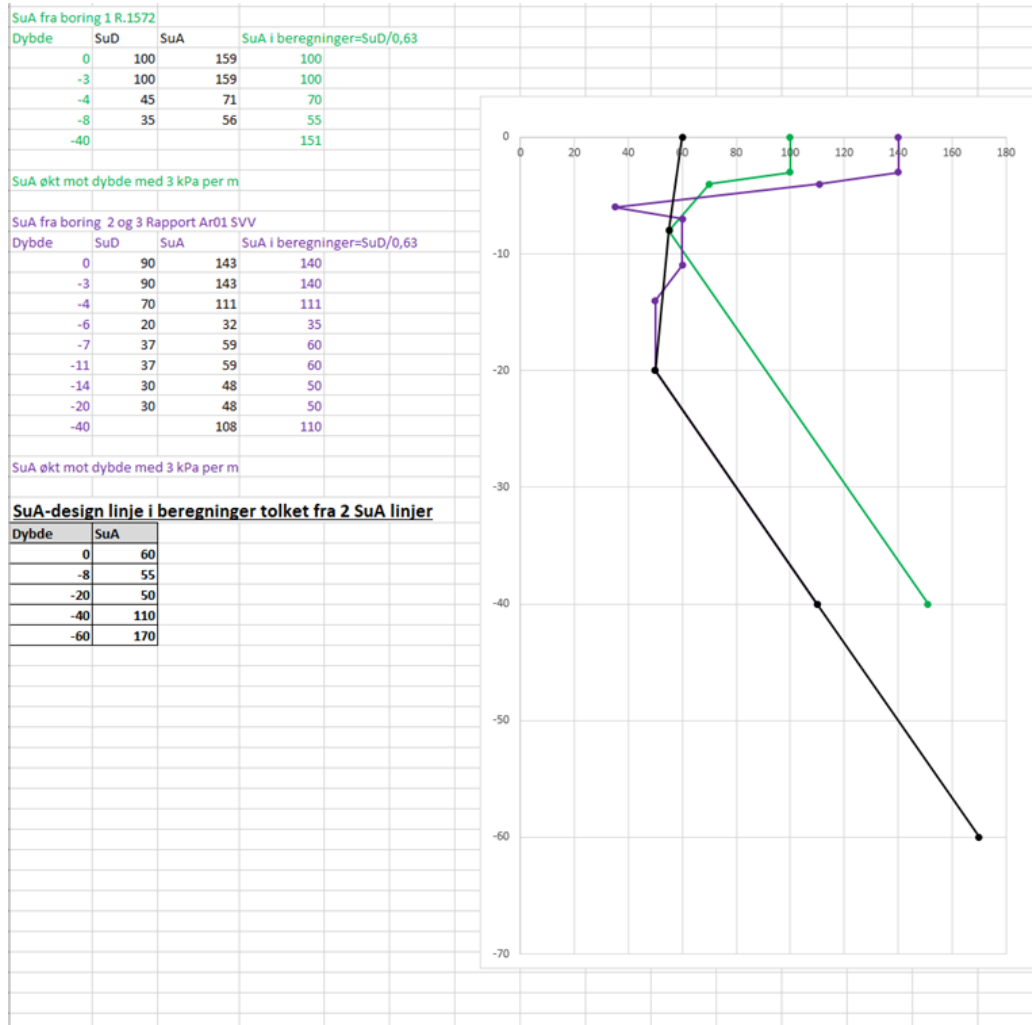


Lagdeling fra boring 2 og 3 samlet

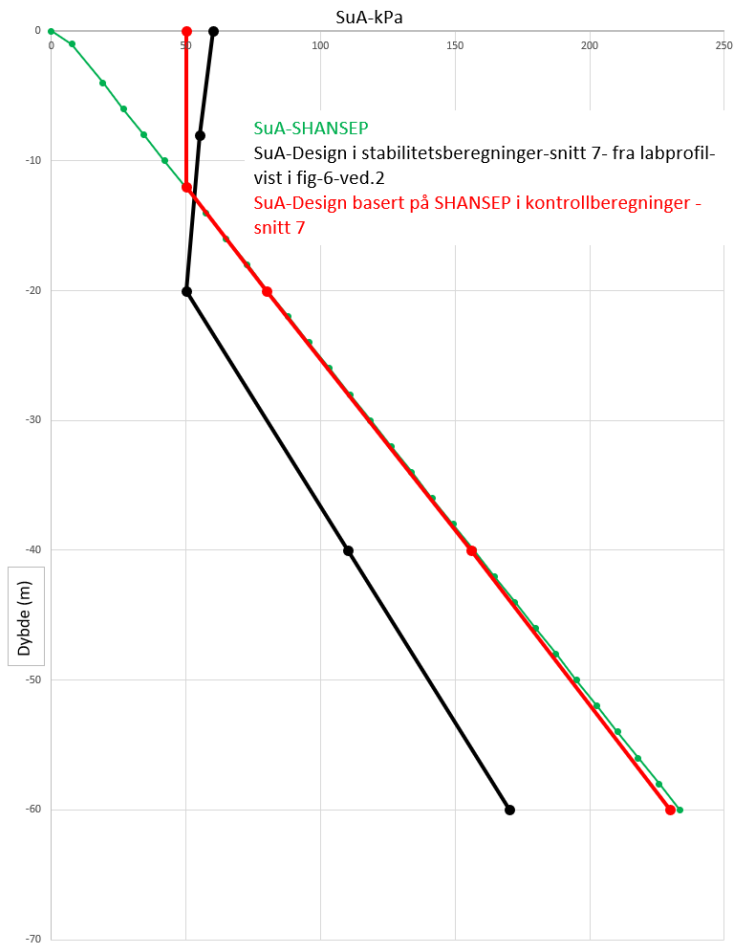
- 3 m topplag (0-3)
- 4m leire siltig (3-7)
- 4 m sprøbrudleire (7-11)
- 9 m kvikkleire (11-20)

Så leire, siltig videre.

Figur 5: Lagdeling basert på borer 2 og 3 fra SVV rapport Ud8637Ar01



Figur 6: Tolkning av skjærstyrke fra aktuelle borer – Design linje brukt i beregninger langs snitt 7



Figur 7: Tolkning av skjærstyrke basert på SHANSEP (grønn) og design linje (rød) brukt i kontrollberegninger – snitt 7

