Trondheim kommune - Trondheim eiendom

Heggstadflata omsorgsboliger

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

Oppdragsnr.: **5188443** Dokumentnr.: **5188443-RIG01** Versjon: **J03** Dato: **2021-06-07**



Norconsult

Oppdragsgiver:	Trondheim kommune - Trondheim eiendom
Oppdragsgivers kontaktperson:	Trondheim eiendom v/Gro Trude Asmussen
Rådgiver:	Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder:	Birgitte Kahrs
Fagansvarlig:	Shaima Ali Alnajim
Andre nøkkelpersoner:	Henning Tiarks

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J03	2021-06-07	Sluttrapport - godkjent uavhengig kvalitetssikring	Shaima Ali Alnajim	Henning Tiarks	Birgitte Kahrs
J02	2021-03-26	Oppdatering etter kommentarer fra UAK og NVE veileder 1/2019	Shaima Ali Alnajim	Henning Tiarks	Birgitte Kahrs
01	2019-07-04	Vurdering iht. NVE regelverk	Shaima Ali Alnajim	Henning Tiarks	Birgitte Kahrs

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.

Sammendrag

Trondheim kommune planlegger å bygge 10-12 omsorgsboliger samt parkeringsareal på Heggstadflata Gnr./Bnr. 200/1. Eksisterende bygningsmasse rives, og adkomstvegen til bebyggelsesområdet skal oppgraderes. Norconsult AS er engasjert av Trondheim eiendom for geotekniske vurderinger.

Tiltaksplan ligger innenfor kvikkleiresone 436 Heggstad med middels faregradsklasse. Geotekniske vurderinger er underlagt uavhengig kvalitetssikring, som ivaretas av Multiconsult ASA.

Foreliggende revisjon J03 av vurderingsrapporten 5188443-RIG01 er oppdatert jf. innspill fra uavhengig kvalitetssikring. Kvalitetssikring er dokumentert i notat 10217700-RIG-NOT-001v.03, [1] og i møtereferater.

I foreliggende revisjon J03 er den aktuelle kvikkleireveilederen 1-2019 lagt til grunn for vurderinger. Men det gjøres oppmerksom på at en del vurderinger (særlig beregninger) som er utført etter den gamle veilederen og som er godkjent av UAK er beholdt som den er i den siste versjonen (J03). Dette er bare i tilfeller der kravet i hovedsak er oppfylt etter den nye veilederen, samt at vurderinger og beregninger er på den konservative siden og oppdateringer vil naturligvis føre til økt sikkerhetsfaktor, disse tilfeller vil bli nevnt i rapporten når dette er aktuelt.

I området i sin helhet er det utført fra før omfattende grunnundersøkelser samt geotekniske vurderinger og stabilitetsberegninger. I tillegg er det utført vesentlige stabiliserende tiltak. Disse vurderingene og tiltakene er utført, blant annet i forbindelse med etablering av gang- og sykkelveg lang Heimdalsvegen. Utførte stabiliserende tiltak er i form av motfylling i bekkedaler og heving av bekker, samt erosjonssikring av bekker i området, som f.eks. langs Søra og Heggstadbekken/ -dalen. Utførte stabiliserende tiltak i området har forbedret områdestabiliteten.

Det er i tillegg utført nye stabilitetsberegninger og vurderinger i forbindelse med planlagt tiltak (omsorgsboliger), basert på foreliggende geotekniske grunnundersøkelser. Utførte stabilitetsberegninger viser at sikkerhetsfaktor er tilfredsstillende, med unntak for Snitt B vest for eiendommen. Oppnådd sikkerhetsfaktor i plan tilstand er F=1,16 og med 3D-effekt F=1,34. Noe som verken oppfyller krav til kvikkleireveileder eller Eurokode 7 og dermed krever terrenginngrep.

For å oppfylle kravet til gjeldende regelverk må det gjennomføres stabiliserende tiltak. Det er vurdert avlastning på skråningstopp (innenfor eiendomsgrense), og dette gir tilstrekkelig sikkerhetsfaktor F=1,4. Avlastningen må gjennomføres før arbeidet settes i gang for å anse området skredsikkert. Anleggsfase (utgravingen) tolkes å være ukritiske der utgravingen foregår i skråningstopp. I ferdig bygd situasjon skal bygget prosjekteres kompensert slik at ingen ekstra last påføres terrenget. Bygget kan dermed utføres enten med kjeller/sokkel eller masseutskifting med lette masser, hvis det ikke er planlagt kjelleretasje.

Per dags dato er det ikke avgjort om boligene skal utføres med kjeller eller ikke og endelige UK-fundament er ukjent. Der er derfor viktig i detaljprosjekteringsfase at kravet iht. kvikkleireveileder og Eurokode 7 er oppfylt for ferdig bygd situasjon med de foreslåtte løsningene.

Ny vurdering av faregraden viser at kvikkleiresone Heggstad har lav faregradsklasse.

Denne siste versjonen av rapporten, rev. J03, er et sluttdokument og er utarbeidet etter at uavhengig kvalitetssikringsarbeid er avsluttet og vurderingene presentert i denne rapporten er godkjent av uavhengig foretak; Multiconsult, [1].

Innhold

1 Innledning 6
1.1 Byggeprosjektet Omsorgsboliger 6
1.2 Grunnundersøkelser og datagrunnlag 7
2 Terreng og grunnforhold 8
2.1 Terreng 8
2.2 Grunnforhold 9
2.3 Kvikkleire 11
3 Krav iht. gjeldende regelverk 12
3.1 Generelt 12
3.2 Krav til sikkerhet iht. NVE retningslinje- og veiledere 12
3.3 Krav til sikkerhet iht. Eurokode 7 12
3.4 Flomfare 12
4 Tidligere utredninger og stabiliserende tiltak i tilgrensende faresoner 13
4.1 Generelt 13
4.2 Stabilitet mot Heggstaddalen, sør for tiltaksområdet 13
4.3 Stabilitet mot Søra og Heimdalsvegen. 16
5 Skredmekanismer og faregradsevaluering 18
5.1 Generelt 18
5.2 Skredmekanismer 18
5.3 Kvikkleirefaresone Heggstad 18
5.3.1 Avgrensning av kvikkleiresone Heggstad 18
5.3.2 Ny vurdering av faregradsklassifisering – Heggstad kvikkleiresone 18
6 Stabilitetsberegninger 19
6.1 Heggstadflata mot øst, (Snitt A-del 2) 20
6.1.1 Terreng og kritisk snitt 20
6.1.2 Dagens og ferdig bygd situasjon 20
6.1.3 Konklusjon – stabilitetsutredning mot øst 22
6.2 Heggstadflata mot vest (Snitt B) 23
6.2.1 Terreng og kritisk snitt 23
6.2.2 Stabilitetsberegninger – dagens situasjon 24
6.2.3 Konklusjon – stabilitetsutredning mot vest for dagens situasjon 25
6.3 Heggstadflata mot nord- og nordvest (Snitt 1-1 og 2-2) 26
6.3.1 Terreng og kritisk snitt 26
6.3.2 Stabilitetsberegninger – dagens situasjon 27
6.3.3 Konklusjon – stabilitetsutredning mot nord- og nordvest 27
6.4 Stabilitetsvurderinger – anleggsfase 28

6.5 Stabilitetsvurdering – ferdig bygd situasjon 28

7 Vurdering av andre tiltak knyttet til Heggstadflata omsorgsboliger iht. NVE regelverk 29

7.1 Vurdering av VA-plan 29

7.2 Vurdering av adkomstveg 29

8 Referanser 31

Tegninger

Teg.nr.	Rev.nr.	Tegning beskrivelse
V01	Rev.01	Plassering av alle beregningssnitt
V04	Rev.01	Gammelt- og nytt terreng, gammelt kart fra rapport nr.03-6080607
V10		Beregninger snitt A-del 2 øst mot jernbanelinje. Total- og effektivspenningsanalyse. Dagens- og ferdig bygd tilstand
V11	Rev.01	Avgrensning av løsneområdet mot jernbanelinje
V13	Rev.01	Stabilitetsberegninger profil B dagens situasjon. Boringer og lagdeling
V16	Rev.01	Stabilitetsberegninger profil B – dagens situasjon. Total- og effektivspenningsanalyse
V18		Stabilitetsberegninger profil A-2 dagens situasjon. Boringer og lagdeling
V19		Stabilitetsberegninger profil B-2 dagens situasjon. Boringer og lagdeling
V20	Rev.01	Stabilitetsberegninger profil A-2 dagens situasjon. Total- og effektivspenningsanalyse
V21	Rev.01	Stabilitetsberegninger profil B-2 dagens situasjon. Total- og effektivspenningsanalyse
V22	Rev.01	Stabilitetsberegninger profil B. Stabiliserendetiltak (avlastning) og 3D-effekt. Totalspenningsanalyse.
V23	Rev.01	Stabilitetsberegninger profil 1-1 dagens situasjon. Boringer og lagdeling
V24	Rev.01	Stabilitetsberegninger profil 2-2 dagens situasjon. Boringer og lagdeling
V25	Rev01	Stabilitetsberegninger profil 1-1 dagens situasjon. Total- og effektivspenningsanalyse
V26	Rev01	Stabilitetsberegninger profil 2-2 dagens situasjon. Total- og effektivspenningsanalyse

Vedlegg

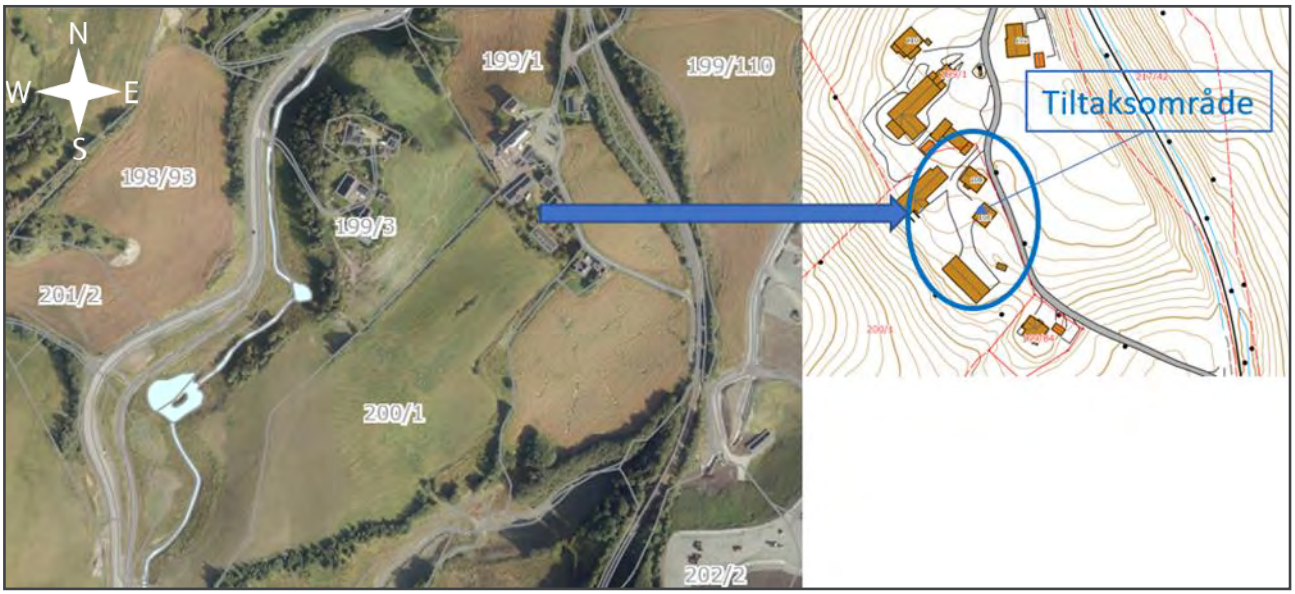
1	Ny faregradsklassifisering av kvikkleiresone «436 Heggstad».
2	Plassering av snitt I og VI, [2] og snitt A-del 2, [3] samt illustrering av dagens og gammelt terreng for de tre snittene.
3	CPTU-tolkning i borpunkt 12, [4] som lagt til grunn for valg av aktiv skjærfasthet i beregninger - profil B, A-2 og B-2.
4	C-profiler langs beregningssnitt 1-1 og 2-2 og grunnlag for tolkning av skjærfasthet.

1 Innledning

1.1 Byggeprosjektet Omsorgsboliger

Trondheim kommune planlegger å bygge 10-12 omsorgsboliger for ungdommer og unge voksne på Heggstadflata Gnr./Bnr. 200/1, samt personal- og parkeringsareal til ansatte og besøkende. Per i dag er det et eksisterende bygg som skal rives før nye bygninger oppføres. Adkomstveg til bebyggelsesområdet skal utbedres. Norconsult AS er engasjert av Trondheim eiendom for å gjøre geoteknisk vurdering av planlagt tiltak. Prosjektet er i mulighetsstudie og planprosess fasen. Situasjonskart med tiltaksområdet er vist Figur 1.

Planområdet ligger innenfor kvikkleiresone 436 Heggstad med middels faregrad. For tiltak i faresoner for kvikkleireskred må kravet til kvikkleireveileder 1/2019 oppfylles [5].



Figur 1: Beliggenheten av område og tiltaksplan.

1.2 Grunnundersøkelser og datagrunnlag

Trondheim kommune og andre aktører har utført flere grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger/beregninger i området. Norconsult har fått innsyn i flere av disse data- og vurderingsrapporter, de viktigste er listet under, andre rapporter som er benyttet i geoteknisk vurdering blir også henvist til direkte under de aktuelle kapitler. Følgende datagrunnlag i tiltaksområdet og området rundt er lagt til grunn for våre vurderinger:

- Grunnundersøkelser datarapport: 6080607-rapport nr. 01: «Heggstadmoen avfallsfylling», utarbeidet av Rambøll, datert 16.02.2009.
- Stabilitet av avfallsfyllinger og geotekniske vurderinger: 6080607-rapport nr. 03: «Heggstadmoen avfallsanlegg», utarbeidet av Rambøll, datert 09.07.2009.
- Stabilitet langs Heggstadbekken. Stabilitetsberegninger og Geotekniske vurderinger: 6080607-rapport nr. 05: «Heggstadmoen avfallsanlegg», utarbeidet av Rambøll, datert 12.10.2010.
- Datarapport nr. 2010072821-001: «Gang- og sykkelveg Heimdalsvegen», utarbeidet av SVV, datert 01.09.2011.
- Vurderingsrapport nr. 2010072821-002: «Gang- og sykkelveg Heimdalsvegen», utarbeidet av SVV, datert 24.10.2011.
- Grunnundersøkelser datarapport nr. R.1500-1: «Heggstad Søndre, områdestabilitet», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 16.05.2011.
- Beregningsgrunnlag rapport nr. R.1500-2-rev.C: «Heggstad Søndre, områdestabilitet», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 24.04.2013.
- Stabilitetsberegninger for dagens tilstand rapport nr. R.1500-4-rev.C: «Heggstad Søndre, områdestabilitet», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 24.04.2013.
- Forslag til stabiliserende tiltak rapport nr. R.1500-5-rev.C: «Heggstad Søndre, områdestabilitet», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 24.04.2013.

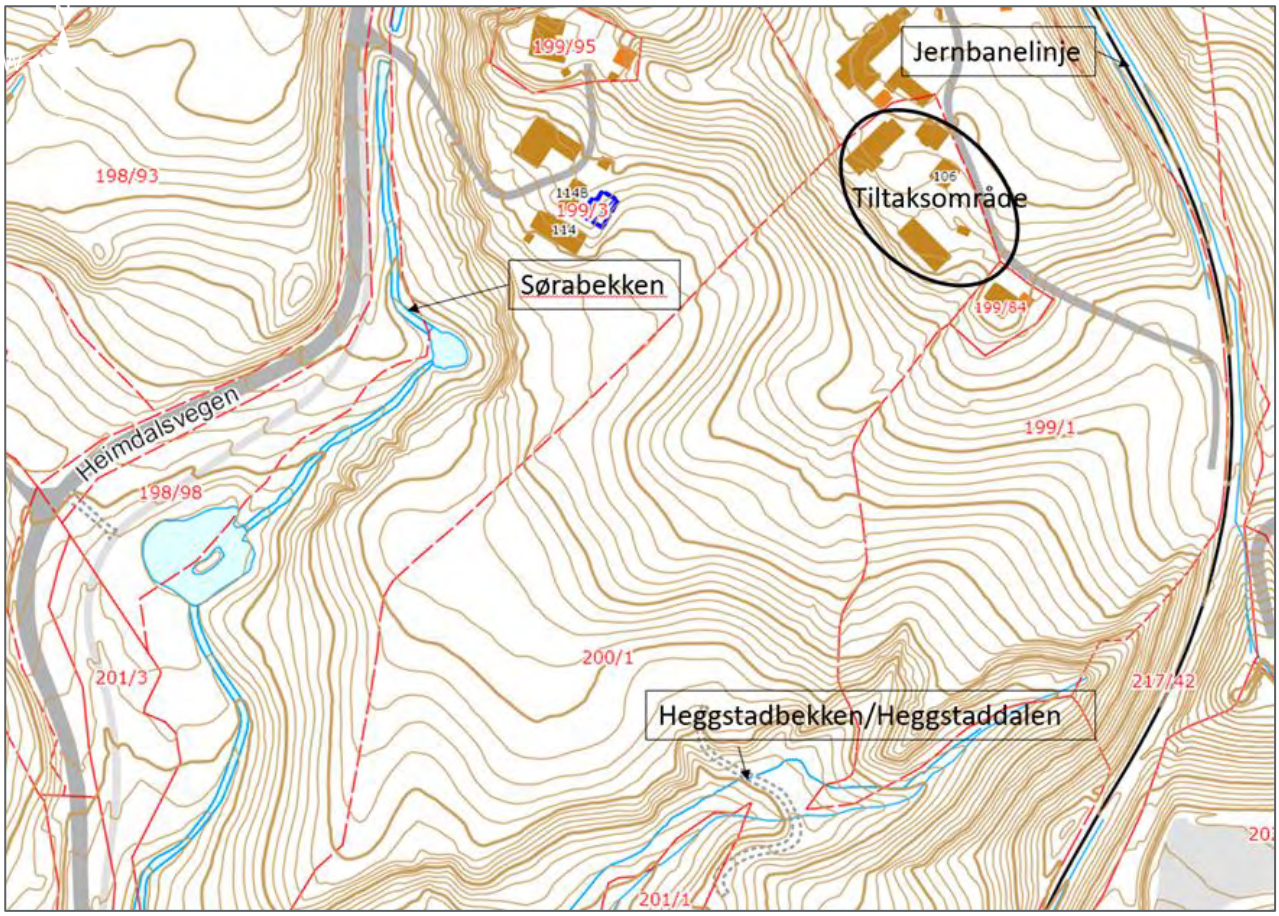
Foreliggende datagrunnlag er vurdert som tilstrekkelig for vurdering av områdestabilitet.

2 Terreng og grunnforhold

2.1 Terreng

Planlagt tiltaksområdet ligger på Heggstadflata, ett flatt platå mellom kote ca. +115 og +120 m.o.h i bebyggelsesområdet. Øst for tiltaksområdet ligger jernbanelinjen i en slags dal ved ca. kote +(110-113). Mot vest heller terrenget ned til Søra bekken ved kote ca. +70 og +80. Ved Søra bekken, som renner mot sør, er det utført bunnheving og erosjonssikring i det aktuelle området.

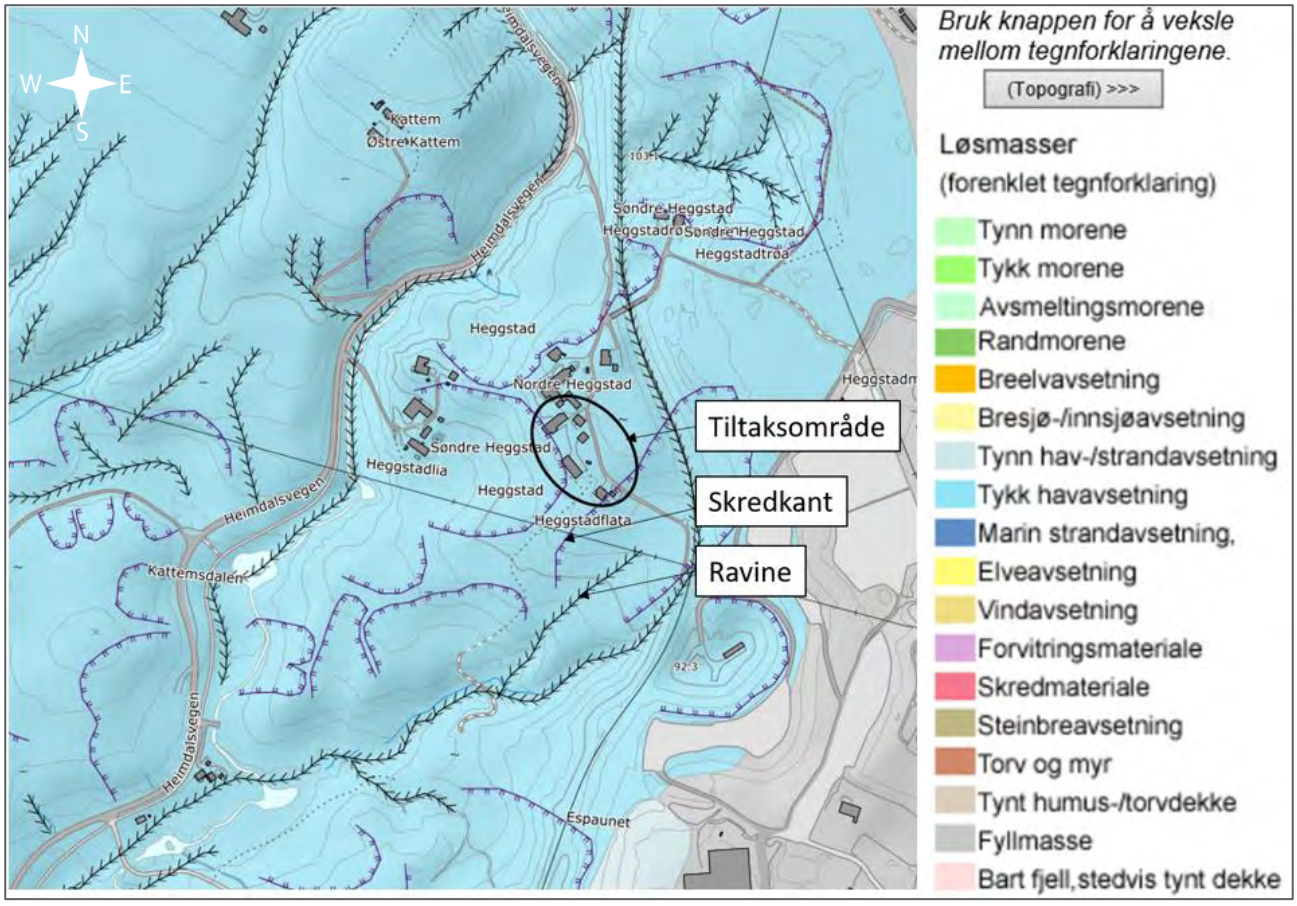
Nedenfor planområdet i sør og sørøst følger Heggstadbekken ravinene i Heggstaddalen. Ved tiltaksområdet er det jevnt terreng, men høydeforskjeller mot vest og sør er stor med rundt 40 meter. Beliggenheten av området er vist i Figur 2. Terrengformer som skredkanter fra tidligere ras og ravinedaler vises på løsmassekartet i Figur 3 under avsnitt 2.2.



Figur 2: Terrenget og beliggenhet av området.

2.2 Grunnforhold

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

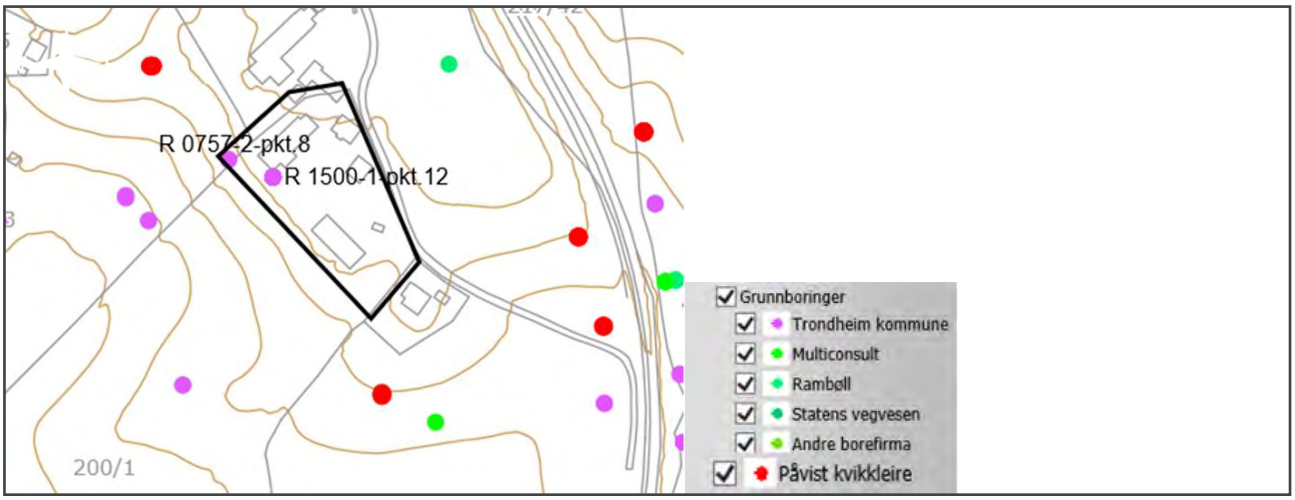


Figur 3: NGUs løsmassekart fra ngu.no.

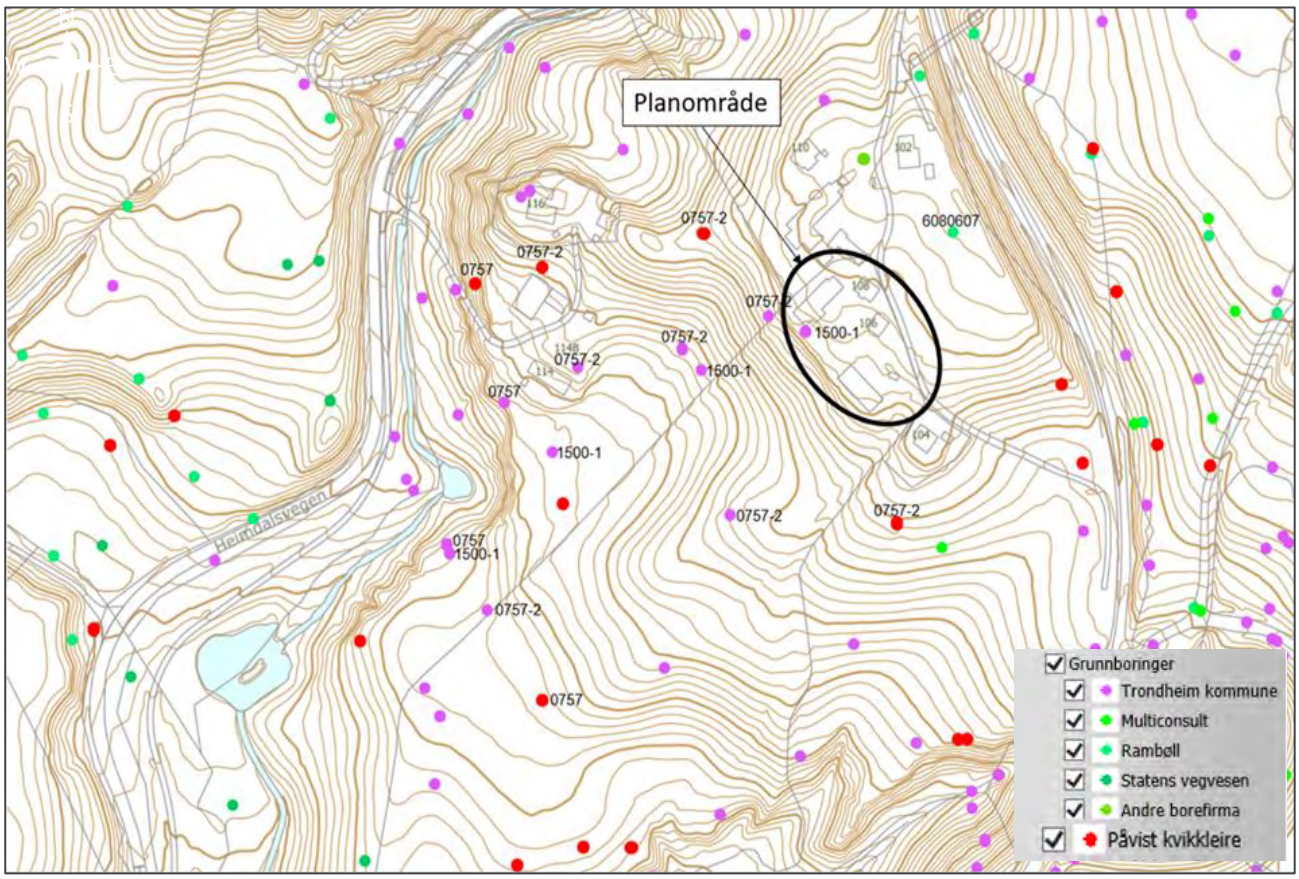
Det er to borpunkt i tiltaksområdet som viser lagdelingen for platået, boring 12 og boring 8.

- Ut fra boring 12, fra datarapport R.1500-1, [6] og boring 8, fra datarapport R.757-2, [2] består grunnen i selve eiendommen ca. 1 – 3 m tørrskorpeleire over siltig leire til stor dybde, ca. 30 m dyp. Sonderingen avsluttet i fast grunn uten å treffe fjell.
- Fra 13 til 15 m dyp i borpunkt 12 [6] viser prøvene noe sensitive leire (sensitivitet ligger mellom 18 og 52 og omrørt skjærfasthet er mellom 2,5 kPa og 5,2 kPa). Bestemmelse av sensitivitet og skjærfasthet bekrefter at det ikke foreligger sprøbruddmateriale i borpunkt 12.

Boringene i tiltaksområdet er vist i Figur 4. Figur 5 viser utførte boringer i nærområdet.



Figur 4: Utførte boringer i tiltaksområdet fra Trondheim kartløsningen.

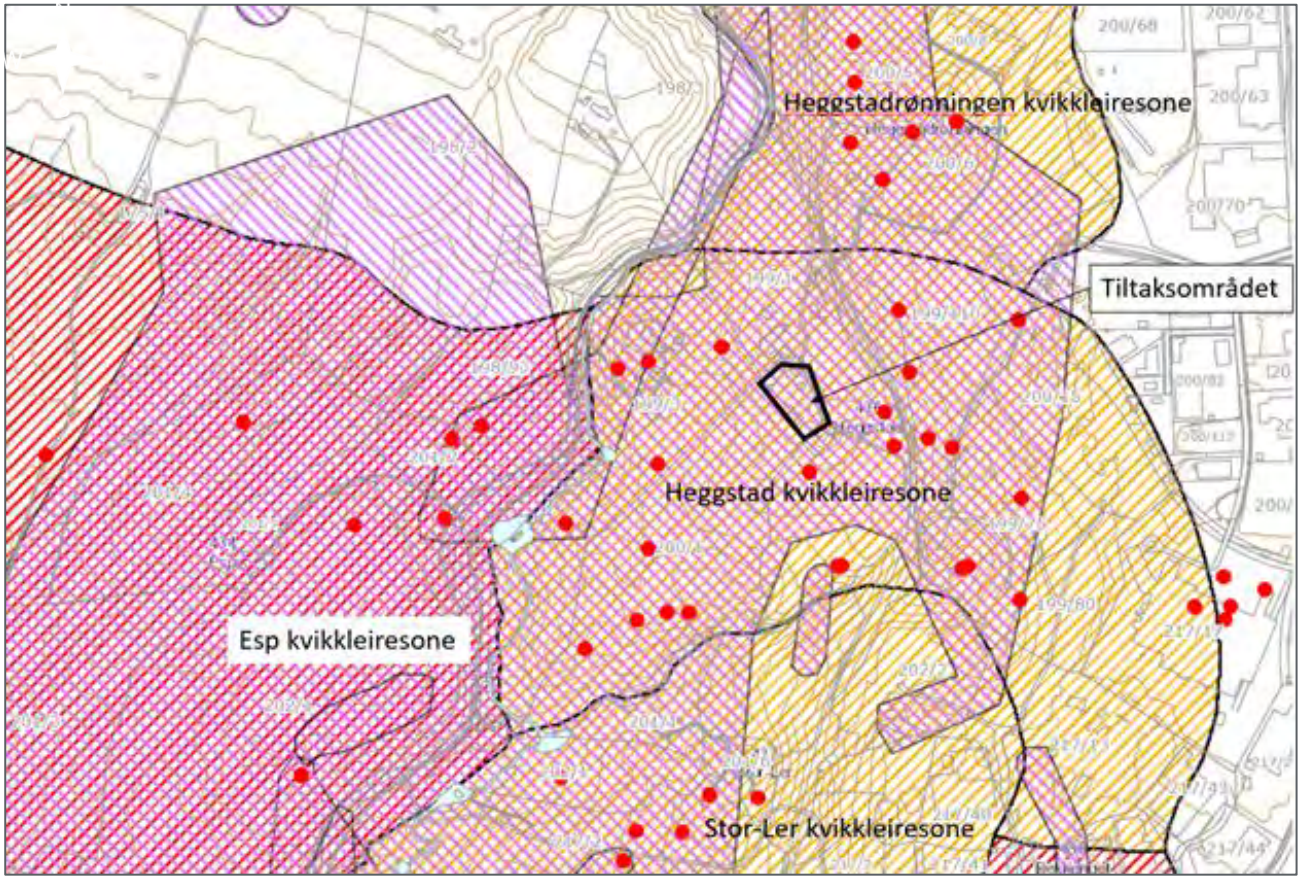


Figur 5: Utførte boringer i planområde og området rundt, nummeret ved siden av noen boringer er datarapportsnummer, hentet fra Trondheim.kart.no.

2.3 Kvikkleire

Eiendommen ligger innenfor kvikkleiresone 436 Heggstad og 437 Stor – Ler med middels faregradsklasse for begge sonene.

Kvikkleiresoner og kvikkleireområder med påvist kvikkleire i borpunktene er vist i Figur 6.



Figur 6: Kvikkleiresoner i området kartlagt av NVE (oransje og rød omrisset områder), kvikkleireområder kartlagt av SVV (rosa omrisset områder) og påvist kvikkleirepunkt (rød prikker), kartet hentet fra Trondheim kartløsningen.

3 Krav iht. gjeldende regelverk

3.1 Generelt

Plan- og bygningsloven § 28-1 og byggeteknisk forskrift (TEK17) kapittel 7 [7] stiller krav til sikkerhet mot naturfare ved utbygging. NVE retningslinje 2-2011 «Flaum og skredfare i arealplanar», [8] med tilhørende veileder 1/2019, [5] krever at sikkerhet må dokumenteres ved utbygging i potensielt skredfarlige områder.

Beliggenhet i faresone for kvikkleireskred medfører at det må dokumenteres tilstrekkelig områdestabilitet for tiltaket fj. 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 [9].

3.2 Krav til sikkerhet iht. NVE retningslinje- og veiledere

I NVE kvikkleireveileder 1/2019, [5] er omfanget av områdestabilitetsutredning bestemt avhengig av tiltakskategori og faregradsklasse av kvikkleiresone.

Tiltaket er et boligprosjekt med 10-12 boenheter, dette medfører tilflytting/personopphold > 2 boenheter, og derfor plasseres prosjektet i tiltakskategori K4, iht. tabell 3.2, [5].

Kravet til sikkerhet for tiltakskategori K4 vil være i hovedsak avhengig av om tiltaket vil medføre forverring eller ikke. Planlagt tiltak skal oppføres kompensert slik at stabiliteten i ferdig bygd situasjon ikke forverres, og dermed er kravet:

1. Sikkerhetsfaktor må være «F_{cu} lik/større enn 1,4 og $F_{c\varphi}$ lik/større enn 1,25», ved lavere sikkerhet enn det oppgitte, må F_{cu} og $F_{c\varphi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen [5].
   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 skredsikkerhet skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

3.3 Krav til sikkerhet iht. Eurokode 7

Eurokode 7 [9] omhandler krav til lokalstabilitet ved utbygging. Følgende krav til materialfaktor er gjeldende for lokalstabilitet iht. EC7 [9]:

Materialfaktor for totalspenningsanalyse (udrenert situasjon) γM =1,40

Materialfaktor for effektivspenningsanalyse (drenert situasjon) γM =1,25

3.4 Flomfare

Eiendommen ligger høyt i terrenget og utenfor flomsoner, eller aktsomhetsområder for flom. Krav til sikkerhet mot flom jf. TEK17 er oppfylt.

4 Tidligere utredninger og stabiliserende tiltak i tilgrensende faresoner

4.1 Generelt

For tiltak i områdene; Heggstadflata, Heggstadmoen og Kattem, er det tidligere utredet stabiliserende tiltak på basis av forrige versjon av NVEs veileder (7-2014).

I dette kapittelet skal vi presentere det som tidligere er gjort i området og har relevans for tiltaksområdet:

- Stabiliserende tiltak utført langs Heimdalsvegen
- Erosjonssikring langs Søra
- Erosjonssikring langs Heggestaddalen

4.2 Stabilitet mot Heggstaddalen, sør for tiltaksområdet

Dette området ligger sør/sørøst for tiltaksområdet, der terrenget faller ned mot Heggstadbekken og ravinert terreng i Heggstaddalen.

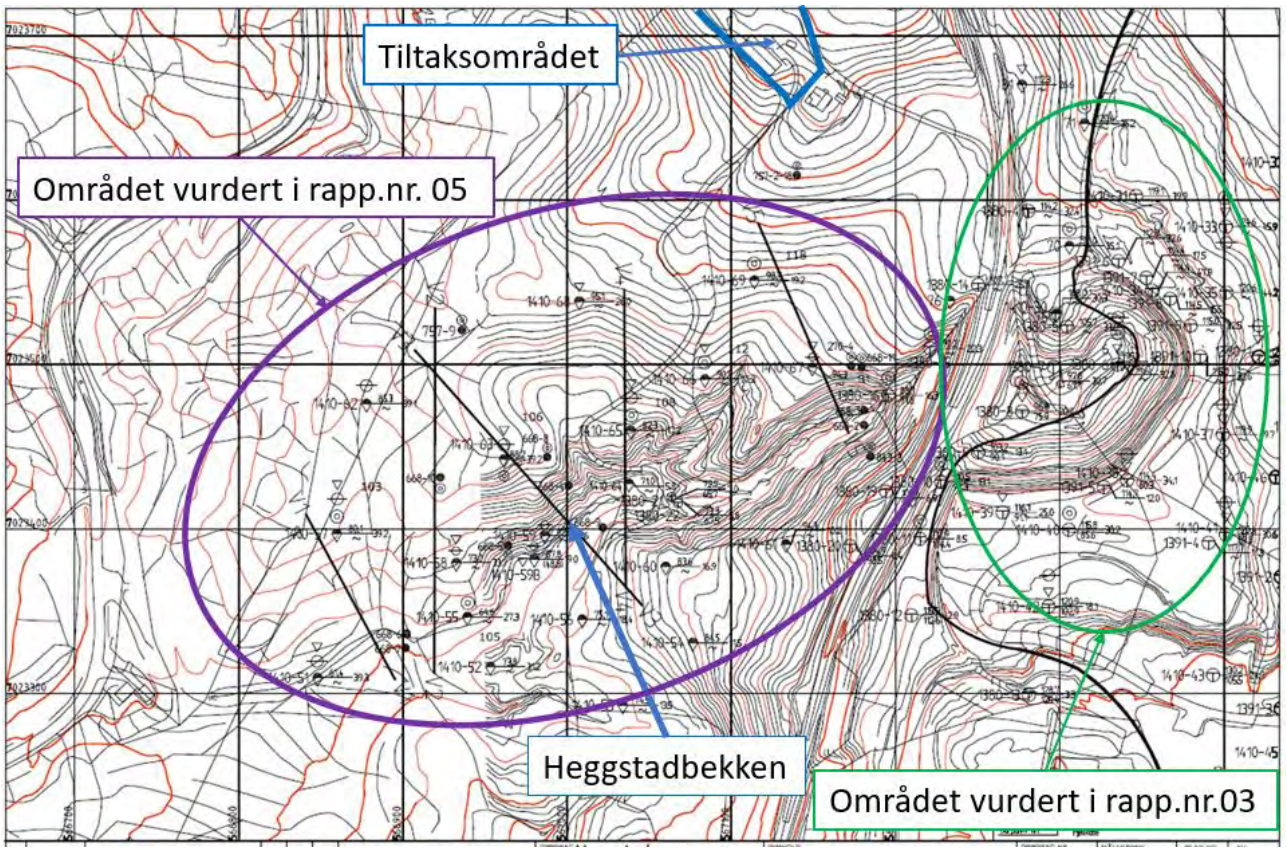
Rambøll har på vegne av Trondheim kommune gjort en fullstendig vurdering av stabiliteten på nordsida langs bekken i forbindelse med områdestabilitetsutredning for Heggstadmoen avfallsanlegg i 2010 som ligger på østsida av jernbanelinje, rapport nr. 5 [10].

Vurderingen er gjort med tanke på hvis et evt. kvikkleireskred kan starte på nordsida av bekkedalen, kan det ikke utelukkes at denne vil forplante seg opp over mot avfallsanlegget på Heggstadmoen. Det nevnes også rapport nr. 3 [11] fra 2009 som presenterer en kartlegging av fyllingsområdet fra avfallsanlegget

Stabilitetsberegninger fra rapport nr. 5 [10] viste at området ikke har tilfredsstillende sikkerhet mot ras og derfor må utføres stabiliseringstiltak, vurdert å være i form av avlastning på nordsida av dalen og motfylling i bekkeløpet, for å tilfredsstille områdestabilitet.

Figur 7 viser omfang av stabilitetsvurdering i området langs Heggstadbekken samt området møt øst som er vurdert i rapport nr. 3 [11].

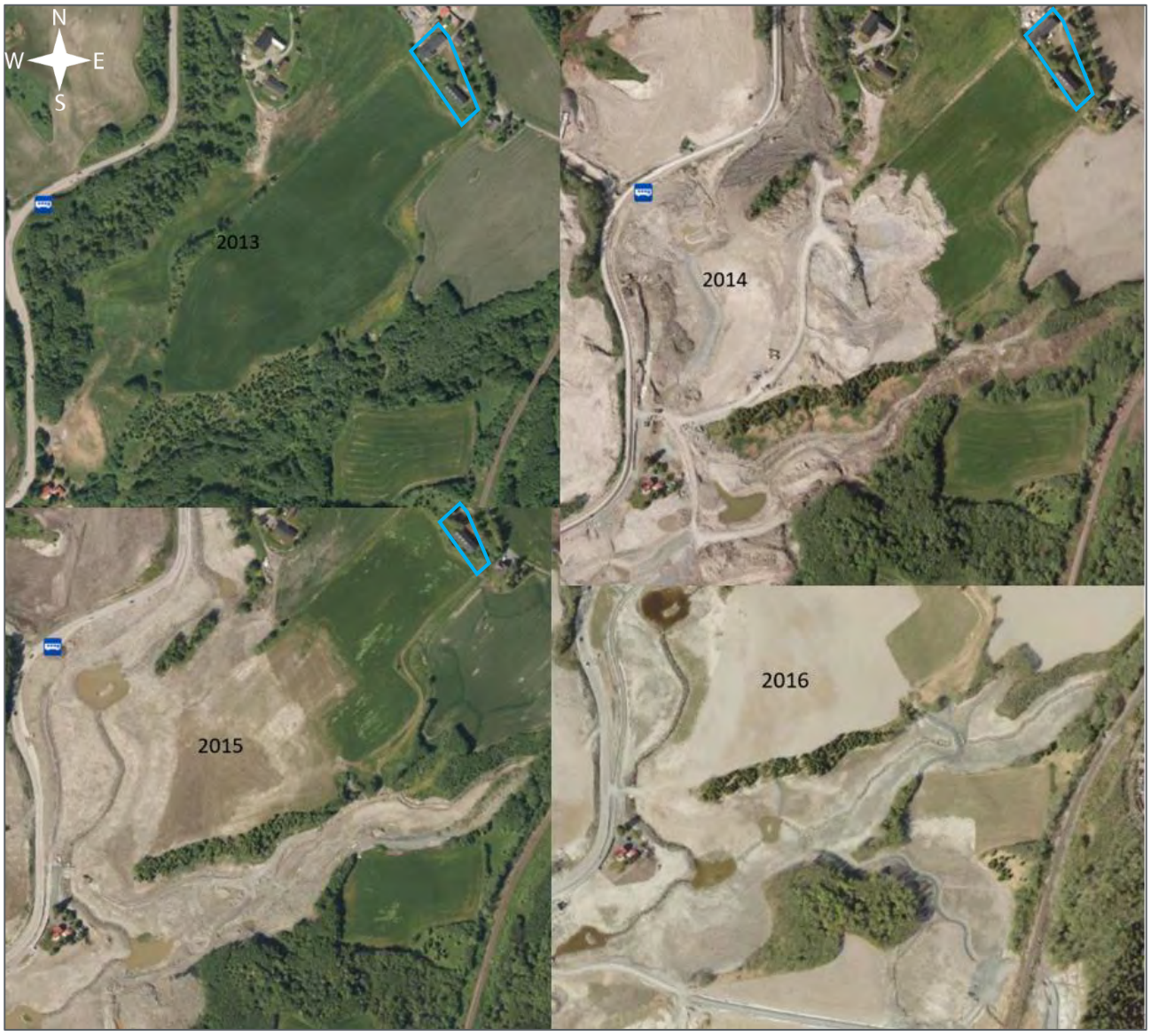
Norconsult vurderer at disse stabilitetsberegninger og stabiliseringstiltak tilfredsstiller aktuelle regelverk jf. NVE-veileder 1/2019, da tiltak ble prosjektert med prosentvis forbedring av stabiliteten.



Figur 7: Vurderinger av områdestabilitet i områder sør-øst av tiltaksplan i Heggstadflata, hentet fra teg.502, [10].

Når det gjelder en dokumentasjon på at utredete stabiliseringstiltakene er utført i dette området, er det vist i historiske kart at det er gjort mye terrengsendringer i dette området siden 2014 og frem til 2016, se Figur 8. I tillegg viser sammenligning av et gammelt- og nytt kart hvordan terrenget har endret seg før og etter stabiliserendetiltak, dette er illustrert i tegning V04. gammelt kart er hentet fra Rambøll vurderingsrapport nr. 3, [11].

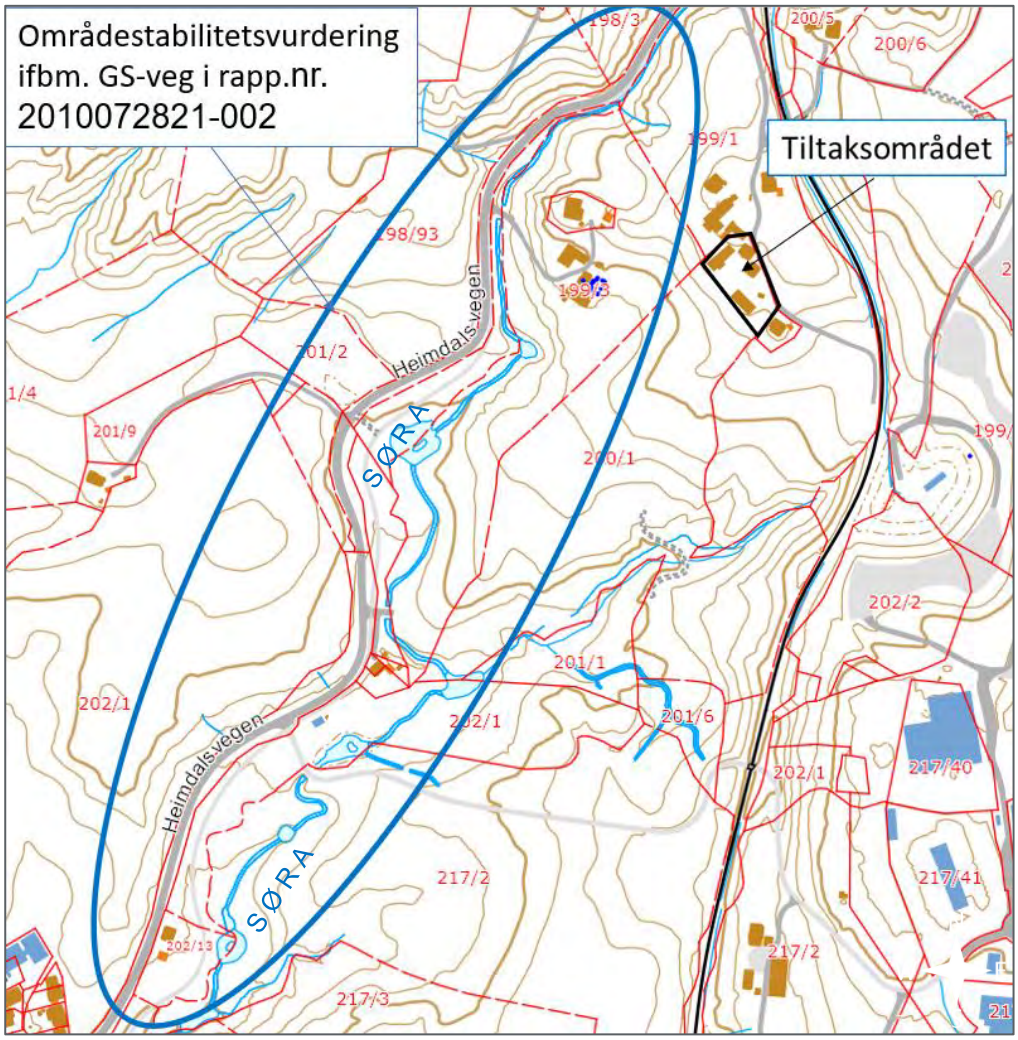
Med dette vurderes det av områdestabilitet mot Heggstadbekken er dokumentert tilstrekkelig.



Figur 8: Terrenginngrep fra 2013 - 2016 i området langs Heggstadbekken (sør-sørøst for tiltaksplan, hentet fra finn.no).

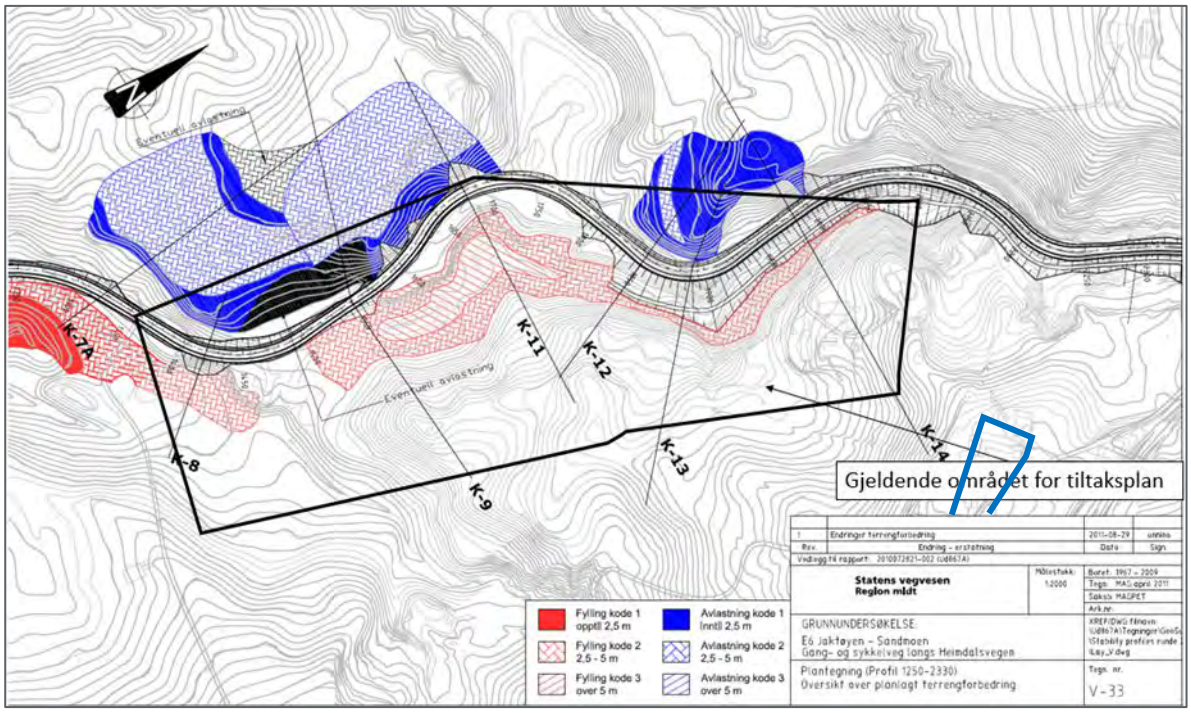
4.3 Stabilitet mot Søra og Heimdalsvegen.

Områdene vest-sørvest og nord -nordvest for tiltaksplan langs FV 900 (Heimdalsvegen) er vurdert av Trondheim kommune og Statens vegvesen i forbindelse med etablering av gang- og sykkelveg langes Heimdalsvegen. Det foreligger omfattende grunnundersøkelser langs vegen og tverrprofiler, slik at undersøkelser og vurderinger [10] er dekkende for deler av tiltaksområdet. Utførte grunnundersøkelser av Statens vegvesen, [12] er prosjektert med rekkefølge vurderinger av stabiliteten for GS-veg. Det er gjort en fullstendig områdestabilitetsvurdering øst for Heimdalsvegen, som er gjeldende og relevant for dette prosjektet. Vurderingene gjort av SVV, [13] er vist i Figur 9.



Figur 9: Vurderinger av områdestabilitet langs Heimdalsvegen.

Det er utført stabiliserende tiltak for etablering av GS-vegen. Tiltakene var i hovedsak motfylling, heving og erosjonssikring av Søra bekken. Motfyllingen er mellom 2,5 m til 5 m mektighet, se Figur 10.



Figur 10: Terrengforbedring vurdert av SVV, presentert i [13].

Norconsult vurderer tidligere utredninger som tilstrekkelig og å være i samsvar med dagens regelverk. Kravene jf. vegvesenets håndbøker er strengere enn de iht. NVE veileder. SVV brukte sine strengere krav til sikkerhetsfaktor i kvikkleireområder som er F ≥ 1,6 eller 20% forbedring.

Når det gjelder en dokumentasjon på at de foreslåtte stabiliseringstiltakene er utført i dette området, er det vist i historiske kart at det er gjort mye terrengsendringer i dette området siden 2014 og frem til 2016, se Figur 8. I tillegg viser sammenligning av gammelt- og nytt terreng hvordan terrenget har endret seg før og etter stabiliseringstiltak langs Heimdalsvegen i noen tidligere vurderingssnitt. Det er illustrert gammelt- og nytt terreng ved snitt I og VI fra vurderingsrapport R.0757-2, [2] samt snitt A – del 1 fra rapport R.1500-4-C, [3]. Plassering av snittene og terrengsnittene (gammelt/nytt terreng) er vist i vedlegg 2.

Med dette vurderes det at områdestabiliteten mot Søra bekken og Heimdalsvegen er dokumentert tilstrekkelig.

5 Skredmekanismer og faregradsevaluering

5.1 Generelt

Det skal vurderes om tiltaket er utsatt for fare for skred innenfor selve planområdet og som kan medføre ras i nær liggende områder, og om tiltaket kan bli berørt av skred som starter utenfor planområdet, slik at den utvikler seg og oppnår tiltaksområdet. Alle områder som har terrenghelning brattere enn 1:20, høydeforskjell større enn 5 m, og hvor forekomst av kvikkleire ikke kan utelukkes, anses som aktsomhetsområdet. I denne sammenheng skal kritiske skråninger vurderes [5].

Som nevnt i kapittel 4 er det gjort fullstendige utredninger og stabiliserende tiltak for tilgrensende faresoner langs Heimdalsvegen og i ravine-terreng i området rundt Heggstadflata.

5.2 Skredmekanismer

For tiltaksområdet vurderes det at flakskred og rotasjonsskred er de mest aktuelle skredmekanismer. Lagdelinger viser relativt liggende sprøbruddforekomster slik at andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate (b/D) er mindre enn 40% og grunnforholdene ligger ikke til rette for retrogressive skred.

5.3 Kvikkleirefaresone Heggstad

5.3.1 Avgrensning av kvikkleiresone Heggstad

Det foreligger tilstrekkelig datagrunnlag for prosjektet, grunnlaget er det samme som ble brukt i tidligere prosjekter/utredninger. Norconsult mener at det er konservativt å bruke eksisterende kvikkleiresonens avgrensning, da det ikke er påvist kvikkleire i selve planområdet.

Tiltaket ligger også innenfor de kartlagte kvikkleire områder av SVV. Kvikkleiresoner/områder er relativt for store og ny vurdering av kvikkleiresone utbredelse (dvs. løsne- og utløpsområde) vil ikke ha betydning for planområde, og vil heller ikke ha påvirkning av resultat av utredningen.

Kravet for tiltak som ligger i kvikkleiresone er å undersøke om tiltaket vil utløse skred eller blir rammet av et skred. Våre vurderinger og stabilitetsberegninger dokumenterer at sikkerhetskrav er oppnådd, presenteres med detaljer i senere kapitler. Videre i senere faser skal tiltaket prosjekteres slik at områdestabilitet er ivaretatt i alle faser i prosjektet, detaljering rundt det presenteres i senere kapitler.

Tiltaket er planlagt å ligge ved platået i det høyeste nivå i området mellom kote +115 og +120 m.o.h. Angående utløpsområdet er topografien vurdert å være slik at planområdet ikke kan påvirkes av skredmasser (utløpsmasser) fra andre faresoner for kvikkleireskred.

5.3.2 Ny vurdering av faregradsklassifisering – Heggstad kvikkleiresone

En ny faregradsklassifisering er utført for kvikkleiresone Heggstad, der erosjonssikringstiltak er utført for alle bekker rundt planområde, noe som gir stor effekt på klassifisering av faregraden.

Heggstad kvikkleiresone har eksisterende faregrad «Middels», en ny klassifisering gir en «lav» faregrad.

Skadekonsekvens er «Meget Alvorlig» og risikoklasse er «4».

Fullstendig faregradsvurdering og ROS-analyse er utført iht. metoden beskrevet i kap.4 i NVE rapport 9/2020, [14] og er vist i detaljer i vedlegg 1.

6 Stabilitetsberegninger

I dette kapittelet presenteres stabilitetsberegninger utført i forbindelse med områdestabilitet av Heggstadflata som supplerer tidligere beregningsprofiler og terrengsnitt mot vest, øst og nord-nordvest:

- Heggstadflata - mot øst – snitt A-del 2, [3]
- Heggstadflata - mot vest – snitt A-del 1, [3]
- Heggstadflata - mot nord-nordvest – snitt

I stabilitetsberegninger er det tatt med datagrunnlag og parameter tolkning fra tidligere godkjente rapporter., Stabilitetsberegninger er utført for både tidligere relevante snitt og for nye beregningssnitt for å vurdere kritiske skjærflater. Nedenfor listes det beregningsforutsetninger og hvordan dette ble håndtert i sammenheng med tidligere godkjente rapporter:

1- Parametere brukt i beregninger (Tabell 1) er tatt fra tidligere kvalitetssikrede utredninger [3]. Norconsult mener at geotekniske parametere er i samsvar med datagrunnlag og er fornuftige.
2- For snitt som tilsvarer tidligere beregningssnitt er det brukt samme lagdeling/skjærfasthet, mens for nye snitt er lagdeling/skjærfasthet tolket basert på relevante boringer som ligger langs/nær snittet.
3- Anisotropifaktorer er endret slik at den tilfredsstiller kravet til aktuelt regelverk.
4- Bruk av 3D-effekt er begrenset til rundt 15% - dvs. er endret (redusert) i forhold til 3D-effekt som ble brukt i tidligere kvalitetssikrede utredninger.

Tabell 1: Parametere lagt til grunn i beregninger.

Løsmasse	Tyngdetetthet kN/m3	Friksjonsvinkel - grader	C` KPa
Tørrskorpeleire	19/21	31	0
Siltig leire/leire 1	20/21	29	7/8,2
Sprøbruddleire/sensitiv/kvikkleire	20	27	5
Fast/meget faste masser	21	30	8/11,6

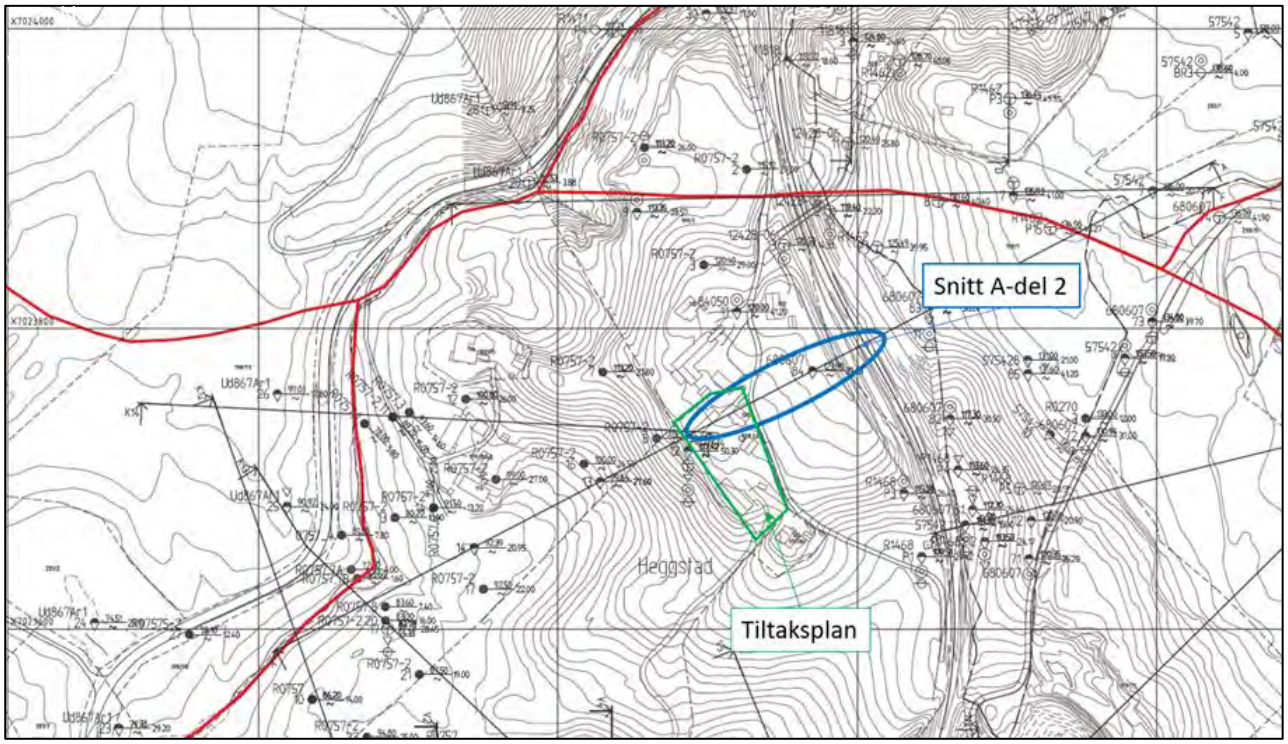
De spesifikke parametre som er anvendt i stabilitetsberegninger vises på tegninger V10 – V26.

6.1 Heggstadflata mot øst, (Snitt A-del 2)

6.1.1 Terreng og kritisk snitt

Tidligere har Trondheim kommune vurdert stabiliteten i hele dette området i vurderingsrapport R1500-4-rev.C, [3].

Et snitt, som går gjennom tiltaksplan og ned mot Søra i vest og ned mot jernbanelinje i øst, er representativ for vurdering av stabiliteten ned mot østlig deler av tiltaksområdet. Det er nå tatt et tilsvarende snitt for å ha sist oppdatert terrengmodell på ca. tilsvarende plassering til snitt A-del 2 fra rapport [3], som vist i Figur 11. Plassering av beregningssnittet er også vist i tegning V01.



Figur 11: Plassering av snitt A-del 2, [3].

6.1.2 Dagens og ferdig bygd situasjon

6.1.2.1 Beregningsforutsetninger og grunnlag for beregninger

Beregningssnitt tilsvarer akkurat snitt A-del 1 i vurderingsrapport [3], der beregningsrapport er godkjent av et uavhengig foretak iht. kvikkleireveileder 7/2014, [15]. Det er brukt samme lagdeling, mektighet av kvikkleire, grunnvannsnivå, parametervalg og skjærfasthet, men anisotropifaktorer er endret slik at den tilfredsstiller kravet til dagen regelverk. Anisotropifaktorer er basert på anbefalinger i NIFS rapport [16], ADP forholdet lagt i beregninger er (1 – 0,63 – 0,35). Parameter brukt i beregninger er listet i Tabell 1.

Det påpekes at disse beregninger er utført i første versjon av vurderingsrapport RIG01-versjon 01, som utarbeidet i sommer/2019 og er basert på datidens kvikkleireveileder 7/2014, [15]. Derfor er aktiv skjærfasthet redusert med 15% for kvikkleire. Dette er ikke et krav lenger iht. den nye veilederen [5], men likevel er beregninger ikke oppdatert siden resultatet ligger på den sikre siden (konservativt).

Beregninger er utført med beregningsprogram GeoSuite i plan tilstand, uten å bruke 3D-effekt, noe som gir konservativt resultat. Last på jernbanelinje er ikke lagt inn i beregninger, da den ikke er permanent.

Stabilitetsberegninger er utført på basis av total- og effektivspenningsanalyse for både dagens situasjon og for ferdig bygd situasjon ved å anta 20 kPa belastning over hele tomta (konservativt). Det gjøres oppmerksom på at dette er en konservativ antagelse som ligger til grunn i beregninger, og det er stengt tatt at bygget skal oppføres kompensert slik at ingen ekstra last er tillatt.

6.1.2.2 Beregningsresultat

Dagens situasjon: Beregnet sikkerhetsfaktor for effektivspenningsanalyse er tilfredsstillende. For totalspenningsanalyse er resultatet ikke tilfredsstillende kun lokalt i den bratte delen ned mot jernbanelinje, men globalt (inkludert tiltaksområdet) er resultatet tilstrekkelig.

Ferdig bygd situasjon: Beregningsresultat viser omtrent det samme som for dagens tilstand. Noe som tilsier at bygget har ingen effekt verken for områdestabilitet eller for lokalstabiliteten ned mot jernbanelinje.

Beregningsresultat for dagens- og ferdig bygd situasjon er oppsummert i Tabell 2 og er vist i tegning V10.

Tabell 2: Oppsummering av beregningsresultat for området øst for tiltaksplan for dagens- og ferdig bygd situasjon.

Status	F(Totalspenningsanalyse) - lokalt	F(Totalspenningsanalyse) - områdestabilitet	F(Effektivspenningsanalyse) - lokalt	F(Effektivspenningsanalyse) - områdestabilitet
Snitt A-del 2/Dagens situasjon	1,23	4,39 (glidesirkel går gjennom tomta)	1,85	6,69
Snitt A-del 2 ferdig bygd situasjon	1,24	3,61 (glidesirkel går gjennom tomta	1,85	6,26

6.1.2.3 Vurdering av retrogressivt skred basert på lokal stabilitet

Lokal stabilitet: Det påpekes at vurdering av retrogressivt skred er utført i første versjon av vurderingsrapport RIG01-versjon 01, som utarbeidet i sommer/2019 og er basert på datidens kvikkleireveileder 7/2014, [15], I tillegg er det presentert vurdering basert på nye veileder, [5].

Vurdering av muligheter for et retrogressivt skred, som kan evt. starte ved den lokale bratte skråningen er gjort ved å kartlegge en faresone (løsneområdet) basert på den laveste sikkerhetsfaktor hvor glidesirkelen går gjennom kvikkleirelaget. Som basis for avgrensing av løsneområdet er det brukt 1:15 regel, Iht. [15], der det er tegnet en 1:15 tangent til glidesirkel med laveste sikkerhetsfaktor. Denne gir et begrenset løsneområde lokalt i den delen mot jernbanelinje. Det vil si at:

Hvis et ras starter ned ved jernbanelinje, vil den stoppe ca. 31 m bak skråningskant og vil faste masser over kvikkleirelag, som ligger dypt, blokkere rasgropen. Tomtegrense ligger da ca. 30 m fra raskant. På grunn av kvikkleirebeliggenhet og beskjeden skråningshelning i bakkant av skråningen vil raset derfor ikke utvikle seg bakover og ramme tiltaksområdet. Vurdering av løsneområdet er vist i tegning V11. Iht. ny kvikkleireveileder [5] skal man begrense skråninger som er utenfor influensområdet til tiltaket, i veilederen står det: «*I denne veilederen legges det til grunn at en skråning er utenfor influensområdet til tiltaket dersom tiltaket ligger i avstand større enn 2H bak fra skråningstopp (i ravine- og platåterreng), hvor H er total høydeforskjell av skråningen».* Målt høyde av skråningen ned mot jernbanelinje er 11 m, og 2H gir dermed 22 m,

eiendomsgrense ligger da 60 m unna skråningsfoten. Dermed vil også et løsneområde for rotasjonsskred på 5H (55 m) ikke når fram til eiendommen se tegning V11.

6.1.2.4 Vurdering av områdestabilitet basert på beregningsresultat

Områdestabilitet: Siden sikkerhetsfaktor for områdestabilitet (globalt) er over kravet F > 1,4 for dagens situasjon, da er kravet oppfylt iht. [5]. I ferdig bygd situasjon er F mye mer enn 1,4 for områdestabiliteten, da tolkes det slik at tiltaket ikke vil ha påvirkning av områdestabilitet ned mot jernbanelinje. Ny vurdering viser at eiendommen er utenfor influensområde.

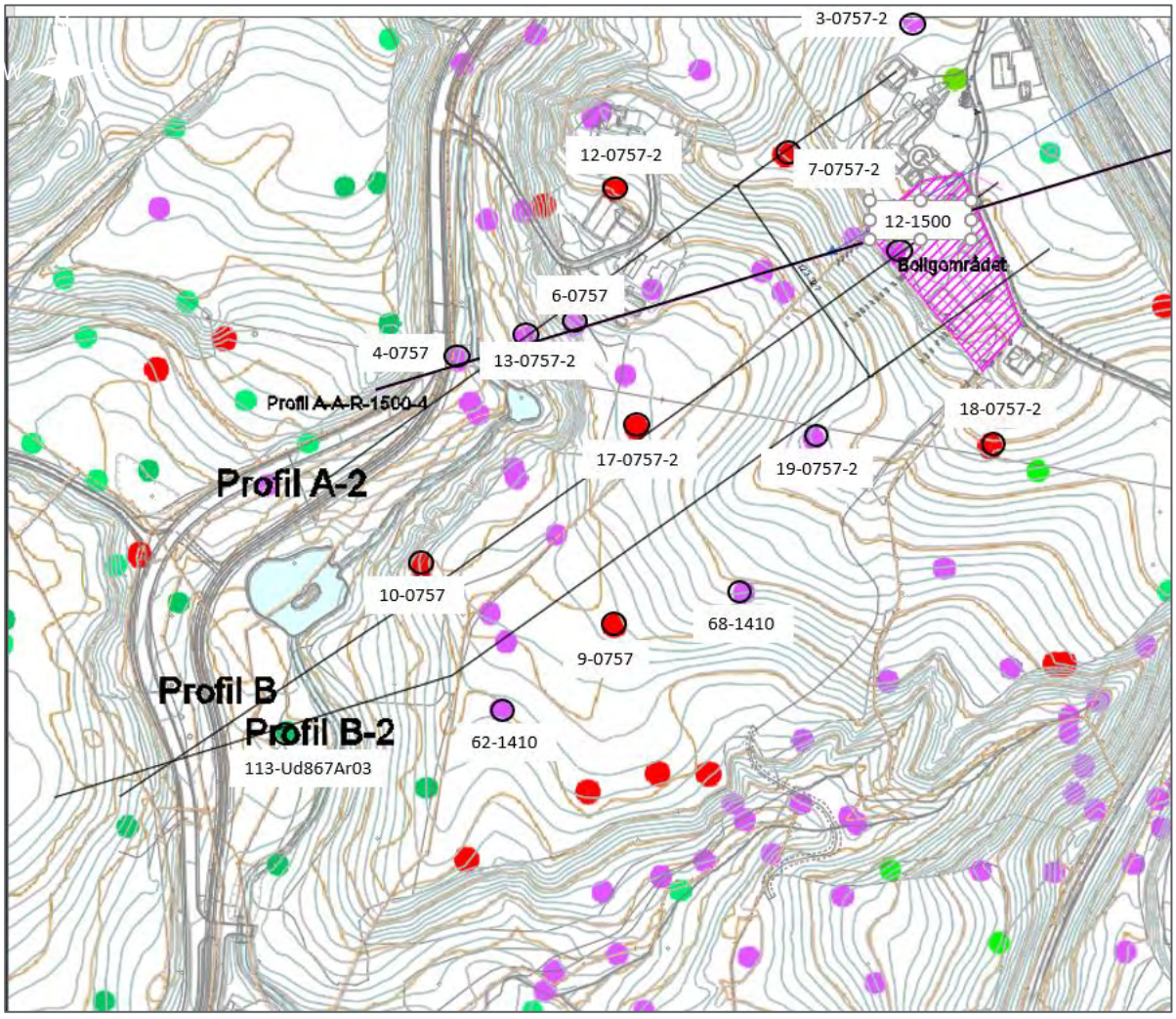
6.1.3 Konklusjon – stabilitetsutredning mot øst

Områdestabilitet og sikkerhet mot løsmasseskred jf. kvikkleireveileder [5] er vurdert som tilfredsstillende for Snitt A-del 2. Krav til sikkerhet som skal legges til grunn ved regulering og bygging jf. TEK17 er oppfylt.

6.2 Heggstadflata mot vest (Snitt B)

6.2.1 Terreng og kritisk snitt

Stabiliteten i vestlige deler av tomta er dekket hovedsakelig ved snitt B som går midt på tomta, som omtrent tilsvarer profil A-del 1, [3]. I tillegg er to snitt (A-2 og B-2) som er parallelle med snitt B vurdert for å inkludere effekt av sidekrefter. Avstand mellom profil A-2 og B-2 er ca. 125 m og plasseringen er valgt slik at terrengsutforming og variasjon i grunnforhold hensyntatt. Plassering av de 3 profiler med aktuelle boringspunkt er vist i Figur 12, på samme figur vises tidligere snitt A-A [3] også (tegning V01).



Figur 12: Plassering av snitt B, A-2 og B-2, samt profil A-A fra R.1500-4 [3]. Aktuelle punkt er merket med svart sirkel.

6.2.2 Stabilitetsberegninger – dagens situasjon

6.2.2.1 Beregningsforutsetninger og grunnlag for beregninger

Snitt B tilsvarer omtrentlig snitt A-del 1 i vurderingsrapport [12], særlig på skråningstopp, rapporten er godkjent av et uavhengig foretak iht. kvikkleireveileder 7/2014, [15]. I alle de tre beregningssnitt er parametervalg basert på [3], se Tabell 1. Anisotropifaktorer er basert på anbefalinger i NIFS rapport [16], ADP forholdet lagt inn i beregninger er (1 – 0,63 – 0,35).

Lagdeling er tolket basert på de aktuelle borpunkt som ligger langs de tre beregningssnitt. På skråningstopp for snitt B er mektigheten av kvikkleire basert på snitt A-del 1, [3]. Skjærfasthet i alle snitt er i hovedsak tolket fra CPTU- i boring 12-rapport R.1500-2-rev.C, [4], med en del variasjon langs snitt B mot jernbanelinje, basert på [3]. For profil B er aktiv skjærfasthet ikke redusert med 15% for kvikkleire etter nye kvikkleireveileder [5], dette er fordi beregninger er oppdatert flere ganger og resultatet langs profil B er avgjørende for omfanget av stabiliserende tiltak. For snitt A-2 og B-2 er aktiv skjærfasthet ikke redusert med 15% for kvikkleire, årsaken er at beregninger ikke er oppdatert etter nye veilederen og siden dette gir et konservativt resultat (lavere sikkerhetsfaktor), beholdte vi samme beregninger. Poenget er å dokumentere god sikkerhet (over 1,4) på sidesnittene A-2 og B-2 for å kunne bestemme utnyttelse av 3D-effekt. Dette er oppnådd og dokumentert tilfredsstillende ved 15% reduksjon. Aktuelle boringer og lagdeling for de tre snittene er vist i tegninger V13 (snitt B), V18 (snitt A-2) og V19 (snitt B-2).

Stabilitetsberegninger er utført med beregningsprogram GeoSuite for total- og effektivspenningsanalyse med sirkulær og plane skredmekanisme når dette er aktuelt.

Grunnvannstand er lagt i underkant av tørrskorpeleire.

6.2.2.2 Bruk av 3D-effekt

I alle tidligere utførte stabilitetsberegninger i dette området (globalt) er effekten av sidefriksjon (3D-effekt) inkludert. Det gjelder blant annet ved snitt A i godkjent rapport [3]. Beregninger i denne rapporten viser at utnyttelse av 3D-effekt er rundt 25%. I aktuelle beregninger er bruk av 3D-effekt begrenset til 15%.

Bruk av 3D-effekt (geometrieffekt) er fornuftig i områder der topografien medfører en innspenning, som f.eks. i lengderetning av dalføringer. Skråningen nedenfor planområdet er del av et tidligere skredgrop, som gjenspeiler seg i topografien med forsterkende effekt for sidekrefter. Boringer indikerer variasjoner i grunnforhold, særlig påvisning av ikke sensitive masser som kan tolkes som skredmateriale.

Sidekrefter er dokumentert ved snittene A-2 og B-2 parallelt med hoved snitt B. Avstanden mellom de to sidesnittene er 125 m og 3D-effekten er beregnet slik:

3D-effekt (lagt inn i beregninger – GeoSuite) = 2*(1/L) = 2* (1/125) = 0,015. Det vil si at det er bidrag fra begge sidene (dokumentert i beregninger for snitt A-2 og B-2). Totalt sett gir utnyttelse av 3D-effekten 15 % økning sammenlignet med plan tilstand.

6.2.2.3 Beregningsresultat – dagens tilstand

Plan tilstand (uten bruk av 3D-effekt): Beregningsresultat viser at sikkerhetsfaktor for dagens situasjon i effektivspenningsanalyse er over 1,4 i alle beregnede tre snitt. For totalspenningsanalyse er sikkerhetsfaktor over 1,4 i sidesnittene A-2 og B-2, mens langs hoved snittet B er sikkerhetsfaktor ikke tilstrekkelig F= 1,16. Beregningsresultat for de tre snittene er listet i Tabell 3, og er vist i tegninger V16 (snitt B), V20 (snitt A-2) og V21 (snitt B-2). Sammensatte glidesirkel (plane-rasmekanisme) er også vurdert langs de tre snittene, oppnådd sikkerhetsfaktor er over 1,4, se tegning V16, V20 og V21.

Bruk av 3D-effekt: Beregningsresultat langs snitt B med 3D-effekt (0,015) viser at sikkerhetsfaktor for dagens situasjon fremdeles ikke er tilstrekkelig F= 1,34. Beregningsresultat for snitt B med 3D-effekt er vist i Tabell 3 og i tegning V22.

Tabell 3: Oppsummering av beregningsresultat for området vest for tiltaksplan for dagens situasjon

Beregningssnitt	F - totalspenningsanalyse	F - effektivspenningsanalyse
B	1,16 1,34*	2,07
A-2	1,40	2,41
B-2	1,62	3,16

*sikkerhetsfaktor med 3D-effekt

6.2.2.4 Vurdering av stabiliserende tiltak og beregningsresultat

Beregnet sikkerhetsfaktor i snitt B (F<1,4) for dagens situasjon uten- og med 3D-effekt tilfredsstiller ikke kravet iht. kvikkleireveileder [5], og dermed må sikkerhetsfaktor økes. Kravet er forbedring siden tiltakskategori er K4 og faregraden for kvikkleiresone er lav, iht. tabell 3.3 [5], prosentvis forbedring bestemmes etter figur 3.3 [5].

For sikkerhetsfaktor F=1,34 er prosentvis forbedring lik 1,5%. Det vil si at man må oppnå en sikkerhetsfaktor minst F lik 1,36. For å forbedre stabiliteten og øke sikkerhetsfaktor er det vurdert avlastning som stabiliserende tiltak.

I tillegg til sikkerhetskrav iht. kvikkleireveilederen, må kravet til sikkerhetsfaktor iht. EC7 oppfylles. Det strengeste i dette tilfelle her er krav iht. EC7 [9]:-

- Sikkerhetsfaktor etter krav iht. NVE veileder (forbedring) er: F=1,36
- Sikkerhetsfaktor etter krav iht. EC7 er: F=1,40

Stabiliserende tiltak i form av avlastning er vurdert slik at oppnådd sikkerhetsfaktor er 1,4 i snitt B, se tegning V22. Dette gjør at tomta må avlastes i det maksimale 1,75 m for å tilfredsstille kravet til sikkerhetsfaktor. Avlastningen er begrenset innenfor eiendomsgrense og er vist i tegning V22.

Beregningsresultat i snitt B for dagens situasjon (uten 3D-effekt), dagens situasjon med (3D-effekt) og stabiliserendetiltak (avlastning) samt 3D-effekt er vist i tegning V22.

6.2.3 Konklusjon – stabilitetsutredning mot vest for dagens situasjon

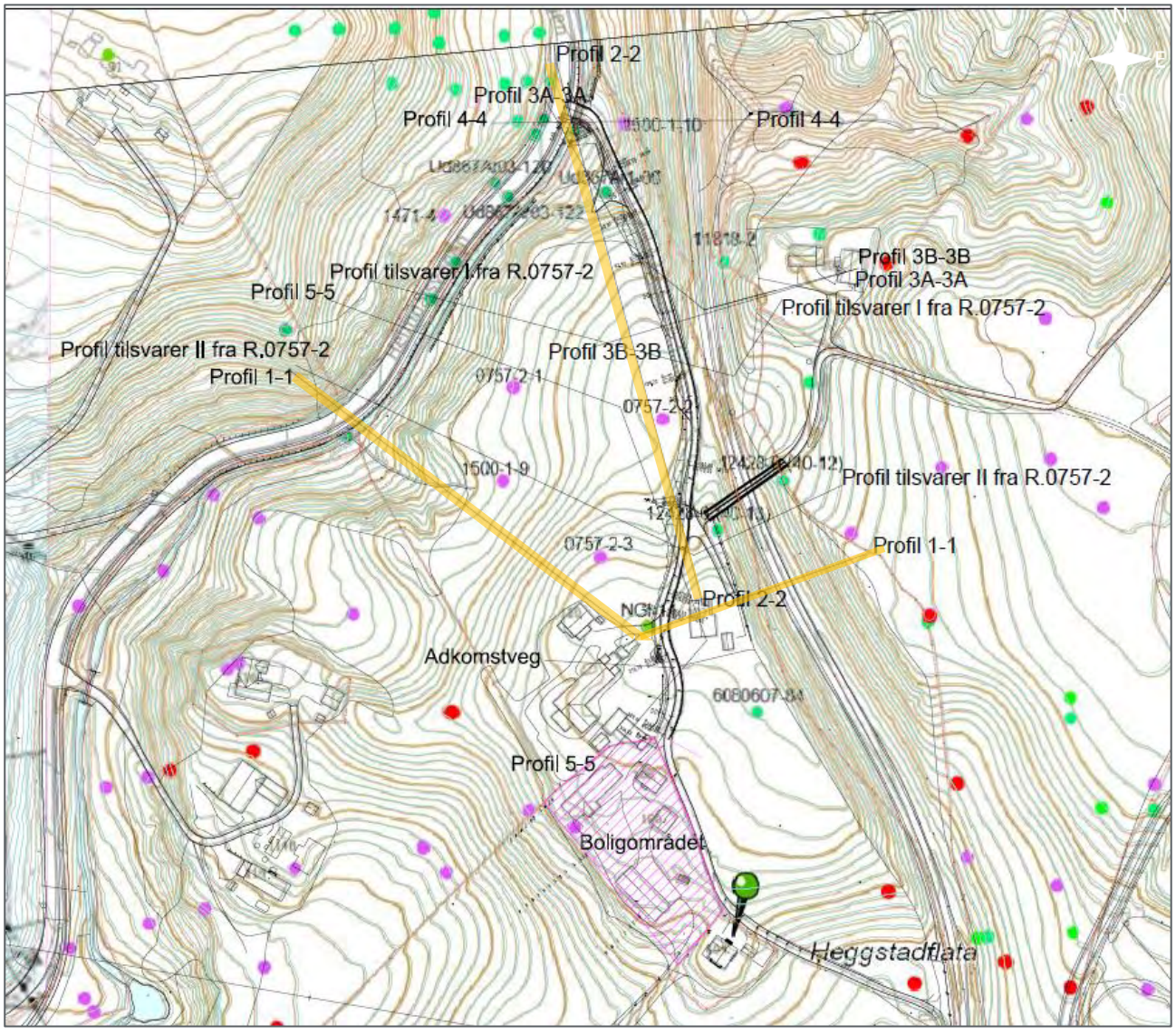
Med beskrevet terrengavlastning er områdestabilitet og sikkerhet mot løsmasseskred jf. kvikkleireveileder [5] vurdert som tilfredsstillende for Snitt B. Krav til sikkerhet som skal legges til grunn ved regulering og bygging jf. TEK17 er oppfylt.

Stabiliserende tiltak skal detaljprosjektertes i senere fase før igangsetting av arbeidet.

6.3 Heggstadflata mot nord- og nordvest (Snitt 1-1 og 2-2)

6.3.1 Terreng og kritisk snitt

Hele områdestabilitet nord-nordvest er vurdert og dokumentert tilfredsstillende ved ulike snitt i en egen selvstendig vurdering i forbindelse med planlagt adkomstveg. Vurderingene er presentert i et eget notat 5188443-RIG04-Rev.02. Av alle beregningssnitt i ovennevnte notat er det to representative snitt, 1-1 og 2-2, som dekker stabiliteten i retning nord- og nordvest av tomta og ned mot Heimdalsvegen, plassering av de to profiler med aktuelle boringspunkt er vist i Figur 13, samt i tegning V01.



Figur 13: Plassering av beregningssnitt mot nord-nordvest for tiltaksområde-gjeldende snitt er 1-1 og 2-2.

6.3.2 Stabilitetsberegninger – dagens situasjon

6.3.2.1 Beregningsforutsetninger og grunnlag for beregninger

Lagdeling er tolket basert på de aktuelle borpunkt som ligger langs de to beregningssnitt. På skråningstopp for snitt 1-1 og 2-2 er mektigheten av kvikkleire i hovedsak basert på snitt A-del 1, [3] dvs. antatt tykkere kvikkleirelag, ellers er lagdelingen tolket basert på aktuelle boringer langs snittene. Skjærfasthet på skråningstopp er basert på snitt A, [3].Tolket skjærfasthet i langsgående snitt nedenfor er basert på dirkete målt skjærfasthet i relevante boringer. Detaljert tolkning av skjærfasthet langs de to snittene er vist i vedlegg 4. Aktuelle boringer og lagdeling for de to snittene er vist i tegninger V23 (snitt 1-1), V24 (snitt 2-2).

Parametervalg for ulike lagdeling er vist i Tabell 1. Anisotropifaktorer er basert på anbefalinger i NIFS rapport [16], ADP forholdet lagt inn i beregninger er (1 – 0,63 – 0,35). Selv om det ikke er krav lenger på reduksjon av skjærfasthet iht. [5], er skjærfasthet redusert med 15% for kvikkleire i beregninger. Dette er en konservativ antagelse. Det er antatt tykkere kvikkleirelag enn boringene viser, samt reduksjon av skjærfasthet.

Stabilitetsberegninger er utført med beregningsprogram GeoSuite for total- og effektivspenningsanalyse med sirkulær og plane skjærflater. Beregninger er utført uten å bruke 3D-effekt.

Trafikklast på jernbanespor og adkomstveg er kun lagt inn i beregninger i ugunstig situasjon (når lasten gir destabiliserende effekt). Trafikklast på vei er beregnet som følgende:

Trafikklast på veg: 15 kPa*1,3 (lastfaktor)	q = 19,5 kPa. [17]
Dimensjonerende trafikklast på adkomstveg i beregninger	q = 19,5 kPa

Grunnvannstand er lagt i underkant av tørrskorpeleire.

6.3.2.2 Beregningsresultat – dagens tilstand

Beregningsresultat viser at sikkerhetsfaktor for dagens situasjon i total- og effektivspenningsanalyse er over 1,4 i de to beregnede snitt. Sammensatte glideflate (flakskred) langs snitt 1-1 viser tilfredsstillende sikkerhetsfaktor. Beregningsresultat er listet i Tabell 4, og er vist i tegninger V25 og V26.

Tabell 4: Oppsummering av beregningsresultat for området nord-nordvest for tiltaksplan for dagens situasjon

Beregningssnitt	F-totalspenningsanalyse	F-effektivspenningsanalyse
1-1	1,42	1,70
2-2	1,88	3,50

6.3.3 Konklusjon – stabilitetsutredning mot nord- og nordvest

Med dette nevnt ovenfor, basert på beregninger og vurderinger, ser at området nord- nordvest for tiltaksplan er skredsikkert iht. ny kvikkleireveileder [5].

6.4 Stabilitetsvurderinger – anleggsfase

Områdestabilitet i anleggsfase vurderes å vare mer gunstig enn dagens situasjon. Der utgravingen foregår på toppen av skråning, og dette skal foregår etter at stabiliserende tiltak for dagens situasjon (avlastningen) er utført.

Per nå foreligger ingen planer om hvordan bygget er tenkt oppført. Vi har ingen opplysninger om utslag på utgravingen. I tillegg mener Norconsult at i anleggsfase (utgraving) er det rom for bruk av 3D-effekt der den begrenses til gravegropens bredde, samt at anleggsfase representerer en midlertidig situasjon.

Slik vurderes anleggsfase å være ukritisk når det gjelder områdestabilitet og har en bedre sikkerhetsfaktor enn dagens sitasjon (der det er dokumentert F=1,4 eller høyere). Lokal stabilitet for gravgropen skal ivaretas iht. EC7, [9].

6.5 Stabilitetsvurdering – ferdig bygd situasjon

Ferdig bygd situasjon vurderes å være den kritiske tilfelle for områdestabilitet-spesielt mot vest. Per i dag foreligger ingen planer om bygget skal oppføres med kjeller/sokkel eller ikke. Vi vurderer at bygget skal utføres med kompensert fundamentering. Det vil si at ingen ekstra last skal oppføres skråningsstop, med mindre områdestabilitet skal dokumenteres ivaretatt.

Norconsult anbefaler derfor at bygget enten oppføres med kjeller/sokkel. Bruk av lette masser kan være en alternative i tilfelle bygget planlegges uten kjelleretasje.

7 Vurdering av andre tiltak knyttet til Heggstadflata omsorgsboliger iht. NVE regelverk

7.1 Vurdering av VA-plan

I forbindelse med planlagt tiltak er det utført en vurdering av VA-plan knyttet til omsorgsboliger. Vurderingen er presentert i notat 5188443-nr.01.ver.D01 med tilhørende tegninger H101 og H102, [18].

Iht. ny NVEs veileder, [5], tabell 3.2, ligger tiltaket; lokale VA-anlegg i tiltakskategori K1, se Figur 14, og kravet er:

1. Sikkerhetsfaktor må være; «F_{cu} lik/større enn 1,4 og $F_{c\varphi}$ lik/større enn 1,25» med forutsetning at stabiliteten ikke skal forverres. Hvis tiltaket forverrer stabiliteten, skal der kreves absolutt sikkerhetsfaktor, som er; «F_{cu} lik/større enn 1,6 og $F_{c\varphi}$ lik/større enn 1,25»
2. Erosjon som kan utløse skred og rammer tiltaket må forebygges.
3. Vurderingene av skredsikkerhet skal kvalitetssikres internt.

Når endelige planer om tiltaket foreligger, skal tiltaket detaljprosjektertes og utgravingsforhold skal vurderes slik at områdestabiliteten ikke skal forverres og kravet iht. [5] oppfylles. Det er tilstrekkelig med kollegakontroll for dette tiltaket.

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

Figur 14: Utklipp fra tabell 3.2, [5] krav til utredning ifbm VA-anlegg og adkomstveg

7.2 Vurdering av adkomstveg

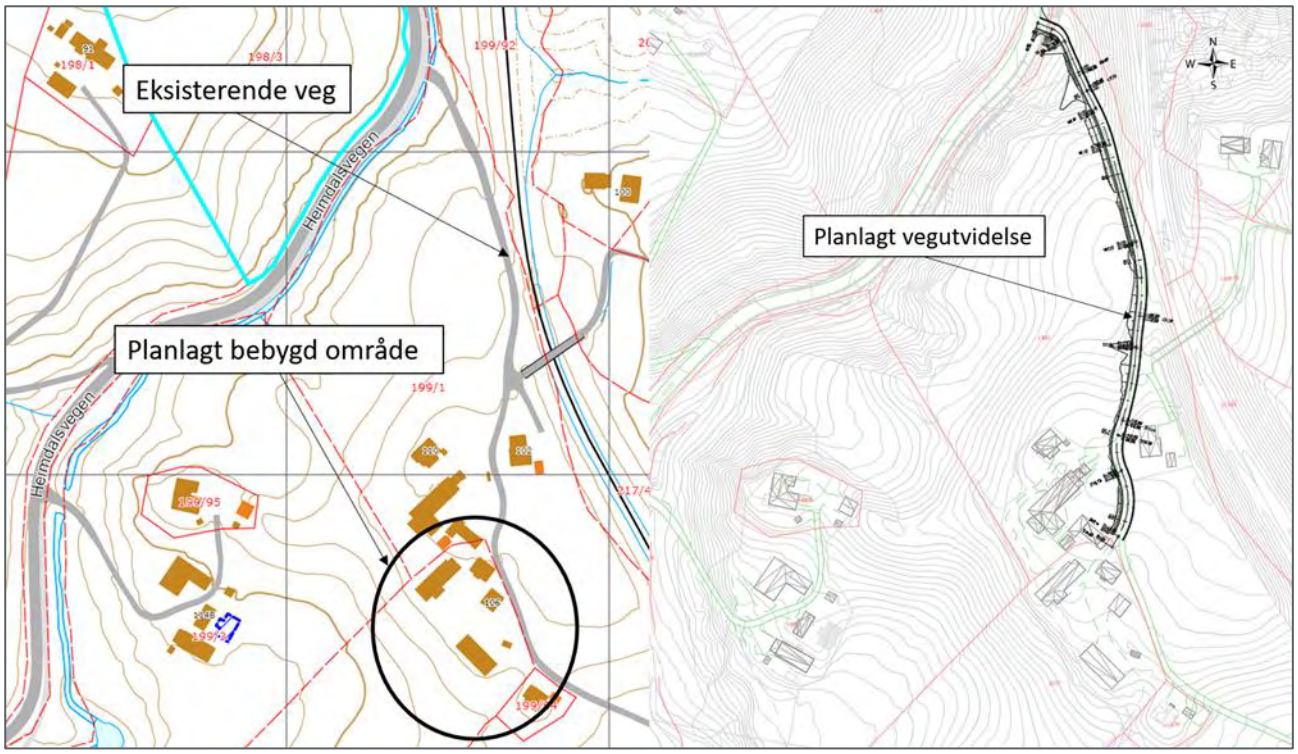
Eksisterende adkomstveg til boligområdet er en grusveg og har bredde på ca. 3-4 meter (opptil 5 meter på enkeltpartier). Det nye vegtiltaket innebærer å ha fortsatt grusveg med en utvidelse av dagens veg, slik at den nye veien har i utgangspunktet en bredde på 5 meter, men det er breddeutvidelse i kurver som gjør at

en kommer opp i en vegbredde på 6,8 meter i de krappeste kurvene. Både vertikalgeometri og horisontalgeometri er omtrent som i dag. Utvidelsen er kun lagt på vestside av eksisterende veg for å unngå påvirkning av jernbanefyllingen. Vegkant inn mot jernbanefyllingen forblir uberørt og ny vegkant blir liggende opptil 3 meter lenger ut mot dyrkemark enn eksisterende vegkant, både dagens veg og plan for veiutvidelse er vist i Figur 15.

Iht. ny NVEs veileder, [5], tabell 3.2, ligger tiltaket; private og kommunale veger i tiltakskategori K1, se Figur 14 ovenfor, og kravet er:

1. Sikkerhetsfaktor må være; «F_{cu} lik/større enn 1,4 og $F_{c\varphi}$ lik/større enn 1,25» med forutsetning at stabiliteten ikke skal forverres. Hvis tiltaket forverrer stabiliteten, skal der kreves absolutt sikkerhetsfaktor, som er; «F_{cu} lik/større enn 1,6 og $F_{c\varphi}$ lik/større enn 1,25».
2. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.
3. Vurderingene av skredsikkerhet skal kvalitetssikres internt av foretaket.

Geotekniske vurderinger av områdestabilitet ifbm. adkomstveg er utført og vurderinger viser at området er skredsikkert. Dette er presentert i dokument 5188443-RIG04-Rev.02. Det er tilstrekkelig med kollegakontroll for dette tiltaket.



Figur 15: Eksisterende veg (til venstre) og planlagt vegutvidelse (til høyre), kilde (figur til venstre): https://kart5.nois.no/trondheim. Kilde (figur til høyre): hentet fra en skisse fra veg-plan, utarbeidet av Norconsult

8 Referanser

[1] «Notat: 10217700-RIG-NOT-001-rev.03 - Uavhengig kvalitetssikring, Heggstadflata omsorgsboliger».

[2] «R.757-2; «Heggstad-området. Vurdering av områdestabilitet, datarapport», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 01.12.1994».

[3] «Vurderingsrapport R1500-4, rev.C: «Heggstad søndre, områdestabilitet. Stabilitetsberegninger for dagens tilstand», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 24.04.2013».

[4] «Beregningsgrunnlag rapport nr. R.1500-2-rev.C: «Heggstad Søndre, områdestabilitet», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 24.04.2013».

[5] «Veileder Nr. 1/2019 ; Sikkerhet mot kvikkleireskred».

[6] «Grunnundersøkelser datarapport R.1500-1: "Heggstadflata søndre, områdestabilitet", utarbeidet av Trondheim kommune, datert 16.05.2011».

[7] «https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/».

[8] «NVE retningslinjer 2-2011; Flaum - og skredfare i arealplanar, sist revidert 2014».

[9] «NS-EN-1997-1:2004+NA:2020: Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler».

[10] «Stabilitet langs Heggstadbekken. Stabilitetsberegninger og Geotekniske vurderinger: 6080607-rapport nr. 05: «Heggstadmoen avfallsanlegg», utarbeidet av Rambøll, datert 12.10.2010».

[11] «Stabilitet av avfallsfyllinger og geotekniske vurderinger: 6080607-rapport nr. 03: «Heggstadmoen avfallsanlegg», utarbeidet av Rambøll, datert 09.07.2009».

[12] «Datarapport nr. 2010072821-001: «Gang- og sykkelveg Heimdalsvegen», utarbeidet av SVV, datert 01.09.2011».

[13] «Vurderingsrapport nr. 2010072821-002: «Gang- og sykkelveg Heimdalsvegen», utarbeidet av SVV, datert 24.10.2011».

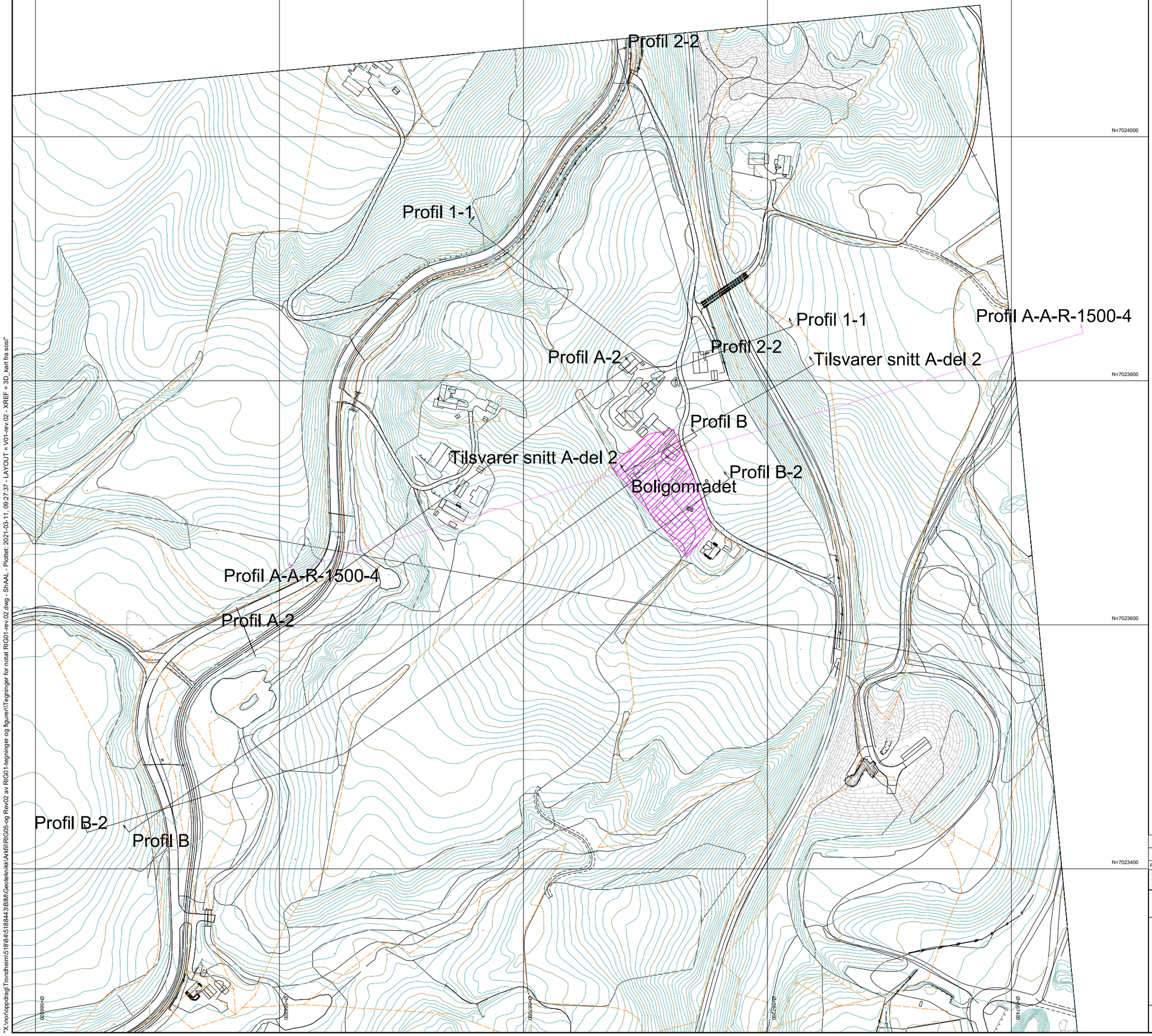
[14] «NVE rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse"».

[15] «NVE veileder 7-2014: «Sikkerhet mot kvikkleireskred" Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper».

[16] «Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire (2014); «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer». Rapport 14-2014».

[17] Statens vegvesens Håndbok N200 – Vegbygging, 2018.

[18] «Vurderingsnotat: «Overordnet VA-plan Heggstadflata», utarbeidet av Norconsult, datert 18.06.2019».



"X:\nor\oppdrag\Trondheim\518\A\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\RIG05-og Rev02 av RIG01-tegninger og figurer\\Tegninger for notat RIG01-rev 02.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-03-11, 09:27:37 - LAYOUT = V01-rev 02 - XREF = 3D_kart fra sosi"

Tegningsnummer	Revisjon
V01	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2020-03-04	Alle beregningssnitt er vist på en tegning	Shaal	HeTia	BisKa
00	2019-06-27	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

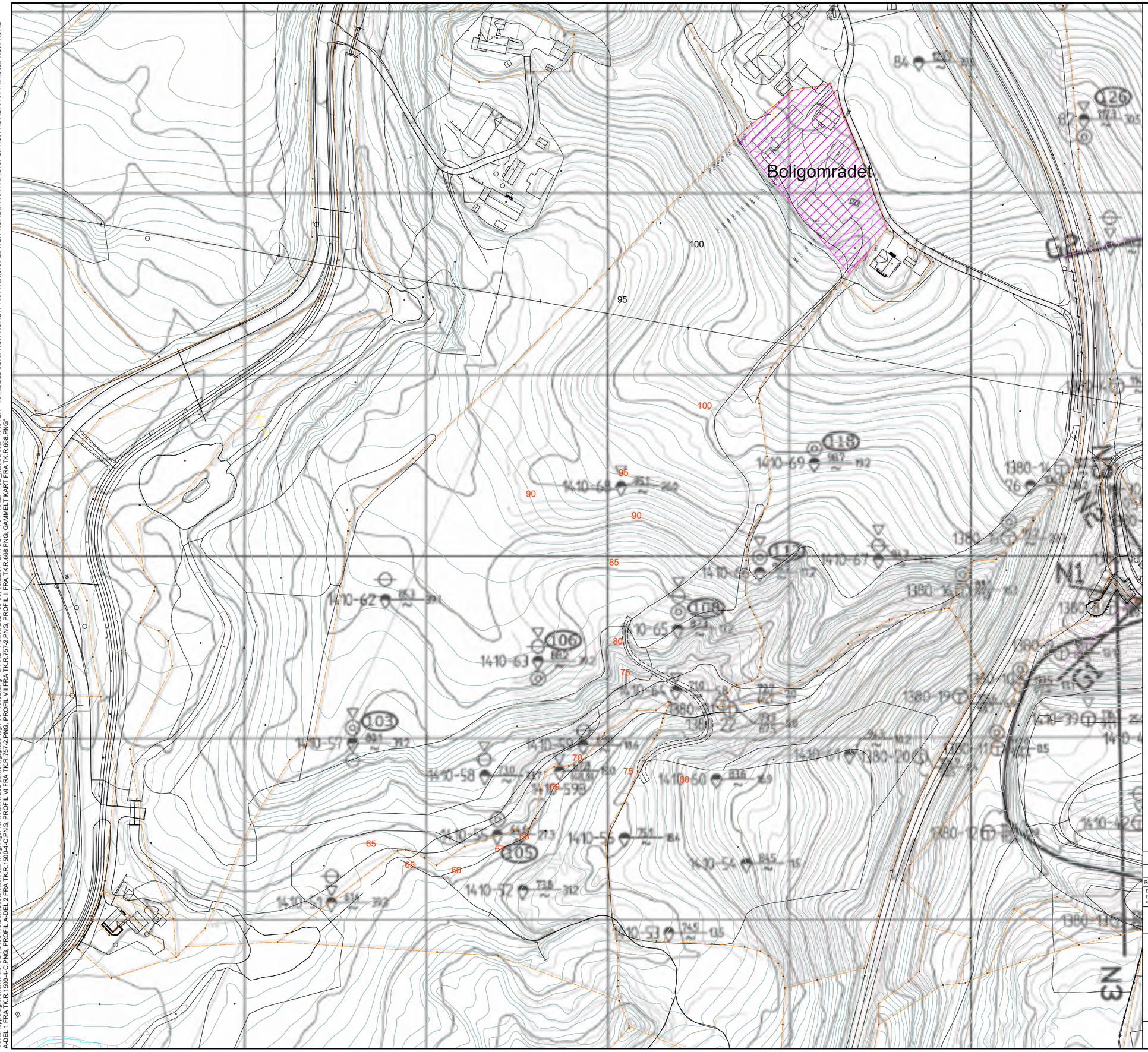
Trondheim kommune/Trondheim eiendom

Målestokk (gjelder A1): 1:1500

Heggstadflata - omsorgsboliger
Områdestabilitetsvurdering iht. NVE veileder
Stabilitetsberegninger
Plassering av alle beregningssnitt

Norconsult

Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
5188443	V01	01



"X:\nor\oppdrag\Trondheim\5188445\188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\\Tegninger for notat RIG02-parkeringsplass-tegn V04-rev02.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-03-09, 16:22:37 - LAYOUT = V04 - XREF = 3D_kart fra sosi - RASTER = RAMBØLL-SØR.PNG, PROFIL IV FRA TK.R.0757-2.PNG, PROFIL III FRA TK.R.0757-2.PNG, PROFIL I FRA TK.R.668.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4-C.PNG, PROFIL A-DEL 2 FRA TK.R.1500-4-C.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL II FRA TK.R.668.PNG, GAMMELT KART FRA TK.R.668.PNG"

Tegningsnummer	Revisjon
V04	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2021-02-15	Rev.gjelder oppdatering av gammelt kart	Shaal	HeTia	BisKa
00	2020-04-28	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

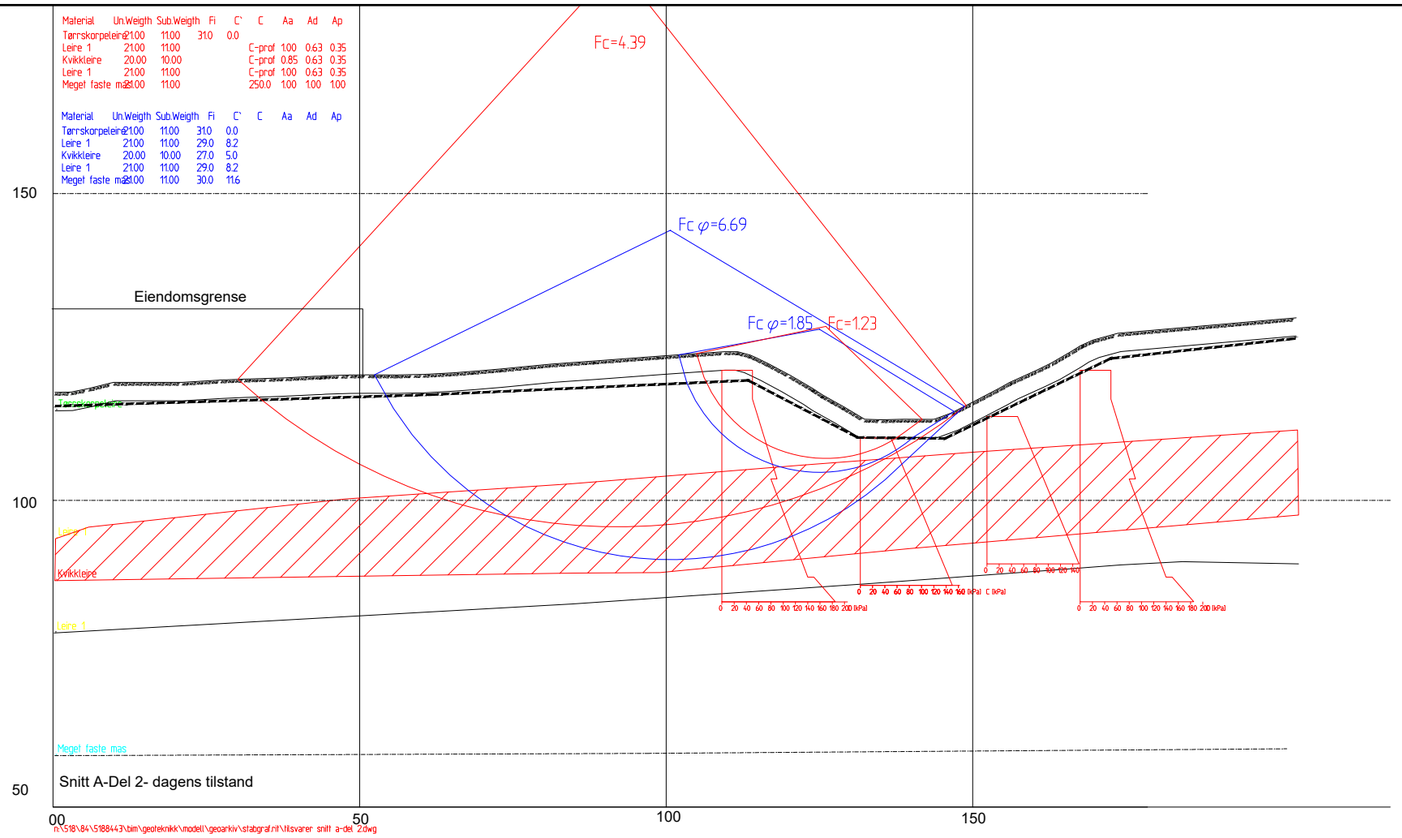
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

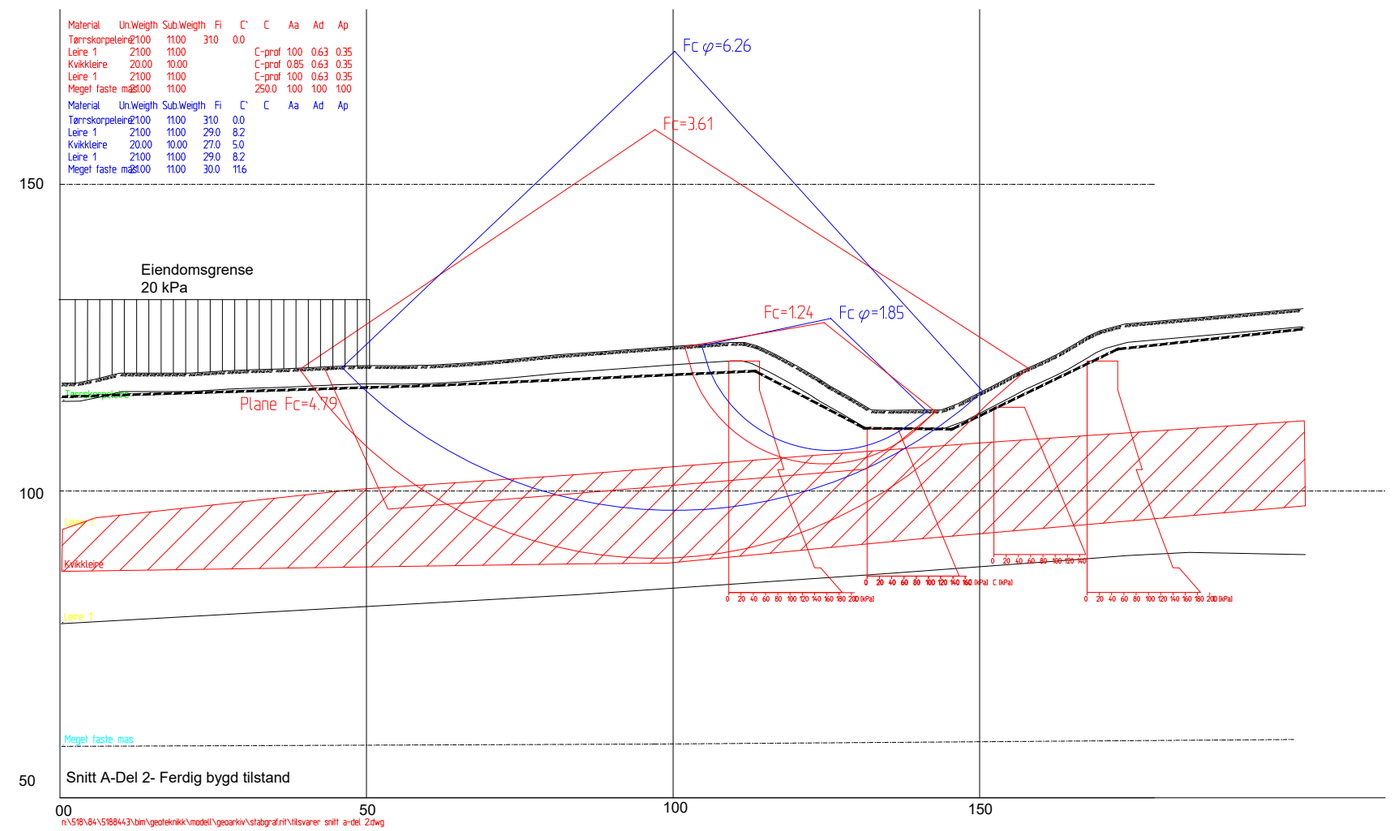
Trondheim kommune/Trondheim eiendom

Målestokk (gjelder A1): 1:2000

Heggstadflata - omsorgsboliger
Geotenisk vurdering
Områdestabilitetsvurdering iht. NVE veileder
Gammelt kart og nytt kart
Gammelt kart fra Rambøll rapp. nr. 03-6080607

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V04	01





Tegningsnummer V10 | Revisjon 00

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
00	2019-07-04	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

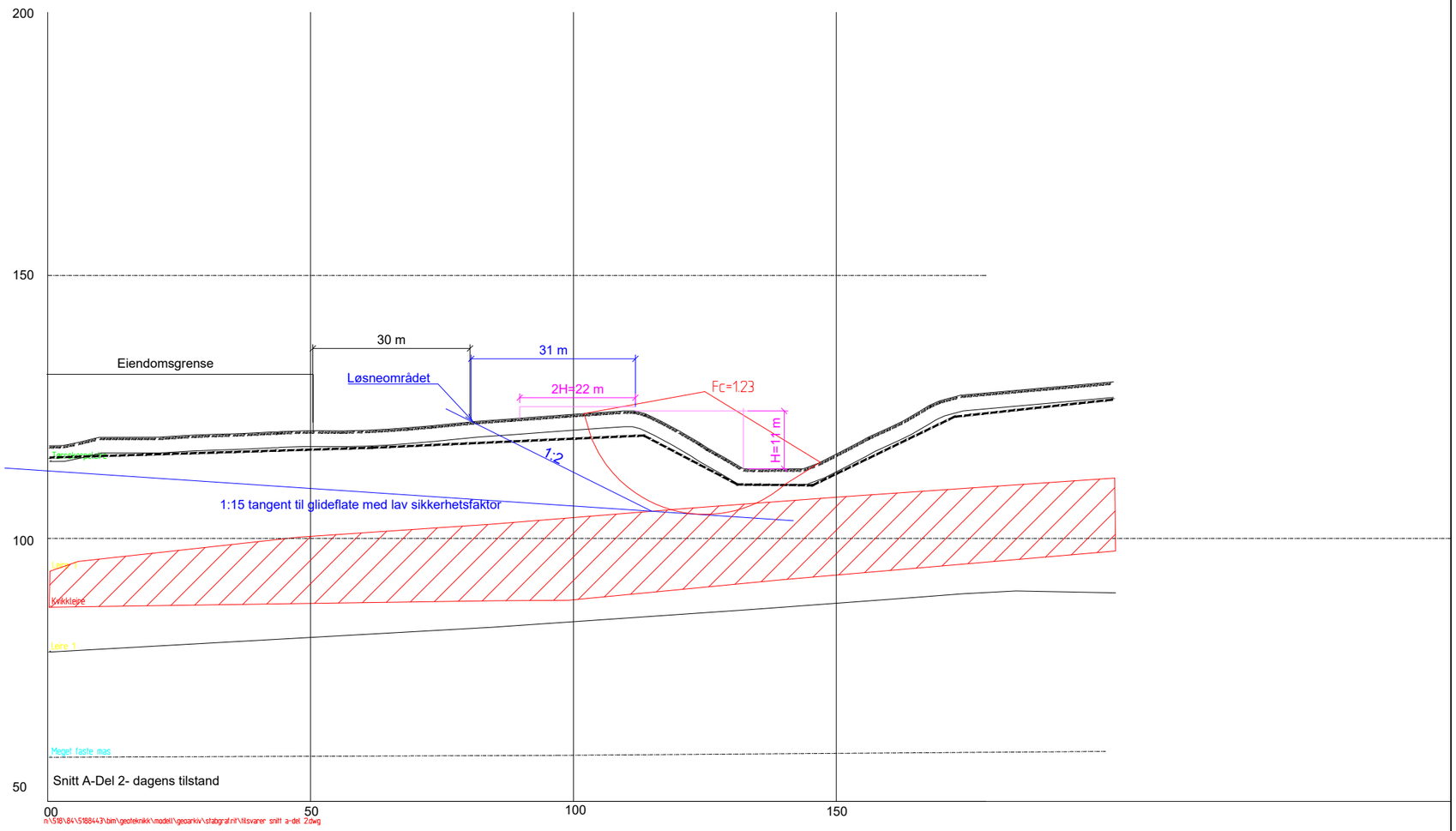
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

Trondheim kommune/Trondheim eiendom | Målestokk (gjelder A1) 1:500

Heggstadflata - omsorgsboliger
Områdestabilitetsvurdering iht. NVE veileder
Stabilitetsberegninger-total- og effektivanalyse
Beregninger- snitt A-del 2 øst mot jernbanelinje
Dagens- og ferdig bygd tilstand

Norconsult | Oppdragsnummer 5188443 | Tegningsnummer V10 | Revisjon 00

"X:\nor\oppdrag\Trondheim\518\84\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\Tegninger for notat RIG01.dwg - ShAAL - Plottet: 2019-07-05, 15:57:3 - LAYOUT = V10 - XREF = 3D_kart fra sosi"



Tegningsnummer	Revisjon
V11	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2021-02-23	Inkludert vurdering iht. ny veileder 1/2019	Shaal	HeTia	BisKa
00	2019-07-04	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

Trondheim kommune/Trondheim eiendom

Målestokk (gjelder A1): 1:500

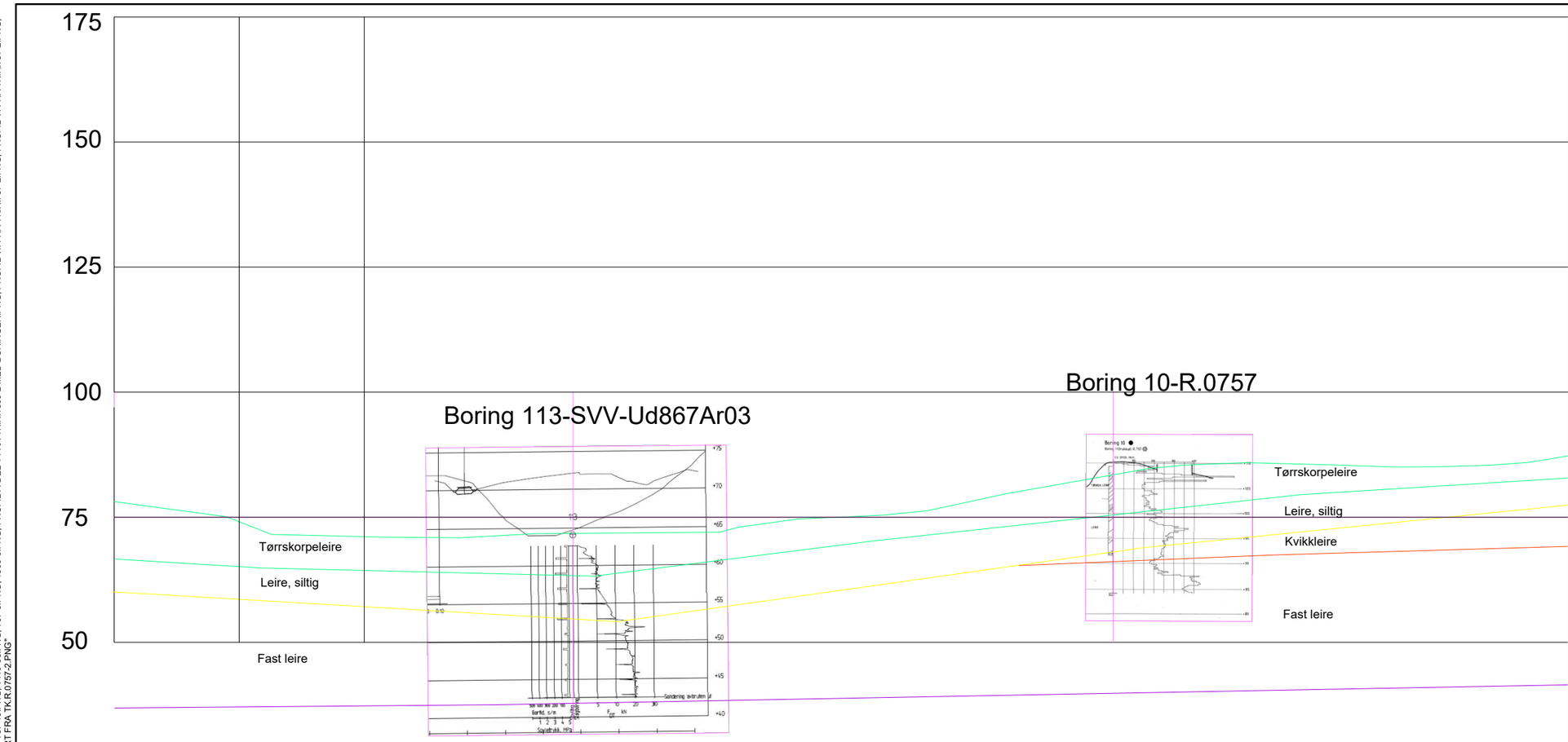
Heggstadflata - omsorgsboliger
Geotenisk vurdering
Områdestabilitetsvurdering iht. NVE veileder
Avgrensning av løsneområdet mot jernbanen

Norconsult

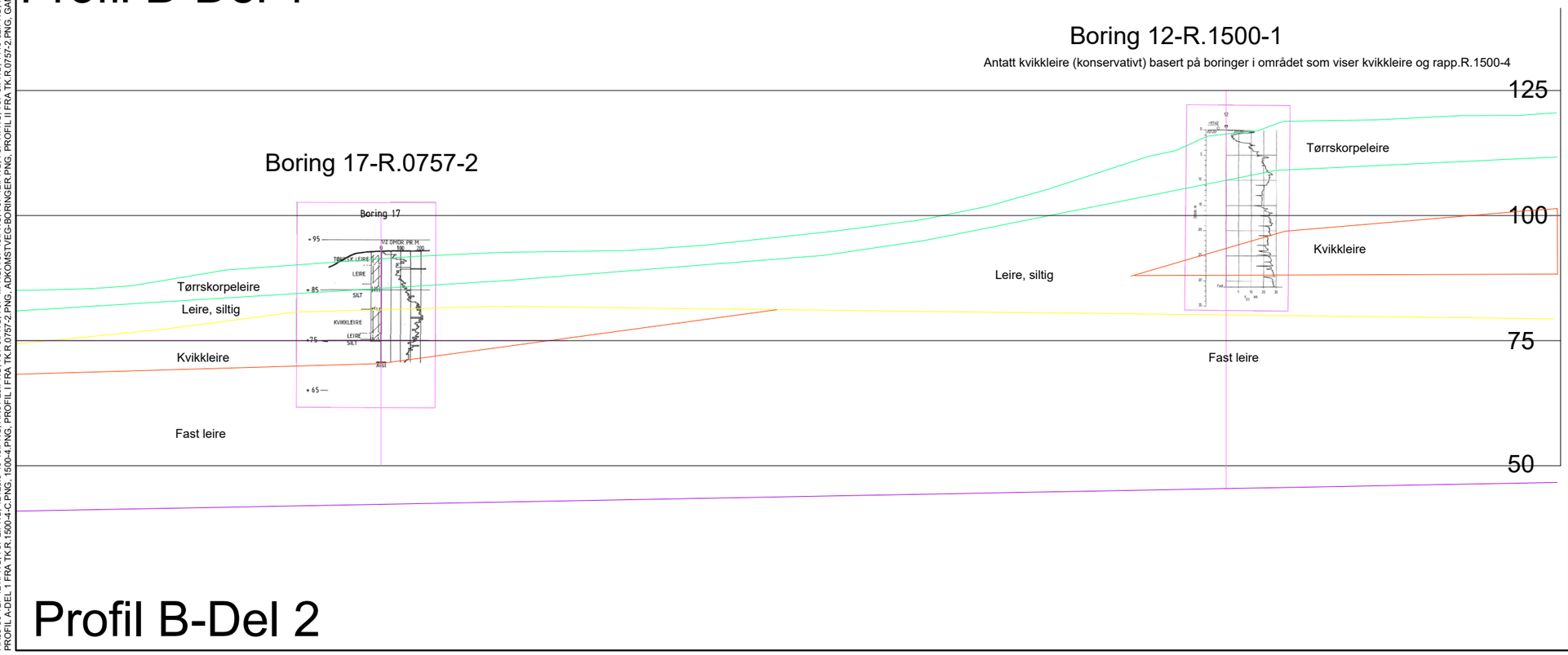
Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
5188443	V11	01

"X:\nor\oppdrag\Trondheim\518\84\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\RIG05-og Rev02 av RIG01-tegninger og figurer\Tegninger for notat RIG01-rev.02.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-02-23, 17:43:26 - LAYOUT = V11-rev02 - XREF = 3D_kart fra sosi"

"X:\nor\oppdrag\Trondheim\5188451884431BIM\Geoteknikk\Arkfil\\Copy av områdestabilitetsvurdering-alle mulige snitt+rev.02-RIG01-alle oppdaterte teg.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-03-08, 16:15:13 - LAYOUT = V13-rev01 - XREF = T_Geom_rev_3D_kart fra sosi - RASTER = PR.A-DEL 1-C-PRO.PNG, 1500-12.PNG, 757-17.PNG, UD867-AR03-113.PNG, 757-10.PNG, AR03-30-121-124.PNG, 757-2.PNG, 12428.6-40-13.PNG, AR01-28.PNG, 757-6.PNG, 757-9.PNG, 1410-68.PNG, 757-19.PNG, 1410-62.PNG, 757-18.PNG, 757-3.PNG, 1410-62.PNG, 757-7.PNG, 757-12.PNG, 757-13.PNG, 757-4.PNG, 757-16.PNG, 1500-9.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-2 MED BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, GAMMELT KART FRA TK.R.0757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4-C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG"



Profil B-Del 1



Profil B-Del 2

Tegningsnummer	Revisjon
V13	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2021-03-08	Kvikkleirelag på skråningstopp	Shaal	HeTia	BisKa
00	2020-10-02	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

Trondheim kommune/Trondheim eiendom

Målestokk (gjelder A1): 1:500

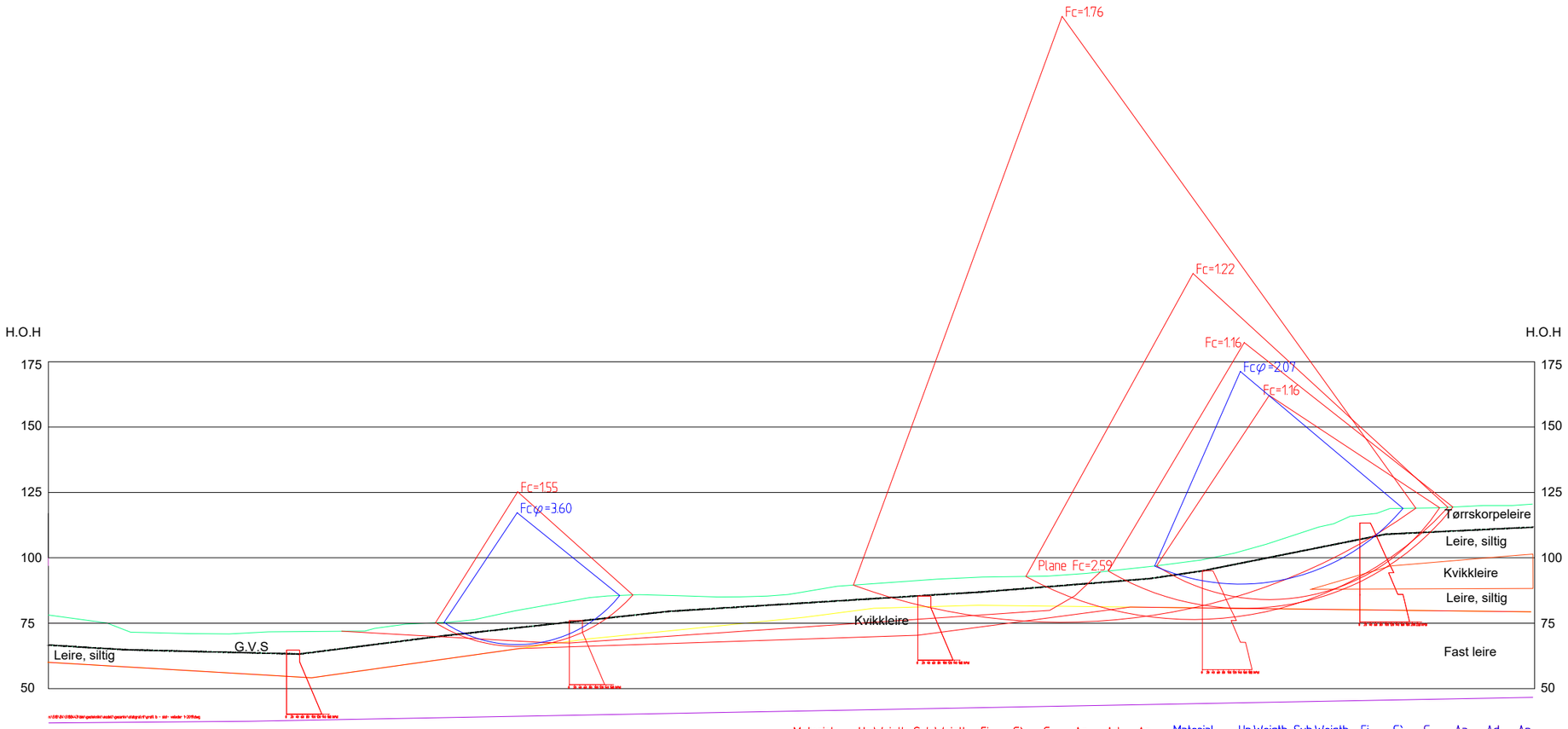
Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

Stabilitetsberegninger profil B dagens situasjon

Boringer og lagdeling

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V13	01

"X:\norfil\oppdrag\Trondheim\518\84\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\\Siste oppdaterte tegninger 03-2021 for Rev.02-RIG01.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-03-11, 09:39 - LAYOUT = V16-REV.01 - XREF = T_Geom_rev_3D_kart fra sosi - RASTER = 757-3.PNG, 12428.6-40-13.PNG, 1500-9.PNG, AR01-29.PNG, 757-2.PNG, AR03-30-127-124.PNG, PR_A-DEL 1-C-PRO.PNG, 1500-12.PNG, 757-17.PNG, UD867-AR03-113.PNG, 757-6.PNG, 757-10.PNG, 757-4.PNG, 757-13.PNG, 757-12.PNG, 757-7.PNG, 1410-62.PNG, 757-18.PNG, 757-19.PNG, 1410-68.PNG, 1410-68.PNG, 757-9.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R. 1500-2 MED BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4-C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMELT KART FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.757-2.PNG, 757-2.PNG"



Snitt B

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	21.00	11.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	21.00	11.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, siltig	21.00	11.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Fast leire	21.00	11.00			250.0	1.00	1.00	1.00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	21.00	11.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	21.00	11.00	29.0	8.2				
Kvikkleire	20.00	10.00	27.0	5.0				
Leire, siltig	21.00	11.00	29.0	8.2				
Fast leire	21.00	11.00	30.0	11.6				

Tegningsnummer	Revisjon
V16	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2021-03-09	Revidert kvikkleire og C-profil	Shaal	HeTia	BisKa
00	2020-10-01	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

Trondheim kommune/Trondheim eiendom

Målestokk (gjelder A1): 1:1000

Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

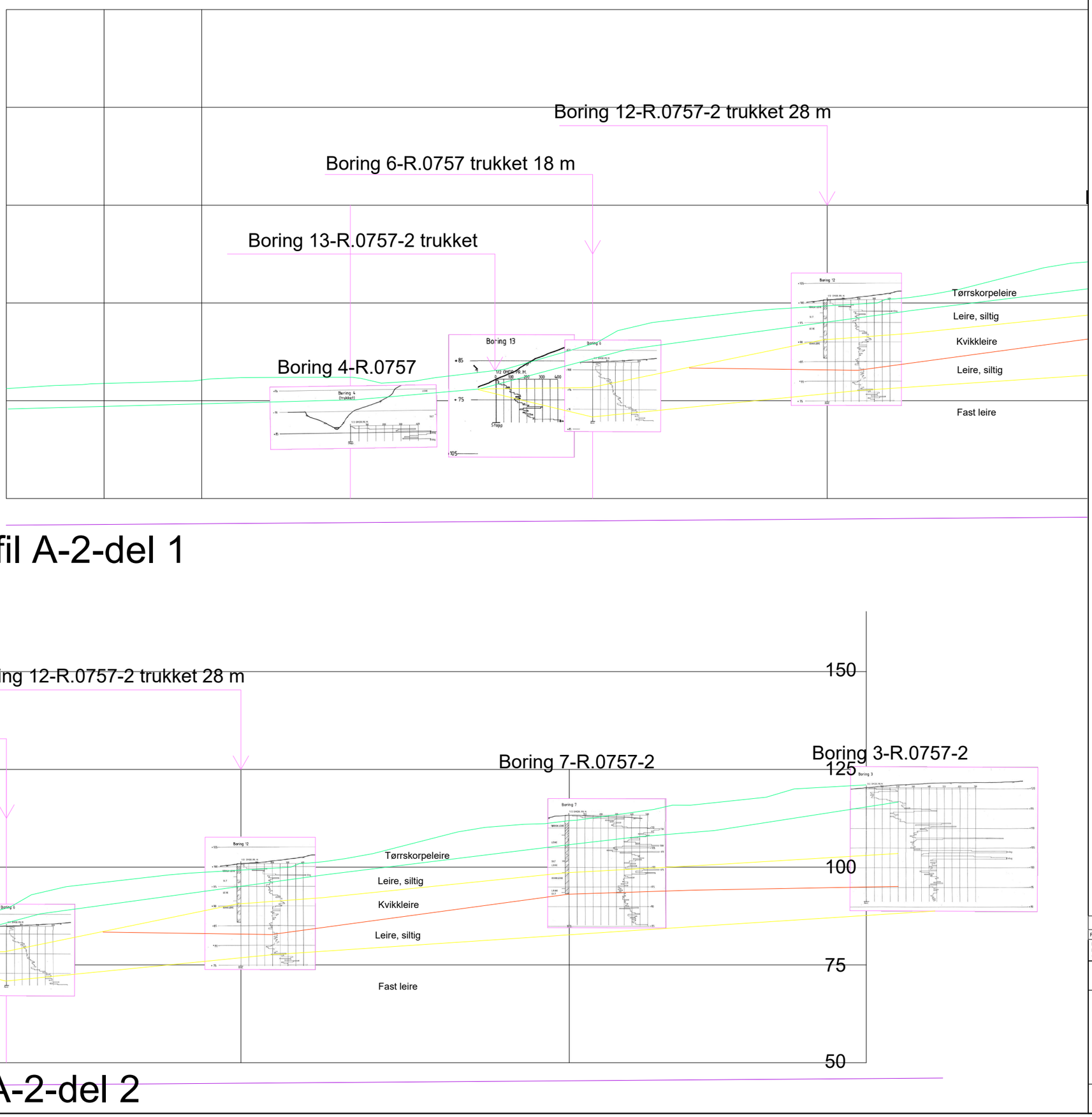
Stabilitetsberegninger - profil B - dagens situasjon

Total- og effektivspenningsanalyse

Norconsult

Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
5188443	V16	01

"X:\nor\oppdrag\Trondheim\518845\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\Områdestabilitetsvurdering-alle mulige snitt-rev.02-RIG01.dwg - ShAAL - Plottet: 2020-11-16, 12:17:56 - LAYOUT = V18 - XREF = T_Geom_rev_3D_kart fra sosi - RASTER = 757-6.PNG, 757-4.PNG, 757-13.PNG, 757-12.PNG, 757-7.PNG, 757-3.PNG, 1410-62.PNG, UD867-AR03-113.PNG, 757-18.PNG, 757-19.PNG, 1410-68.PNG, 757-9.PNG, 1500-9.PNG, 12428.6-40-13.PNG, 757-10.PNG, 757-17.PNG, 1500-12.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4.C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL 1 FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMST VEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4.C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL 1 FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMEL1 KART FRA TK.R.0757-2.PNG"



Tegningsnummer	Revisjon
V18	00

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
00	2020-11-16	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

Trondheim kommune/Trondheim eiendom	Målestokk (gjelder A1) 1:500

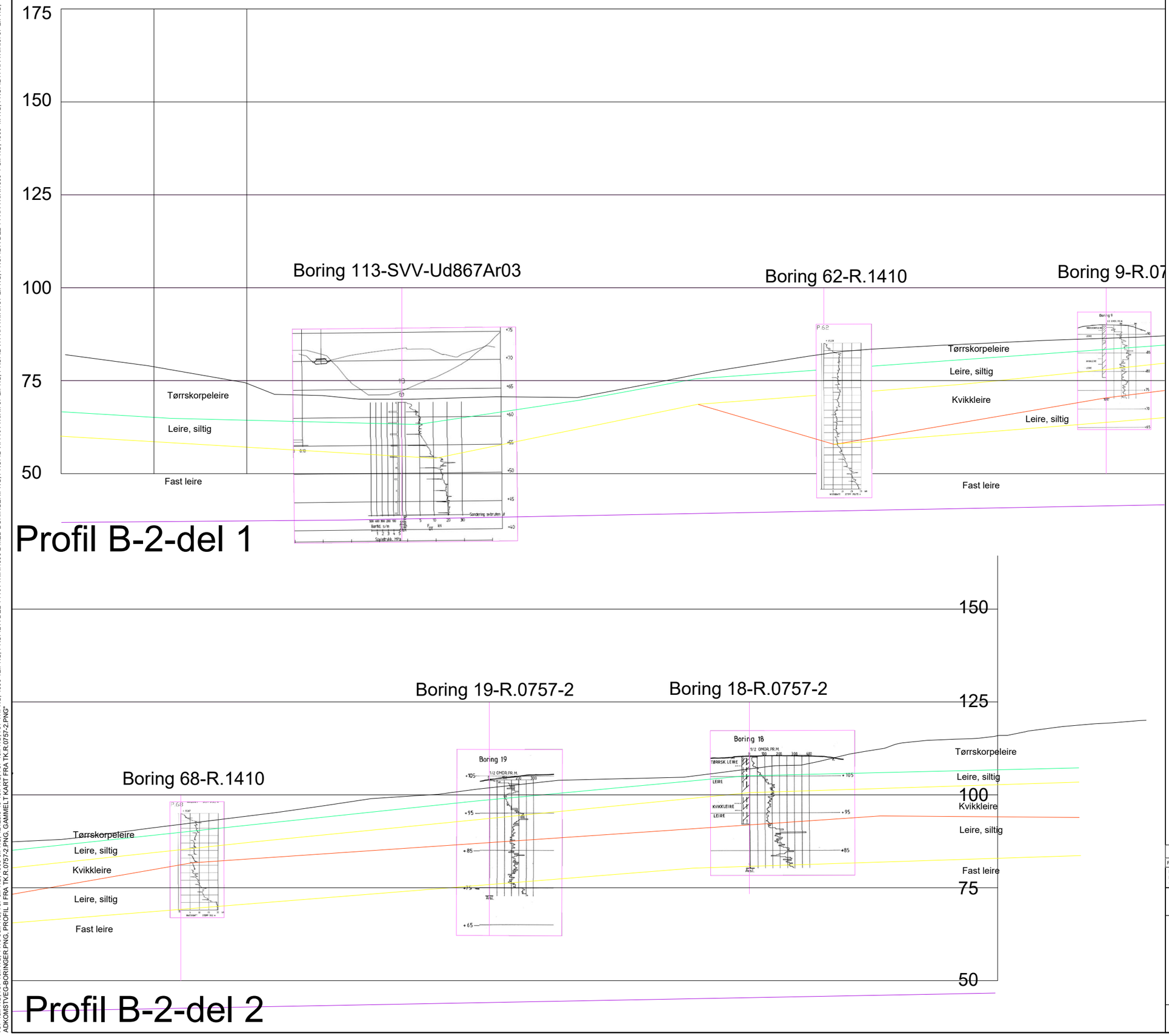
Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

Stabilitetsberegninger profil A-2 dagens situasjon

Boringer og lagdeling

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V18	00

"X:\no\oppdrag\Trondheim\518845\188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\\Områdestabilitetsvurdering-alle mulige snitt-rev.02-RIG01.dwg - ShAAL - Plottet: 2020-11-16, 15:41:23 - LAYOUT = V19 - XREF = T_Geom_rev_3D_kart fra sosi - RASTER = 757-6.PNG, 757-4.PNG, 757-13.PNG, 757-12.PNG, 757-7.PNG, 757-3.PNG, 1410-62.PNG, UD867-AR03-113.PNG, 757-18.PNG, 757-19.PNG, 1410-68.PNG, 757-9.PNG, 1500-9.PNG, 12428.6-40-13.PNG, 757-10.PNG, 757-17.PNG, 1500-12.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4.C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4.C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMEL T KART FRA TK.R.0757-2.PNG"



Tegningsnummer	Revisjon
V19	00

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
00	2020-11-16	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

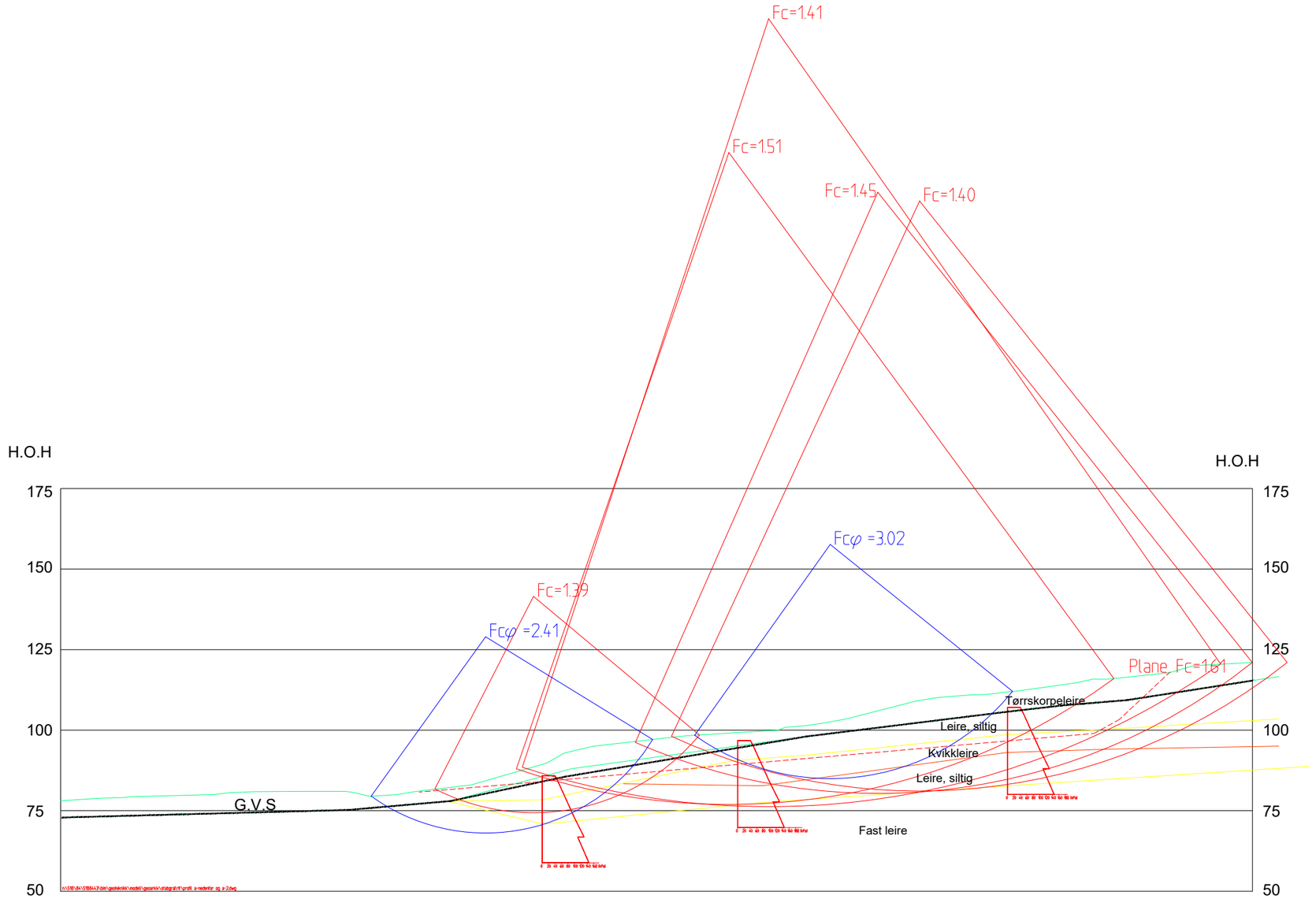
	Målestokk (gjelder A1)
Trondheim kommune/Trondheim eiendom	1:500

Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

Stabilitetsberegninger profil B-2 dagens situasjon

Boringer og lagdeling

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V19	00



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	21.00	11.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	21.00	11.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire, siltig	21.00	11.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Fast leire	21.00	11.00			250.0	1.00	1.00	1.00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	21.00	11.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	21.00	11.00	29.0	8.2				
Kvikkleire	20.00	10.00	27.0	5.0				
Leire, siltig	21.00	11.00	29.0	8.2				
Fast leire	21.00	11.00	30.0	11.6				

Profil A-2

Tegningsnummer	Revisjon
V20	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2021-03-11	Effektivanalyse og plane inkludert	Shaal	HeTia	BisKa
00	2020-11-16	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

	Målestokk (gjelder A1)
Trondheim kommune/Trondheim eiendom	1:750

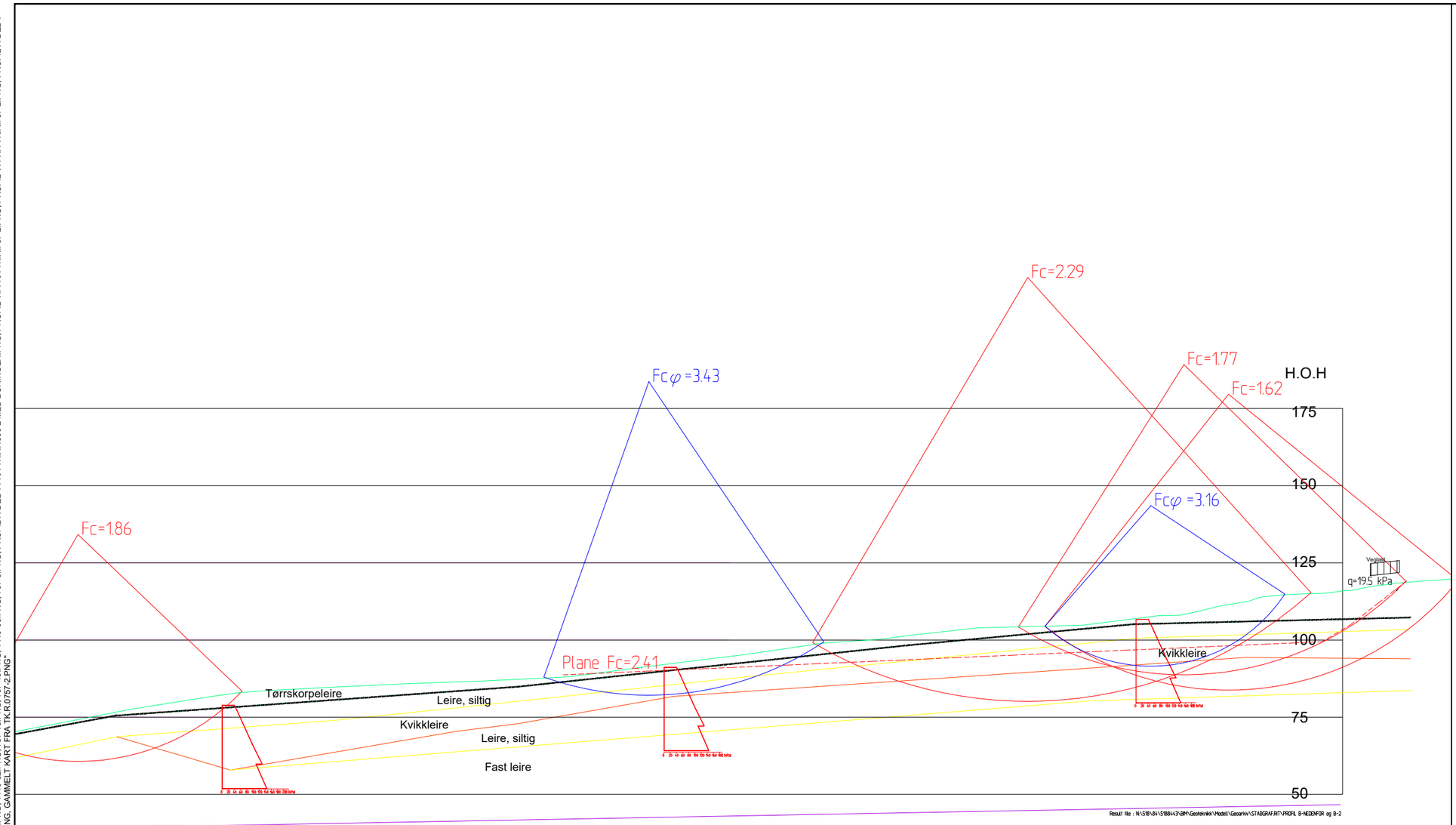
Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

Stabilitetsberegninger profil A-2 dagens situasjon

Total- og effektivspenningsanalyse

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V20	01

"X:\no\oppdrag\Trondheim\518\84\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\[Siste oppdaterte tegninger 03-2021 for Rev.02-RIG01.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-03-11, 14:07:45 - LAYOUT = V20-rev01 - XREF = 1-G-PRO.PNG, 1500-12.PNG, 757-17.PNG, U0867-AR03-113.PNG, 757-10.PNG, 757-6.PNG, 757-4.PNG, 757-13.PNG, 757-12.PNG, 757-7.PNG, 1410-62.PNG, 757-18.PNG, 757-19.PNG, 1410-68.PNG, 757-9.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-2 MED BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4-C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMEL1 KART FRA TK.R.0757-2.PNG"



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	21.00	11.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	21.00	11.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire, siltig	21.00	11.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Fast leire	21.00	11.00			250.0	1.00	1.00	1.00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	21.00	11.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	21.00	11.00	29.0	8.2				
Kvikkleire	20.00	10.00	27.0	5.0				
Leire, siltig	21.00	11.00	29.0	8.2				
Fast leire	21.00	11.00	30.0	11.6				

Profil B-2

Tegningsnummer	Revisjon
V21	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2021-03-11	Effektivanalyse og plane inkludert	Shaal	HeTia	BisKa
00	2020-11-16	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

	Målestokk (gjelder A1)
Trondheim kommune/Trondheim eiendom	1:750

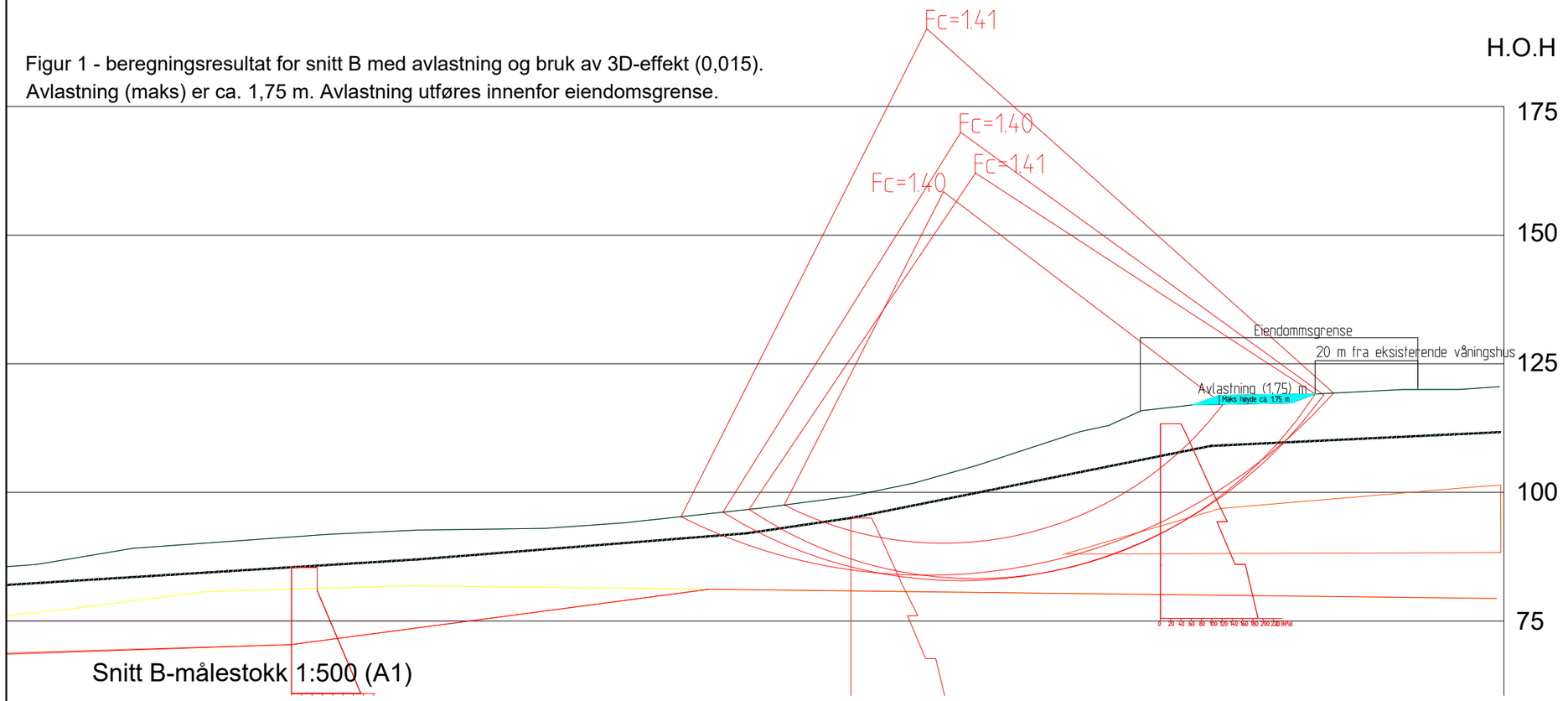
Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

Stabilitetsberegninger profil B-2 dagens situasjon

Total- og effektivspenningsanalyse

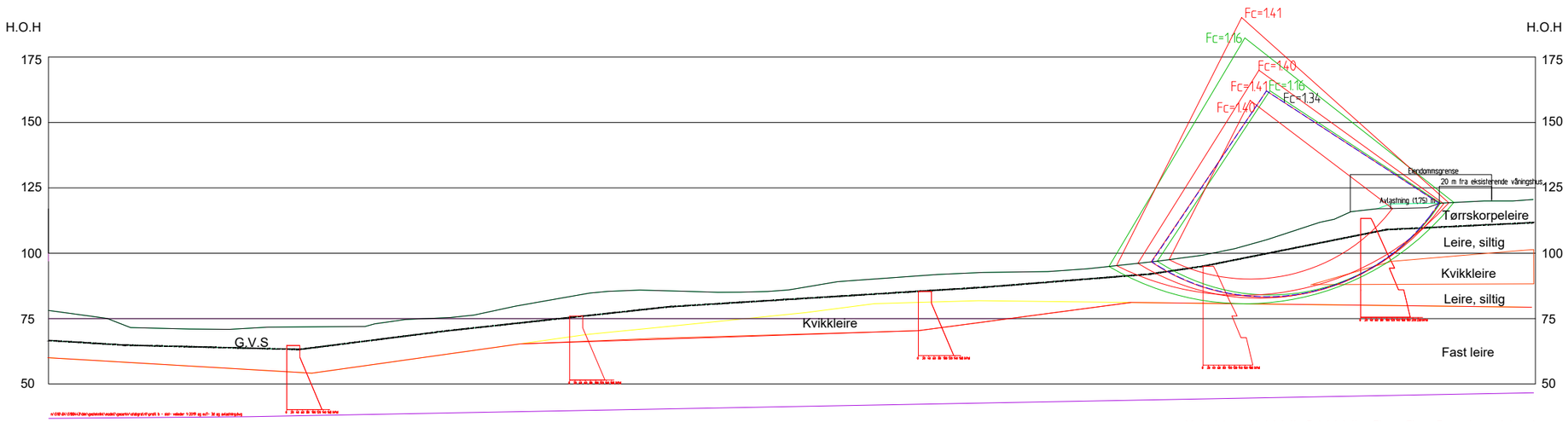
Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V21	01

"X:\noh\oppdrag\Trondheim\518\04\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\Siste oppdaterte tegninger 03-2021 for Rev.02-RIG01.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-03-11, 14:08:34 - LAYOUT = V21-rev01 - XREF = T_Geom_rev_3D_kart fra sosi - RASTER = 757-3.PNG, 12428.6-40-13.PNG, 1500-9.PNG, AR01-28.PNG, 757-2.PNG, AR03-30-127-124.PNG, PR.A-DEL 1-C-PRO.PNG, 1500-12.PNG, 757-17.PNG, UD867-AR03-113.PNG, 757-10.PNG, 757-8.PNG, 757-4.PNG, 757-13.PNG, 757-12.PNG, 757-7.PNG, 1410-62.PNG, 757-18.PNG, 757-19.PNG, 1410-68.PNG, 757-9.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-2 MED BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4-C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMELT KART FRA TK.R.0757-2.PNG"



Figur 1 - beregningsresultat for snitt B med avlastning og bruk av 3D-effekt (0,015).
Avlastning (maks) er ca. 1,75 m. Avlastning utføres innenfor eiendomsgrense.

Snitt B-målestokk 1:500 (A1)



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	21.00	11.00	31.0	0.0				
Leire, siltig	21.00	11.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire, siltig	21.00	11.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Fast leire	21.00	11.00			250.0	1.00	1.00	1.00

Figur 2- beregningsresultat for snitt B med avlastning og bruk av 3D-effekt (0,015) er vist sammen med beregninger for dagens situsjon uten 3D (grønn farge) og med 3D (blå stiplet linje) for å ha god oversikt.

Fc=1.41 avlastning og bruk av 3D-effekt (0,015)
Fc=1.40 avlastning og bruk av 3D-effekt (0,015)
Fc=1.16 dagens situasjon plan tilstand (uten 3D-effekt)
Fc=1.34 dagens situasjon med 3D-effekt (0,015)

Snitt B-målestokk 1:1000 (A1)

Tegningsnummer	Revisjon
V22	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2021-03-09	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa
00	2020-11-16	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

Trondheim kommune/Trondheim eiendom

Målestokk (gjelder A1)

Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

Stabilitetsberegninger - profil B
Stabiliserendetiltak (avlastning) og 3D-effekt
Totalspenningsanalyse

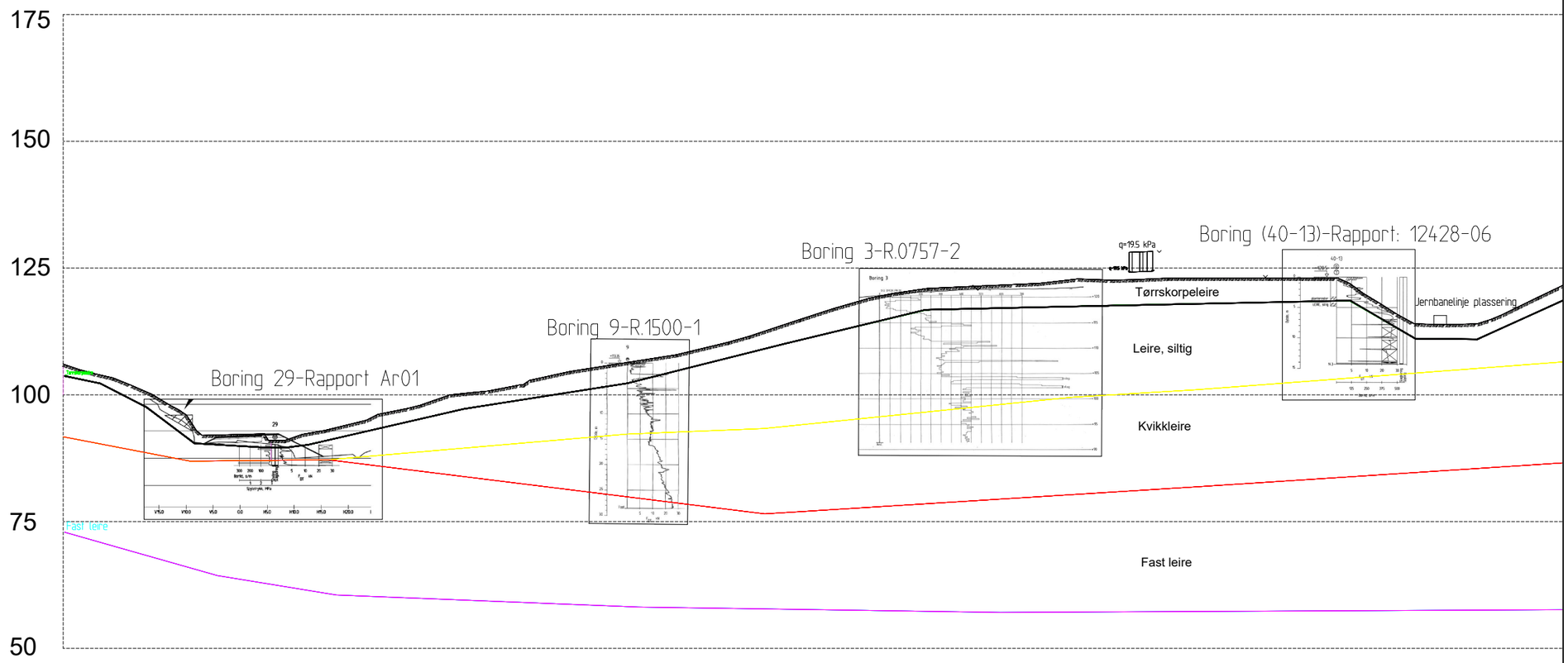
Norconsult

Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
5188443	V22	01

"X:\nor\oppdrag\Trondheim\518\84\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\Siste oppdatere tegninger 03-2021 for Rev.02-RIG01.dwg - SHAAL - Plottet: 2021-03-11, 10:57:3 - LAYOUT = V22-REV.01 - XREF = T_Geom_rev_3D_kart fra sosi - RASTER = 757-3.PNG, 12428.8-40-13.PNG, 1500-9.PNG, AR01-28.PNG, 757-2.PNG, AR03-30-127-124.PNG, PR.A-DEL 1-C-PRO.PNG, 1500-12.PNG, 757-17.PNG, UD867-AR03-113.PNG, 757-10.PNG, 757-6.PNG, 757-4.PNG, 757-1-3.PNG, 757-12.PNG, 757-7.PNG, 1410-62.PNG, 757-18.PNG, 757-19.PNG, 1410-63.PNG, 1410-68.PNG, 757-9.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-2 MED BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4-C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMELT KART FRA TK.R.0757-2.PNG, PROFIL V FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL IV FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL III FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL V FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL IV FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL III FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMELT KART FRA TK.R.0757-2.PNG"

"X:\nor\oppdrag\Trondheim\5188\45\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\\Copy av områdestabilitetsvurdering-alle mulige snitt-rev.02-RIG01-alle oppdaterte teg.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-03-09, 14:34:24 - LAYOUT = V23-rev.01 - XREF = T_Geom_rev, 3D_kart fra sosi - RASTER = PR.A-DEL 1\C-PRO.PNG, 1500-12.PNG, 757-17.PNG, UD867-AR03-113.PNG, 757-10.PNG, AR03-30-127-124.PNG, 757-2.PNG, 12428.6-40-13.PNG, AR01-29.PNG, 757-6.PNG, 757-4.PNG, 757-13.PNG, 757-12.PNG, 757-7.PNG, 757-3.PNG, 14 10-62.PNG, 757-18.PNG, 757-19.PNG, 1410-68.PNG, 757-9.PNG, 1500-9.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-2 MED BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4.C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMEL T KART FRA TK.R.0757-2.PNG"

H.O.H



Snitt 1-1

Tegningsnummer	Revisjon
V23	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2021-03-09	Tykkere kvikkleirelag og endring av CuA	Shaal	HeTia	BisKa
00	2020-11-17	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

Trondheim kommune/Trondheim eiendom

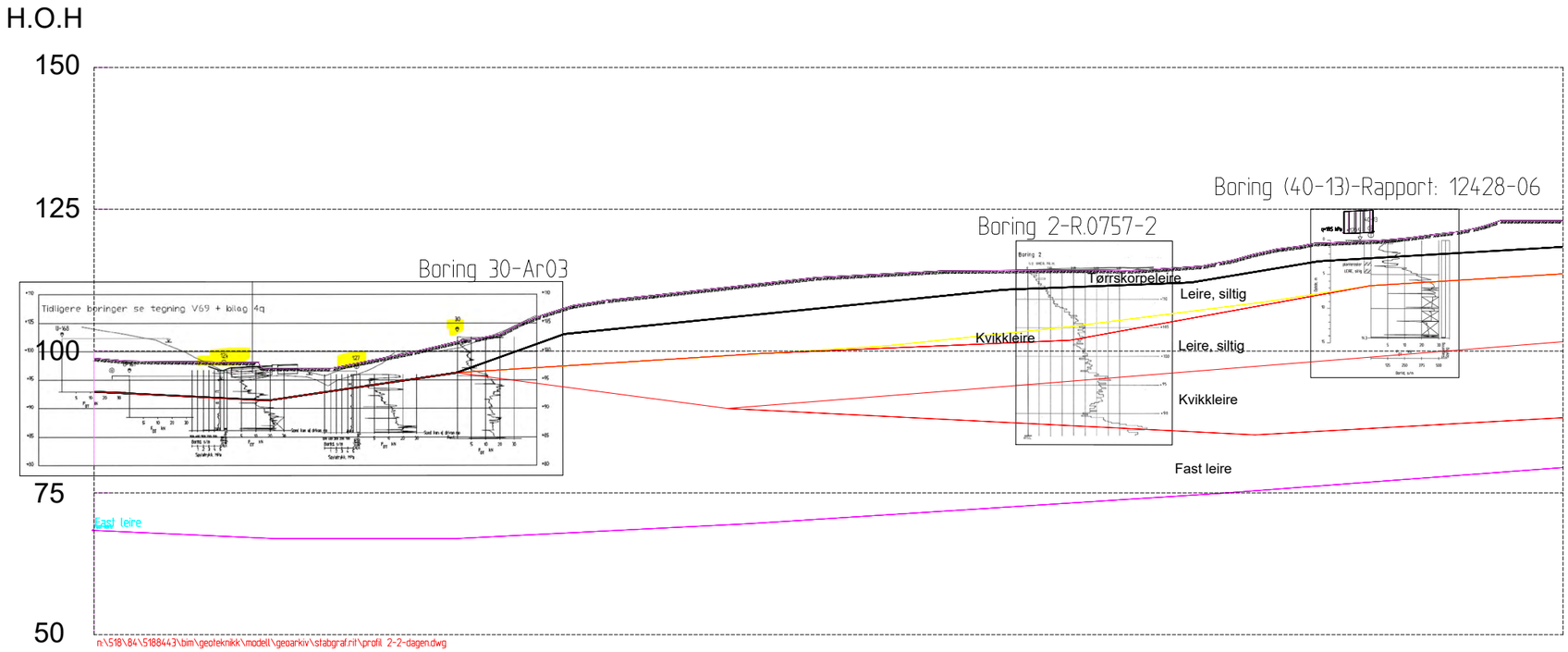
Målestokk (gjelder A1): 1:500

Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

Stabilitetsberegninger profil 1-1 dagens situasjon

Boringer og lagdeling

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V23	01



Profil 2-2

Tegningsnummer	Revisjon
V24	01

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
01	2021-03-09	Tykkere kvikkleirelag på skråningstopp	Shaal	HeTia	BisKa
00	2020-11-17	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

Trondheim kommune/Trondheim eiendom	Målestokk (gjelder A1) 1:500

Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

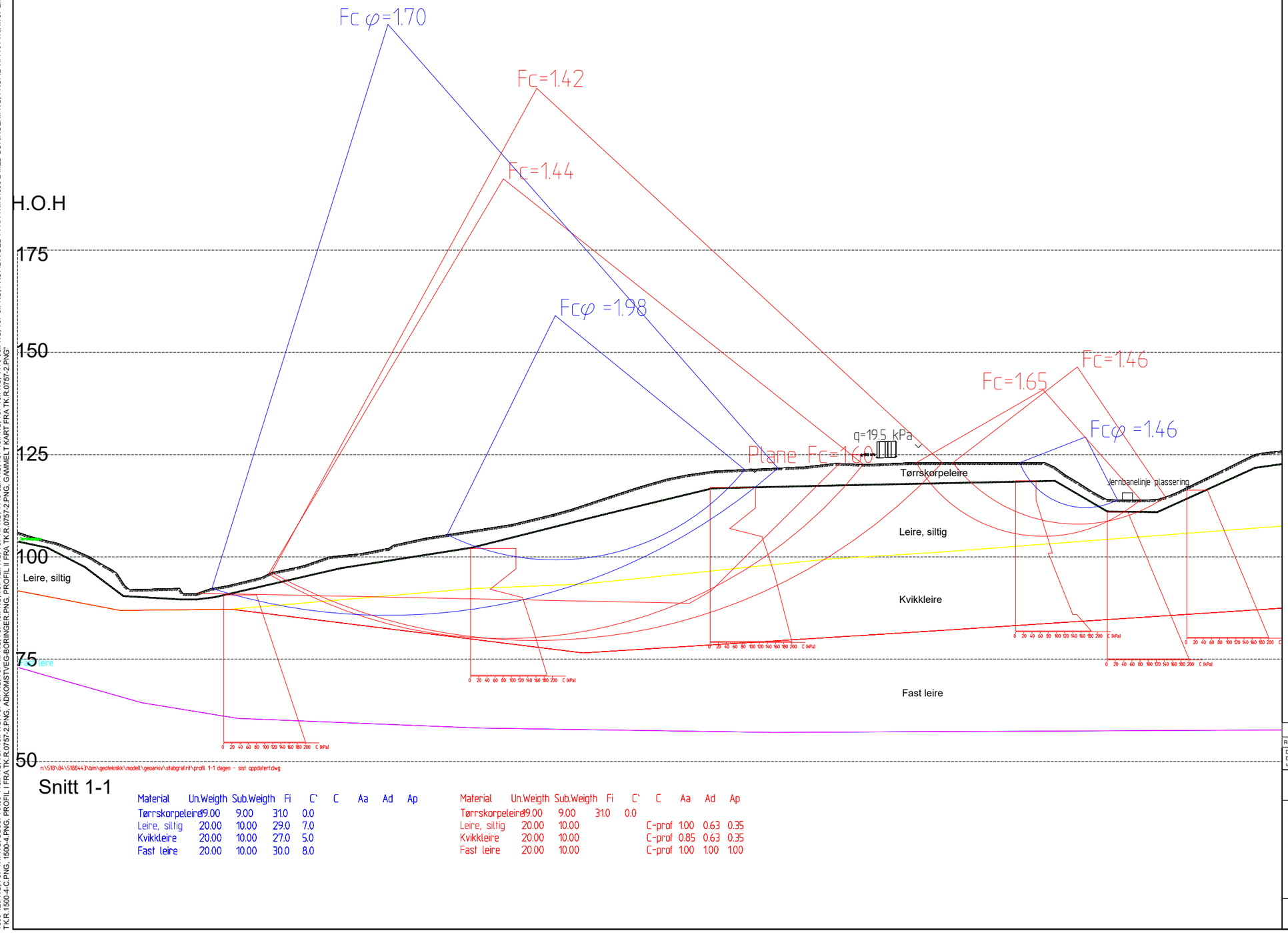
Stabilitetsberegninger profil 2-2 dagens situasjon

Boringer og lagdeling

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V24	01

"X:\norloppdrag\Trondheim\518\84\5188443\BIM\Geoteknikk\Akfil\\Copy av områdestabilitetsvurdering-alle mulige snitt-rev.02-RIG01-alle oppdaterte teg.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-03-09, 14:59:46 - LAYOUT = V24-rev.01 - XREF = T_Geom_rev_3D_kart fra sosi - RASTER = 757-3.PNG, 12428.6-40-13.PNG, 1500-9.PNG, AR01-29.PNG, 757-2.PNG, AR03-30-127-124.PNG, PRJA-DEL 1-C-PRO.PNG, 1500-12.PNG, 757-17.PNG, UD867-AR03-113.PNG, 757-10.PNG, 757-6.PNG, 757-4.PNG, 757-13.PNG, 757-12.PNG, 757-7.PNG, 1410-62.PNG, 757-18.PNG, 1410-68.PNG, 757-9.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-2 MED BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4.PNG, 1500-4-C.PNG, PROFIL I FRA TK.R.0757-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMEL T KART FRA TK.R.0757-2.PNG"

"X:\no\oppdrag\Trondheim\518\84\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\Siste oppdaterte tegninger 03-2021 for Rev.02-RIG01.dwg - ShAAL - Plottet: 2021-03-11, 13:18:11 - LAYOUT = V25 - XREF = T_Geom_rev_3D_kart fra sosi - RASTER = 757-3.PNG, 12428.6-4D-13.PNG, 1500-9.PNG, AR01-29.PNG, 757-2.PNG, AR03-30-127-124.PNG, PR A-DEL 1-C-PRO.PNG, 1500-12.PNG, 757-17.PNG, U2867-AR03-113.PNG, 757-10.PNG, 757-6.PNG, 757-4.PNG, 757-13.PNG, 757-12.PNG, 757-7.PNG, 1416-62.PNG, 757-18.PNG, 757-19.PNG, 1410488.PNG, 757-9.PNG, 1500-4-C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-2 MED BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL II FRA TK.R.0757-2.PNG, GAMMEL T KART FRA TK.R.0757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.0757-2.PNG"



n:\518\84\5188443\bim\geoteknikk\modell\gecarkiv\stabgraf.nit\profil 1-1 dagen - sist oppdatert.dwg

Snitt 1-1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	19.00	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				
Fast leire	20.00	10.00	30.0	8.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	19.00	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	0.85	0.63	0.35
Fast leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	1.00	1.00

Tegningsnummer	Revisjon
V25	00

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
00	2021-03-09	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

Trondheim kommune/Trondheim eiendom

Målestokk (gjelder A1): 1:500

Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

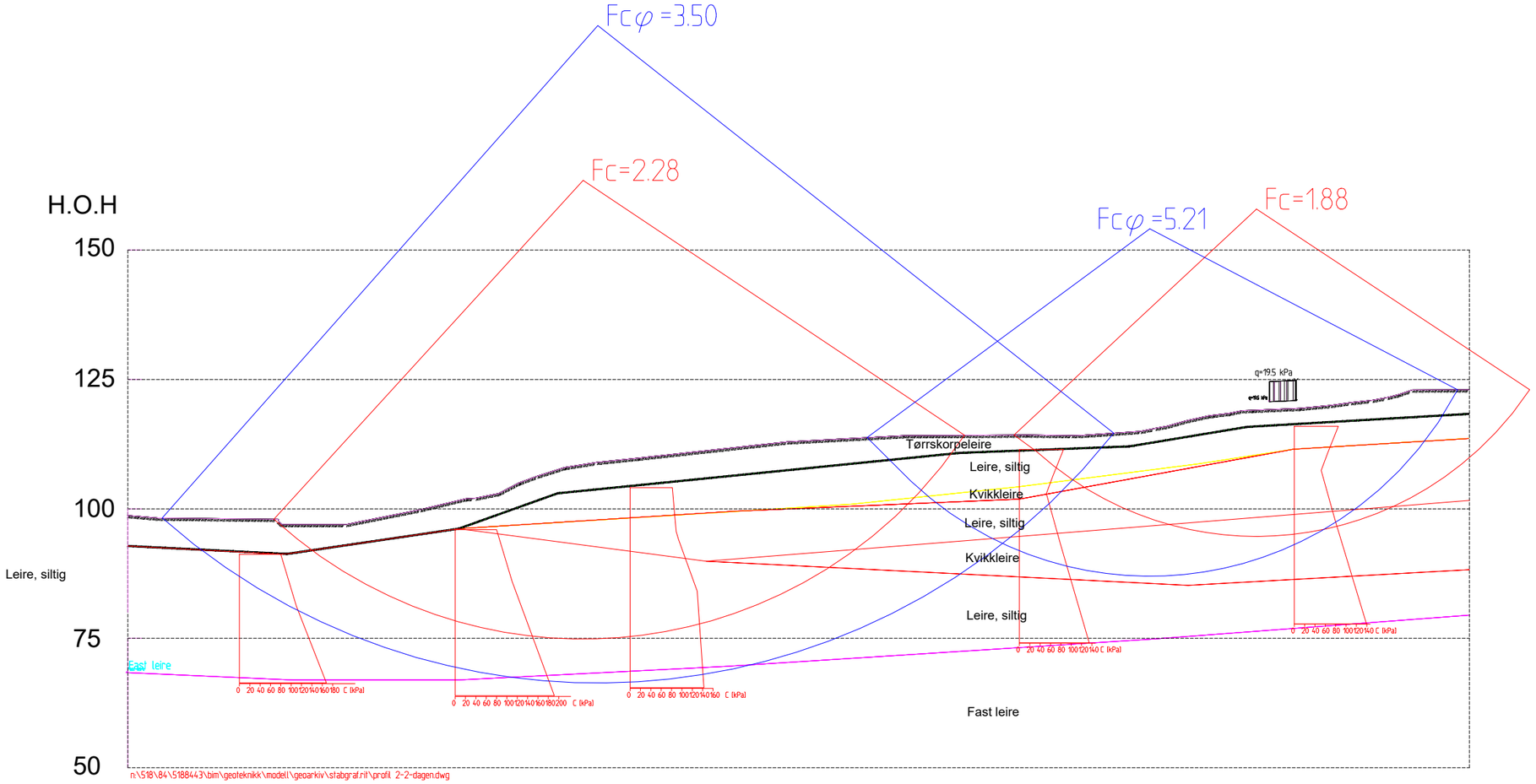
Stabilitetsberegninger - profil 1-1-dagens situasjon

Total- og effektivspenningsanalyse

Norconsult

Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
5188443	V25	00

"X:\nor\oppdrag\Trondheim\518\84\5188443\BIM\Geoteknikk\Arkfil\Siste oppdaterte tegninger 03-2021 for Rev.02-RIG01.dwg - XREF = T_Geom_rev_3D_kart fra sosi - RASTER = 757-3.PNG, 12428.6-40-13.PNG, 1500-9.PNG, AR01-29.PNG, 757-2.PNG, AR03-30-127-124.PNG, PR A-DEL 1-C-PRO.PNG, 1500-12.PNG, 757-17.PNG, UD867-ARG3-113.PNG, 757-10.PNG, 757-6.PNG, 757-4.PNG, 757-13.PNG, 757-12.PNG, 757-1.PNG, 1410-62.PNG, 757-18.PNG, 757-19.PNG, 1410-68.PNG, 757-9.PNG, 757-9.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-2 MED BORINGER.PNG, PROFIL VII FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL VI FRA TK.R.757-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.1500-4.C.PNG, 1500-4.PNG, PROFIL I FRA TK.R.075-2.PNG, ADKOMSTVEG-BORINGER.PNG, PROFIL II FRA TK.R.075-2.PNG, GAMMELT KART FRA TK.R.075-2.PNG, PROFIL A-DEL 1 FRA TK.R.757-2.PNG"



Profil 2-2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	19.00	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				
Kvikkleire	20.00	10.00	27.0	5.0				
Leire, siltig	20.00	10.00	29.0	7.0				
Fast leire	20.00	10.00	30.0	8.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	19.00	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	0.85	0.63	0.35
Leire, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire, siltig	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Fast leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	1.00	1.00

Tegningsnummer	Revisjon
V26	00

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
00	2021-03-09	Geoteknisk vurdering av skredsikkerhet	Shaal	HeTia	BisKa

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 utstrekning enn formålet tilsier.

Trondheim kommune/Trondheim eiendom

Målestokk (gjelder A1): 1:500

Heggstadflata omsorgsboliger - områdestabilitet

Stabilitetsberegninger - profil 2-2-dagens situasjon

Total- og effektivspenningsanalyse

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V26	00

Faregradsevaluering for kvikkleiresone Heggstad 436

Norconsult

Oppdatering av tidligere faregradsevaluering fra 15.03.2003.

Basert på metoden beskrevet i kap. 4 i NVE rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse»

Norconsult-oppdragsnr.	5188443
Oppdragsgiver:	Trondheim Kommune
Oppdragsnavn:	Heggstadflata omsorgsboliger
Sted:	Heggstad - Trondheim kommune

Faktor	Vekttall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3	Flere gamle rasgrop
Skråningshøyde (m)	2	>30	20-30	15-20	<15	3	6	kote 120 ved tomta - kote 80 ned mot Heimdalsveg
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	2	4	Terrenget i området er endret mye med avlastning/fylling
Poretrykk, Overtrkk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0	Ingen poreovertrykk
Poretrykk, Undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk	1	-3	Det er registrert undertrykk i fleste av punktene
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	I noen snitt er det registrert tykkt lag ifht. Skråningshøyde
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	St over 100 er registrert, f.eks. boring 11-R.1500-1, sensitivitet er 500
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Søra- og Heggstadbekken er erosjonssikret
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Tiltaket skal utføres (kompensert) slik at ingen ekstra last påføres skråningstopp. Noe som ikke vil medføre terrengsmessige endringer i forhold til dagens situasjon.
Inngrep: Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	-3	Mot sør er stabiliserendetiltak utført med motfylling, heving og sikring av Heggstadbekken. Mot vest er det gjort samme; motfylling, heving av veg og bekk samt steinsetting av Søra bekken.
Sum (poengsum)		51	34	17	0		**16**	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %			
Faregrad							**lav**	

0 - 17 = lav
18 - 25 = middels
26 - 51 = høy

Faktor	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligenheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen	3	12	Tettt>5
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	3	9	Mer enn 50 personer
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	1	1	Begrenset: Huset som ligger lengst nord på tomta har verneverdi B
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2	4	ÅDT=3500 for Heimdalsvegen
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	3	6	1
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	2	2	Regionalnett
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2	4	Oppdemning av Søra og Heimdalsvegen ved et evt. kvikkleireskred
Sum (poengsum)		45	30	15	0		**38**	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %			
							3. Meget alvorlig	

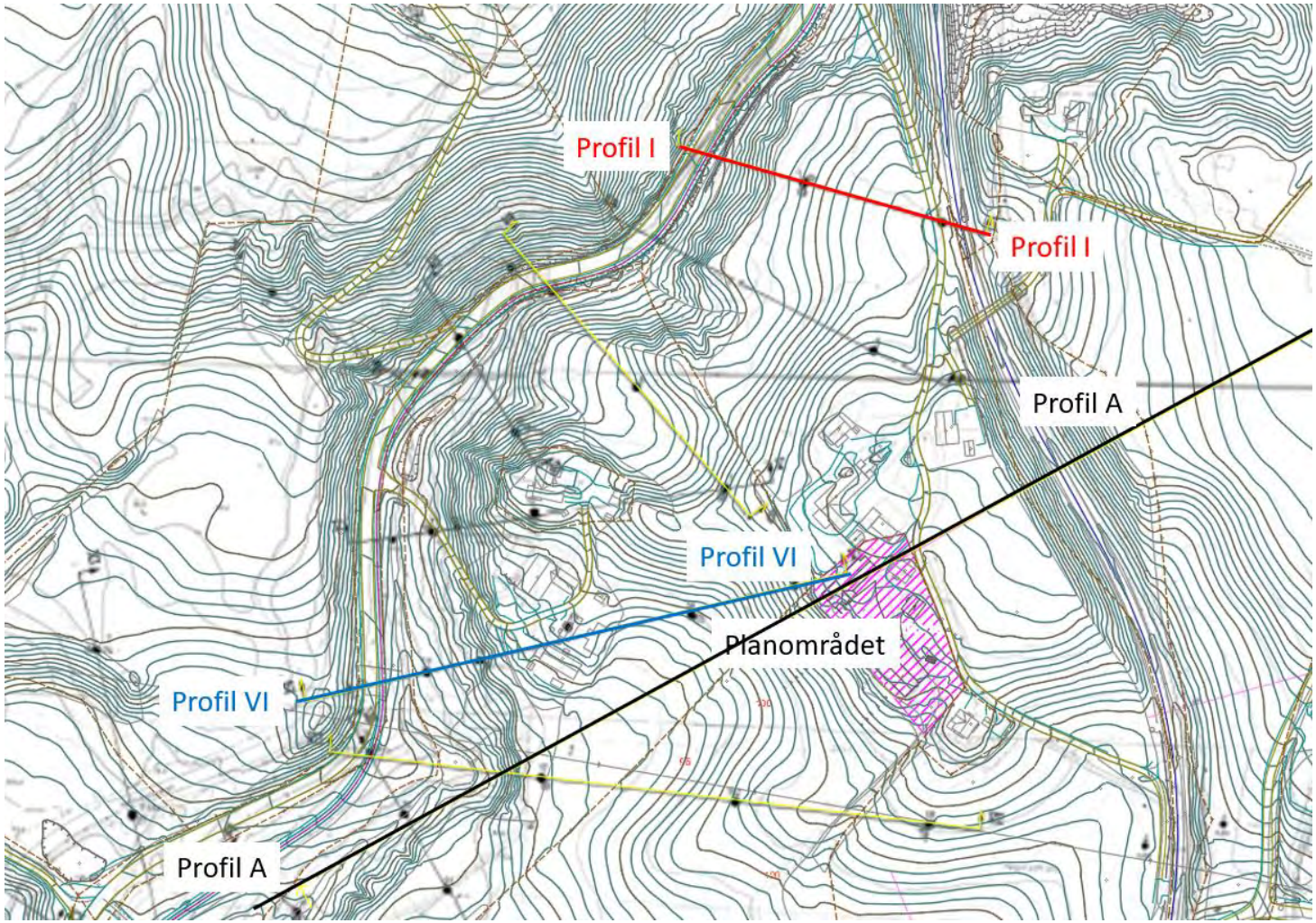
Faregrad (poengsum 15):	**Lav**	0,31
Skadekonsekvens (poengsum 22):	**3. Meget alvorlig**	0,84
Risikoklasse boengsum:	**2649**	
Risikoklasse er:	**4**	

Dato	15-02-2021
Utført	Shaal
Kontrollert	HeTia
Godkjent	

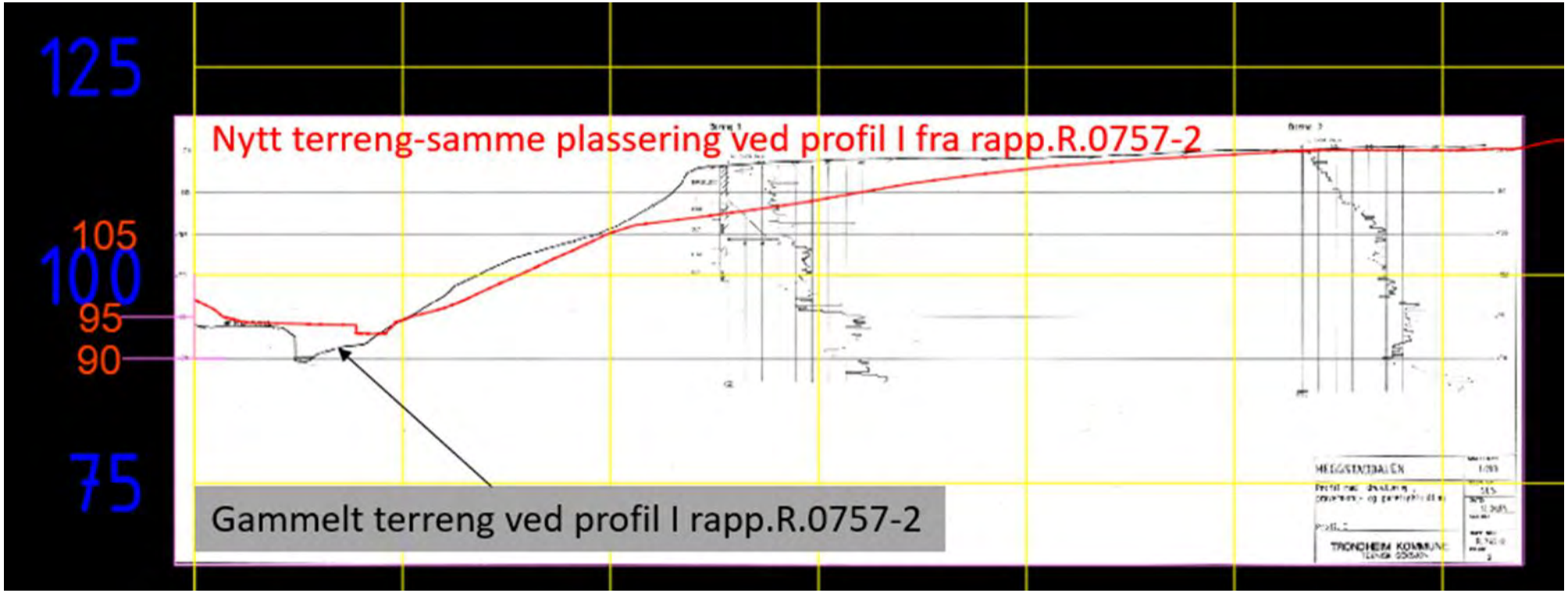
Skadekonsekvensklasser er:
1: Mindre Alvorlig (0-6)
2: Alvorlig (7-22)
3. Meget Alvorlig (23-45)

Risikoklasse er: (Skadekonsekvens x faregraden x 10000
1: 0-170
2: 171-630
3: 631-1900
4: 1901-3200
5: 3201-10000

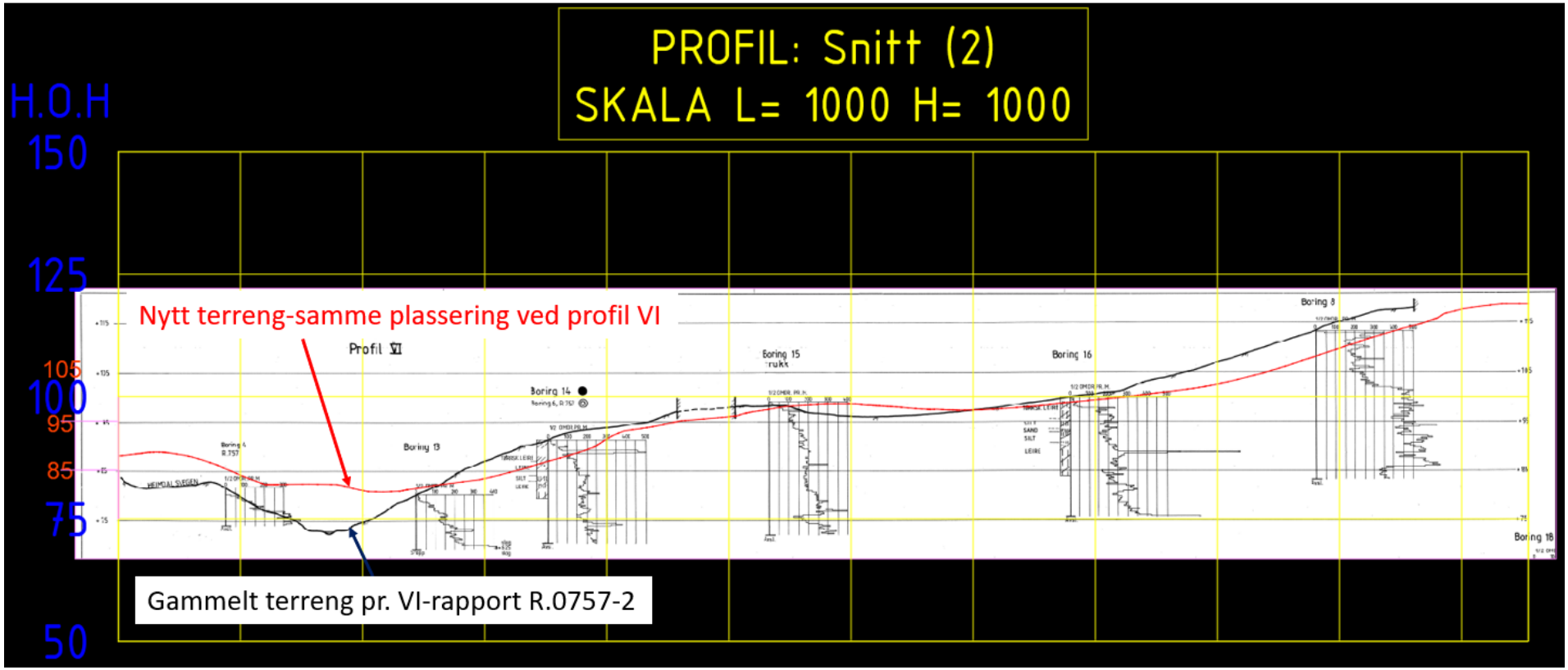
5188443-RIG01-rev.02 – vedlegg 2: plassering av snitt I, VI og snitt A-del 2 samt illustrasjon av dagens og gammelt terreng ved de snittene



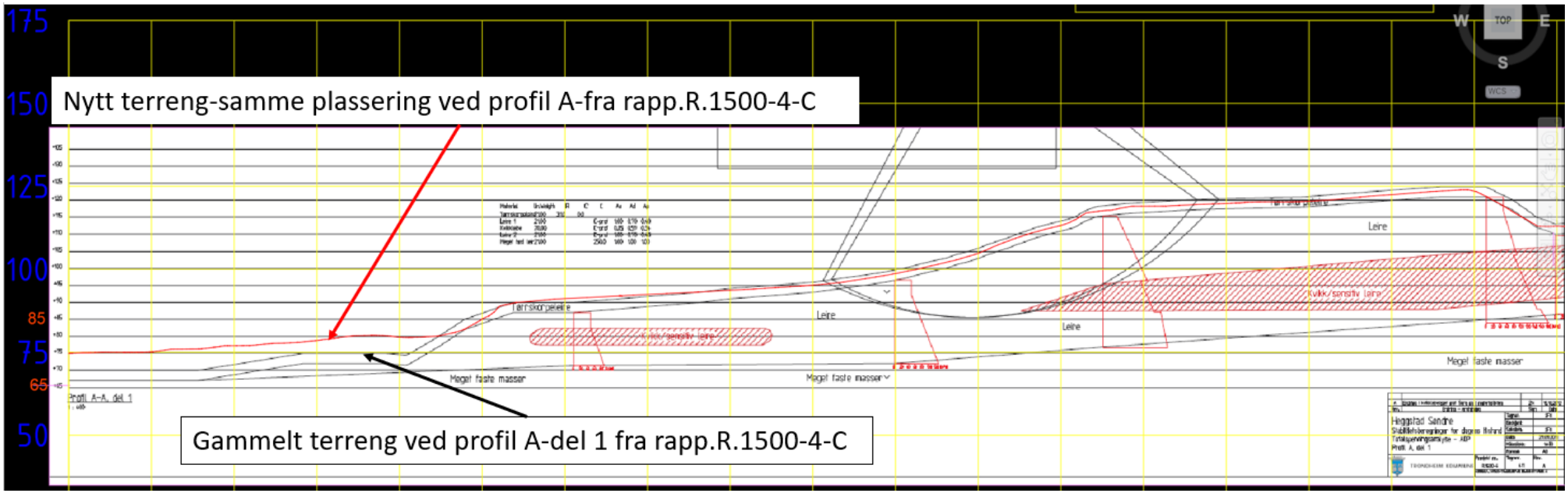
Figur 1: Plassering av snittene I og VI (rapp.R.0757-2) og snitt A-del 1 (rapp. R.1500-4-C)



Figur 2: Dagens- og gammelt terreng ved profil I fra rapport R.0757-2

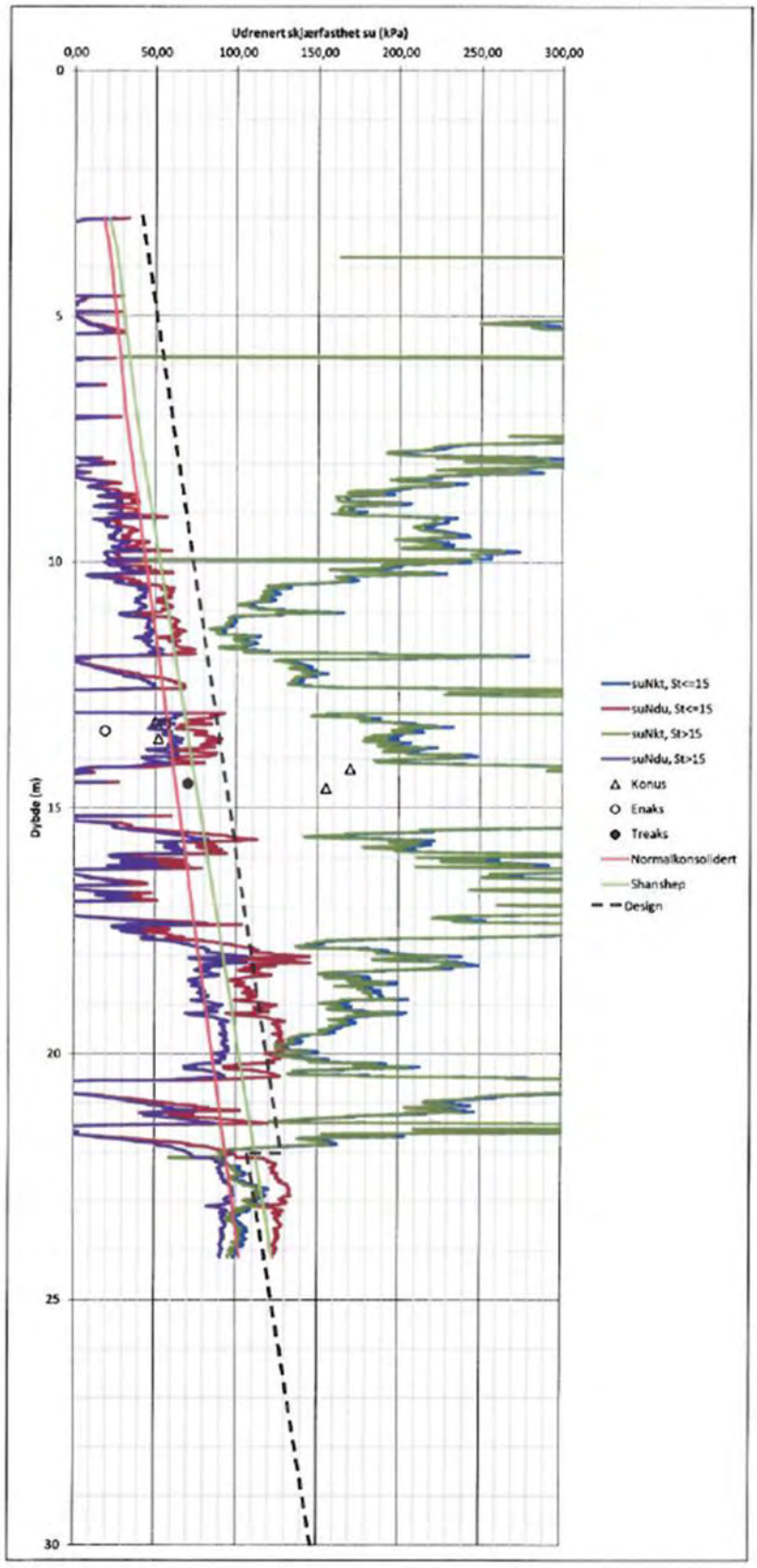


Figur 3: Dagens- og gammelt terreng ved profil VI fra rapport R.0757-2



Figur 4: Dagens- og gammelt terreng ved profil A-del 1 fra rapport R.1500-4-C

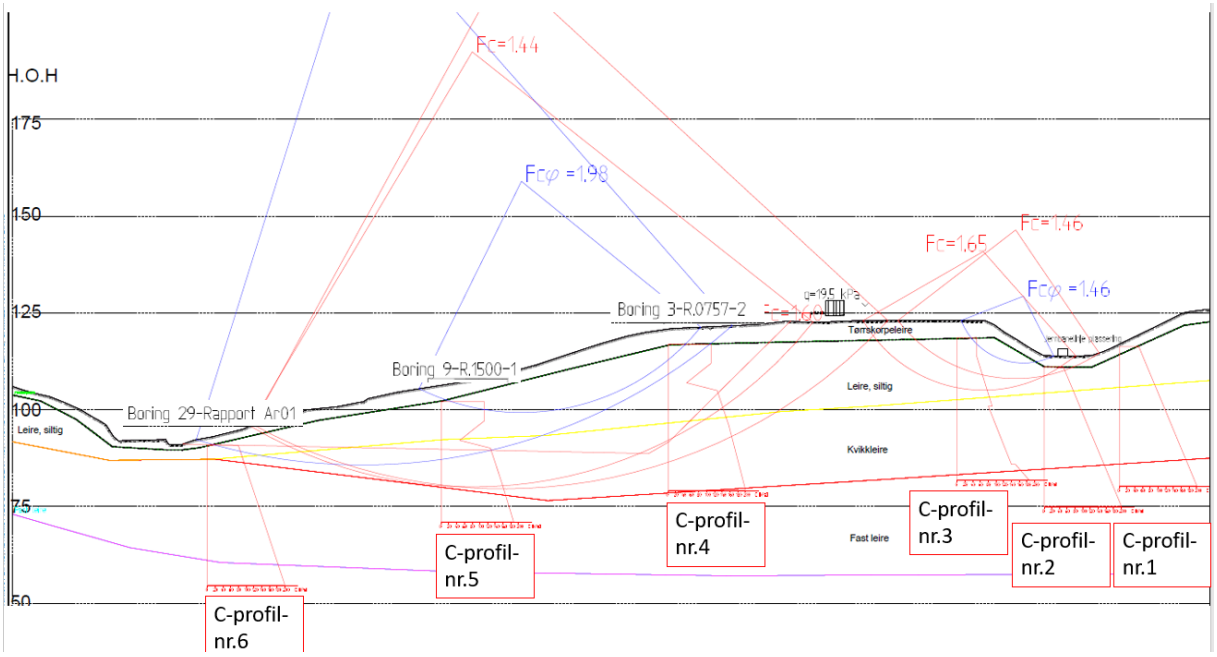
5188443-RIG01-rev.02 - vedlegg 3: CPTU-tolkning i borpunkt 12 som lagt til grunn for valg av aktiv skjærstyrke i beregninger - profil B, A-2 og B-2



Heggstad Søndre
Områdestabilitet
CPTU 12
R.1500-2
Tegning nr. 173
Rev. A

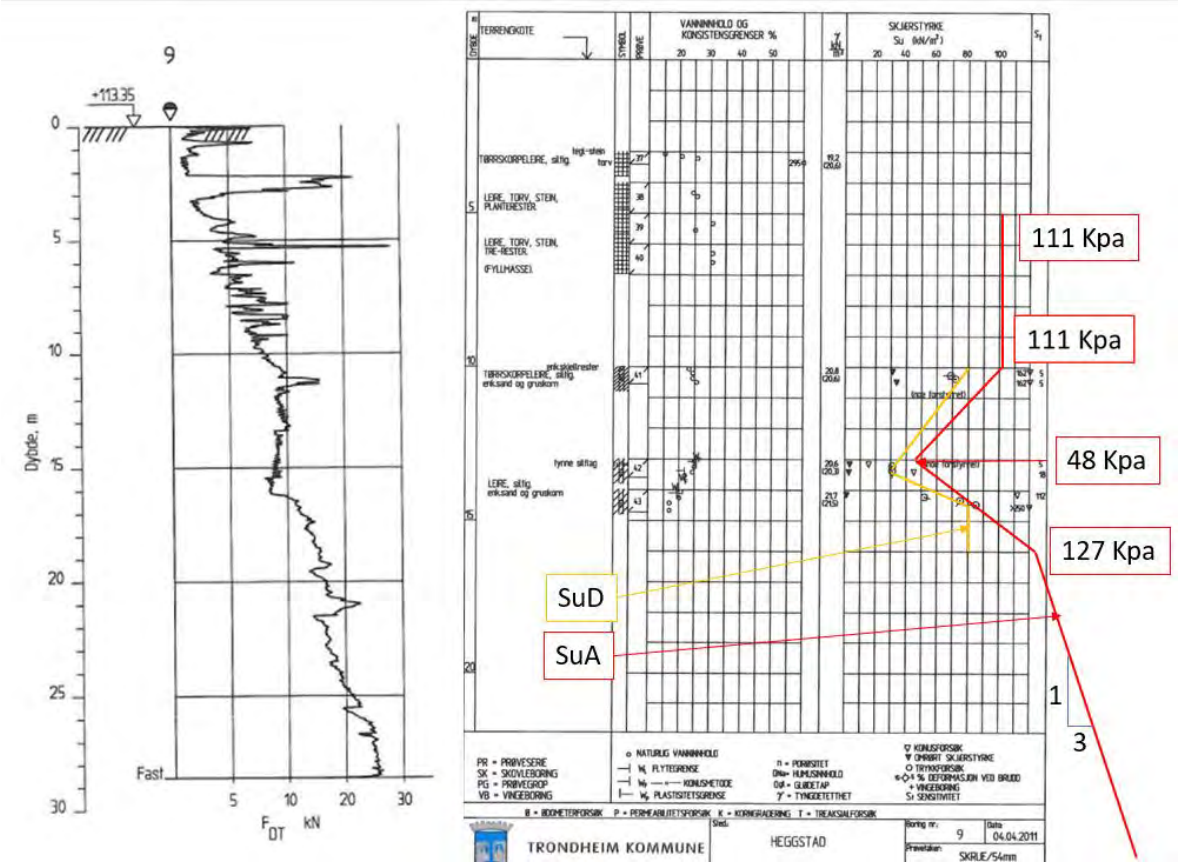
5188443-RIG01-rev.02 – vedlegg 4: grunnlag for tolkning av skjærstyrke

- **Beregningsprofil 1-1**



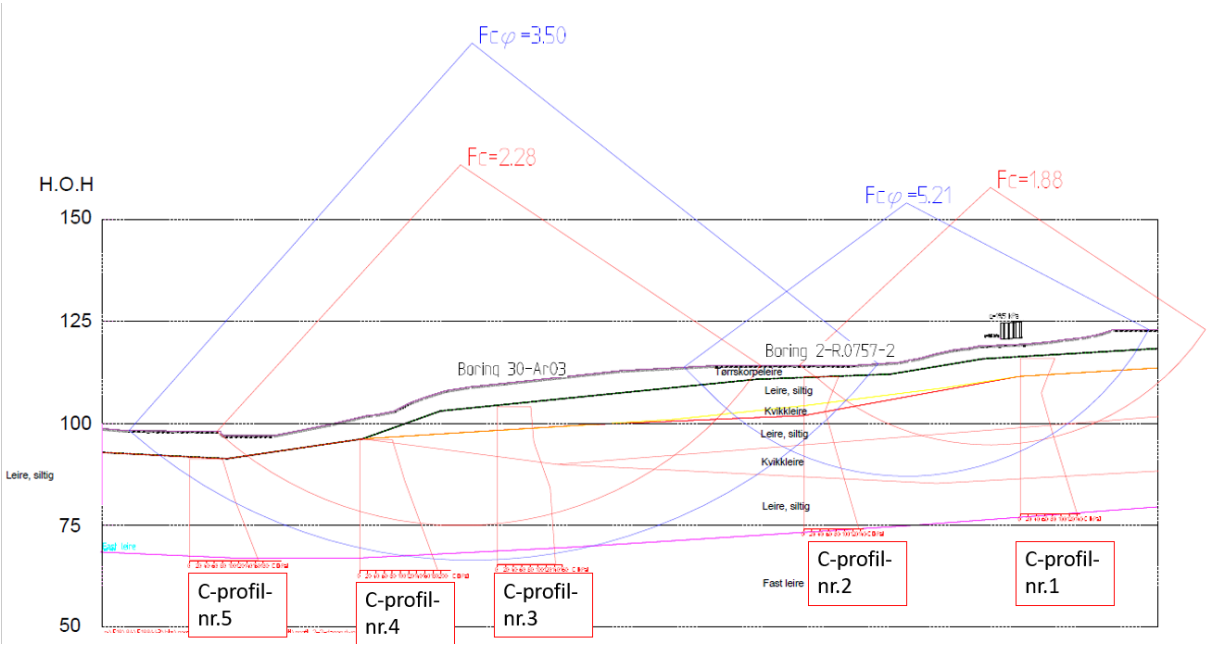
Figur 1: Lagdeling og valg av C-profil for snitt 1-1

1. C-profil nr. 1, 2 og 3 er hentet fra «snitt A-Del 2-dagens tilstand».
2. C-profil 5 er tolket fra direkte målt skjærstyrke i borprofil 9-R.1500-1, som omregnet til aktiv skjærstyrke. Konservativt er aktiv skjærstyrke redusert i kvikkleire laget med 15 % selv om det ikke er krav i kvikkleireveilederen. C-profil 5 er vist i Figur 2.
3. C-profil 4 er kopiert fra C-profil 5, vi mener at de to borepunkt kan tyde på tilsvarende motstand eller litt bedre i punkt 3-R0757-2 enn i punkt 9-R.1500, se tegning V23.
4. C-profil 6 tilsvarer c-profil nr. 1 og 2 i dalen (mot øst) med en liten tilpasning på toppen der dalen i vest ligger dypere her og leira blir naturligvis overkonsolidert, boring 29-R Ar01 viser fast grunn.



Figur 2: C-profil 5-tolker fra boring 9-R.1500.

- **<u>Beregningsprofil 2-2</u>**

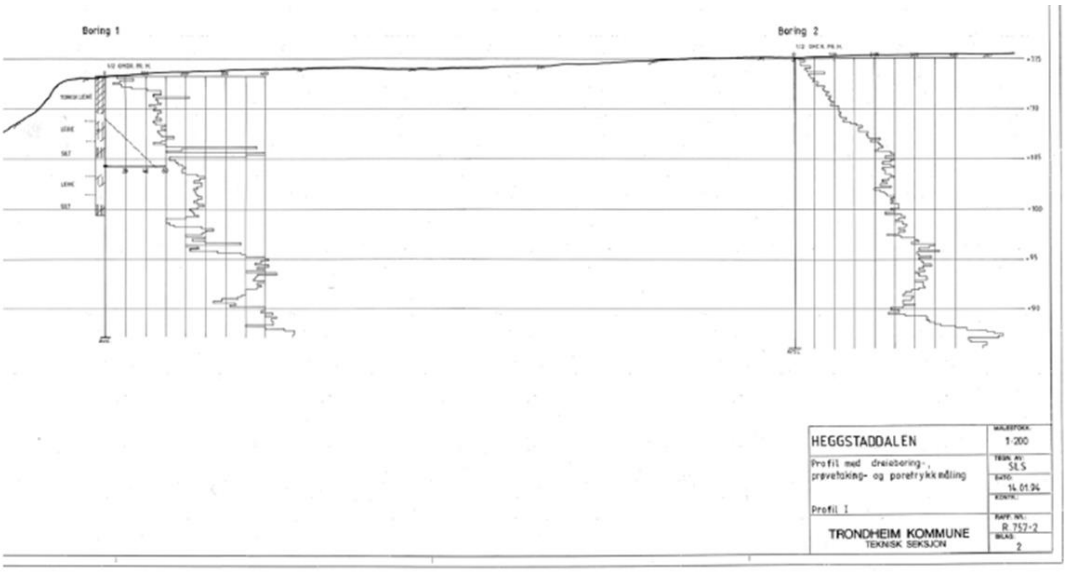


Figur 3: Lagdeling, valg av C-profil og beregningsresultat for snitt 2-2

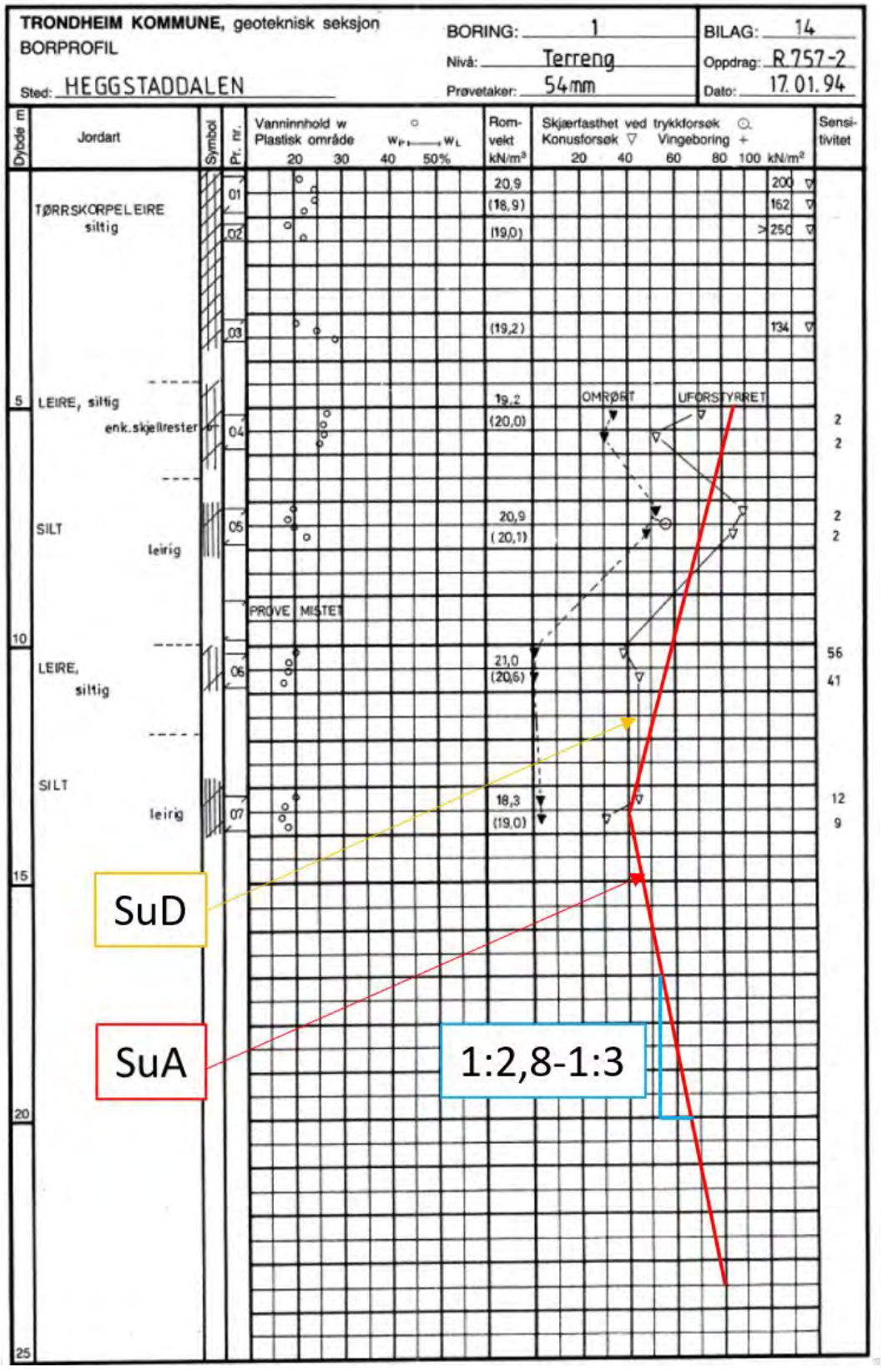
1. C-profil 2 er hovedsakelig tolket fra direkte målt skjærstyrke i borprofil 1-R.0757-2, som omregnet til aktiv skjærstyrke, og så ble det nedjustert litt da boring 2-R.0757-2 som ligger i snitt 2-2 har litt lavere motstand (på toppen) enn boring 1-R.0757-2, se Figur 4. Konservativt

er aktiv skjærstyrke redusert i kvikkleire laget med 15 % selv om det ikke er krav i kvikkleireveilederen. Tolkning av C-profil 2 er vist i Figur 5.

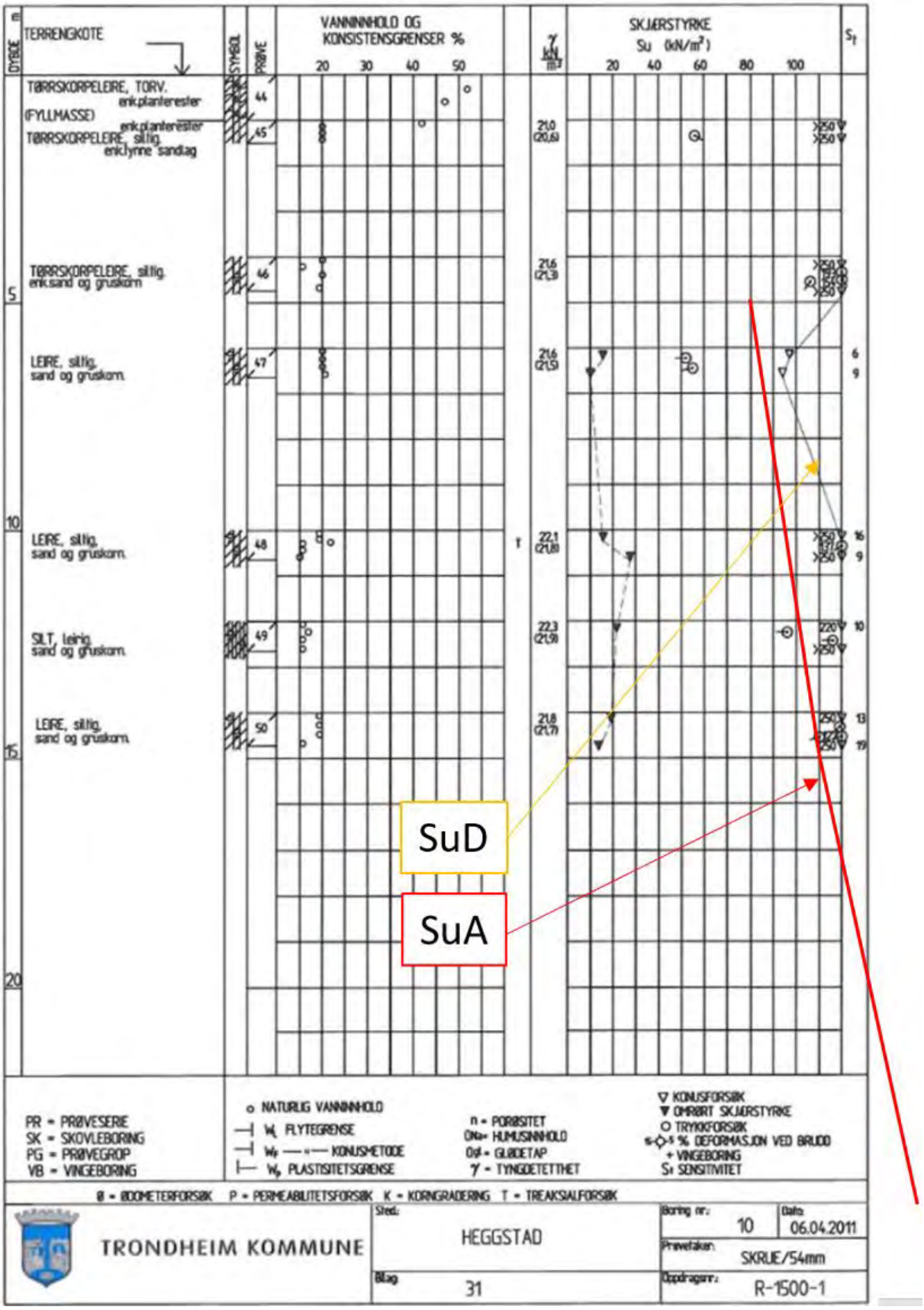
2. C-profil 1 er kopiert fra C-profil 2, konservativt. C-profil 1 viser like/eller lavere skjærstyrke, i dette området, enn det som er vist på snitt A-del 2 (R-1500-4) og som tilsvarer snitt 1-1, se tegning V24-lagdeling for snitt 2-2.
3. C-profil 3 er interpolert mellom nabo c-profilene (2 og 4).
4. C-profil 4 og 5 er tolket fra direkte målt skjærstyrke i borprofil 10-R.1500-1, som omregnet til aktiv skjærstyrke. Konservativt er aktiv skjærstyrke redusert i kvikkleire laget med 15 % selv om det ikke er krav i kvikkleireveilederen. C-profil 4 og 5 er vist i Figur 6.



Figur 4: Sonderingsresultat - boring 1 og 2 fra rapport R.0757-2.



Figur 5: C-profil 2 tolket fra boring 1-R.0757-2.



Figur 6: C-profil 4 og 5 tolket fra boring 10-R.1500.