

Oppdragsgiver: **Trondheim kommune - Trondheim eiendom**

Oppdragsnr.: **5188443** Dokumentnr.: **5188443-RIG04**

**Til:** Trondheim eiendom v/Gro Trude Asmussen

**Fra:** Norconsult v/Shaima Ali Alnajim

**Dato** 2021-06-09

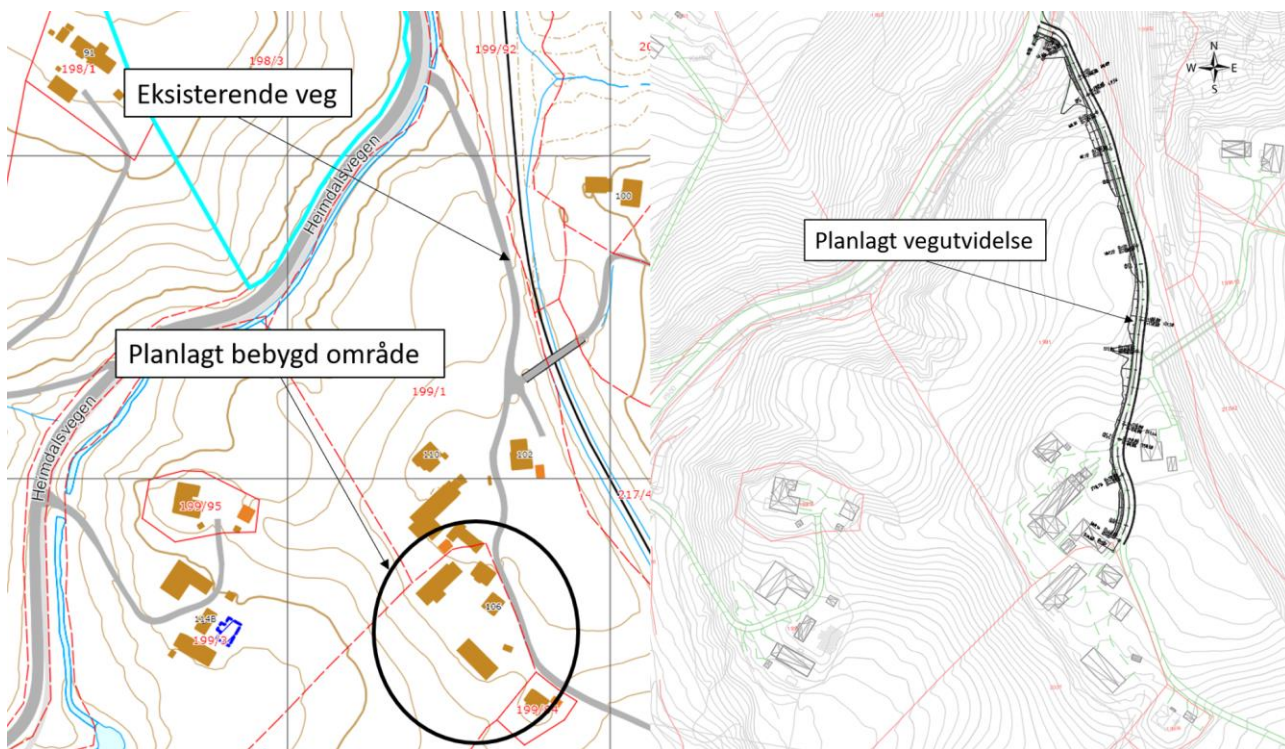
## ► Adkomstveg til Heggstadflata omsorgsboliger - geoteknisk vurdering iht. NVE kvikkleireveileder 1/2019

**Revisjon J02:** Oppdatering jf. utgave 1/2019 av kvikkleireveileder. Endringer omfatter det hele dokumentet.

### 1. Innledning

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. I forbindelse med dette prosjektet skal eksisterende adkomstveg til tiltaksområde forbedres/utvides. Norconsult AS er engasjert av Trondheim eiendom for å gjøre geoteknisk vurdering av vegutvidelsen. Situasjonsskart over eksisterende- og planlagt utvidet adkomstveg og området rundt er vist i Figur 1.

Adkomstveg ligger innenfor kvikkleiresoner 435 Heggstadrønningen og 436 Heggstad med middels faregradsklasse. For tiltak i kvikkleire områder stilles det krav til utredning for ulike tiltakskategori i henhold til NVE's kvikkleireveileder 1/2019.



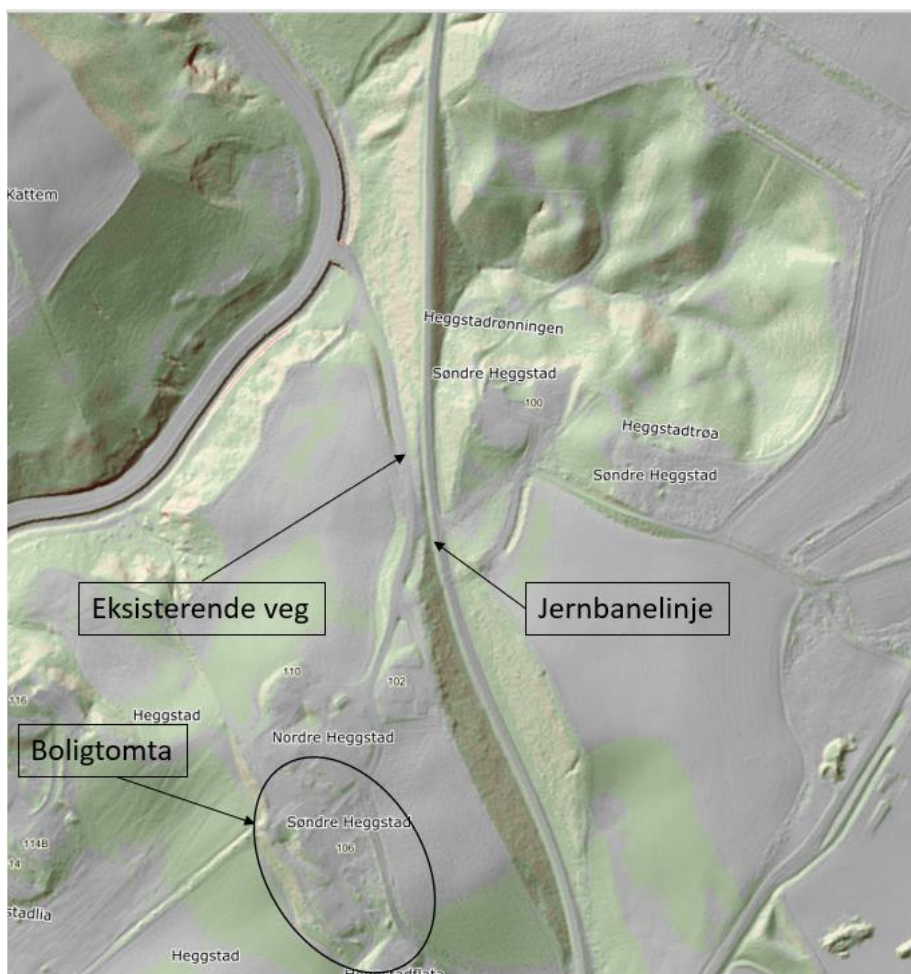
Figur 1: Eksisterende veg (til venstre) og planlagt vegutvidelse (til høyre), kilde (figur til venstre):

<https://kart5.nois.no/trondheim>. Kilde (figur til høyre): hentet fra en skisse fra veg-plan, utarbeidet av Norconsult

## 2. Terreng og grunnforhold

### 2.1 Terreng

Terreng i område ved adkomstveg faller i hovedsak fra boligtomta ved kote 120 ned mot avkjørselen fra Heimdalsvegen ved kote 100. Jernbanelinje ligger øst for vegen, etablert på skjæring og fylling. Terreng i området generelt har varierende helning, for mer oversikt av terreng se Figur 2.



Figur 2: Beliggenheten av område og terrengforhold, kilde: høydedata.no.

### 2.2 Grunnforhold

NGUs løsmassekart viser at området der vegen ligger/skal utvides er innenfor havavsetninger, tykt dekke, se Figur 3.

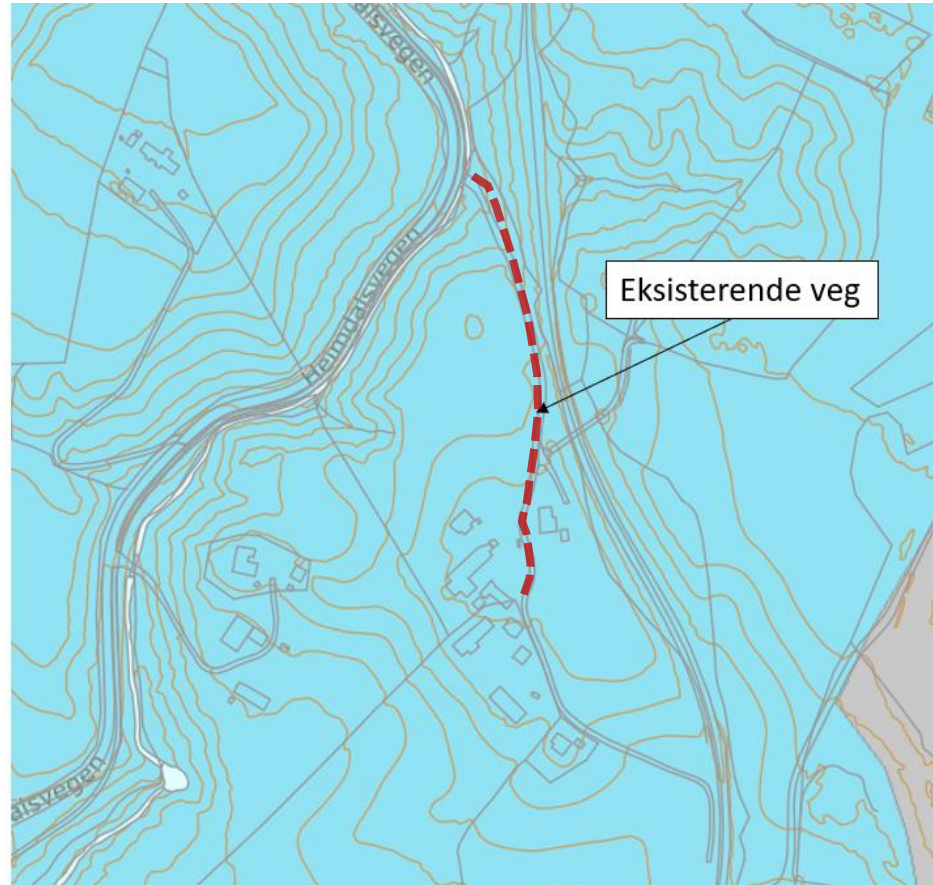
Bruk knappen for å veksle mellom tegnforklaringene.

(Topografi) >>>

## Løsmasser

(forenklet tegnforklaring)

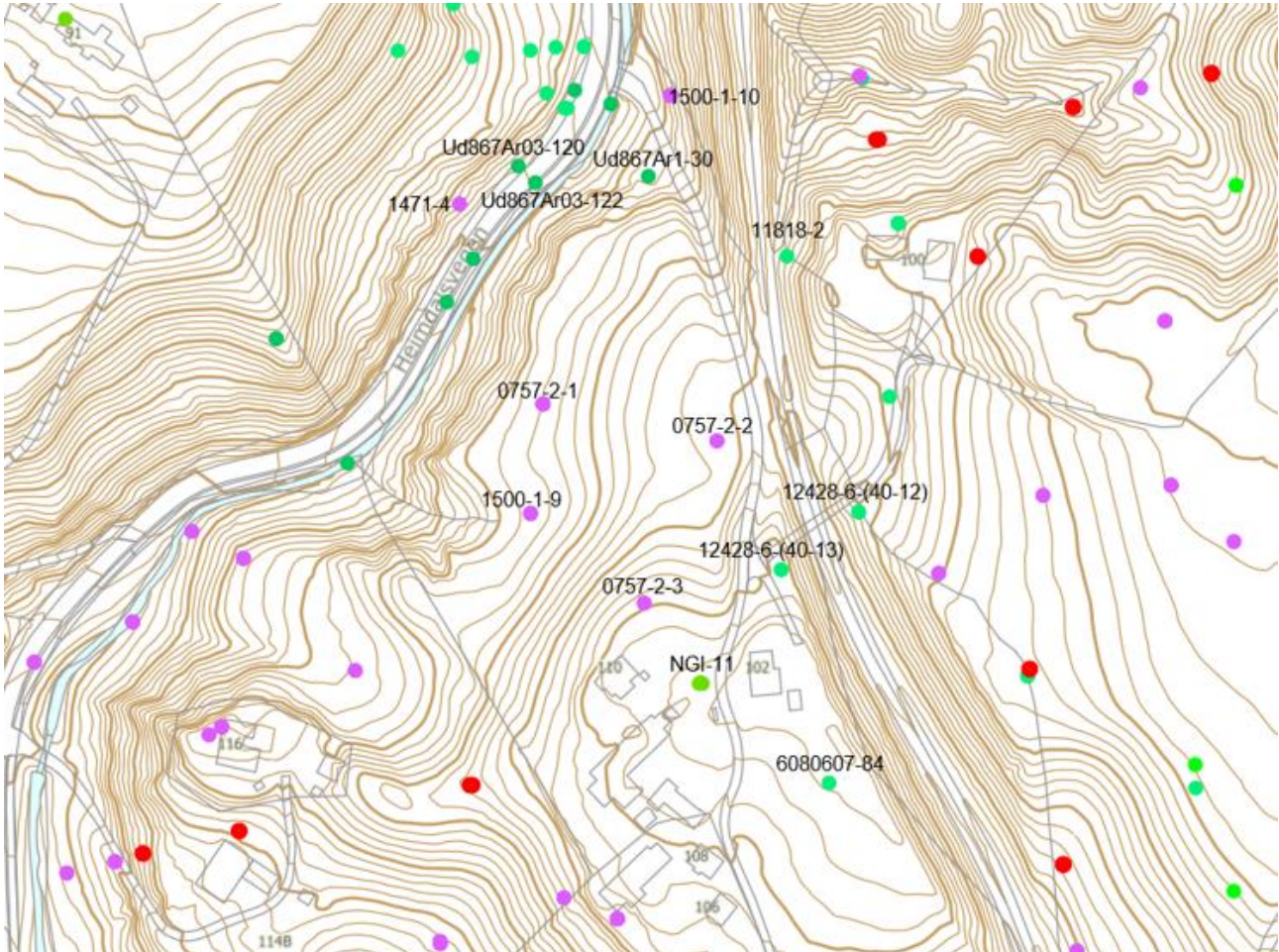
- Tynn morene
- Tykk morene
- Avsmeltingsmorene
- Randmorene
- Breelvavsetning
- Bresjø-/innsjøavsetning
- Tynn hav-/strandavsetning
- Tykk havavsetning
- Marin strandavsetning,
- Elveavsetning
- Vindavsetning
- Forvittringsmateriale
- Skredmateriale
- Steinbreavsetning
- Torv og myr
- Tynt humus-/torvdekke
- Fyllmasse
- Bart fjell, stedvis tynt dekke



Figur 3: NGUs løsmassekart, kilde: ngu.no. Planlagt veg med stiplet linje følger eksisterende veg.

Det er utført flere grunnundersøkelser i området rundt, de relevante borerer er vist i Figur 4. Generelt består grunnforhold av tørrskorpeleire over siltig leire, som er lagdelt med noe svakere eller fastere lag inni mellom. Det er påvist sprøbruddeleire/kvikkleire i noen borerer. Jf. datagrunnlaget ligger det påviste sensitive laget dypere enn 5 m fra terrenget, og tolkes slik at det ikke er et sammenhengende tykt lag.

De fleste sonderingene er avsluttet mot fast til meget fast grunn. Berg er ikke påvist i de utførte borerer på skråninger og i toppen av skråningen, berg er kun påtruffet ved avkjørselen mot Heimdalsvegen.



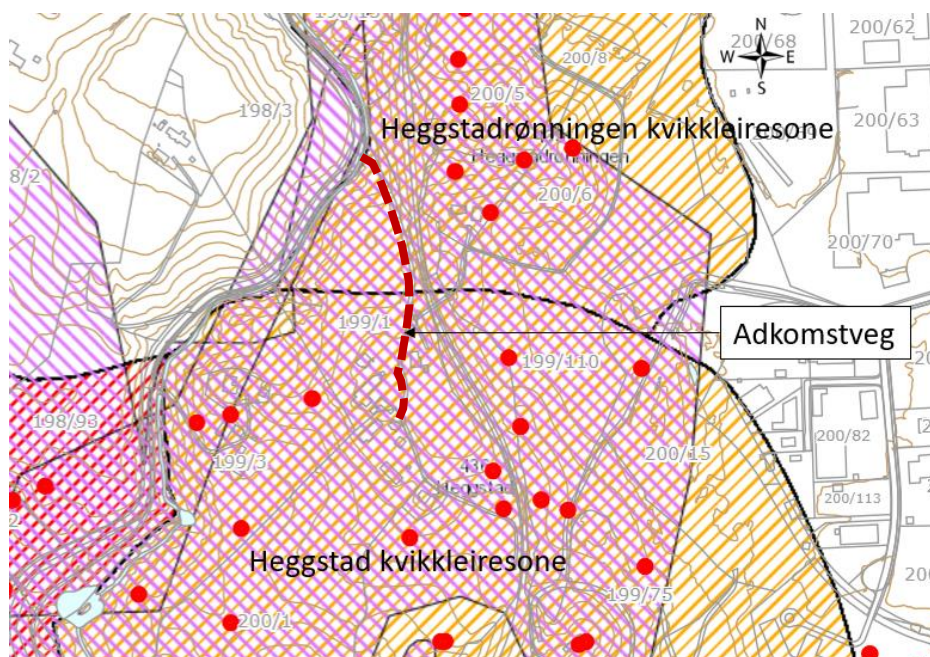
Figur 4: Boringer i området ved adkomstveg. Boringene nær vegen er vist med rapportnummer og borhullnummer etter siste bindestrek, kilde: <https://kart5.nois.no/trondheim>

### 2.3 Kvikkleire

Eksisterende veg, og planlagt veiutvidelse ligger innenfor kvikkleiresoner 435 Heggstadrønningen og 436 Heggstad, begge kvikkleiresoner har middels faregradsklasse. Disse kvikkleiresonene er kartlagt av NVE. I tillegg har Statens vegvesen kartlagt noen kvikkleireområder innenfor store deler av dette området i forbindelse med gang- og sykkelveg; Heimdalsvegen langs Fv. 900 Klett-Heimdal, hele eiendommen ligger innenfor kvikkleireområde Klettbakken kartlagt av SVV.

Ny faregradsevaluering av kvikkleiresone 436 Heggstad viser lav faregradsklasse. Fullstendig vurdering er vist i vedlegg 1.

Utførte boringer i området rundt tiltaksplan tyder på at det er påvist kvikkleire/sprøbruddleire. Kvikkleiresoner og kvikkleireområder med påvist kvikkleire i borepunkt er vist i Figur 5.



Figur 5: Kvikkleiresoner i området kartlagt av NVE (oransje og rød omrisset områder), kvikkleireområder kartlagt av SVV (rosa omrisset områder) og påvist kvikkleirepunkt (rød prikker), kilde: <https://kart5.nois.no/trondheim>

## 2.4 Grunnundersøkelser og datagrunnlag

Følgende datagrunnlag i tiltaksområdet og området rundt er lagt til grunn for våre geotekniske vurderinger:

- Vurderingsrapport nr. 2010072821-003 (Ar03): «Fv.900 Heimdalsvegen. Datarapport for byggeplan», utarbeidet av SVV, datert 20.03.2013.
- R1500-4, rev.C: «Heggstad søndre, områdestabilitet. Stabilitetsberegninger for dagens tilstand», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 24.04.2013
- Datarapport nr. 2010072821-001 (Ar01): «Gang- og sykkelveg Heimdalsvegen», utarbeidet av SVV, datert 01.09.2011.
- R.1500-1: «HEGGSTAD SØNDRE. Områdestabilitet, utarbeidet av Trondheim kommune, datert 16.05.2011.
- R.1462: «HEGGSTAD SØNDRE», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 20.11.2010.
- Rapport 11818.01: «PER HEGGSTAD, HEGGSTAD SØNDRE, GNR 20, BNR 5», utarbeidet av Kummeneje, datert 13.05.97.
- Rapport 12428-06: «NSB. Heggstad, kryssing 709A, km 537,615. Hovedtiltak 39», utarbeidet av Kummeneje, datert 04.09.1998.
- R.757-2: «HEGGSTAD-OMRÅDET», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 01.12.94.

### 3 Krav iht. gjeldende regelverk

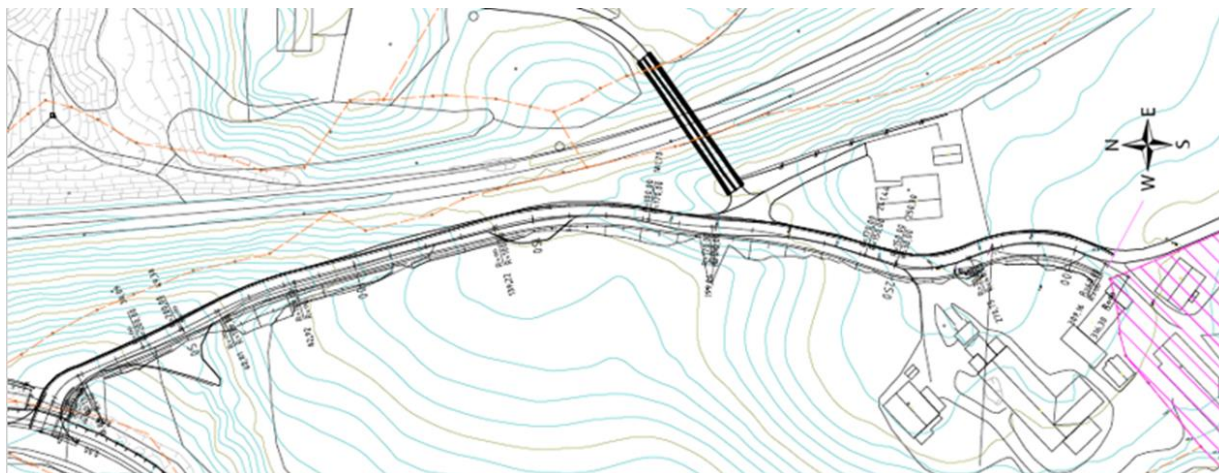
#### 3.1 Generelt

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

Tiltaksområdet må dokumenteres som skredsikkert før tiltaket kan gjennomføres. Tiltaket er planlagt å plassere i et område med marine sedimenter og kvikkleiresoner, og må derfor følge NVE retningslinje og NVE kvikkleireveileder 1/2019.

#### 3.2 Eksisterende veg og planlagt tiltak (veiutvidelse)

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 vestsiden av eksis. 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, plan for veiutvidelse er vist i Figur 6.



Figur 6: Plan for utvidet veg, utarbeidet av Norconsult

#### 3.3 Tiltakskategori og krav iht. NVE kvikkleireveileder

I NVE kvikkleireveileder 1/2019, [3] er kravet til områdestabilitetsutredning bestemt i hovedsak avhengig av tiltakskategori. Utvidelse av eksis. veg plasseres i tiltakskategori K1 iht. tabell 3.2 [3], vist i Figur 7.

Kravet for tiltakskategori K1, iht. kapittel 3.3.4 [3], er:

1. «Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten». Kravet er:

$F_{cu}$  er lik/større enn 1,40

$F_{c\phi}$  er lik/større enn 1,25

2. «Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor. Kravet er:

Oppdragsgiver: Trondheim kommune - Trondheim eiendom  
 Oppdragsnr.: 5188443 Dokumentnr.: 5188443-RIG04

Fcu er lik/større enn 1,60

Fcφ er lik/større enn 1,25

3. «Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges»
4. «Vurdering av tiltakets virkning på områdestabilitet kvalitetssikres av kollega»

Erosjonssikring skal utføres i området når dette er en potensiell fare. Søra bekken er betydelig hevet og erosjonssikret langs Heimdalsvegen dokumentert ved høydeforskjell av gammelt og nytt terreng vist i Figur 8. I tillegg har Norconsult vurdert erosjonsfaren i området rundt å være liten, for mer detaljer henvises det til notat 5188443-RIG02, [4].

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbed, 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 masseflyttinger
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 7: Utklipp fra veileder [3] viser tabell 3.2 – tiltakskategori.



Figur 8: Dagens og gammelt terreng ved profil I fra rapport R.0757-2. Tidligere terrenginngrep og erosjonssikring har medført at dagens terreng viser en tydelig forbedring av områdestabiliteten.

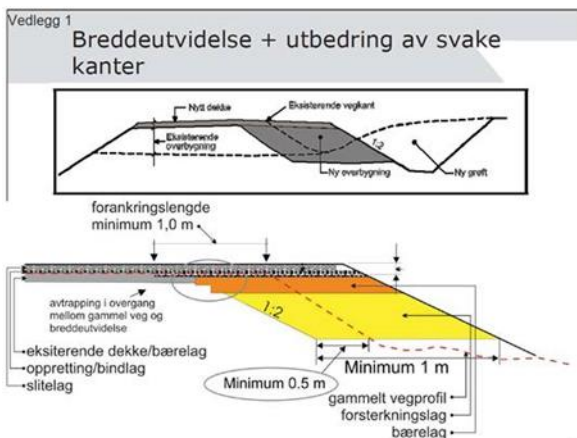
## 4 Vurdering av områdestabilitet

### 4.1 Vurdering av nytt tiltak (veitvidelse) og kritiske snitt

Ut fra tverrsnittene som er tatt langs veg geometrien, vil utvidelsen ikke påføre store inngrep i dagens terreng. Områdestabilitet er vurdert for eksisterende terreng og hvordan nye tiltaket vil påvirke områdestabilitet i alle faser i prosjektet. Alle relevante skråninger er vurdert ved å ta flere snitt, med fokus på snittene mot østsiden for å vurdere påvirkning av tiltak mot jernbanefyllingen.

I stabilitetsberegninger er det totalt vurdert 7 snitt som dekker hele området ved eksisterende veg, av de er det valgt 5 representative snitt tolket å være de kritiske basert på terreng- og grunnforhold samt plassering av veg i forhold til jernbanelinje. Plassering av beregningsnitt er vist i tegning V05.

I anleggsfase er det tenkt å grave maks 1 m grusdekke samt veioverbygningen og etablere utvidelsen. Det skal ikke graves hele eksisterende veg, men kun ca. halve bredden av vegen og mot vest. Breddeutvidelse vil bli utført etter prinsippet vist i Figur 9. I beregninger for de fleste tilfeller er det antatt konservativt at hele vegbredden er gravd ut. Enkelte tilfeller er kun halve bredden antatt gravd ut, der vegen ligger tett mot jernbanefyllingen.



Figur 9: Skisse viser prinsippet for breddeutvidelse av eksisterende veg

### 4.2 Stabilitetsberegninger og beregningsforutsetninger

Stabilitetsberegninger er utført med beregningsprogram GeoSuite for total-og effektivspenningsanalyse i ferdig bygd situasjon og under anleggsfase (utgraving situasjon for veitvidelse). Trafikklast på jernbanespor og adkomstveg er kun lagt inn i beregninger i ugunstig situasjon (når lasten gir destabiliserende effekt). Last er beregnet som følgende:

- Toglast, [5], (aksellast i permanent situasjon er 25 tonn=110kN/m):  
110kN/m/2,5 m (svillebredde)= 44 kPa\*1,3 (lastfaktor)=57 kPa.
- Trafikklast på veg: 15 kPa\*1,3 (lastfaktor)=19,5 kPa. [6]

Dimensjonerende toglast i beregninger= 57 kPa

Dimensjonerende trafikklast på adkomstveg i bergninger=19,5 kPa

Lagdeling og skjærstyrke er vurdert basert på de aktuelle punkt som ligger langs beregningssnitt. Aktuelle borer fra ulike datarapporter, som er lagt til grunn i beregninger er vist i vedlegg 2. Det er i hovedsak brukt



direkte målt skjærstyrke, som regnet om til aktive skjærstyrke. Anisotropifaktorer er basert på anbefalinger i NIFS rapport [7], ADP forholdet lagt i beregninger er (1 – 0,63 – 0,35). Skjærstyrke profil er vist i aktuelle beregningssnitt.

Parametere for ulike lagdeling er den samme som den er brukt tidligere i vurderingsrapport R.1500-4, [8], der beregningsrapport er godkjent av en uavhengig kontroll iht. kvikkleireveileder. Parametere brukt i beregninger er listet i Tabell 1.

Grunnvannstand er lagt i underkant av tørrskorpeleire.

Tabell 1: Parametere lagt til grunn i beregninger

Løsmasse	Tyngdetetthet kN/m <sup>3</sup>	Friksjonsvinkel Grader	C' KPa
Tørrskorpeleire	19	31	0
Siltig leire (leire 1)	20	29	7-8
Sprøbruddleire/sensitiv/kvikkleire	20	27	5
Fast leire	20	30	8-9
Motfylling	19	30-32	0

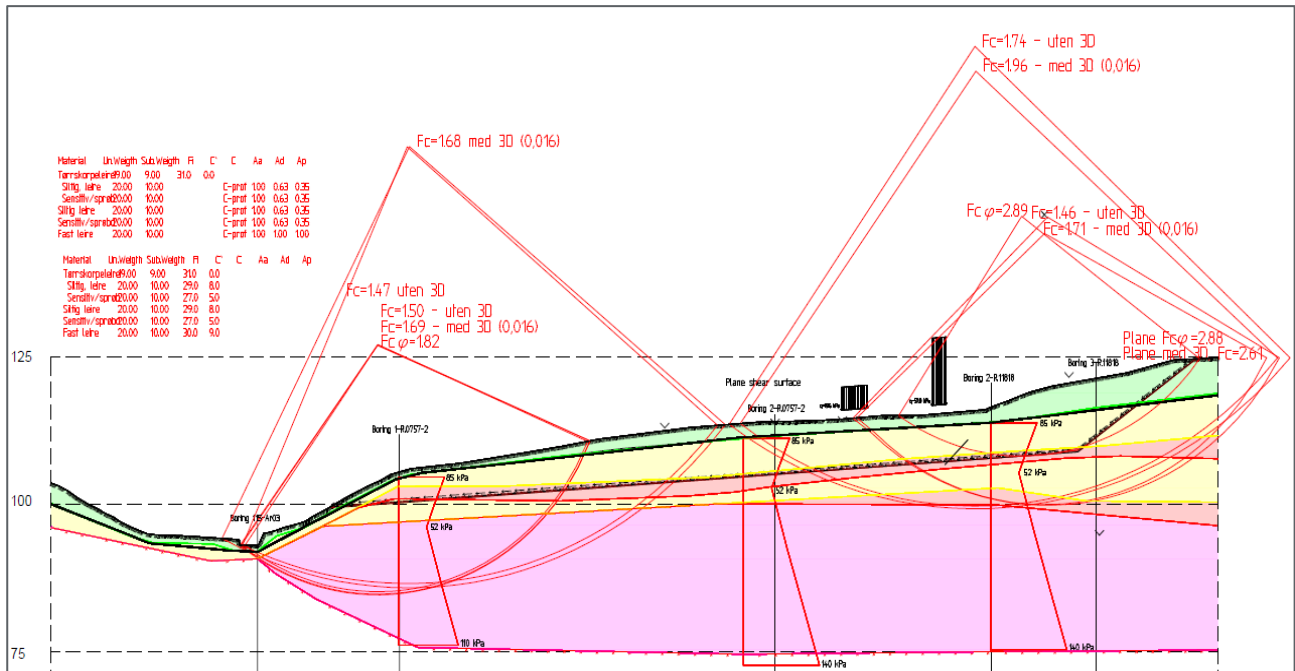
Beregningsresultat presenteres for hvert enkelt snitt i følgende delkapitler:

### 4.3 Beregningsresultat for snitt tilsvarende gamle snitt I fra rapport R.0757-2

#### 4.3.1 Ferdig bygd situasjon

Plassering av veg virker at den ikke vil ha direkte påvirkning jernbanelinje, heller ikke områdestabilitet. Fra veg og skråning bakover mot øst (mot jernbanelinje) har både veg og jernbanelinje en positiv effekt, da de ligger i foten av skråningen. Fra veg og nedover mot Heimdalsvegen er det så langt at vegen ikke vil ha betydning for områdestabilitet.

Stabilitetsberegninger viser generelt en sikkerhetsfaktor over 1,40 for både total- og effektivspenningsanalyse, for sirkulær og plane bruddmekanisme. Beregningsresultat er vist i Figur 10.

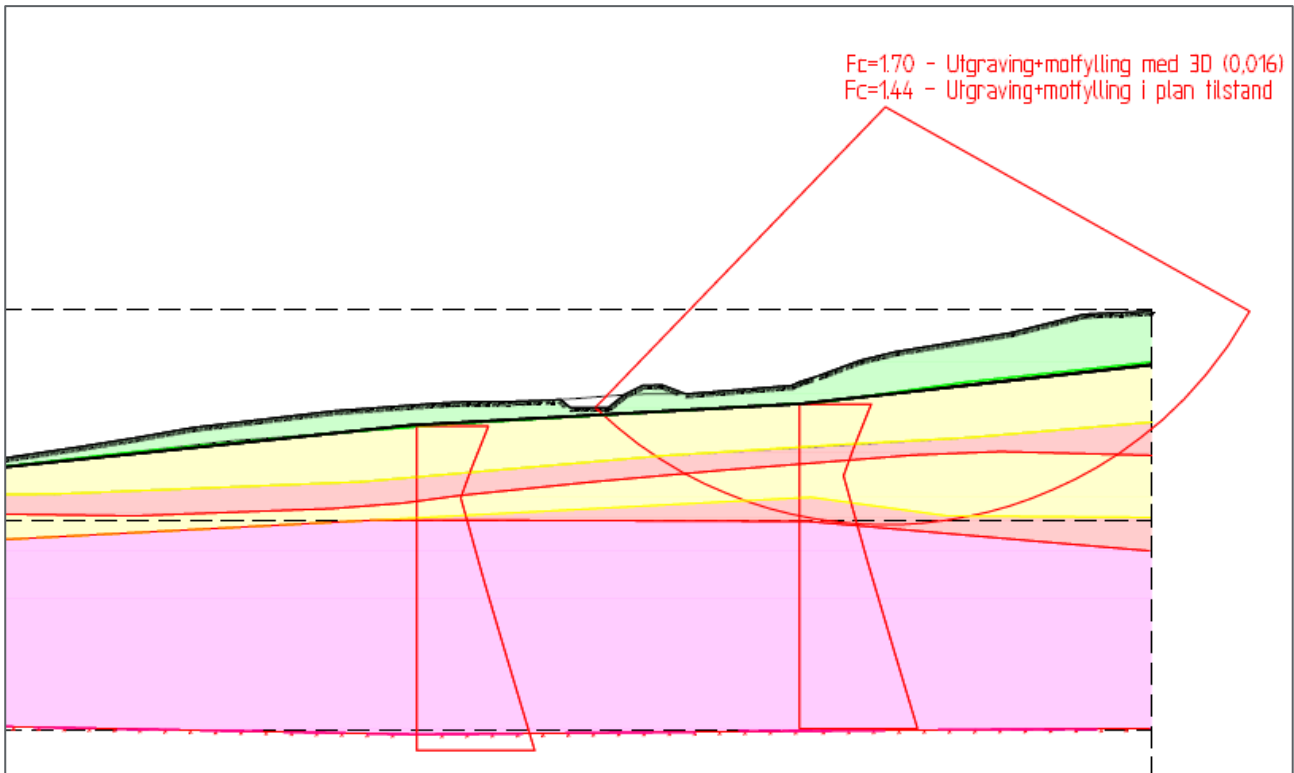


Figur 10: Beregningsresultat - ferdig bygd situasjon for snitt tilsvarer snitt I fra rapport R.075-2.

### 4.3.2 Anleggsfase (utgraving for veiutvidelse)

Fra veg og nedover mot Heimdalsvegen vil utgraving for veiutvidelse ligge s&#228; langt at den ikke vil ha betydning for omr&#228;destabilitet under utgraving.

Plassering av veg vil ha en beskjeden effekt p&#228; stabiliteten mot jernbanelinje, fra veg og skr&#228;ning bakover, da vegen ligger i foten av skr&#228;ningen. Ved &#228; legge utgravde masser ved siden av gravegropen p&#228; &#228;stside (maks h&#248;yde 1 m, samme bredde av gravegropen), vil dette gi en sikkerhetsfaktor som omtrentlig tilsvarende til det i ferdig bygd situasjon, dette gjelder b&#228;de plantilstand og med 3D-effekt. Sikkerhetsfaktor med 17% 3D-effekt er  $F_c = 1.70$ . Med dette er kravet til absolutt sikkerhetsfaktor ( $F_c \geq 1,60$ ) er oppn&#228;dd. Beregningsresultat er vist i Figur 11.



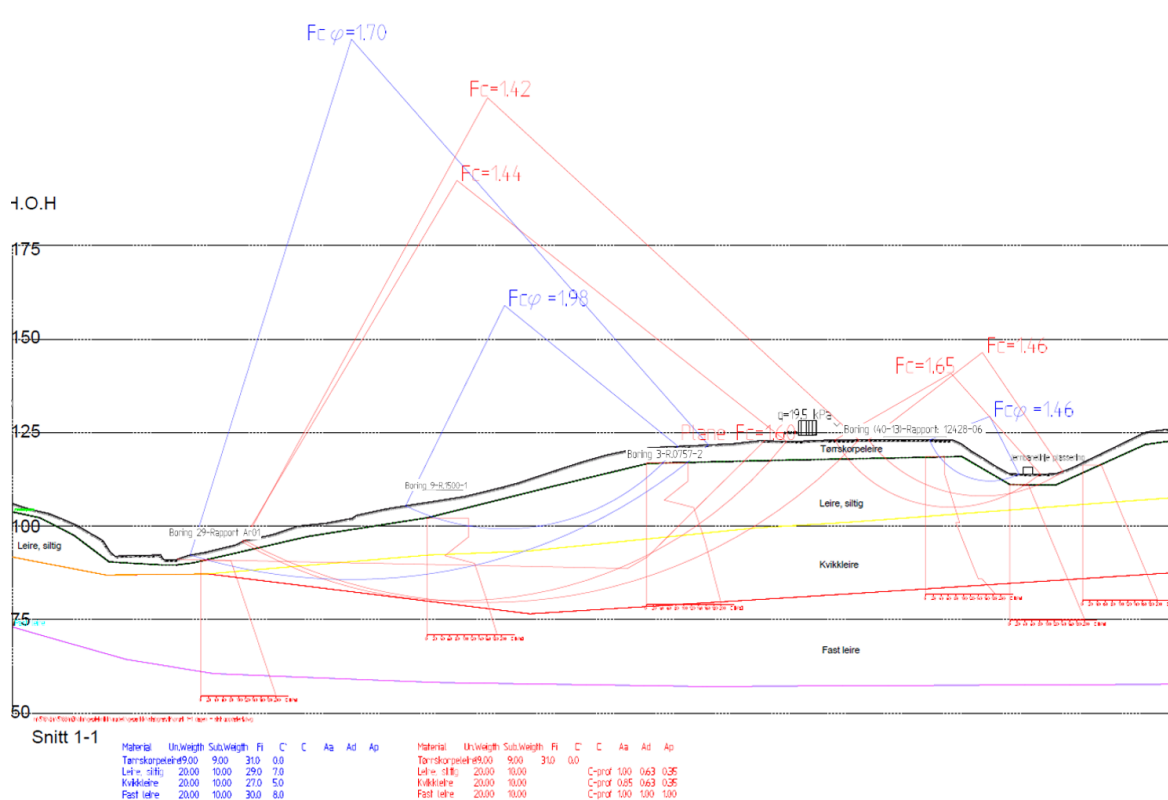
Figur 11: Beregningsresultat – utgravingsfase for snitt tilsvarende snitt I fra rapport R.075-2

#### 4.4 Beregningsresultat for snitt 1-1

##### 4.4.1 Ferdig bygd situasjon

I dette snittet ligger vegen midt på skråningstopp ca. 50 m fra jernbanelinje, som ligger i dalen mot øst og ca. 45 m fra skråningstopp mot vest. Vegen virker på denne plasseringen at det ikke er negativ heller positiv påvirkning av områdestabilitet. Vegen er langt unna jernbanelinje at den ikke har påvirkning.

Stabilitetsberegninger viser generelt en sikkerhetsfaktor over 1,4 for både total- og effektivspenningsanalyse for både sirkulær- og plane bruddmekanisme. Beregningsresultat er vist i Figur 12.



Figur 12: Beregningsresultat – ferdig bygd situasjon for snitt 1-1

4.4.2 Anleggsfase (utgraving for veiutvidelse)

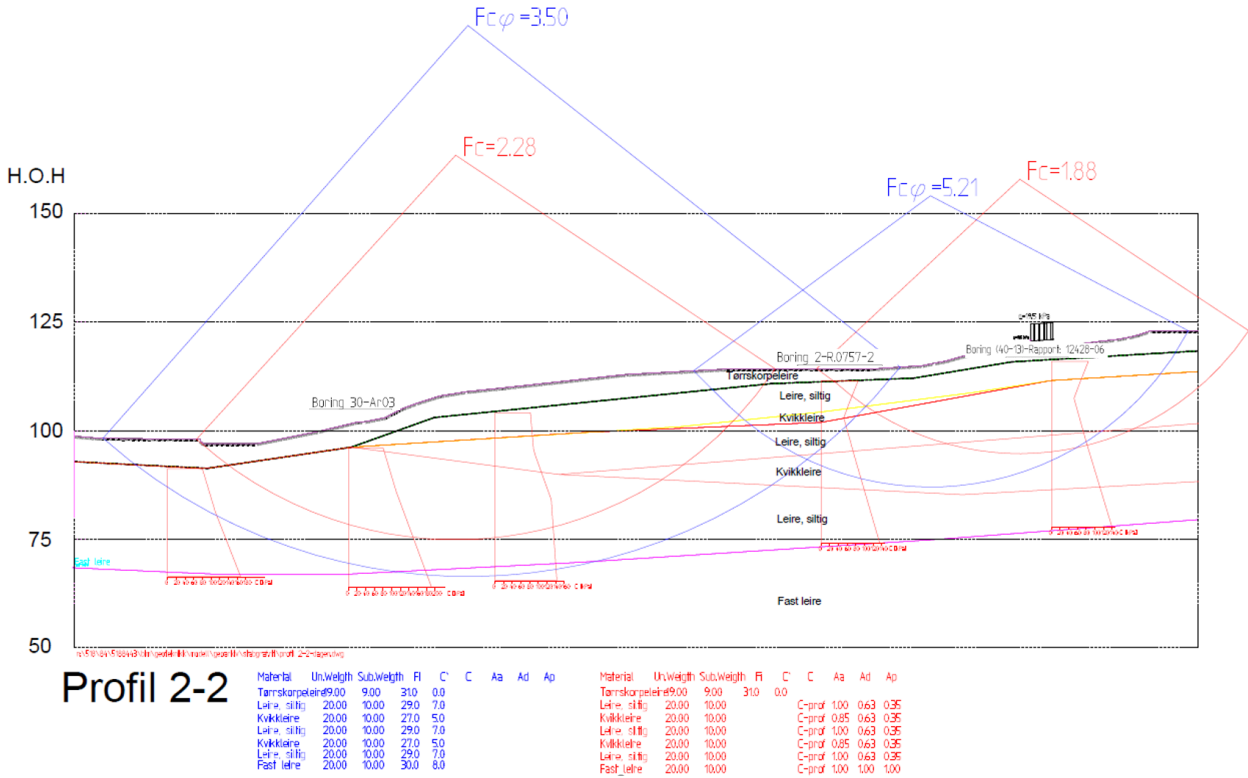
Vegen ligger på topp av skråningen og langt unna både jernbanelinje i øst og Heimdalsvegen i vest, slik at i utgravingsfase enten vil utgraving gi en neglisjerbar positiv effekt eller ingen negativ effekt. Negativ effekt på områdestabilitet er ikke aktuelt langs dette snitt, grunnet plassering av veg.

4.5 **Beregningsresultat for snitt 2-2**

4.5.1 Ferdig bygd situasjon

Dette snittet går fra toppen av skråningen i nord-retning og ned til Heimdalsvegen. Snittet er omtrent parallelt med adkomstvegen, plasseringen er positivt fra veg og bakover der den har en stabiliserende effekt. Fra vegen og nedover ligger den så langt at den har ingen betydning for områdestabiliteten mot Sørabekken /Heimdalsvegen.

Stabilitetsberegninger viser generelt en sikkerhetsfaktor over 1,4 for både total- og effektivspenningsanalyse for sirkulær bruddmekanisme, plane bruddmekanisme virker uaktuelt. Beregningsresultat er vist i Figur 13.



Figur 13: Beregningsresultat – ferdig bygd situasjon for snitt 2-2

4.5.2 Anleggfsfase (utgraving for veiutvidelse)

Vegen ligger på topp av skråningen og langt unna både jernbanelinje i øst og Heimdalsvegen i vest, slik at i utgravingsfase enten vil utgraving gi en neglisjerbar positiv effekt eller ingen negativ effekt. Negativ effekt på områdestabilitet er ikke aktuelt langs dette snitt, grunnet plassering av veg.

4.6 Beregningsresultat for snitt 3A-3A

4.6.1 Ferdig bygd situasjon

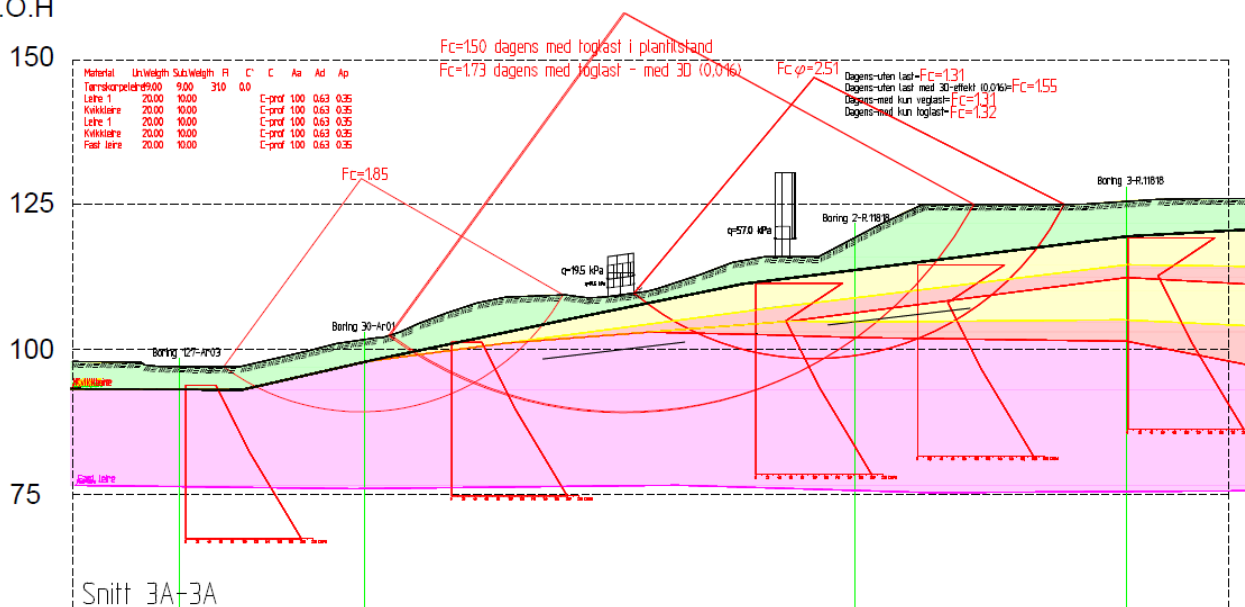
Plassering av veg virker at den ikke vil ha dirket påvirkning jernbanelinje, heller ikke områdestabilitet. Fra veg og skråning bakover mot øst har både veg og jernbanelinje en positiv effekt, da de ligger i foten av skråningen, men beregnet sikkerhetsfaktor er F=1,31 for plan tilstand. Det er benyttet 3D-effekt (sidedstøtte) langs dette snitte for ferdig bygd situasjon, bruk av 3D-effekt er dokumentert ved nabosnitt tilsvarer snitt I fra rapport R.075-2 som ligger nedenfor snitt 3A-3A, der beregninger viser sikkerhetsfaktor over 1,4. Med bakgrunn av dette er avstanden målt ca. 30 m mellom beregnet snitt og nabosnitt. Dermed er 3D-effekten lagt inn i beregninger bestemt slik at det er støtte kun fra en side, så er det benyttet kun 50% av 3D-effekten, som følgende:

3D-effekt fra kun en side med L=30 m er:  $1*(1/30)*50\%=0,016$ .

Beregnet sikkerhetsfaktor med 3D-effekt er F=1,55, utnyttelse av 3D effekten gir 18 % økning av sikkerhetsfaktor i plan tilstand. Beregningsresultat er vist i Figur 14.

Fra veg og nedover mot Heimdalsvegen er det så langt at veggen ikke vil ha betydning for områdestabilitet, samt at beregnet sikkerhetsfaktor over 1,4 at veggen ikke vil ha betydning for områdestabilitet. Beregningsresultat er vist i Figur 14.

H.O.H



Figur 14: Beregningsresultat – ferdig bygd situasjon for snitt 3A-3A

## 4.6.2 Anleggsfase (utgraving for veiutvidelse)

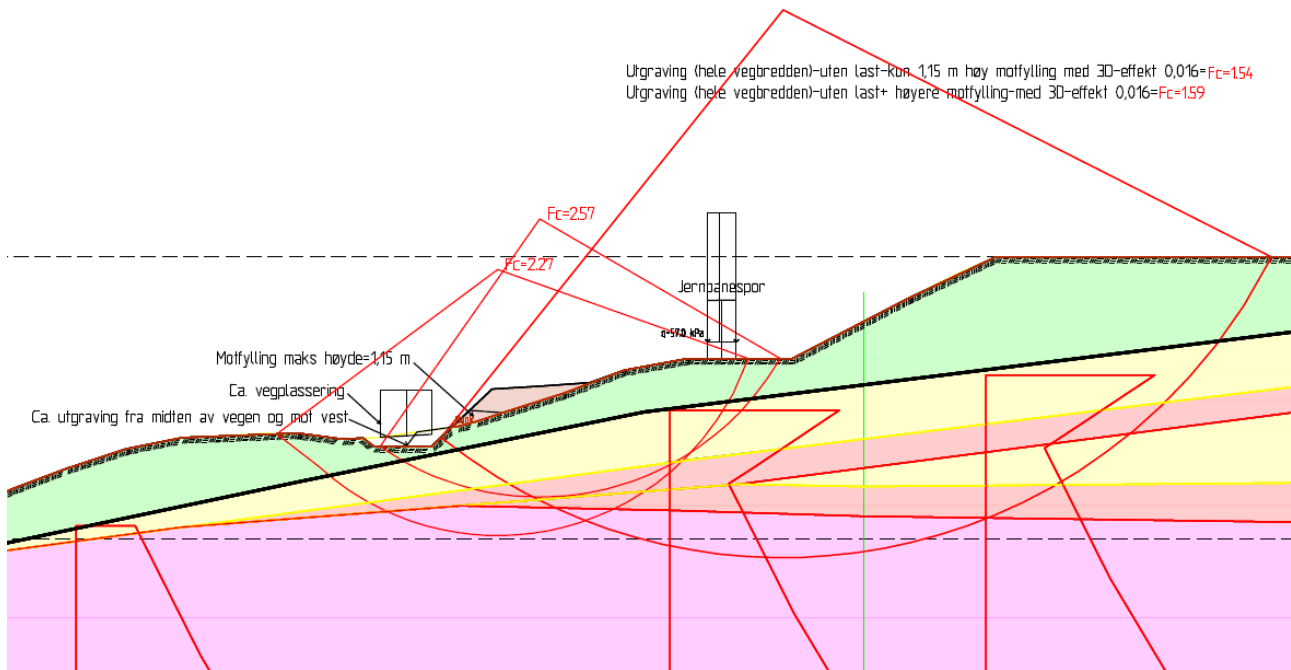
Fra veg og nedover mot Heimdalsvegen vil utgraving for veiutvidelse ligge så langt at den ikke vil ha betydning for områdestabilitet under utgraving.

Plassering av veg vil ha en beskjeden effekt på stabiliteten mot jernbanelinje, fra veg og skråning bakover mot øst (mot jernbanelinje), da veggen ligger i foten av skråningen. Ved å legge utgravde masser ved siden av gravegropen på østside (maks høyde 1,15 m, samme bredde av gravegropen), vil dette gi en sikkerhetsfaktor som omtrentlig tilsvarende til det i ferdig bygd situasjon, dette gjelder både plantilstand og med 3D-effekt. Arbeidet skal gjennomføres i seksjoner, f.eks. 5 m, noe som vil gi enda forbedringsstatus av stabiliteten i anleggs fase. For å tilfredsstille kravet til absolutt sikkerhetsfaktor ( $F_c=1,60$ ), etter NVE veileder [3], må omfanget av motfyllingen økes mot øst (mot jernbanelinje), oppnådd sikkerhetsfaktor i dette tilfelle er 1,59. Foreslåtte motfyllingen er midlertidig og skal fjernes etter at vegarbeidet er utført.

Det vurderes at det er tilstrekkelig med kun 1,15 m høy fylling, siden det er kun en veiutvidelse og ikke er en helt ny veg, i tillegg er tiltaket begrenset til maks 0,6-0,7 m utgraving under dagens terreng, noe som gir høy sikkerhetsfaktor 1,54.

Ved å grave i midten av eksisterende veg og mot dyrkemark vil dette ikke ha negativ effekt på stabiliteten mot jernbanefyllingen, og dermed kan utgravingen utføres seksjonsvis uten motfylling. Dette kan detaljprosjekteres i senere fase.

Lokal stabilitet er vurdert, der toglast er tatt med i beregninger mot utgraving av veg, beregningsresultat viser høy sikkerhetsfaktor. Alle ovennevnte beregningsresultat er vist i Figur 15.



Figur 15: Beregningsresultat – utgravingsfase for snitt 3A-3A

#### 4.7 Beregningsresultat for snitt 3B-3B

Snitt 3B-3B er delvis parallelt med snitt 3A-3A, men krysser jernbanen ortogonal. Dette tilfelle er vurdert spesielt under utgravingsfase, for å vurdere konsekvens på jernbanefylling i anleggsfase.

##### 4.7.1 Ferdig bygd situasjon

Her gjelder samme vurdering for snitt 3A-3A, Figur 14.

##### 4.7.2 Anleggsfase (utgraving for veiutvidelse)

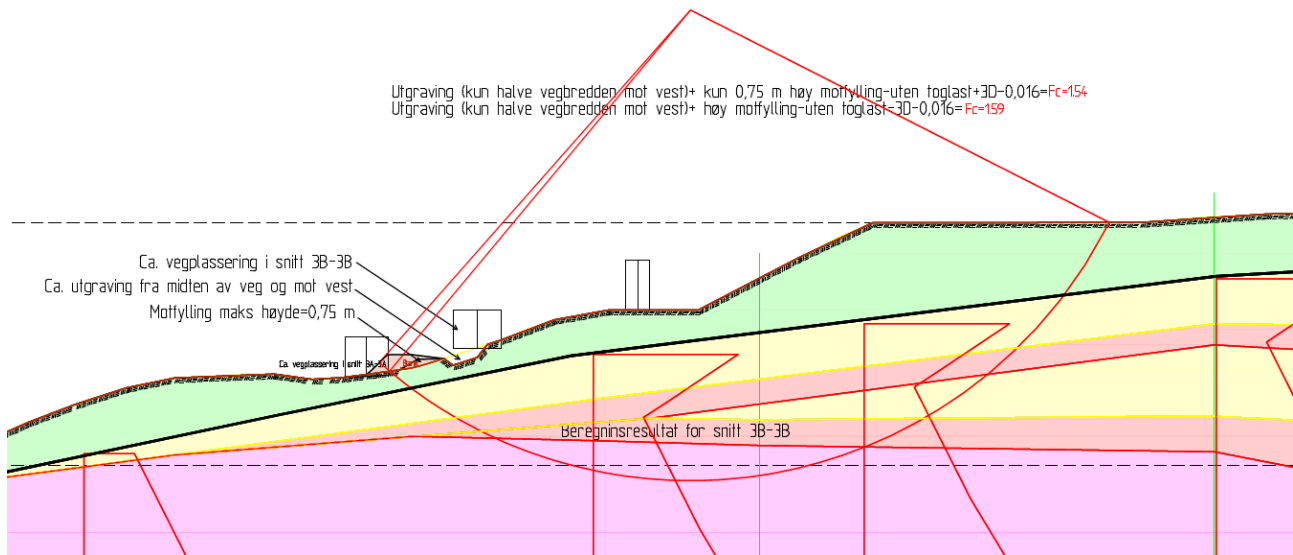
Utgraving i dette snittet er vurdert fra midten av eksis. veg og mot vest (dyrkemark).

Fra veg og nedover mot Heimdalsvegen vil utgraving for veiutvidelse ligge så langt at den ikke vil ha betydning for områdestabilitet under utgraving.

Plassering av veg vil ha en beskjeden effekt på stabiliteten mot jernbanelinje, fra veg og skråning bakover mot øst (mot jernbanelinje), da vegen ligger i foten av skråningen. Ved å legge utgravde masser ved siden av gravegropen på vestsida (mot dyrkemark) (maks høyde 0,75 m, samme bredde av gravegropen), vil dette gi en sikkerhetsfaktor som omtrentlig tilsvarende til det i ferdig bygd situasjon, dette gjelder både plantilstand og med 3D-effekt. Beregningsresultat er vist i Figur 16.

Ved å legge utgravde masser ved siden av gravegropen på østsida (maks høyde 1,15 m, samme bredde av gravegropen), vil dette gi en sikkerhetsfaktor som omtrentlig tilsvarende til det i ferdig bygd situasjon, dette gjelder både plantilstand og med 3D-effekt. For å tilfredsstille kravet til absolutt sikkerhetsfaktor ( $FC=1,60$ ), etter NVE veileder [3], må omfanget av motfyllingen økes mot vest (mot dyrkemark), oppnådd sikkerhetsfaktor i dette tilfelle er 1,59. Foreslåtte motfyllingen er midlertidig og skal fjernes etter at vegarbeidet er utført, se Figur 16.

Det vurderes at det er tilstrekkelig med kun 0,75 m høy fylling, siden det er kun en veiutvidelse og ikke er en helt ny veg, i tillegg er tiltaket begrenset til maks 0,6-0,7 m utgraving under dagens terreng, noe som gir ganske høy sikkerhetsfaktor 1,54.



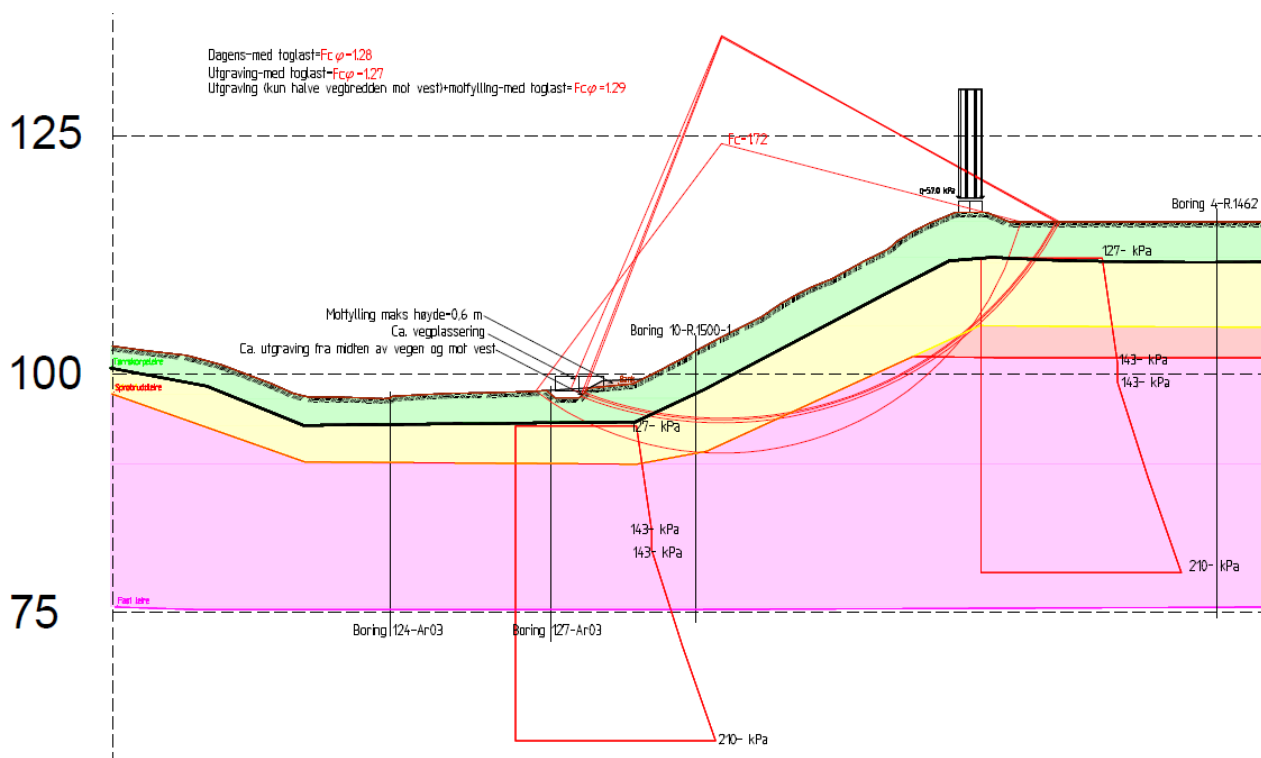
Figur 16: Beregningsresultat – utgravingsfase for snitt 3B-3B

## 4.8 Beregningsresultat for snitt 4-4

### 4.8.1 Ferdig bygd situasjon

Vegen ligger i bunnen av den høye jernbanefyllingen. Plassering av veg virker at den vil ha positiv effekt på stabiliteten av jernbanefyllingen. Beregnet sikkerhetsfaktor er over 1,4 i totalspenningsanalyse (kortvarig situasjon) og er over 1,25 i effektivspenningsanalyse (langvarig situasjon). Vegen påvirker stabiliteten positivt. Beregningsresultat er vist i Figur 17.





Figur 17: Beregningsresultat – ferdig bygd situasjon og utgravingsfase for snitt 4-4

#### 4.8.2 Anleggsfase (utgraving for veiutvidelse)

Utgraving i dette snittet er vurdert fra midten av eksis. veg og mot vest (Heimdalsvegen).

Utgraving for veiutvidelse vil ha en beskjeden effekt på stabiliteten opp mot jernbanefylling, da veien ligger i foten av skråningen. Kravet til absolutt sikkerhetsfaktor for både total- og effektivspenningsanalyse er oppnådd i utgravingsfase. Ved å legge utgravde masser ved siden av gravegropen på østside (mot jernbanefylling) (maks høyde 0,6 m, samme bredde av gravegropen), vil dette gi en opprinnelig sikkerhetsfaktor i dagens tilstand før utgraving, noe som øker robustheten (ingen forverring). Beregningsresultat er vist i Figur 17 over.

## **5 Konklusjon og oppsummering**

### **5.1 Ferdig bygd situasjon**

Vegen vil enten ikke ha påvirkning eller beskjeden positiv effekt på områdestabilitet og jernbanefyllingen.

### **5.2 Utgravingsfase**

Der vegen ligger i toppen av skråning vil dette enten ikke ha betydning, eller vil gi en beskjeden positiv effekt.

Der vegen ligger i foten av skråningen/i skråningen påvirkes områdestabiliteten negativ. For å oppnå krav til absolutt sikkerhetsfaktor i anleggsfasen er følgende tiltak nødvendig:

- 1- Legge utgravde masser ved siden av gravegroppen (stort sett for de fleste snitt er på østside av vegen), dette gir en tilstrekkelig forbedring av stabiliteten.
- 2- Utføre utgravingsarbeid seksjonsvis f.eks. 5 m lange seksjoner, kombinert med løsning i 1. punkt (utlegging av utgravde masser ved siden av gravegroppen).
- 3- Langs deler av vegen kan utgraving i midten av vegen og mot dyrkemark føre til ingen forverring av stabiliteten, men dette må kartlegges presist i anleggsfase.

### **5.3 Videre arbeid**

Det må planlegges i prosjektering/detaljprosjekteringsfase i samarbeid med VA-prosjekterende hvordan veg utbredelse skal utføres for å detaljprosjekttere behovet for evt. midlertidig deponering av gravemasser/motfylling eller seksjonsvis utgraving i de aktuelle delstrekninger.

I detaljprosjektering skal plan for utførelse, rekkefølge og tilhørende eventuelle tiltak fremlegges i detaljer.

## 6 Tegninger

V05: Plassering av eksis/utvidet veg, samt plassering av beregningsnitt

## 7 Vedlegg

Vedlegg 1. Faregradsklassifisering av kvikkleiresone Heggstad

Vedlegg 2. Sonderingsresultat og borprofil fra relevante datarapporter lagt til grunn i beregninger

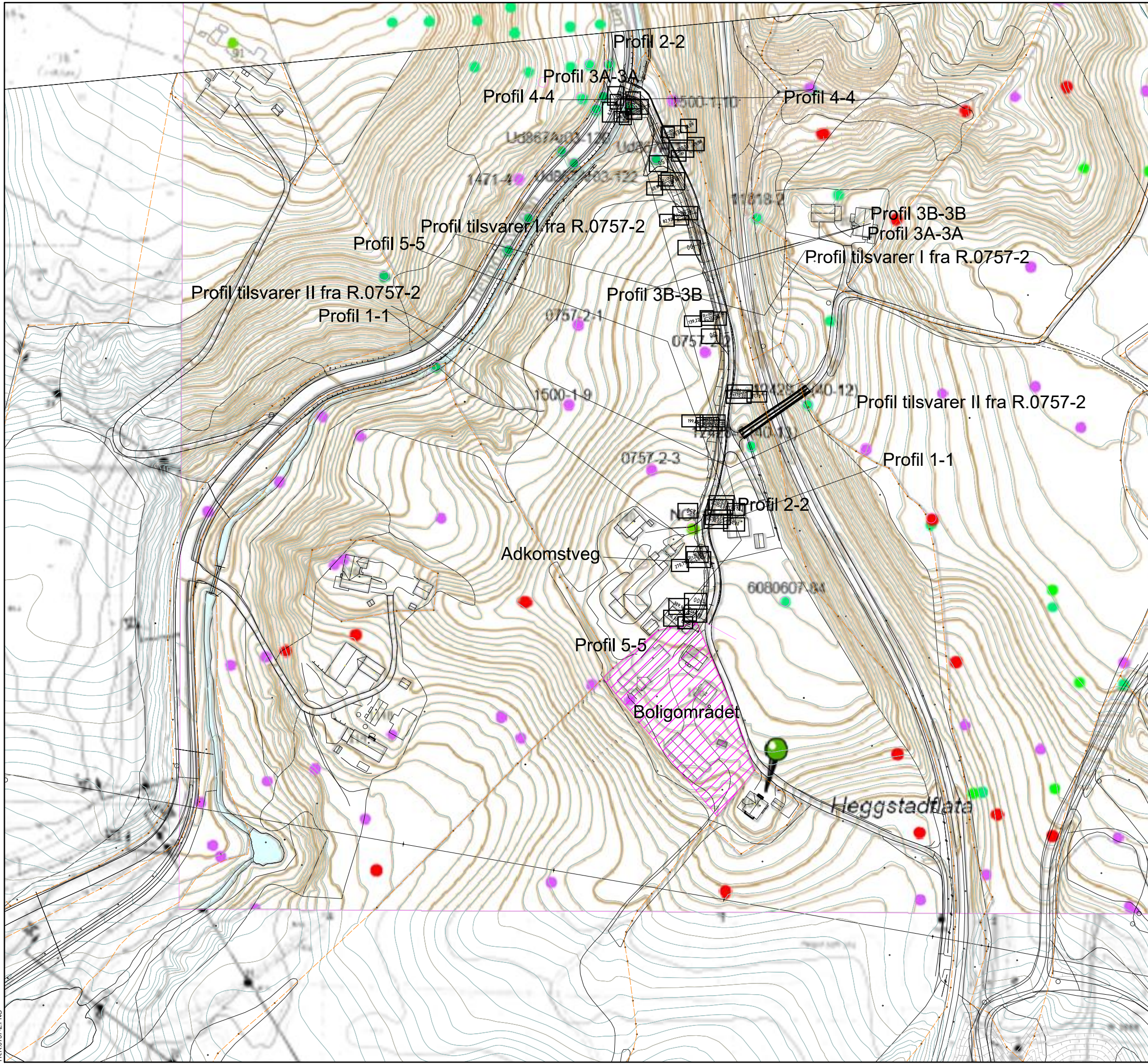
### Referanser

- [1] <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- [2] «NVE retningslinjer 2-2011; Flaum - og skredfare i arealplanar, sist revidert 2014».
- [3] «Veileder Nr. 1/2019 ; Sikkerhet mot kvikkleireskred».
- [4] «Notat 5188443-RIG02; Heggstadflata parkeringsplass - geoteknisk vurdering iht. NVE kvikkleireveileder. Utarbeidet av Norconsult, datert 10-12-2019».
- [5] Bane NOR. Prosjekteringsveileder Detaljplan Geoteknikk.  
<https://proing.opm.jbv.no/wiki/fag/underbygning/geoteknikk/detaljplan>.
- [6] Statens vegvesens Håndbok N200 – Vegbygging, 2018.
- [7] «Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire (2014); «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer». Rapport 14-2014».
- [8] «Vurderingsrapport R1500-4, rev.C: «Heggstad søndre, områdestabilitet. Stabilitetsberegninger for dagens tilstand», utarbeidet av Trondheim kommune, datert 24.04.2013».

J02	2021-06-09	Oppdatert etter NVE veileder 1/2019	Shaima Ali Alnajim	Henning Tiarks	Birgitte Kahrs
01	2020-07-08	For bruk	Shaima Ali Alnajim	Henning Tiarks	Birgitte Kahrs
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

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.

X:\norconsult\Trondheim\5188445\88443\BIM\Geoteknikk\A\K\I\I\05-notat RIG04-vurdering av adkomstveg.dwg - SHAAL - Plottet: 2020-07-06, 22:28:5 - LAYOUT = V05 - XREF = T\_Geom\_rev\_3D\_kart fra soil - RASTER = 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



Tegningsnummer	Revisjon
V05	00

00	2020-07-07	Geoteknisk vurdering av skredssikkerhet	ShaalHeTiaBisKa
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet Fagkontroll Godkjent

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

Trondheim kommune/Trondheim eiendom	Målestokk (gjelder A1)
	1:1000

Heggstadflata - omsorgsboliger  
Geoteknisk vurdering av adkomstveg  
Områdestabilitetsvurdering iht. NVE veileder  
Plassering av adkomstveg og beregningsnitt

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5188443	V05	00

# Faregradsevaluering for kvikkleiresone Heggstad 436



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

Oppdatering av tidligere faregradsevaluering fra 15.03.2003.

Norconsult-oppdagsnr.	5188443						
Oppdragsgiver:	Trondheim Kommune						
Oppdragsnavn:	Heggstadiata omsorgsboliger						
Sted:	Heggstad - Trondheim kommune						
Faktor	Vekttall	Faregrad, score			Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	Flere gamle rasgrop
Skråningshøyde (m)	2	>30	20-30	15-20	<15	3	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	Terrenget i området er endret mye med avlastning/fylling
Poretrykk, Overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	Ingen poreovertrykk
Poretrykk, Undertrykk (kPa)	-3	>+50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk	1	Det er registrert undertrykk i fleste av punktene
Kvikkleiremekktighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tyrt lag	3	I noen snitt er det registrert tykt lag ifrt. Skråningshøyde
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	St over 100 er registrert, f.eks. boring 11-R. 1500-1, sensitivitet er 500
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	Søra- og Heggstadbekken er erosjonssikret
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	Tillaket skal utføres (kompensert) slik at ingen ekstra last påføres skråningsstopp. Noe som ikke vil medføre terrengmessige endringer i forhold til dagens situasjon.
Inngrep: Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	Mot sør er stabiliserende tiltak utført med motfylling, heving og sikring av Heggstadbekken. Mot vest er det gjort samme; motfylling, heving av veg og bekk samt steinsetning av Søra bekken.
Sum (poengsum)		51	34	17	0		
% 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			
Boligenheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen	3	Tett>5
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	3	Mer enn 50 personer
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	1	Begrenset: Huset som ligger lengst nord på tomta har verneverdi B
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2	ADT=3500 for Heimdalsvegen
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	3	1
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	2	Regionalnett
Oppdemning/floem	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2	Oppdemning av Søra og Heimdalsvegen ved et evt. kvikkleireskred
Sum (poengsum)		45	30	15	0		
% av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%		
Faregrad (poengsum 15):	Lav						3. Meget alvorlig

Skadekonsekvens (poengsum 22):	0,31
Risikoklasse boengsum:	0,84
Risikoklasse er:	2649
	4

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

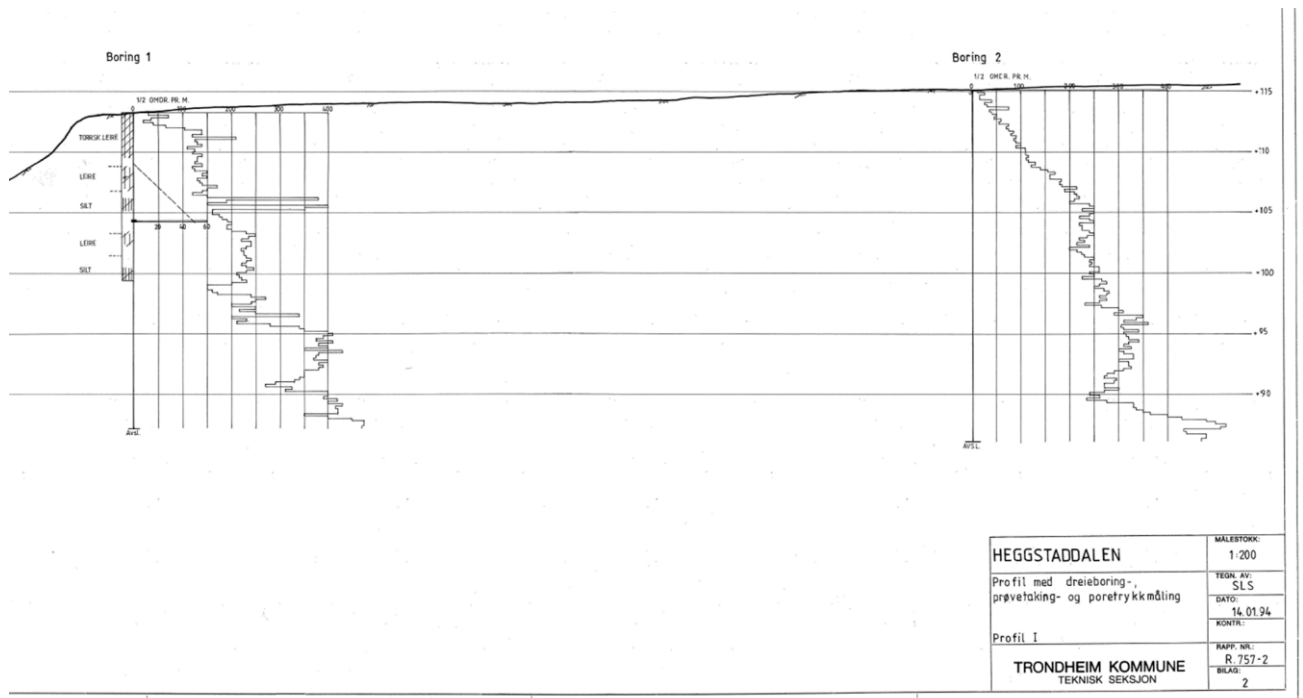
3: 631-1900

4: 1901-3200

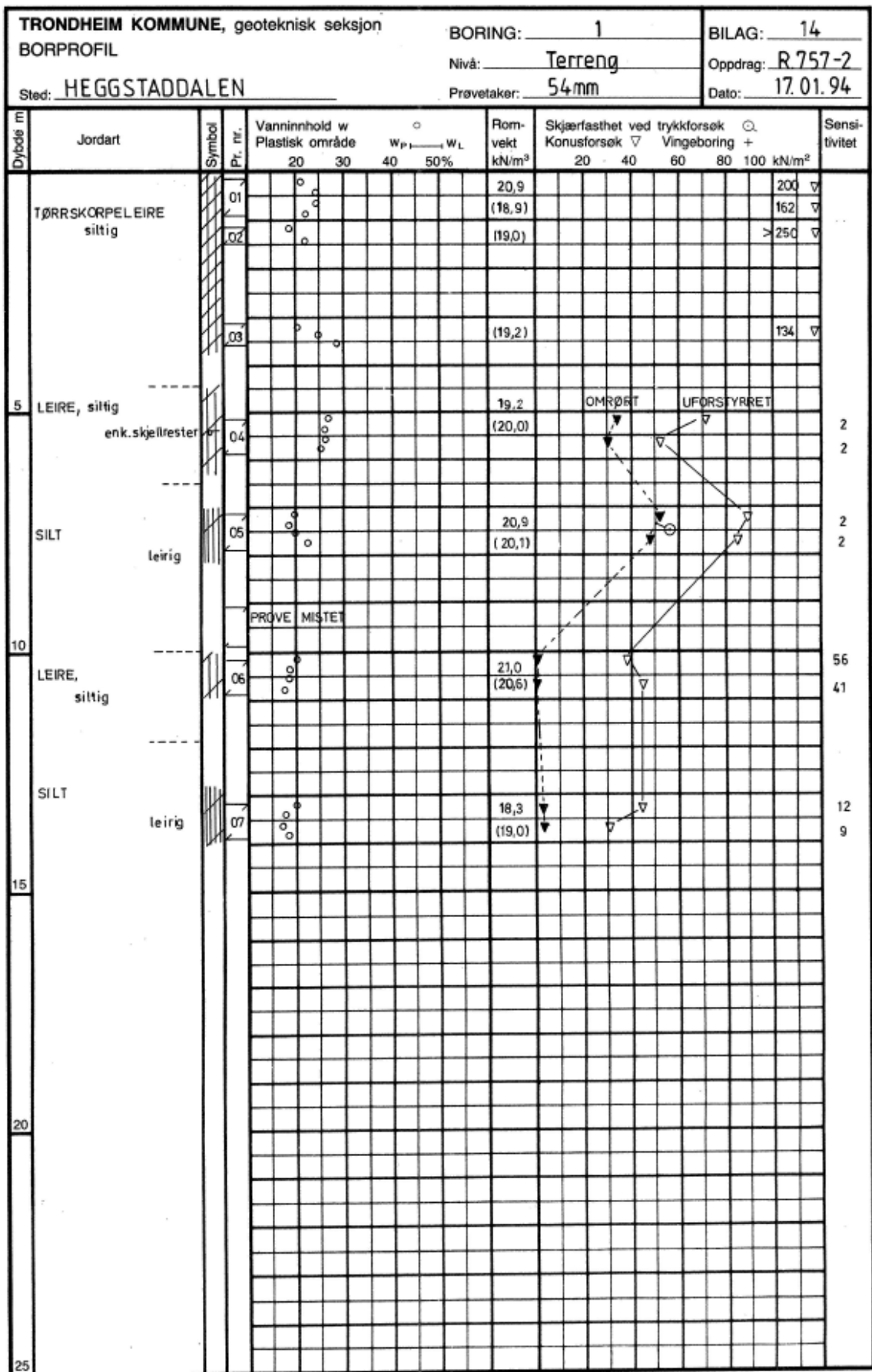
5: 3201-10000

Dato	15-02-2021
Utført	Shaal
Kontrollert	Helia
Godkjent	

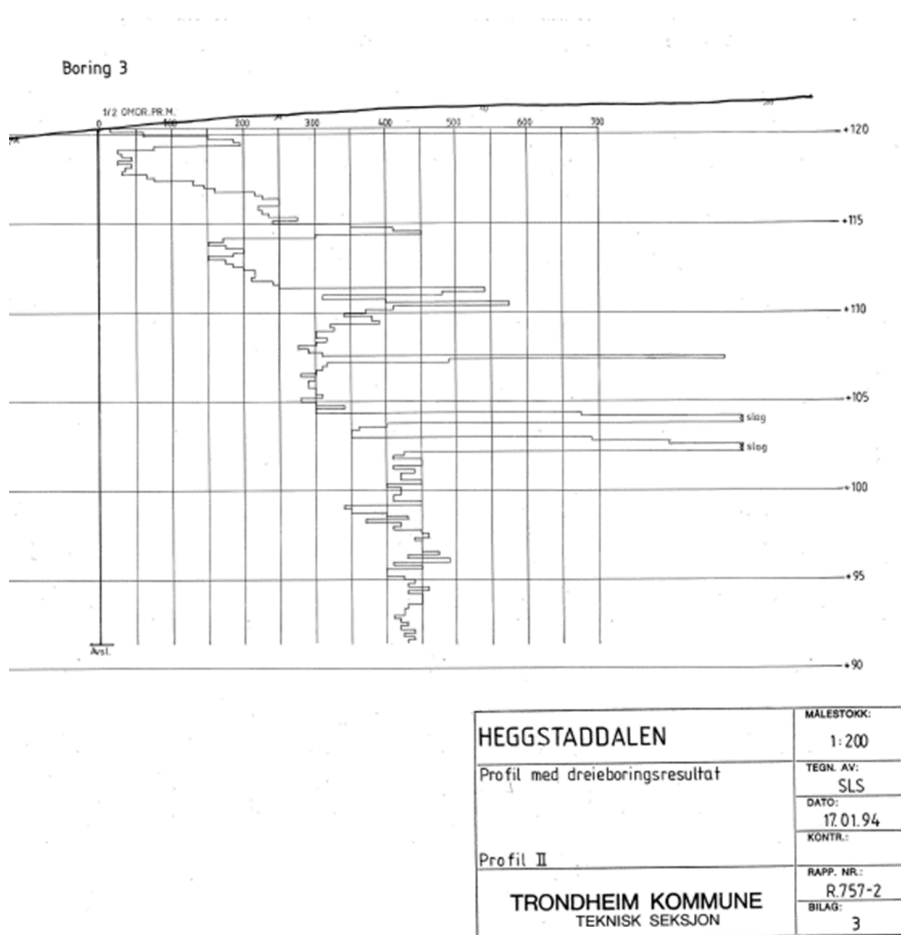
5188443-RIG04-rev.02 - Vedlegg 2. Sonderingsresultat og borprofil fra relevante datarapporter



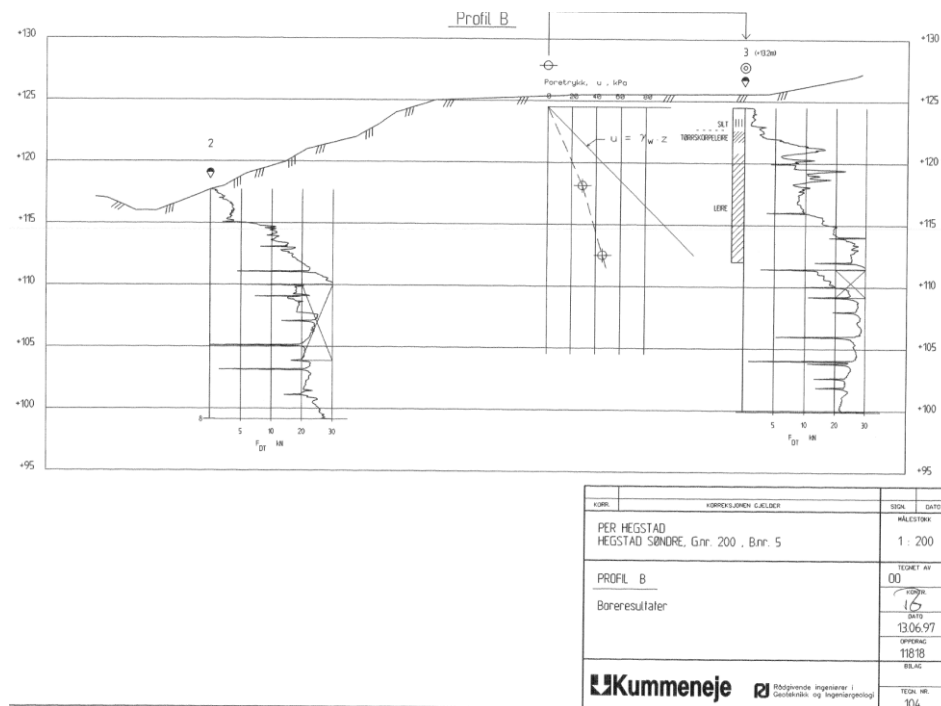
Figur 1: Sonderingsresultat - boring 1 og 2 fra rapport R.0757-2



Figur 2: Borprofil - boring 1 rapport R.0757-2

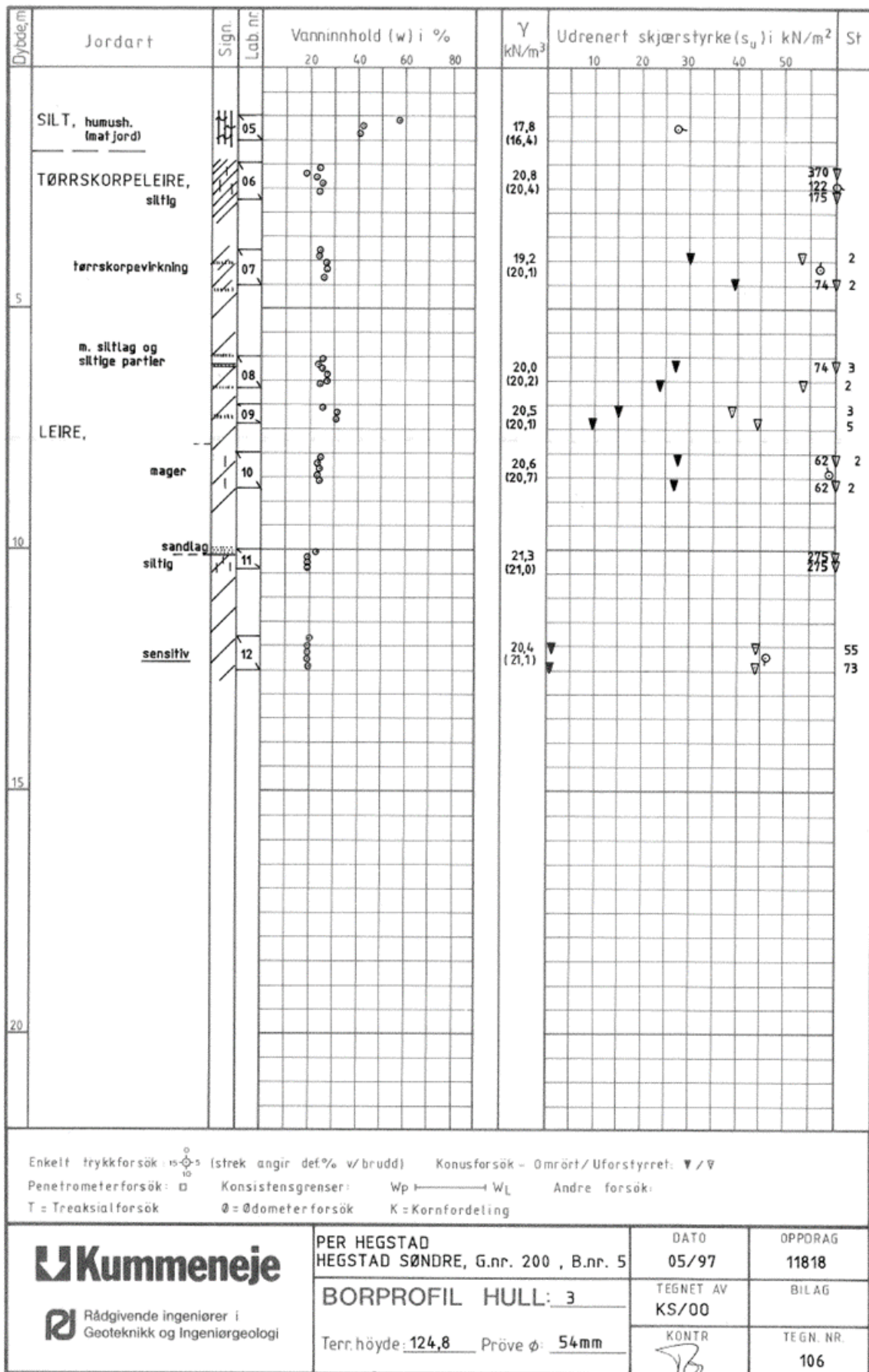


Figur 3: Sonderingsresultat - boring 3 fra rapport R.0757-2

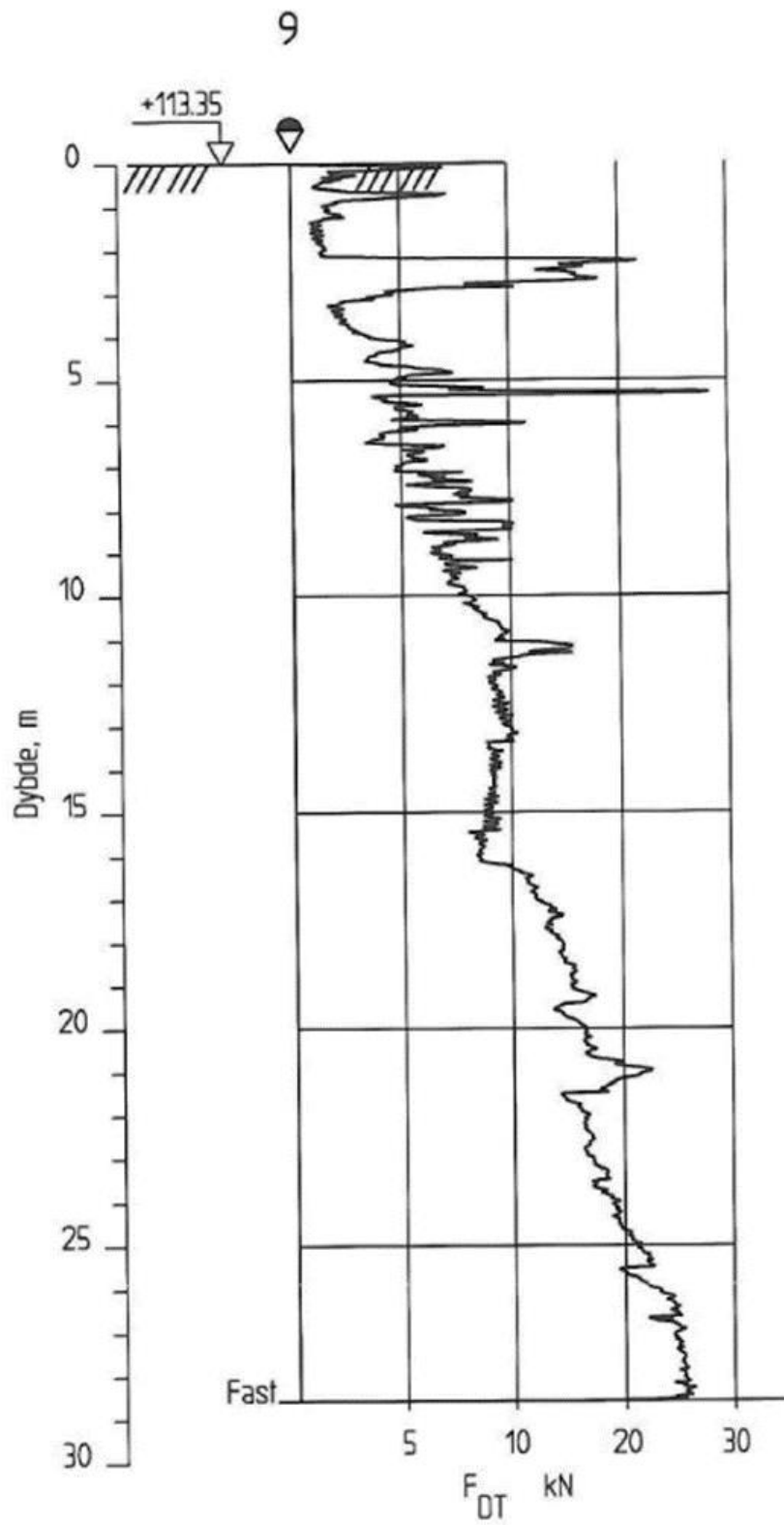


Figur 4: Sonderingsresultat - boring 2 og 3 fra rapport 11818

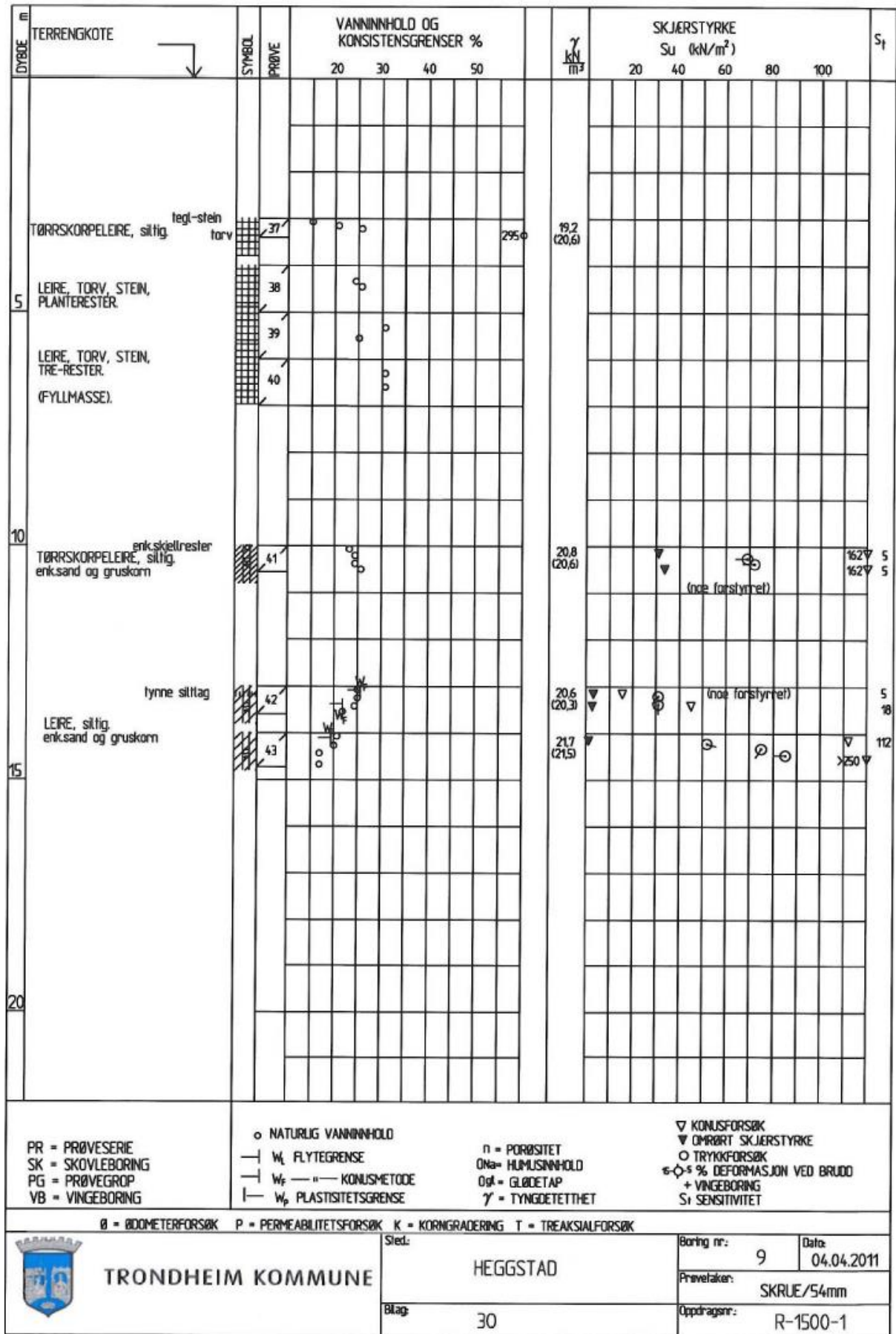




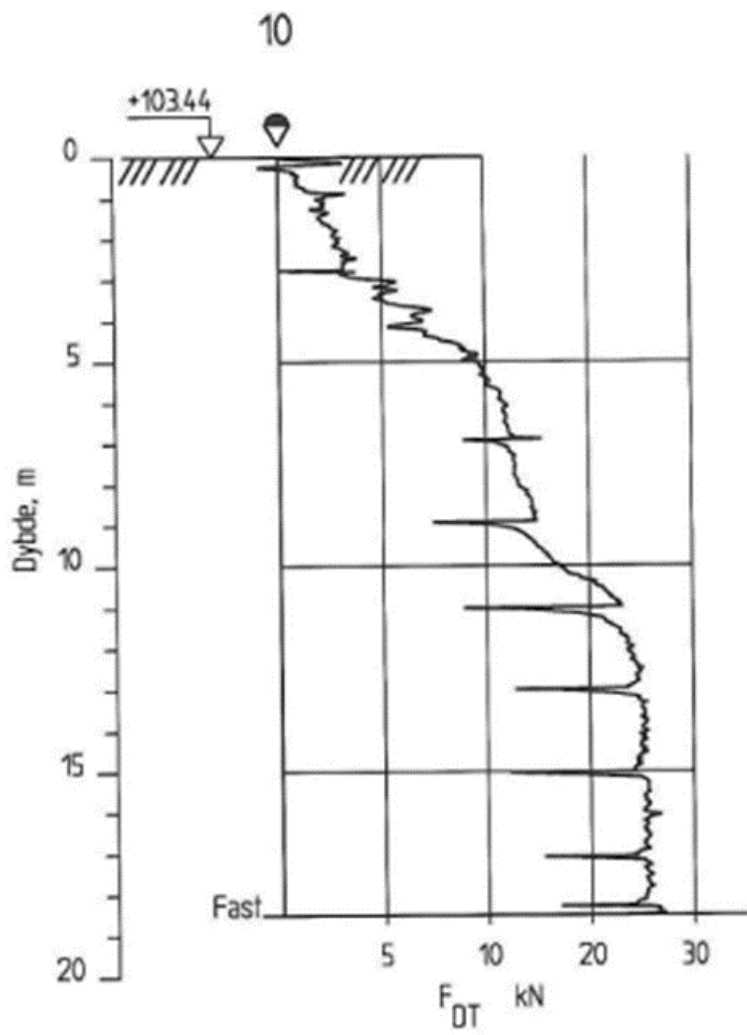
Figur 5: Borprofil - boring 3 rapport 11818



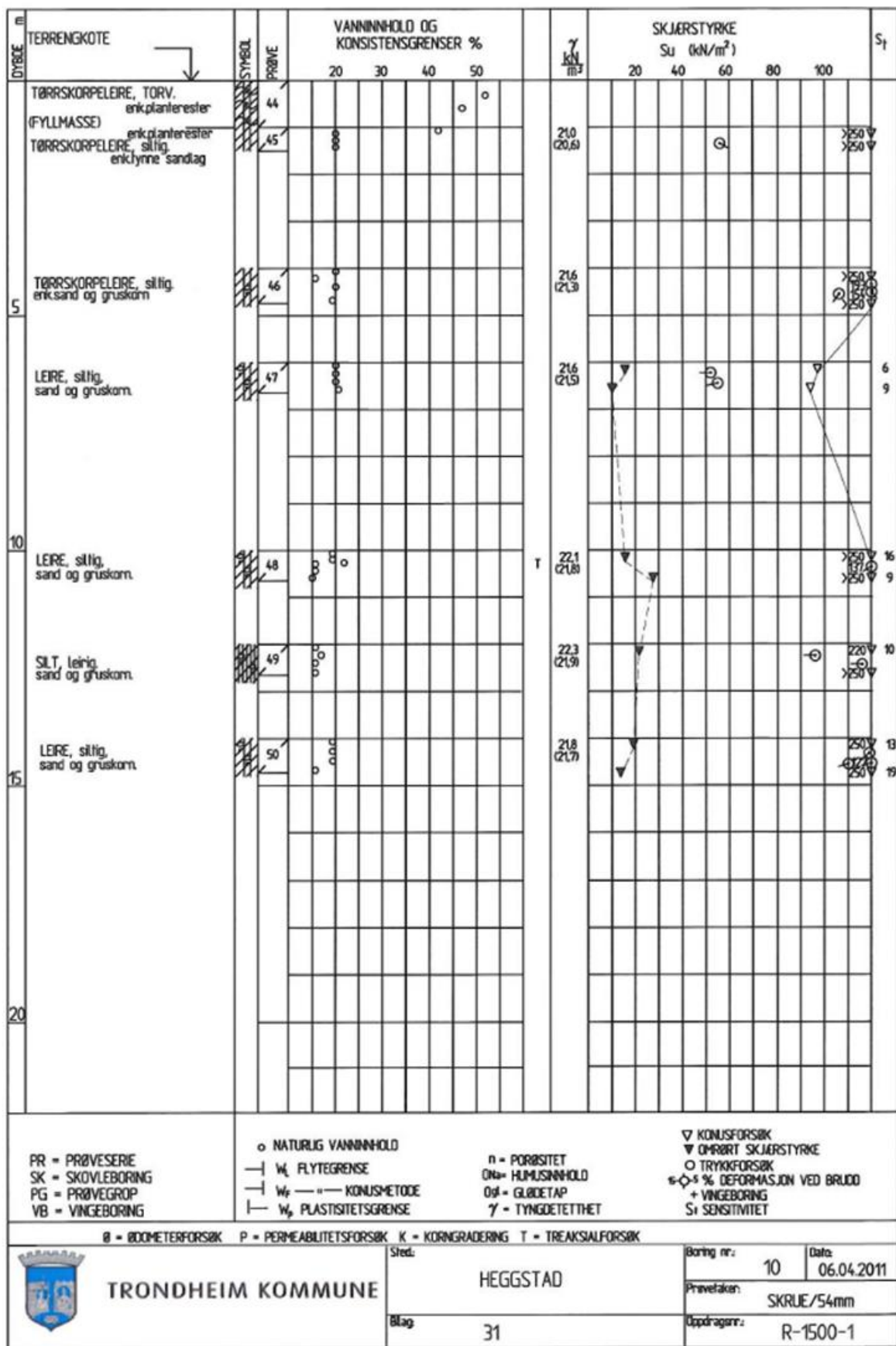
Figur 6: Sonderingsresultat - boring 9 fra rapport R.1500-1



Figur 7: Borprofil - boring 9 rapport R.1500-1

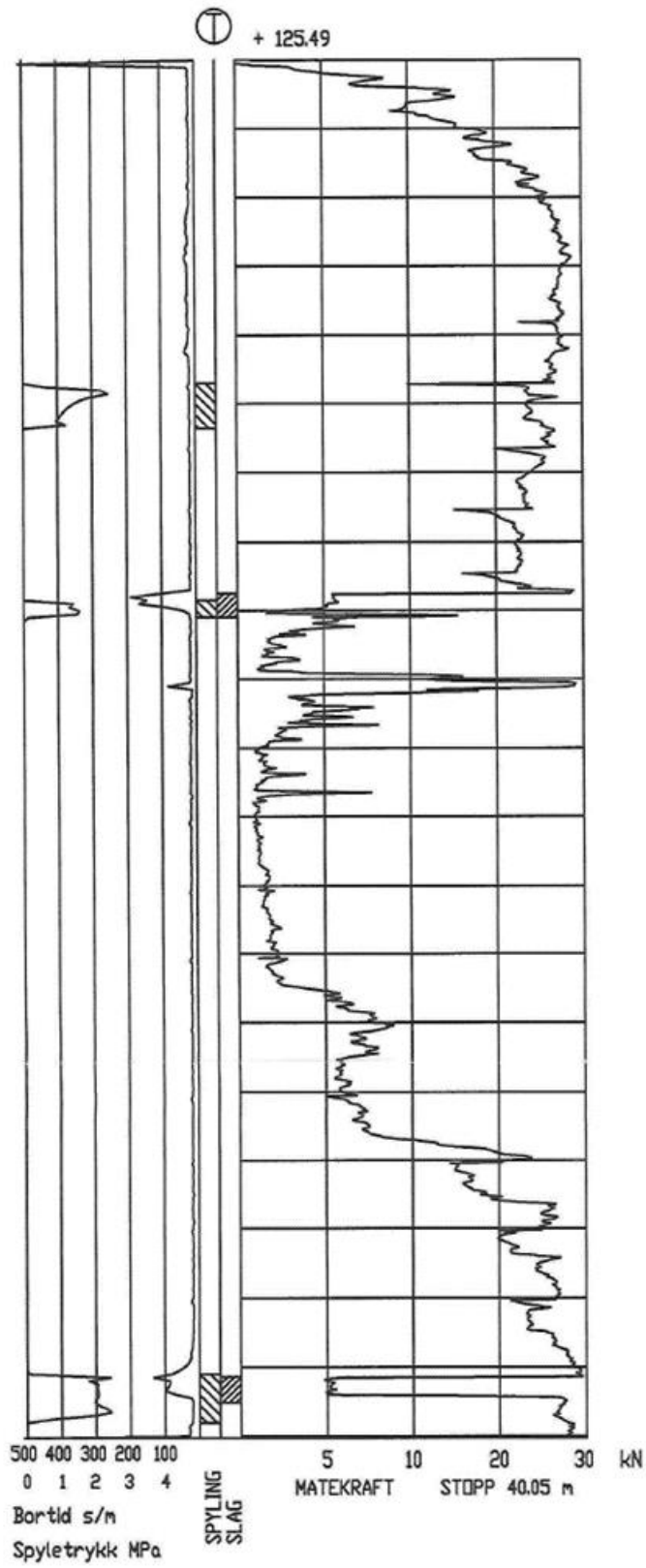


Figur 8: Sonderingsresultat - boring 10 fra rapport R.1500-1

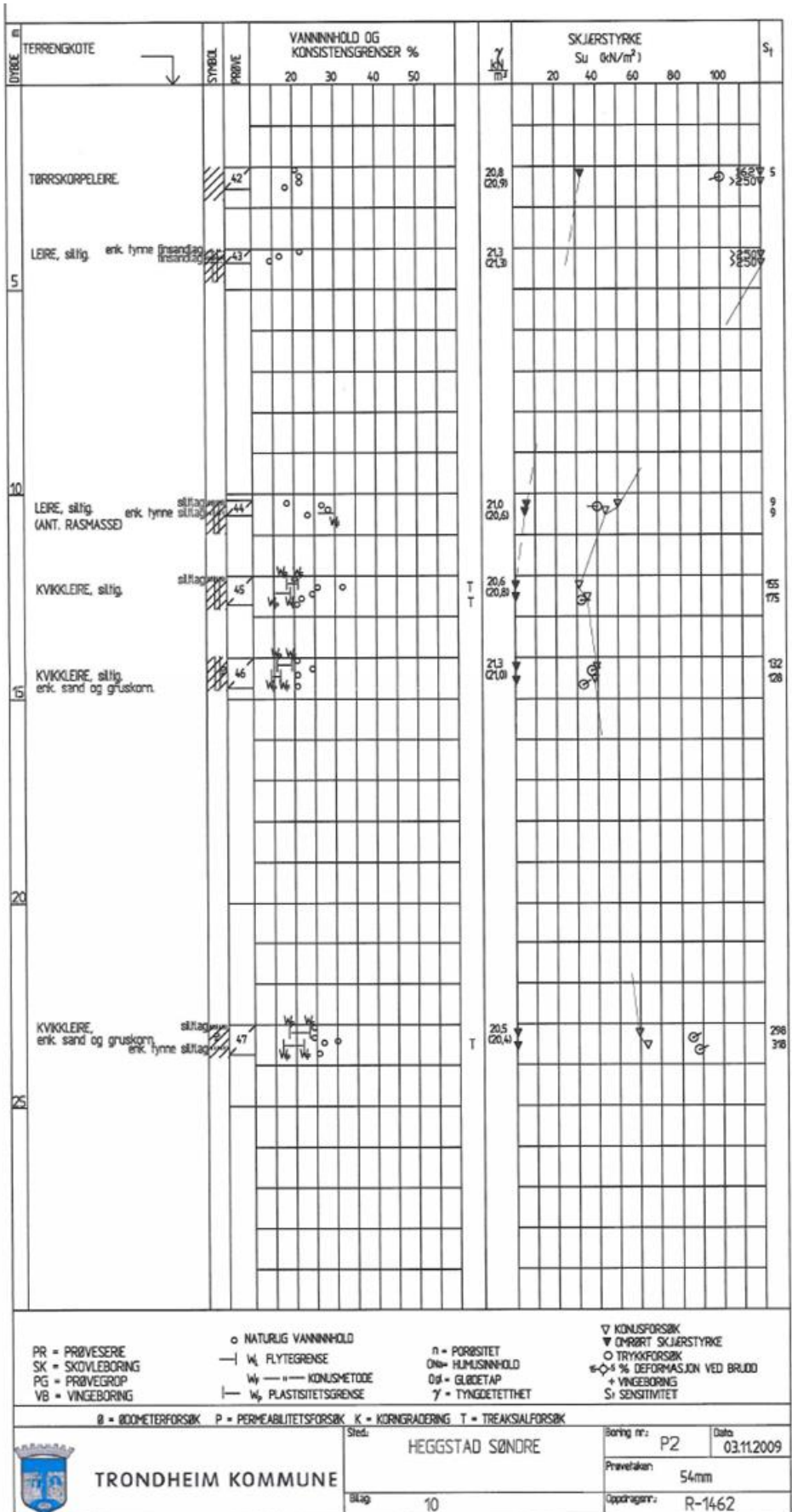


Figur 9: Borprofil - boring 10 rapport R.1500-1

P.1

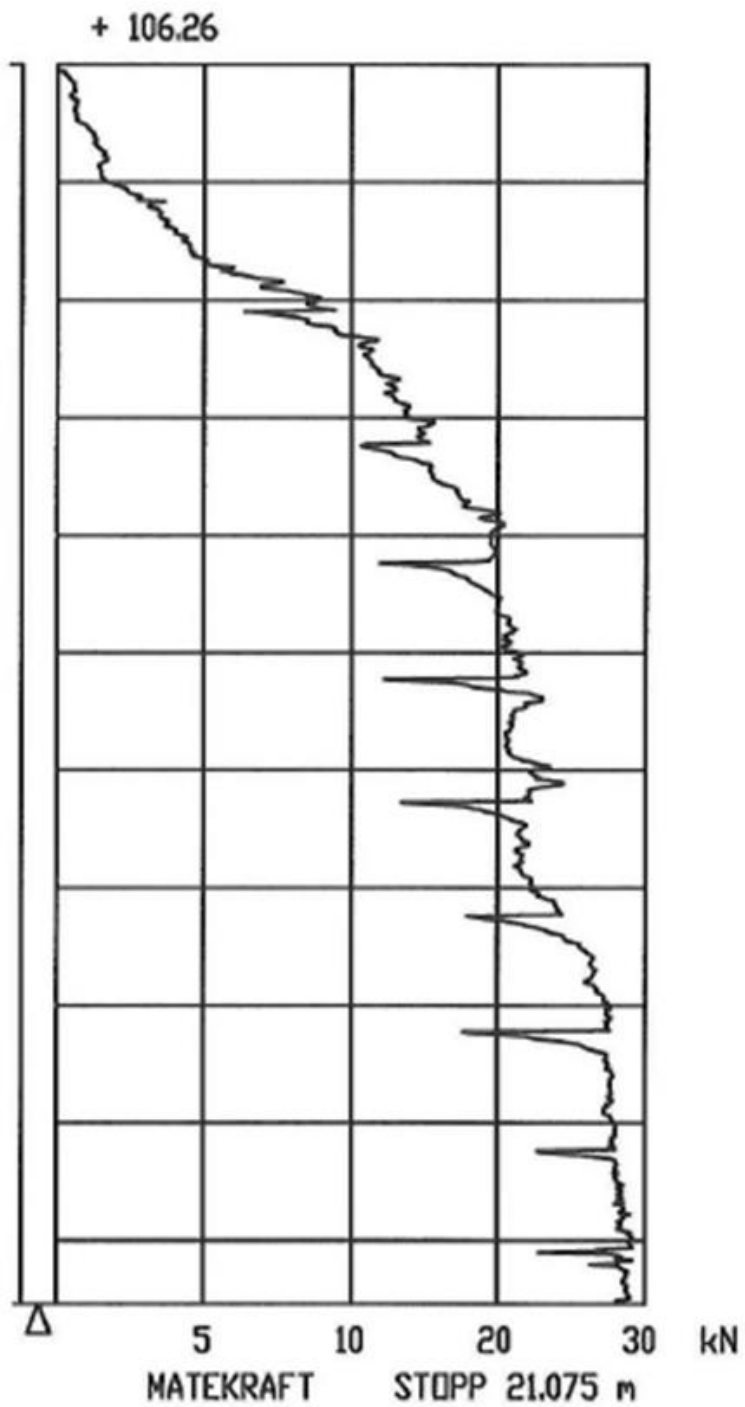


Figur 10: Sonderingsresultat - boring P1 fra rapport R.1462



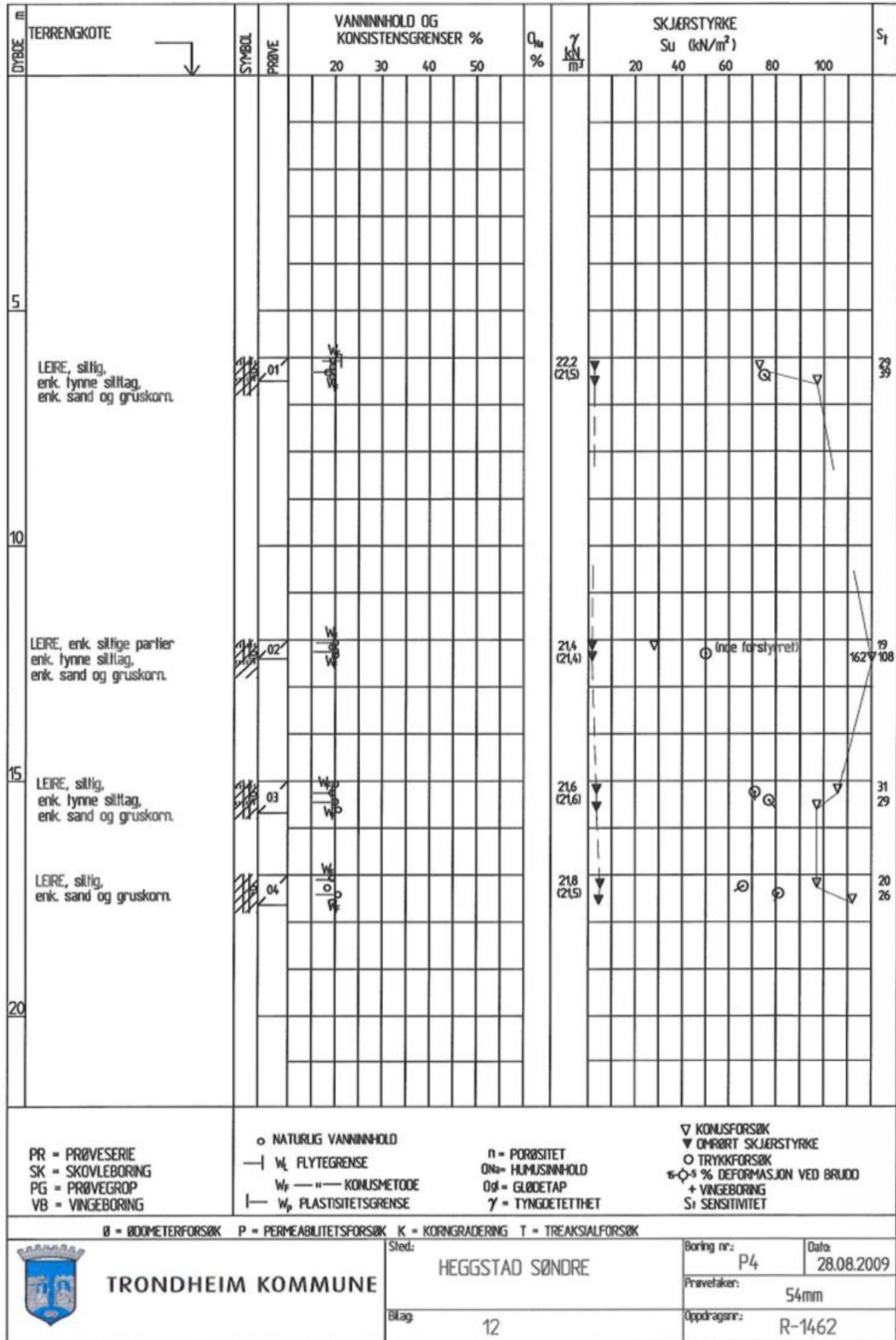
Figur 11: Borprofil - boring P2 fra rapport R.1462

# P.4

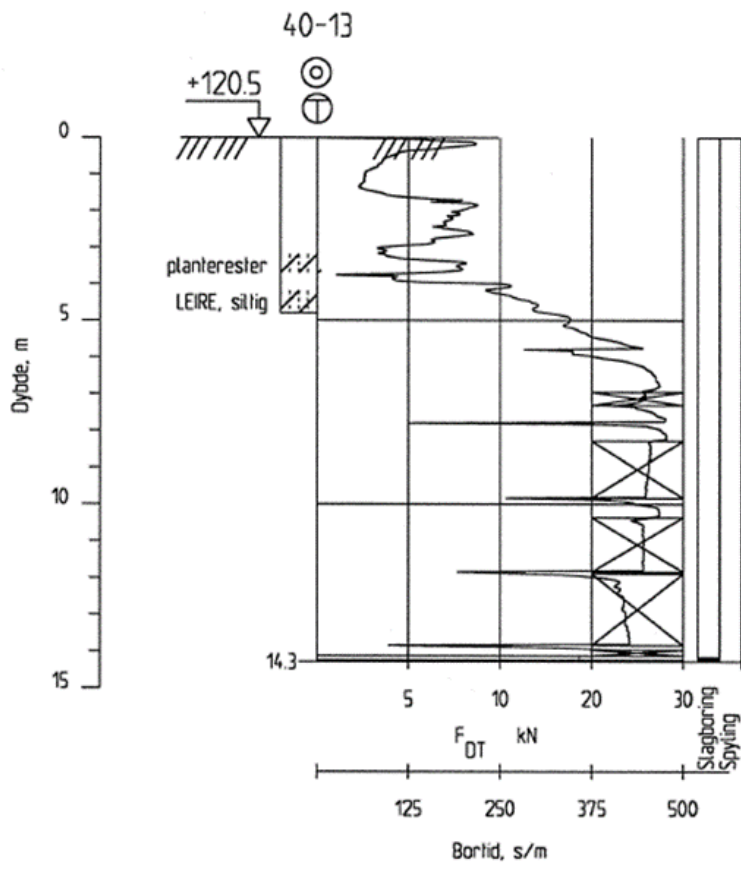


Figur 12: Sonderingsresultat - boring P4 fra rapport R.1462





Figur 13: Borprofil - boring P4 fra rapport R.1462



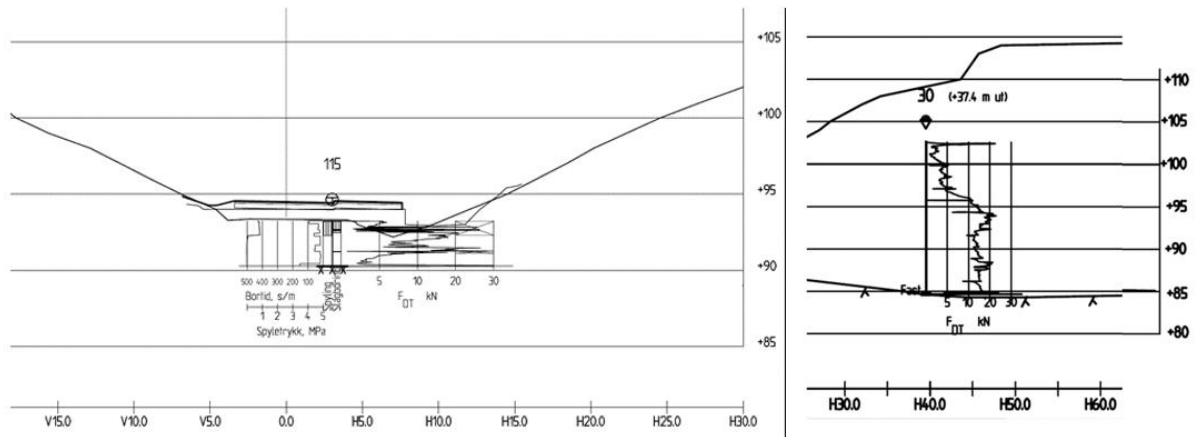
Figur 14: Sonderingsresultat - boring (40-13) fra rapport 12428-06

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærstyrke (S <sub>u</sub> ) i kPa				S <sub>l</sub>
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	LEIRE,	planterester	11					20.8 (21.1)					180 215
		siltig	12					20.6 (21.2)					175 200 215
10													
15													
20													

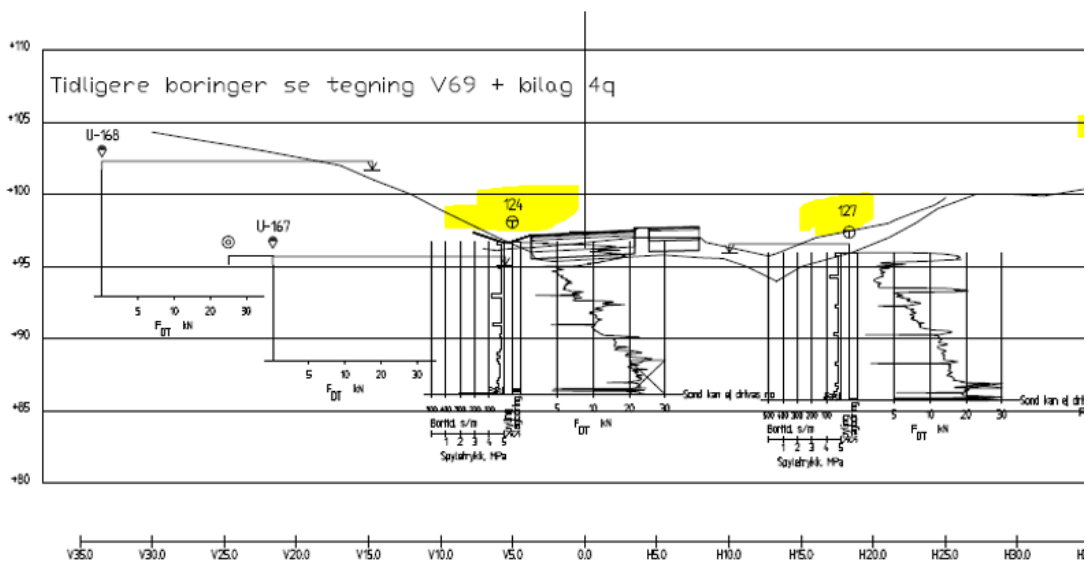
Enkelt trykkforsøk : (strek angir def. % v/ brudd)    Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret :  $\nabla$  /  $\nabla$   
 Penetrometerforsøk :     Konsistensgrense : W<sub>p</sub> | ——— | W<sub>L</sub>    Andre forsøk :  
 T = Treksialforsøk    Ø = Ødoneterforsøk    K = Kornfordeling

	JERNBANEVERKET REGION NORD OPPDAL - TRONDHEIM	DATO 10/00	OPPDRAG 12428
	BORPROFIL    Kryssing 715A hull 40-13	TEGNET AV 	BILAG
	Terr.høyde: +120.5    Prøve ø: 54mm	KENTR 	TEGN. NR. V666

Figur 15: Borprofil - boring (40-13) fra rapport 12428-06

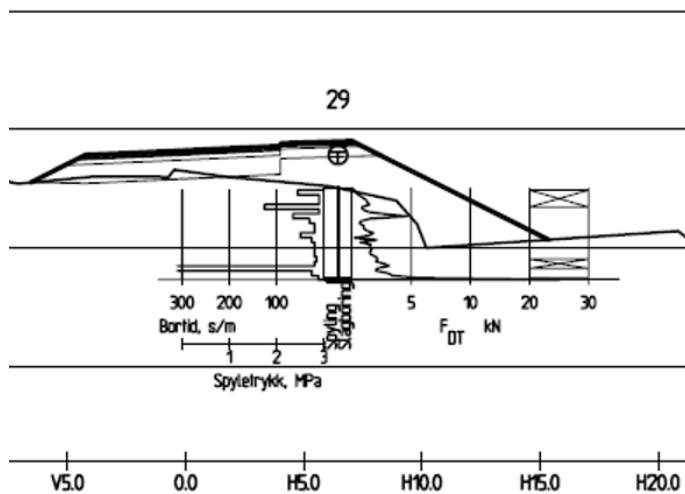


Figur 16: Sonderingsresultat - boring 30 og 115 fra SVV rapport Ar03



Profil 2590  
1:200

Figur 17: Sonderingsresultat - boring 124 og 127 fra SVV rapport Ar03



Figur 18: Sonderingsresultat - boring 29 fra SVV rapport Ar01