

NORLANDSBANEN OTERÅGA KRYSSINGSSPOR

Rapport Geoteknikk kvikkleire

- Akseptert
 Akseptert m/kommentarer
 Ikke akseptert / kommentert
 Revider og send inn på nytt
 Kun for informasjon

Sign.:

05D	Oppdatert iht Bane NOR kommentarer	22.05.2019	NOASEL	NOMAGM	NOHJEL
04D	Som bygget. Revidert iht. Bane NOR kommentarer	25.04.2019	NOASEL	NOMAGM	NOHJEL
03A	Supplerende undersøkelser	30.10.2017	SEBBQB	NOBEVE	NODYRS
02A	Oppdatert iht Bane NOR kommentarer	04.04.2017	SEBBQB	SEJCOL	NOHELJ
01A	Oppdatert iht Bane NOR kommentarer	31.03.2017	SEBBQB	SEJCOL	NOHELJ
00A	Supplerende undersøkelser	24.03.2017	SEBBQB	SEJCOL	NOHELJ
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel: Nordlandsbanen, (Fauske) - Bodø Oteråga kryssingsspor Rapport Geoteknikk kvikkleire		Ant. sider, inkl. vedlegg:			
		16			
		Produsent	Sweco		
		Prod. dok. nr.			
		Erstatning for			
		Erstattet av			
Prosjekt nr – Prosjektnavn – Parsell: 999400 – Oteråga kryssingsspor		Dokument nr. IUP-00-A-19984			Rev. 05D
		Drift dokument nr. KU-029802-000			Drift ev. 000

Innhold

1	INNLEDNING	4
2	FELT- OG LABORATIONUNDERSØKELSER	4
3	GRUNNLAG FOR RAPPORT GEOTEKNIKK	4
4	TOPOGRAFI OG GRUNNFØRHOLD	4
5	SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING	5
6	LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE	5
7	STABILITET	6
7.1	BEREGNINGSFORUTSETNINGER	6
7.2	BEREGNINGRESULTAT	7
8	SETNINGER	7
9	BÆREEVNE	7
10	GEOTEKNISKE VURDERINGER OG KONKLUSJON	7
11	REFERANSER	8

VEDLEGG

<u>Nr</u>	<u>Tittel</u>	<u>Sider</u>
(1)	Vurdering av faresone	7
(2)	Evaluering av faregrad	1

Totalt antall sider: 8

DOKUMENT INFORMASJON

Dokumenthistorikk

Rev.	Endringsbeskrivelse
00A	Supplerende undersøkelser
01A	Oppdatert iht Bane NOR kommentarer
02A	Oppdatert iht Bane NOR kommentarer
03A	Supplerende undersøkelser
04D	Som bygget. Oppdatert iht Bane NOR kommentarer
05D	Oppdatert iht Bane NOR kommentarer (Referanse 9 justert)

1 INNLEDNING

Sweco Civil AB har på oppdrag fra Bane NOR gjennomført supplerende geotekniske undersøkelser for å klargjøre mulig forekomst av kvikkleire i området rundt Oteråga stasjon i Bodø kommune. Undersøkelsene ble utført i 2017. Etter dette har supplerende undersøkelser blitt utført av Norconsult AS i mai 2017 [10].

Rapporten beskriver resultatene fra de utførte undersøkelsene. Geotekniske tiltak er presentert i rapport [6] og i notater [7], [8] og [9].

2 FELT- OG LABORATIONUNDERSØKELSER

De supplerende undersøkelsene er utførte i området rundt den planlagte adkomstvegen til stasjonen og i sporområdet mellom stasjonen og den planlagte kulverten. En supplerende undersøkelse ble også utført vest for planlagt anleggsveg.

Resultatet av de supplerende undersøkelsene presenteres i Datarapport Geoteknikk [4] og [10].

3 GRUNNLAG FOR RAPPORT GEOTEKNIKK

I tillegg til over nevnte Datarapport Geoteknikk har følgende grunnlag blitt brukt:

- Datarapport Grunnundersøkelser, 2015 [3]
- Beregningsteknisk PM, 2017 [5]
- Rapport Geoteknikk, 2017 [6]
- Notater, 2017 [7], [8] og [9]

4 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

Det aktuelle området heller mot Skjerstadvjorden sør for området. Den nordre delen av området ligger ca. +15 m i nivå, og de lavere delene i sør ligger ca. +8 m. Ved eksisterende stasjonsbygninger er bakken fylt opp ca. 2,5 m over opprinnelig bakkenivå. Fyllingen heller mot sør ca. 1:2. Generelt heller eksisterende bakkeoverflate ca. 1:10 sørover.

Utførte undersøkelser viser at jorden på stasjonsområdet øverst består av et vegetasjonslag som er underlagret av ca. 1 m gruset sant. Ved eksisterende stasjonbygninger består jorden øverst av ca. 2,5 m fyllingsmateriale. Materialet vurderes å bestå i hovedsak av grusig sand. Sanden underlagres av et, opp til, 16 m tykt leirlag over friksjonsjord på fjell.

Kvikkleire har ved hjelp av laboratorieanalyser blitt påvist i punkt 16S031 mellom 11-16 m dybde under eksisterende overflate og i punkt NC101 mellom 5-6 m. Også i tidligere undersøkt punkt 16S005 viser laboratorieanalyser på kvikkleire mellom 5-6 m dybde. I forbindelse med bygging av kulverten ble det truffet på kvikkleire på 5-6 meters dybde ved kulvertens nordre side. Ikke noen av de andre utførte laboratorianalysene, hverken i denne eller tidligere faser har vist på kvikkleire. Forekomsten av kvikkleire vurderes derfor å være lokal.

Sprøbruddmateriale behandles som kvikkleire (omrørt skjærfasthet $c_{ur} \leq 0,5$ kPa) og sprøbruddmateriale slik det er definert i NVEs veileder 7/2014 [1], dvs $c_{ur} \leq 2,0$ kPa og sensitivitet $St > 15$. Sprøbruddmateriale ble funnet i punktene 16S005, 16S007, 16S009B,

16S031, 16S034, NC101 og NC103. Det mektigste lag finnes i punktet 16S009B hvor det er 13 m. Se Vedlegg 1 for vurdering av faresone.

Laboratorieanalyser viser at leiren som forekommer i området har et vanninnhold mellom 16 og 34 %. Leirens tyngde er ca. 19,4-21,8 kN/m³. Den udrenerte skjærfastheten har, i laboratorium, blitt bestemt til mellom 8-39 kPa. Utførte CPTU-sonderinger viser at den udrenerte skjærfastheten varierer mellom 12-45 kPa.

Vest for anleggsvegen viser utført totalsondering i punkt 16S033 på at det ikke forekommer kvikkleire, tidligere beskrivelse av grunnforhold i [6] (kapittel 6.5.3) gjelder også etter utført supplering.

Det er ikke blitt gjort registrering av grunnvann i forbindelse med undersøkelsene.

5 SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING

Se Vedlegg 1 for beskrivelse av faresone.

Evaluering av faregrad er blitt utført iht referanse [2], kapittel 5, Tabell 2. Faregraden i området med kvikkleire er vurdert som middels (se Vedlegg 2).

I følge Tabell 5.2 i referanse [1] passer planlagt bygging inn som et K2-tiltak, noe som er et tiltak som påvirker stabiliteten negativt men ikke medfører tilflytting av personer.

Tabell 5.2 beskriver også det som trengs for at tilfredstillende områdestabilitet skal oppnås avhengig av tiltakskategori og faregrad. For K2-tiltak med middels faregrad skal sikkerhetsfaktor for områdestabilitet være $F \geq 1,4$.

For lokalstabilitet har det blitt brukt krav satt av Bane NOR. I følge krav i Teknisk regelverk [11] (Stabilitet, kapittel 2.1.1, tabell 2) er laveste godtagbare sikkerhetsfaktor ved alvorlig skadekonsekvensklasse og sprø bruddmekanisme $F \geq 1,5$. Ved sprøbruddmekanisme og glideflater som involverer spor skal sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet være $F \geq 1,6$.

Stabilitetskrav for de planlagte tiltaken i området presenteres også i notat [7], [8] og [9].

Geoteknisk kategori ble bestemt til 2 i [6]. Ettersom kvikkleire/sprøbruddmateriale forekommer i større omfang enn hva som var kjent når [6] ble skrevet har geoteknisk kategori blitt endret til 3 (GK3) i henhold til NS EN 1997-2.

6 LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE

Løsneområdet (L/H) klasseres som middels, noe som medfører at L/H vurderes å bli maksimalt 10 (se nedan).

Indikator	Vekttall	Stor L/H	Middels L/H	Lav L/H	Null
		3	2	1	0
b/D ved L1	1	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
b/D ved 2L1 eller 3L1*	2	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
Avstand fra foten av initial skred til kvikkleirelomma	1	$x_1 < L_1$	$x_1 \sim L_1$	$x_1 > L_1$	—
Forhold ved skredporten	2	Stor elv eller dal	Bekkedal/ravine med bredde av samme størrelse som skredporten	Flere hindringer og/eller veldig trang ravine	—
Tidligere skredhendelser	1	L/H > 10	5 < L/H < 10	L/H ≤ 5	—
$s_u/\gamma \cdot D$	1	$s_u/\gamma \cdot D < 0.1$	$0.1 \leq s_u/\gamma \cdot D \leq 0.25$	$s_u/\gamma \cdot D > 0.25$	—
SUM		24			

*Avhengig av type skråning.

Tabell fra NGIs tekniske notat [12]

Hver faktors vurdering er innrammet i rødt. Summen av poengene:

$$(1*0) + (2*0) + (1*2) + (2*3) + (1*1) + (1*1) = 10$$

Middels L/H klasse omfatter poengverdier fra 10 til 15. På grunnlag av de oppsatte kriteriene, vil disse profilene, relativt sett, oppnå en maksimal L/H = 10.

Sannsynlig utstrekning av utløpsområdet har blitt bestemt i henhold til kapittel 6.4 i NVE Rapport 14-2016 [13]. Skredtype er vurdert å være retrogressive ettersom mektigheten av kvikkleire/sprøbruddsmaterialer er mer enn 40 % i forhold til kritisk glideflate i profil 704130 i notat [8]. Ved retrogressive skred i åpent terreng gjelder følgende:

$$\text{Utløpsdistanse (Lu)} = 1,5 * \text{Løsnedistanse (L)}$$

$$\text{Løsnedistanse (L)} \text{ vurderes å være } 10 * H = 10 * 5 = 50 \text{ m.}$$

$$\text{Utløpsdistanse (Lu)} \text{ vurderes å være } 1,5 * L = 1,5 * 50 = 75 \text{ m.}$$

Se Vedlegg 1 for løsne- og utløpsområde i plan.

7 STABILITET

Supplerende stabilitetsberegninger er utført for kryssingsspor, adkomstveg til stasjonen og rampe for gang- og sykkelvei langs nordre siden av sporene. Beregningene presenteres i notat [7], [8] och [9].

7.1 Beregningsforutsetninger

Valg av materialeparametere, trafikklast m.m. presenteres i [7], [8] og [9].

7.2 Beregningsresultat

Resultater presenteres i [7], [8] og [9].

8 SETNINGER

Generell informasjon om setningsberegninger presenteres i Beregningsteknisk PM [5].
Informasjon om setningsberegninger for adkomstveg til stasjonen presenteres i notat [8].

9 BÆREEVNE

Generell informasjon om bæreevneberegninger presenteres i Beregningsteknisk PM [5].
Informasjon om bæreevneberegninger for adkomstveg til stasjonen presenteres i notat [8].

10 GEOTEKNISKE VURDERINGER OG KONKLUSJON

Grunnundersøkelsene bekrefter at det finnes kvikkleire i området. Kvikkleiren vurderes dog kun å forekomme i lokale lommer.

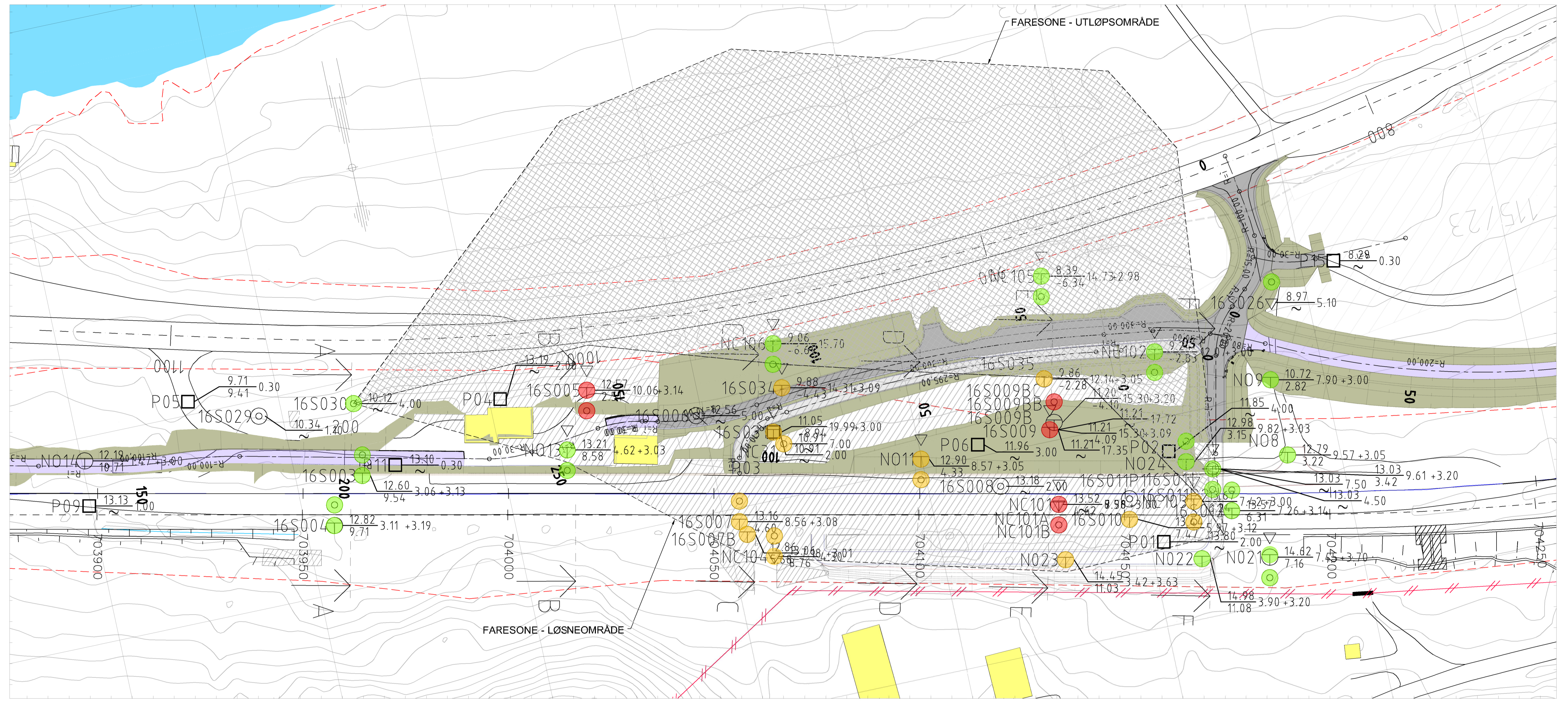
Endringer av tidligere foreslåtte geotekniske forsterkningstiltak i Rapport Geoteknikk [6] har krevts. De tiltak som kreves for å oppnå tilstrekkelig stabilitet for adkomstvegen presenteres i notat [8] og for rampen nord for spor i notat [9]. For å øke stabiliteten i forbindelse gravearbeider for nytt kryssingsspor har utgravingens dybde blitt redusert, noe som presenteres i notat [7].

11 REFERANSER

- [1] NVE, Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper 7/2014, 2014
- [2] NGI (2001): Program for økt sikkerhet mot leirskred – metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikklere. Rapport 20001008-2, Revisjon 3, datert 8. oktober 2008
- [3] Norconsult AS, IUP-00-A-05755-00A Datarapport grunnundersøkelser, 2015
- [4] Sweco Civil, IUP-00-A-19961 Datarapport grunnundersøkelser, 2017
- [5] Sweco Civil, IUP-00-A-19962 Beregningsteknisk PM, 2017
- [6] Sweco Civil, IUP-00-A-19960 Rapport Geoteknikk, 2017
- [7] IUP-00-A-19998, 22890005 RIG N01, Kryssingsspor, datert 07.07.2017
- [8] IUP-00-A-19999, 22890005 RIG N02, Adkomstveg, datert 14.07.2017
- [9] IUP-00-A-50396, Stabilitetsberegning Ramp Nord
- [10] Norconsult AS, IUP-00-A-19994 Datarapport Geoteknikk – suppleringer mai 2017
- [11] BaneNor, «Jernbaneverkets tekniske regelverk for prosjektering av underbygning (JD520) https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/,» 2017
- [12] NGI (2015): Beskrivelse av L/H tabellen for vurdering av løснеområdet for områdessked. Teknisk notat 20140848-01-TN, Revisjon 2, datert 2016-02-01
- [13] NVE, Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred, Rapport nr 14-2016, 2016

VEDLEGG 1 – VURDERING AV FARESONE

Vedlegg tilhøre Rapport Geoteknikk kvikkleire, "IUP-00-A-19984", datert 22.05.2019

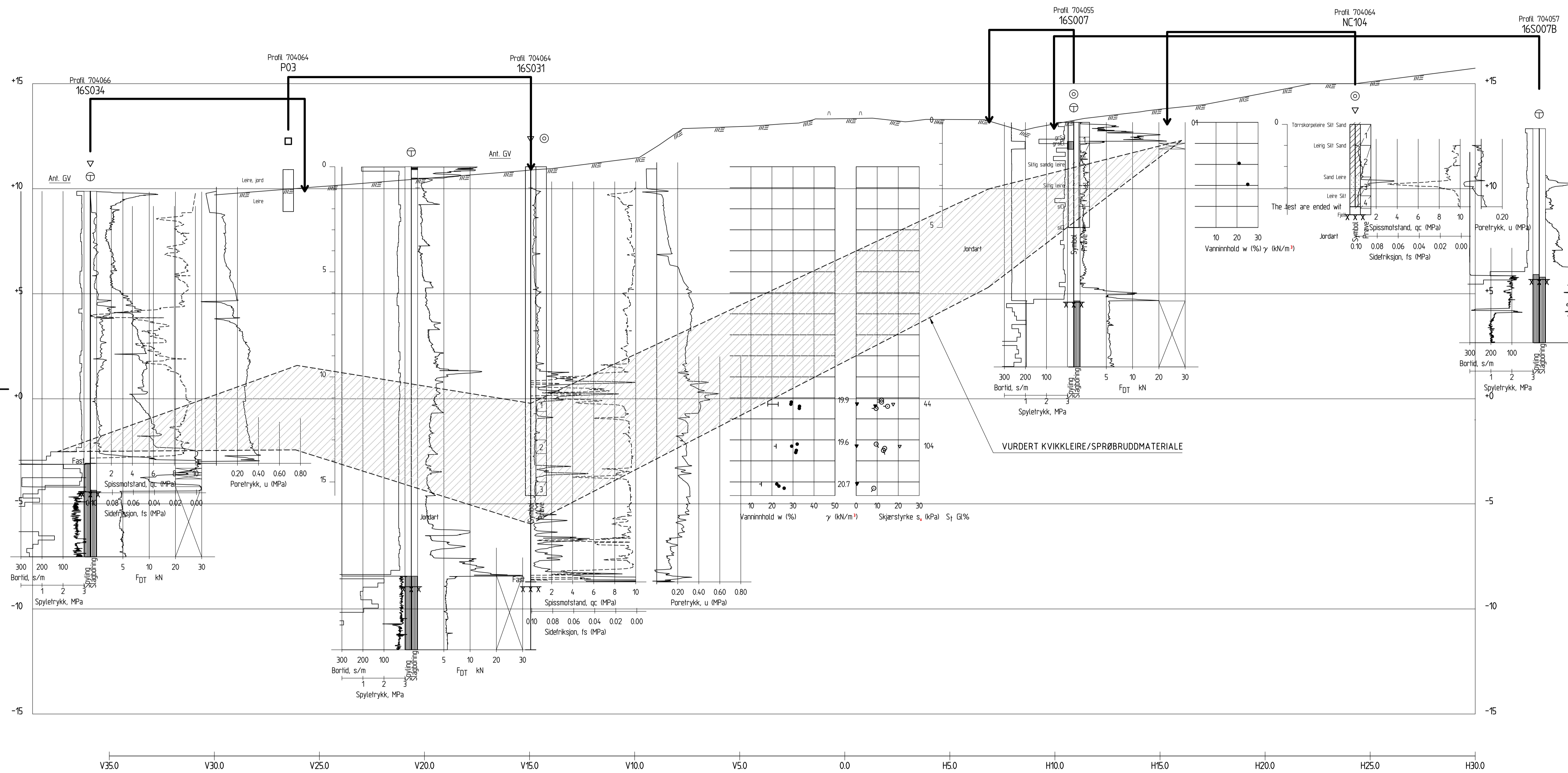


PLAN
1:500

- Ikke påvist/antatt kvikkleire
- Mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale

RAPPORT GEOTEKNIKK KVIKKLEIRE, IUP-00-A-19984
VEDLEGG 1 - VURDERING AV FARESONE
PLAN

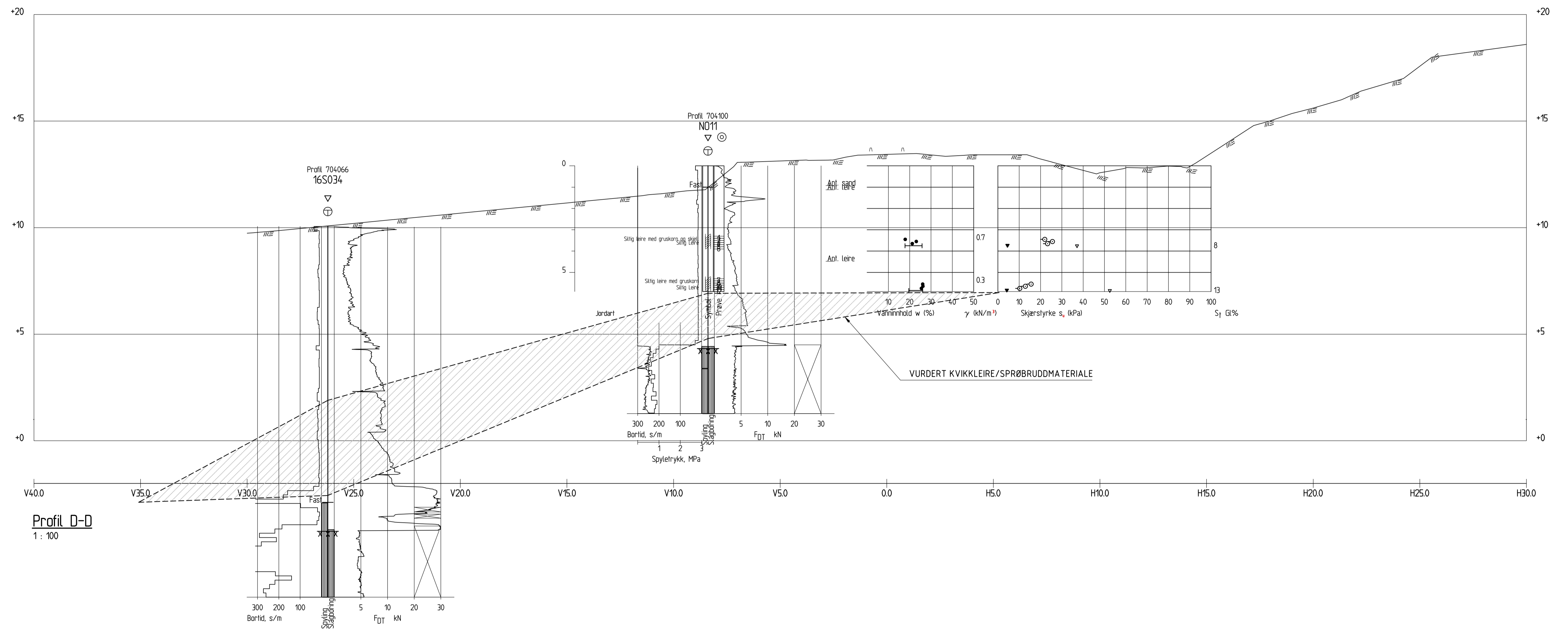
04.04.2017, REV. 25.04.2019



Profil C-C
1 : 100

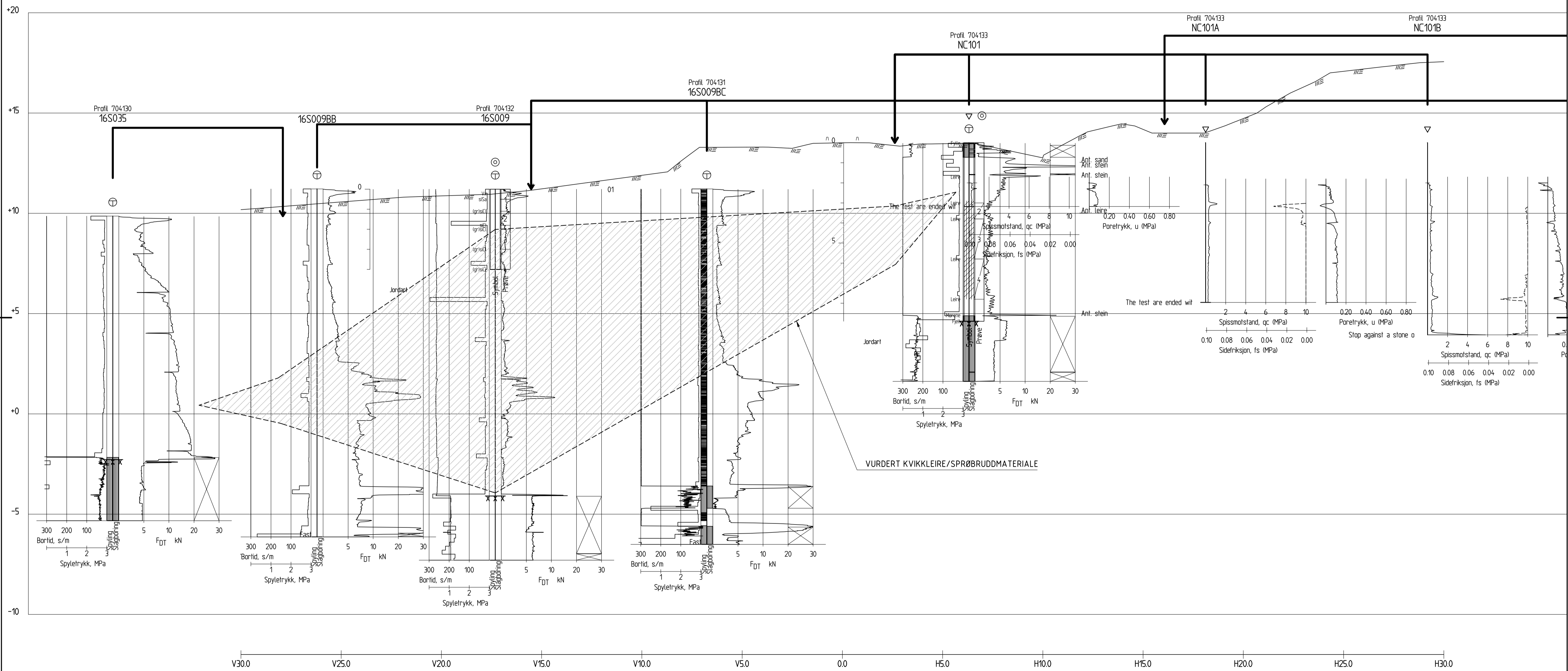
RAPPORT GEOTEKNIKK KVIKKLEIRE, IUP-00-A-19984
VEDLEGG 1 - VURDERING AV FARESONE
PROFIL C-C

04.04.2017, REV. 30.10.2017



RAPPORT GEOTEKNIKK KVIKKLEIRE, IUP-00-A-19984
VEDLEGG 1 - VURDERING AV FARESONE
PROFIL D-D

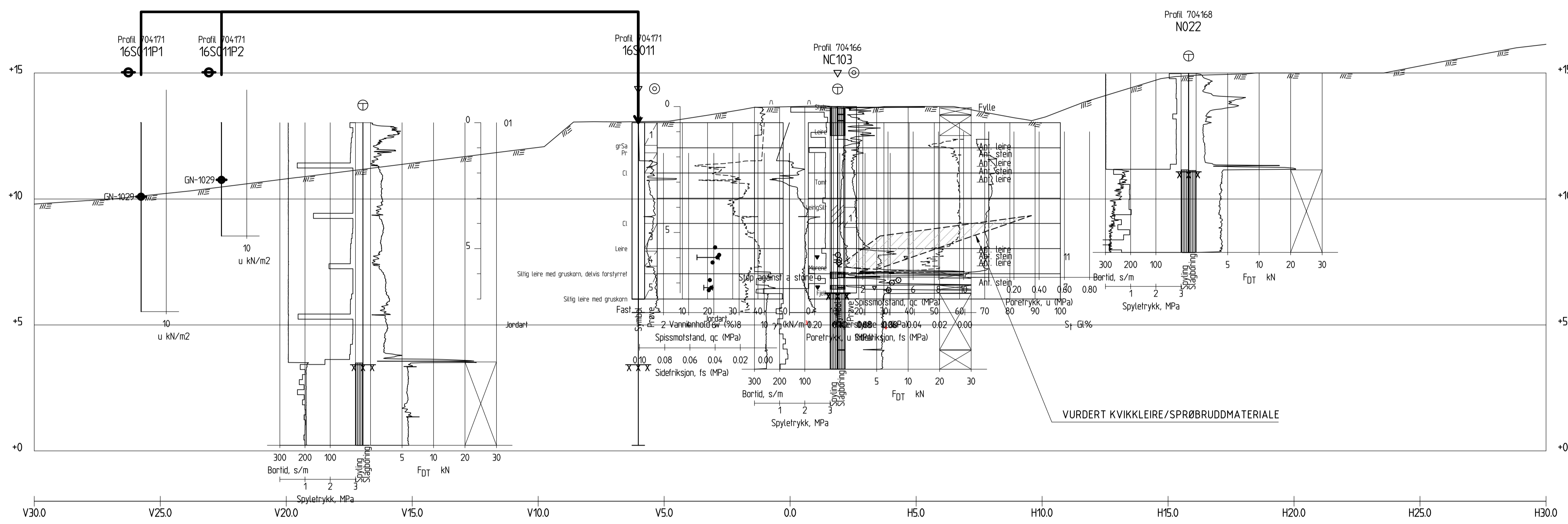
04.04.2017, REV. 30.10.2017



Profil E-E
1: 100

RAPPORT GEOTEKNIKK KVIKKLEIRE, IUP-00-A-19984
VEDLEGG 1 - VURDERING AV FARESONE
PROFIL E-E

04.04.2017, REV. 30.10.2017



Profil F-F
 1 : 100

RAPPORT GEOTEKNIKK KVIKKLEIRE, IUP-00-A-19984
 VEDLEGG 1 - VURDERING AV FARESONE
 PROFIL F-F

04.04.2017, REV. 30.10.2017

H:\ringing\Swecask\Grunn\Oppdrag\1601\1702\2680001\01\BILAGA STIKEN - Delrapportering\07 Teigringeborene\1\Bilaga 1 - Profil Sørøst Skapar av Hellbom, Car. 2017.10.30.14.37

VEDLEGG 2 – EVALUERING AV FAREGRAD

Vedlegg tilhøre Rapport Geoteknikk, "IUP-00-A-19984", datert 22.05.2019.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk	Overtrykk, kPa:	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
	Undertrykk, kPa:	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep:	forverring	3	Stor	Noe	Liten
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 2 fra NGI (2001): Program for økt sikkerhet mot leirskred, Rapport 20001008-2

Hver faktors faregrad er innrammet i rødt. Summen av poengene:

$$(1*2) + (2*0) + (2*3) + (3*0) + (2*2) + (1*2) + (3*0) + (3*2) = 20$$

Faregradsklasse middels omfatter alle soner med poengverdi fra 18 til 25.