



NVE Region Øst

Flomsikring Svellet, Fet

Grunnundersøkelser og geofaglige vurderinger

Rapport 10-42 nr. 1 revidert 17.11.10

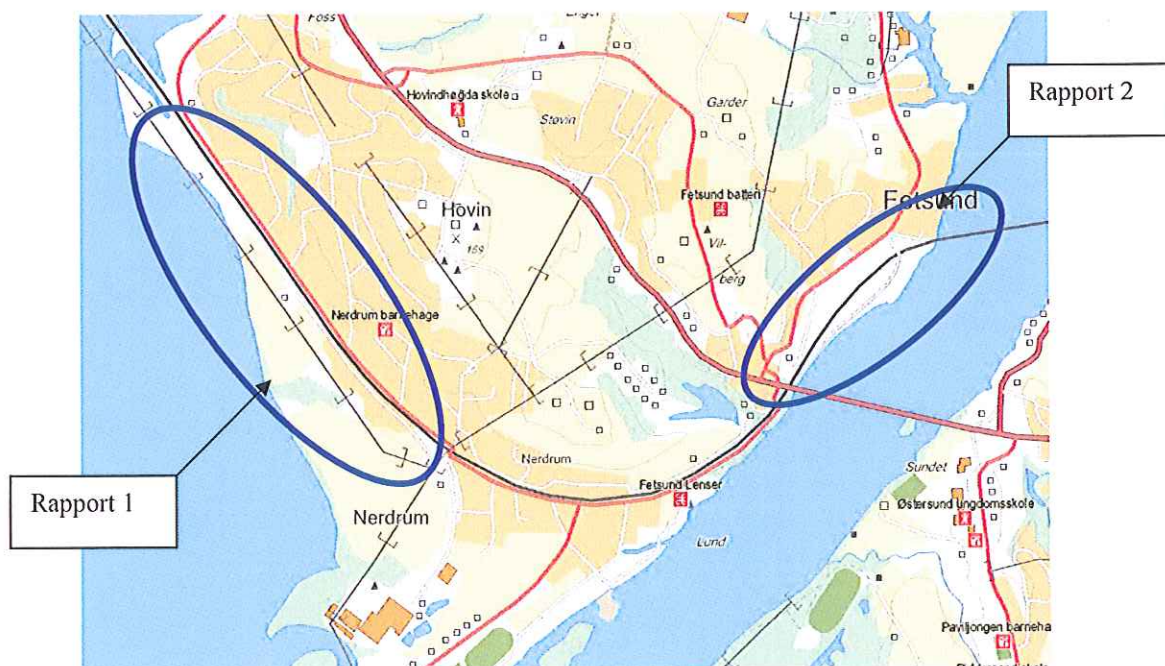


Bilde tatt fra punkt 1 mot nordvest

Prosjektnr: 10-42	Dato: 17.11.10	Saksbehandler: <i>Per Espen</i>
Kundenr: 1228	Dato: 18.11.10	Sidemannskontroll: <i>[Signature]</i>

Fylke: Akershus	Kommune: Fet	Sted: Svellet
Adresse:	Gnr: flere	Bnr: flere

Tiltakshaver: Fet kommune
Oppdragsgiver: NVE region øst
Rapport: 10-42 nr.1 revidert 17.11.10
Rapporttype: Geoteknisk og hydrogeologisk rapport
Stikkord: Totalsonderinger, prøvetaking, stabilitet, lekkasjevurderinger
UTM: Sone 32 – Fra 6645150 - 619250 til 6645650 - 618900



INNHOOLD	Side
1. Innledning	3
2. Utførte undersøkelser	3
3. Grunnforhold	3
4. Skredrisiko	4
5. Geoteknisk prosjektklasse	4
6. Stabilitet og setninger	4
7. Hydrogeologiske vurderinger	5
8. Referanser	5
Bilag	Nr
Oversiktskart, M=1:2 000	1
Situasjonsplaner	2-4
Terrengprofil og boreresultater, M=1:200	5-10
Løsmasseprofil, M=ca.1:50 og ca.1:100	10-16
Kornkurver	17-20
Koordinat- og borpunktliste	21
Vedlegg	
1. Stabilitetsberegninger	13 sider
Tillegg	Nr.
Eksempel på totalsondering med forklaring	1
Forklaring av løsmasseprofil.	11

1. Innledning

NVE region øst planlegger oppgradering av eksisterende flomverk i Fet kommune. Det er for en stor del veier og jernbanefylling som er dagens flomverk. Flomverket skal oppgraderes med tetting. Områdets beliggenhet er vist på oversiktskartet på side 2.

Løvlien Georåd AS har fått i oppdrag å utføre grunnundersøkelser som grunnlag for vurdering av stabilitet og lekkasjeforhold under flomverket. Revisjon av 17.11.10 erstatter første utgave. Oppdragsgivers representant har vært Kari Svelle Reistad.

2. Utførte undersøkelser

Markarbeid

Det er utført 14 totalsonderinger og det er tatt 6 prøveserier. Prøvetakingen består av i alt 26 representative poseprøver og 4 uforstyrrede sylinderprøver. Punktene plassering med boredybder er vist på oversiktskartet, bilag 1. I tillegg er punktet vist mer detaljert på bilag 2-4.

Grunnboringene ble utført med hydraulisk borerigg i perioden 22.03 til 24.03.10. Totalsonderingene er digitalt registrert og overført og resultatene er vist på bilag 5-10. På de stedene der det er tatt prøver, er boringene vist på tverrprofil mens de øvrige punktene er vist som enkeltboringer. Boremetoden er forklart på tillegg 1 bakerst i rapporten.

Laboratoriearbeid

Det er utført rutineundersøkelser av samtlige prøver. Det vil si at det er utført visuell klassifisering og beskrivelse samt måling av vanninnhold. På sylinderprøvene er det i tillegg utført måling av udrenert skjærstyrke og romvekt. Resultatene av rutineundersøkelsene er vist som løsmasseprofil på bilag 11-16 og denne presentasjonen er forklart på tillegg 11 bak i rapporten.

Videre er det utført 5 kornfordelingsanalyser som vist på bilag 17-20.

Målearbeid

Borepunktene er satt ut og innmålt av oss med GPS landmålingsutstyr. Basert på dette målearbeidet og utførte boringer har vi utarbeidet en koordinat- og borpunktliste på bilag 21.

3. Grunnforhold

Topografi

Alle borpunktene er plassert i foten av jernbanefyllinga så nær gjerdet som praktisk mulig.

Løsmasser

Løsmassene består for det meste av 1-2 meter tørrskorpeaktig siltig leire over middels fast til bløt leire. Vi har påvist et sandlag på 11-12 meters dybde i punkt 7. Sonderingene tyder på tilsvarende sandlag fra 9,5-12 meters dybde i punkt 2, 14,5-15 meter i punkt 3, 12-13 meter i punkt 6 og 11-14 meter i punkt 11.

Grunnvann

Det er ikke utført måling av grunnvannstand fordi dette neppe er veldig interessant for dette prosjektet.

Fjell

Fjellnivået er nådd i alle punkt unntatt punkt 3 som er avsluttet på 20 meters dybde. Minste fjelldybde som er registrert er 3,4 meter i punkt 4.

4. Skredrisiko

Det er utført kartlegging av skredrisiko i Fet kommune, jfr. ref(1). Området ved Svellet/Balsnes er ikke kartlagt som risikoområde og områdestabiliteten omtales derfor ikke ytterligere.

Det vises også til NVE sine retningslinjer for bygging i kvikkleireområder, blant annet "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag", 1-2008, revisjon 5. mars 2009, ref(2)

5. Geoteknisk prosjektklasse

I henhold til NS3480 vurderes skadekonsekvens ved feil som meget alvorlig fordi det er stor risiko for skade på mennesker ved utglidning(togavsporing) og fordi en utglidning vil medføre meget store økonomiske konsekvenser.

Kombinert med middels vanskelighetsgrad klassifiseres prosjektet i geoteknisk prosjektklasse 2.

6. Stabilitet og setninger

Topografien er mest kritisk i profil D. Materialfaktoren er beregnet til ca. 1,4 i normaltilstand i dagens situasjon i profil D. Bygging av en flomvoll med helning 1:2,5 vil ikke forandre materialfaktoren verken for normalvannstand eller flomtilstand. Beregningsresultatene er presentert i Vedlegg 1.

For å oppnå en beregningsmessig forbedring av materialfaktoren i Profil D til Jernbaneverkets krav 1,6 må enten fyllingen legges med en helning 1:4,5 på flomsiden og 1:3,7 på lesiden eller så må det utføres ytterligere grunnundersøkelser for å finne ut hvilken styrke den underliggende leiren har. Beregningsresultatene er presentert i Vedlegg 1.

I profil C må lesiden av jernbanefyllingen/flomvollen slakes ut til helning 1:3 for å oppnå materialfaktor 1,6.

I profil F må lesiden av jernbanefyllingen slakes ut til helning 1:3 for oppnå materialfaktor 1,6.

Profil A, B og G er stabile og krever ingen ekstra utslaking av fyllinger.

Oppfylling inntil jernbanefyllinga vil gi lastøkning på underliggende tørrskorpe og leire. Vi kjenner ikke massenes egenskaper, men Statens Vegvesen har i sin Håndbok 016 gitt antydninger om initial setningsmodul M for forskjellige leirer og belastning.

Vi har utført setningsberegninger i profil D med programmet PLAXIS som indikerer setninger på:

28mm på nærmeste skinne
10mm på den andre skinna

7. Hydrogeologiske vurderinger

Kornkurver av leira viser at disse massene for alle praktiske formål er tette. Sandlaget har en permeabilitetskoeffisient på ca. 0,3 meter/time. Dersom vi forutsetter at sandlagene ligger horisontalt vil dette ikke påvirke lekkasjene. Hvis vi forutsetter at sanden kommer ut i terreng med 200 meters mellomrom vil lekkasjen kunne bli om lag:

$$Q=k*A*i*t$$

$k=0,3$ meter/time

A =lagets tykkelse/meter flomvern

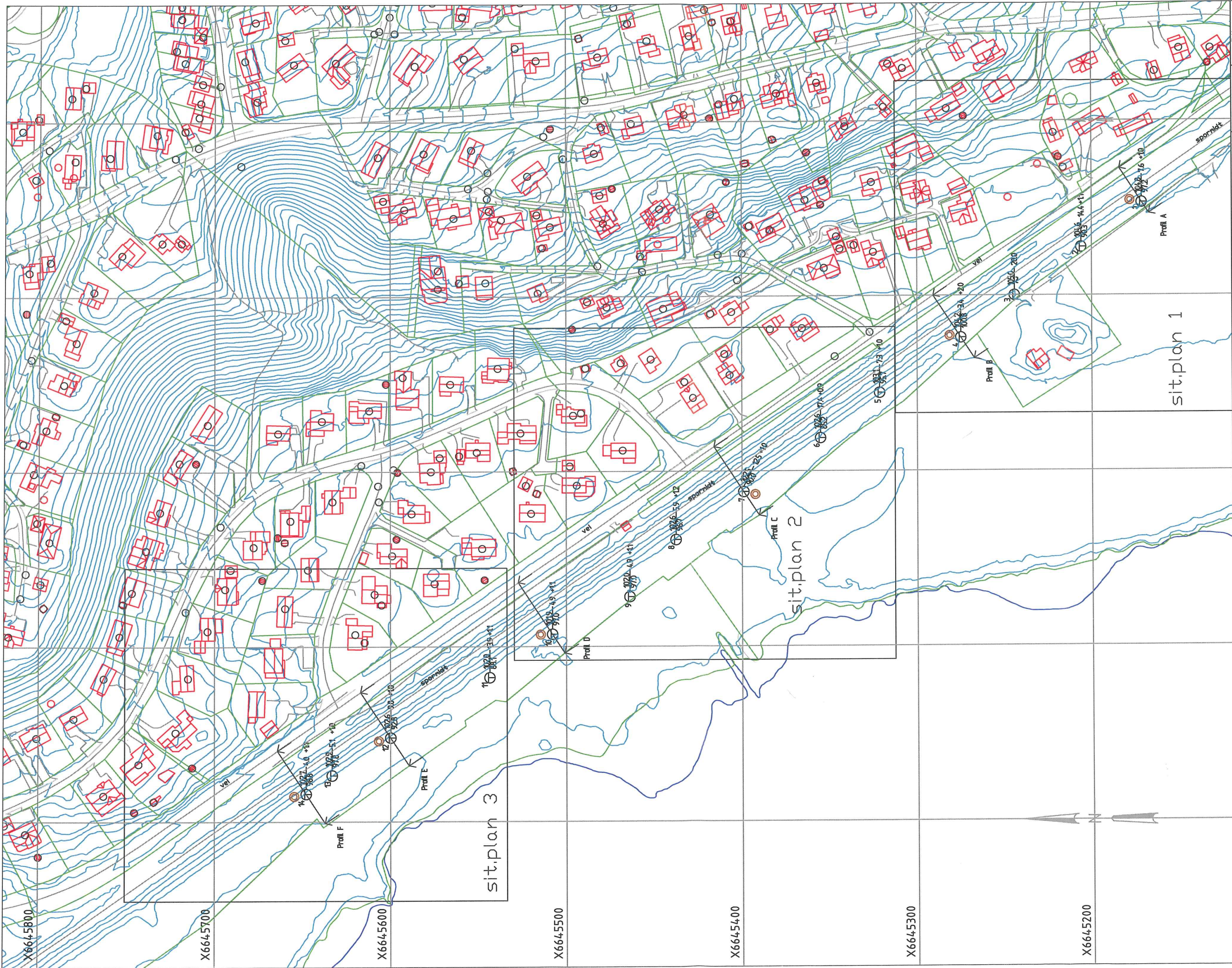
i =(flomnivå-pumpenivå)/200

$t=1$ time

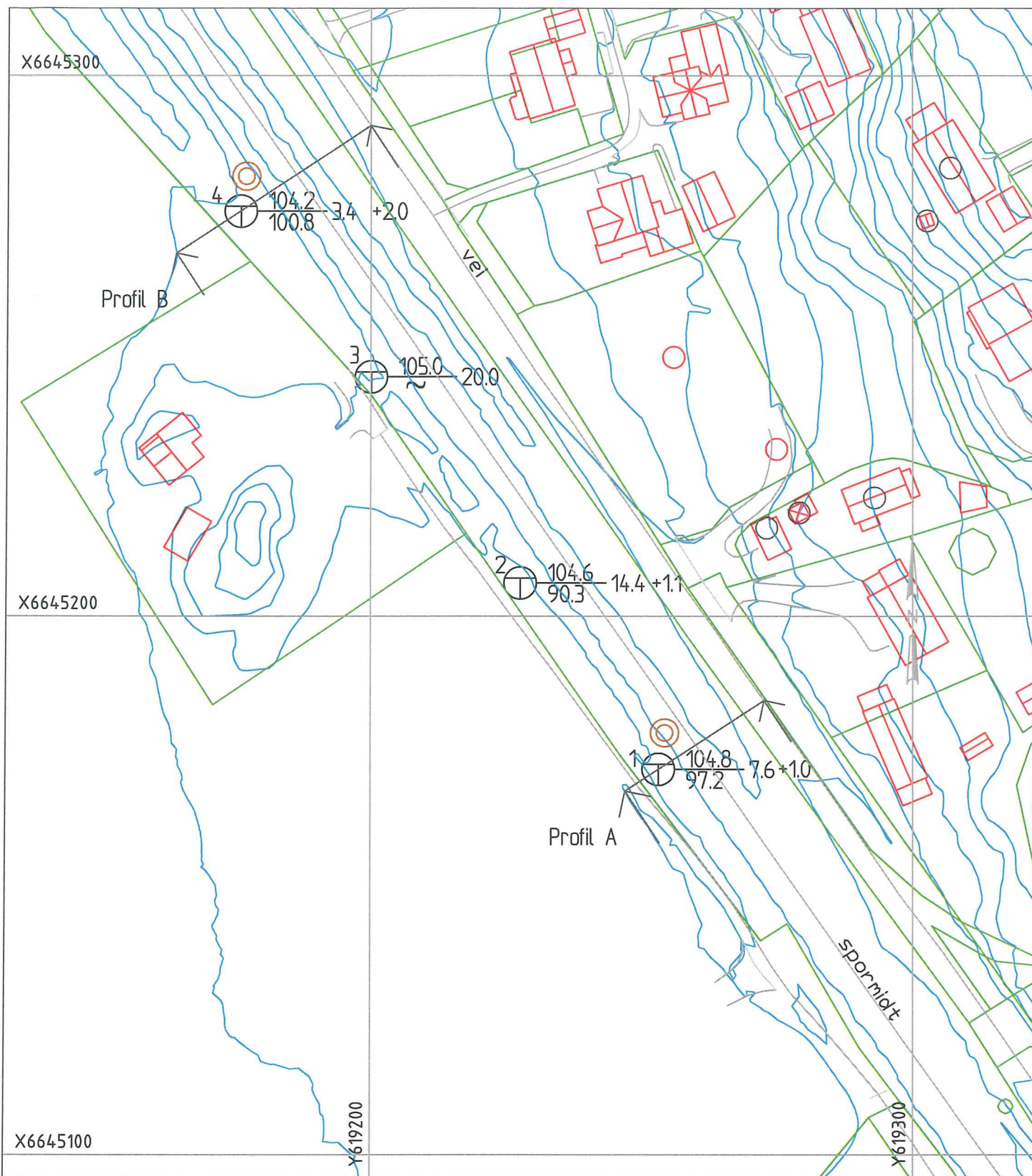
Sandlaget er ca 3 meter i punkt 11 som gir en lekkasje på ca. 10/liter/lm/time ved en pumpehøyde på 2 meter. Dette anses å være det maksimale på strekningen.

8. Referanser

- (1) Program for økt sikkerhet mot leirskred - Evaluering av risiko for kvikkleireskred i Fet kommune, NGI-rapport 20001008-51
- (2) "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag", 1-2008, revisjon 5. mars 2009.



X6645100	 LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk - Prosjektadministrasjon	Narmovegen 191 Postboks 3022 2318 Hamar Telefon: 95 48 50 00 E-post: post@georaad.no	Y618900	Tiltakshaver	Gnr / bnr.	Bilag
				Fet kommune		1
				Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
				NVE Region Øst	10-42	101
				Prosjekt	Dato	Revisjon
				Flomsikring Svellet, Fet	12.05.10	-
				Tegningsstittel	Tegn./Kontr.	Målestokk
				Oversiktskart	AAL/PL	1:2000



PKT.NR. TERRENGNIVA BORDYBDE+BORET I FJELL
TOTALSONDERING  FJELLNIVA

PRØVESERIE



LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver

Fet kommune

Oppdragsgiver

NVE Region Øst

Prosjekt

Flomsikring Svellet Fet

Tegningstittel

Situasjonsplan 1 m/boredybder

Gnr/bnr.

Prosjekt.nr.

Dato

12.05.10

Tegn/Kontr.

AAL/RL

Bilag

2

Tegn.nr.

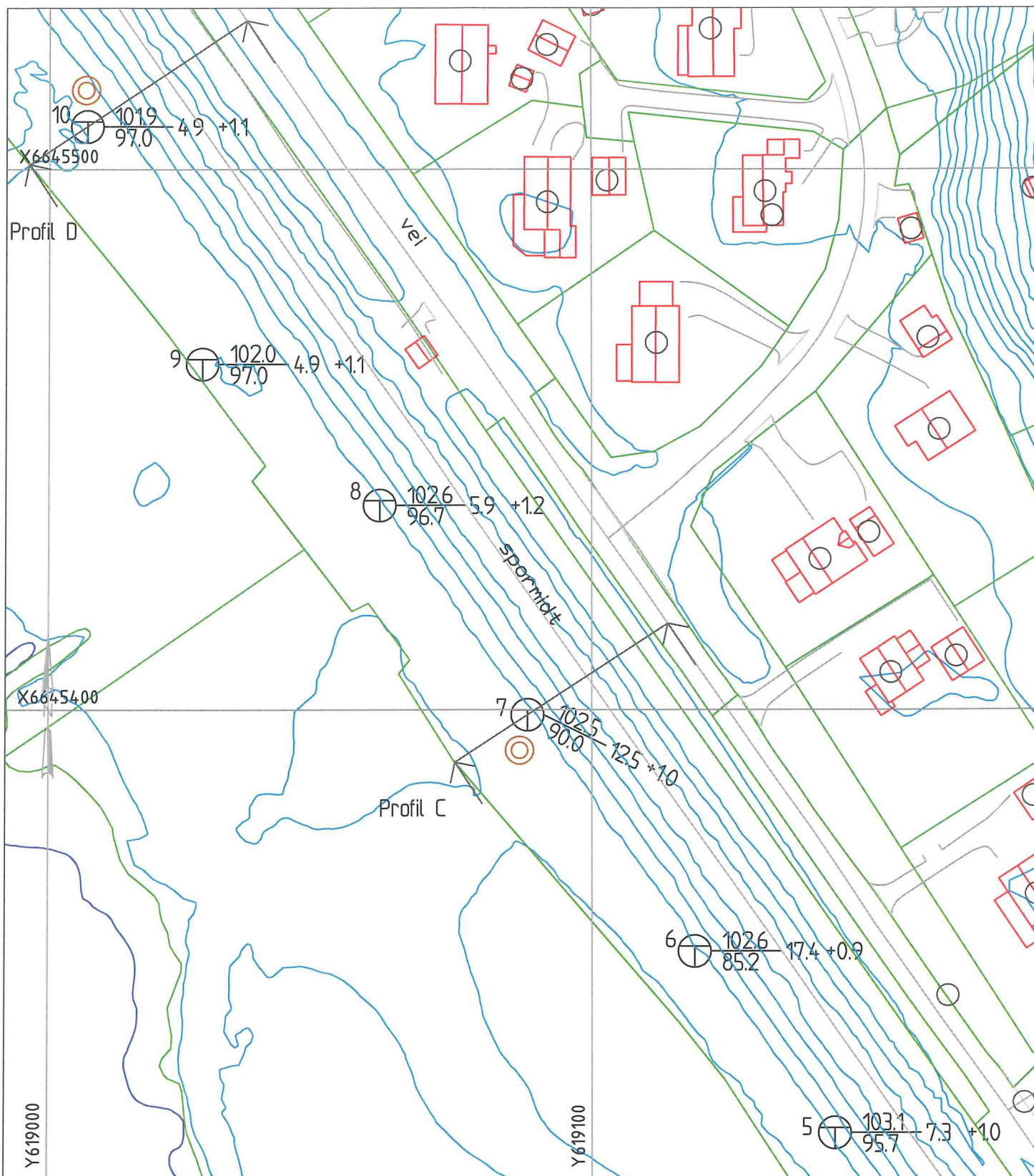
102

Revisjon

-

Målestokk

1:1000



PKT.NR. TERRENGNIVA BORDYBDE+BØRET I FJELL
TOTALSONDERING  FJELLNIVA

PRØVESERIE



Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver

Fet kommune

Oppdragsgiver

NVE Region Øst

Prosjekt

Flomsikring Svellet, Fet

Tegningstittel

Situasjonsplan 2 m/boreddybder

Gnr/bnr.

Prosjekt.nr.

Dato

Tegn/Kontr.

AAL/PL

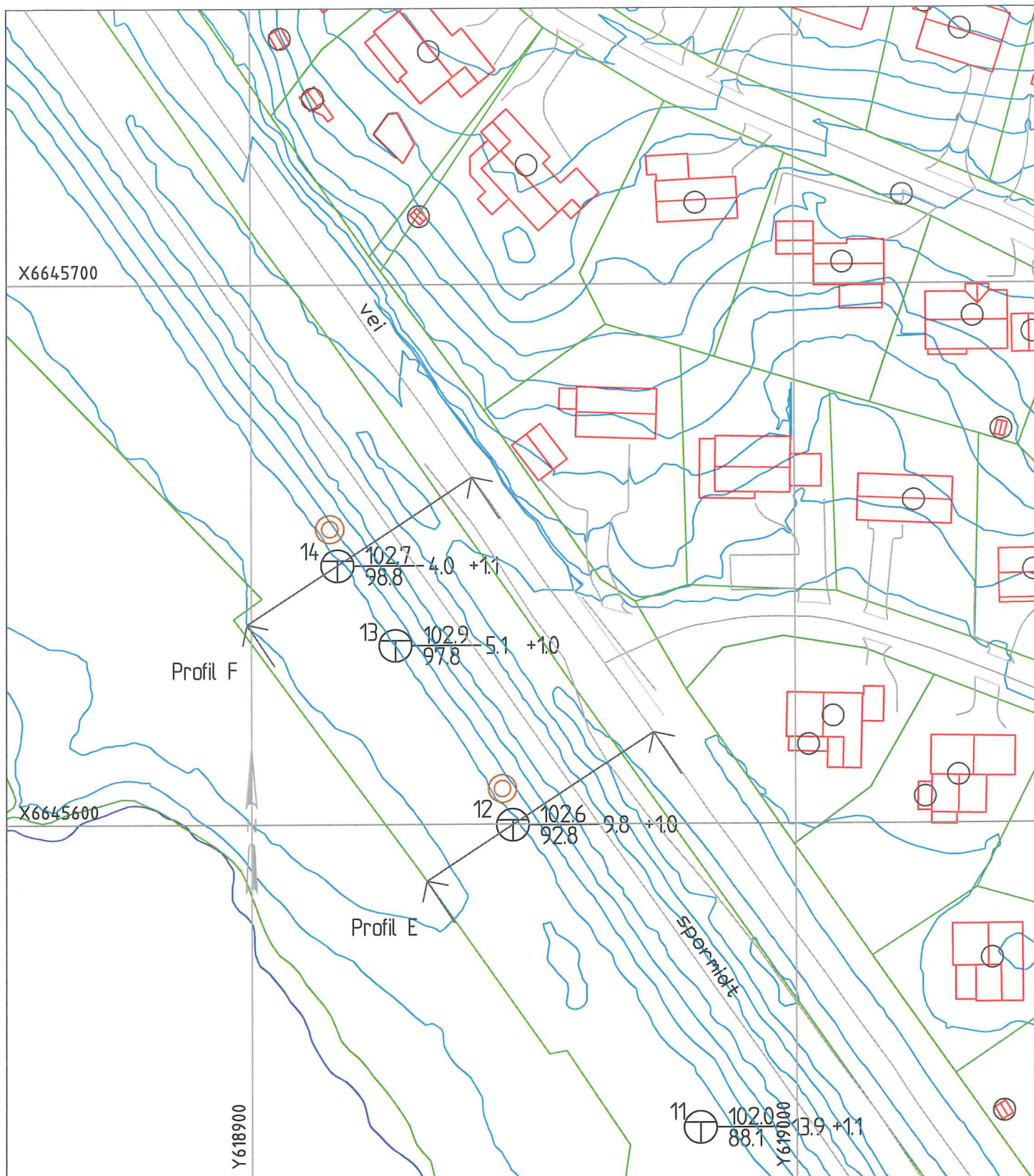
Bilag

Tegn.nr.

Revisjon

Målestokk

1:1000



PKT.NR. **TERRENGNIVA** BORDYBDE+BØRET I FJELL
TOTALSONDERING FJELLNIVA

PRØVESERIE



Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver

Fet kommune

Oppdragsgiver

NVE Region Øst

Prosjekt

Flomsikring Svellet, Fet

Tegningstittel

Situasjonsplan 3 m/boredybder

Gnr/bnr.

Prosjekt.nr.

Dato

12.05.10

Tegn/Kontr.

AAL/PL

Bilag

4

Tegn.nr.

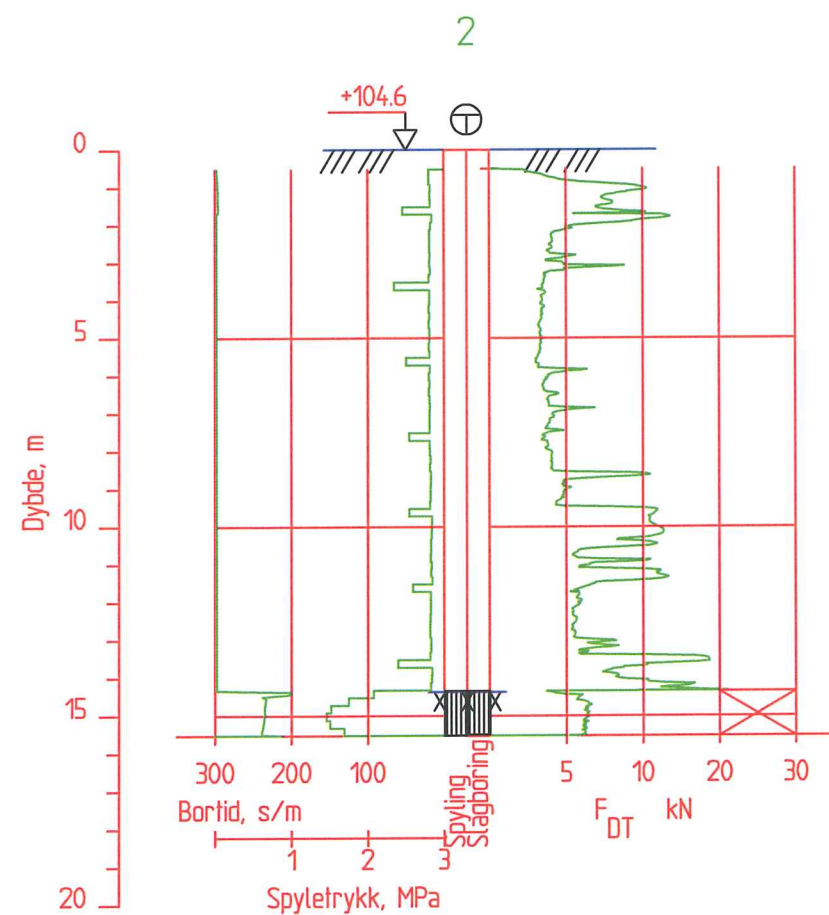
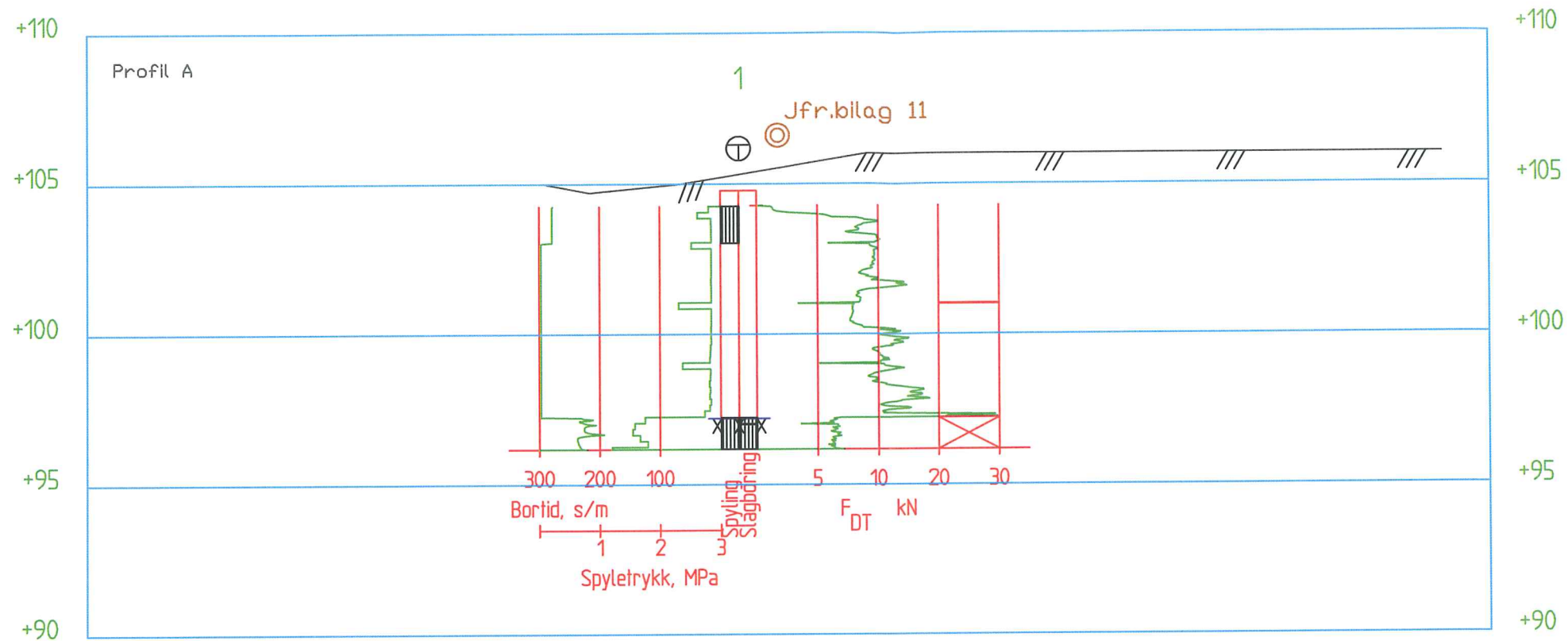
104

Revisjon

-

Målestokk

1:1000



PKT.NR.
TOTALSONDERING

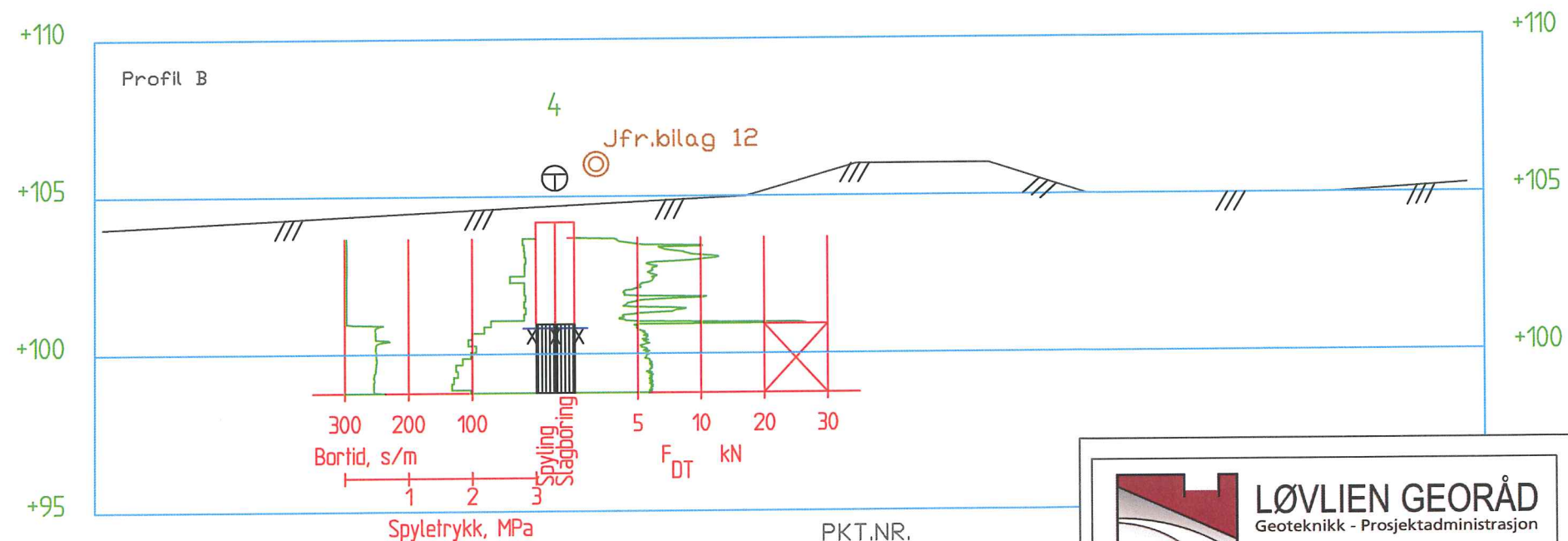
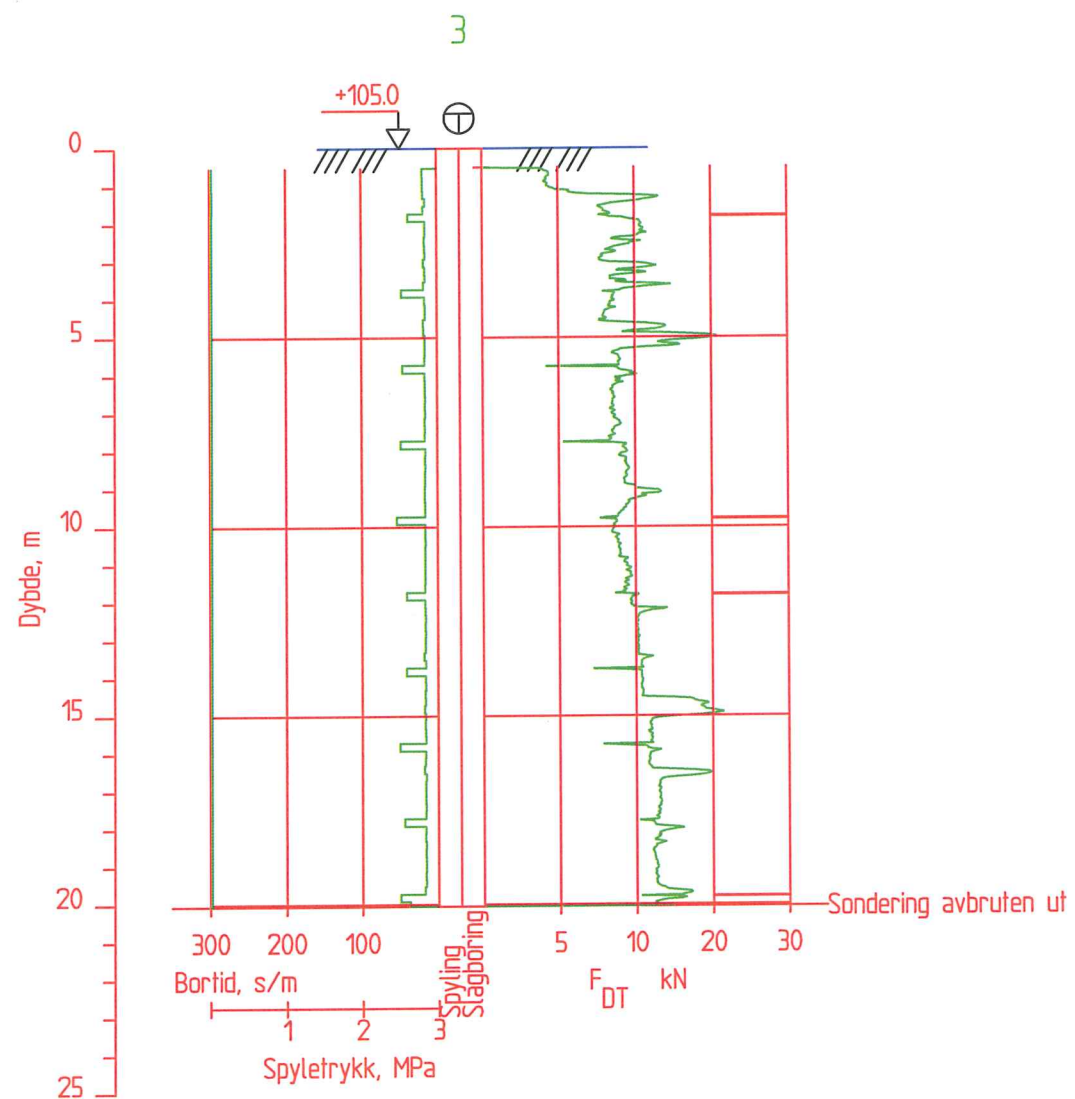
PRØVESERIE



LØVLIE GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Gnr/bnr.	Bilag
Fet kommune		5
Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
NVE Region Øst	10-42	105
Prosjekt	Dato	Revisjon
Flomsikring Svellet, Fet	10.05.10	-
Tegningstittel	Tegn/Kontr.	Målestokk
Terrenaprofil A og boreresultater	AAL/PL	1:200



PKT.NR.
TOTALSONDERING

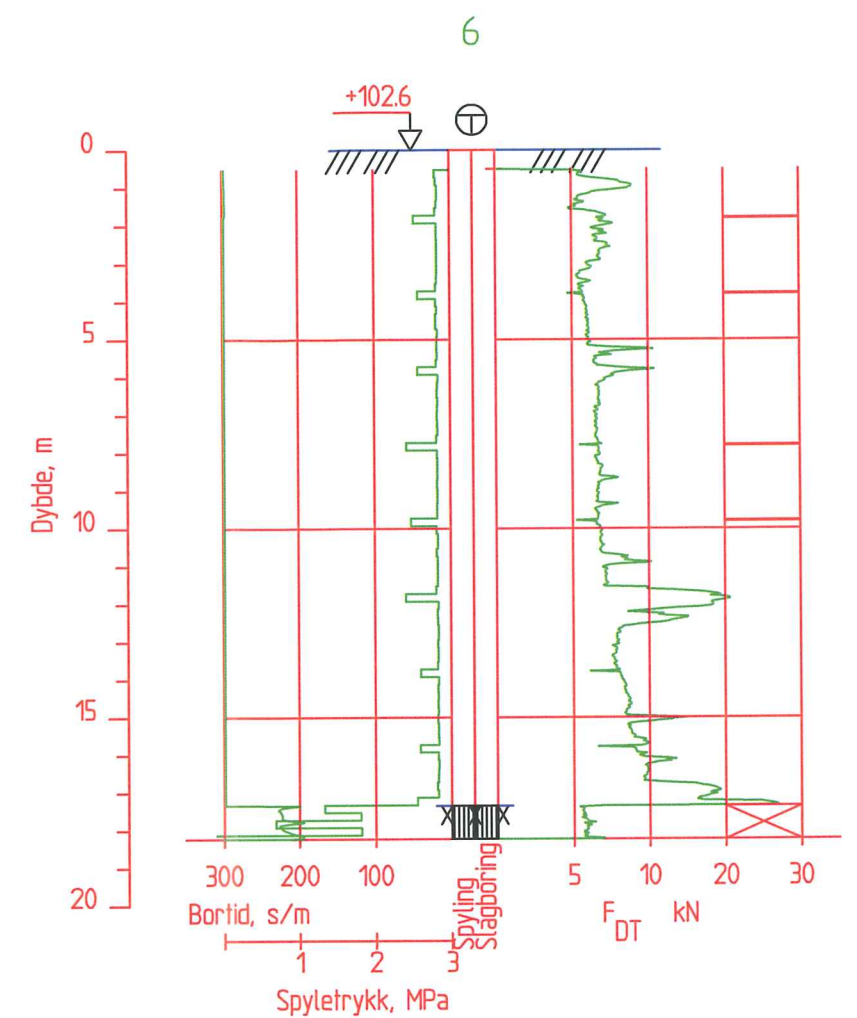
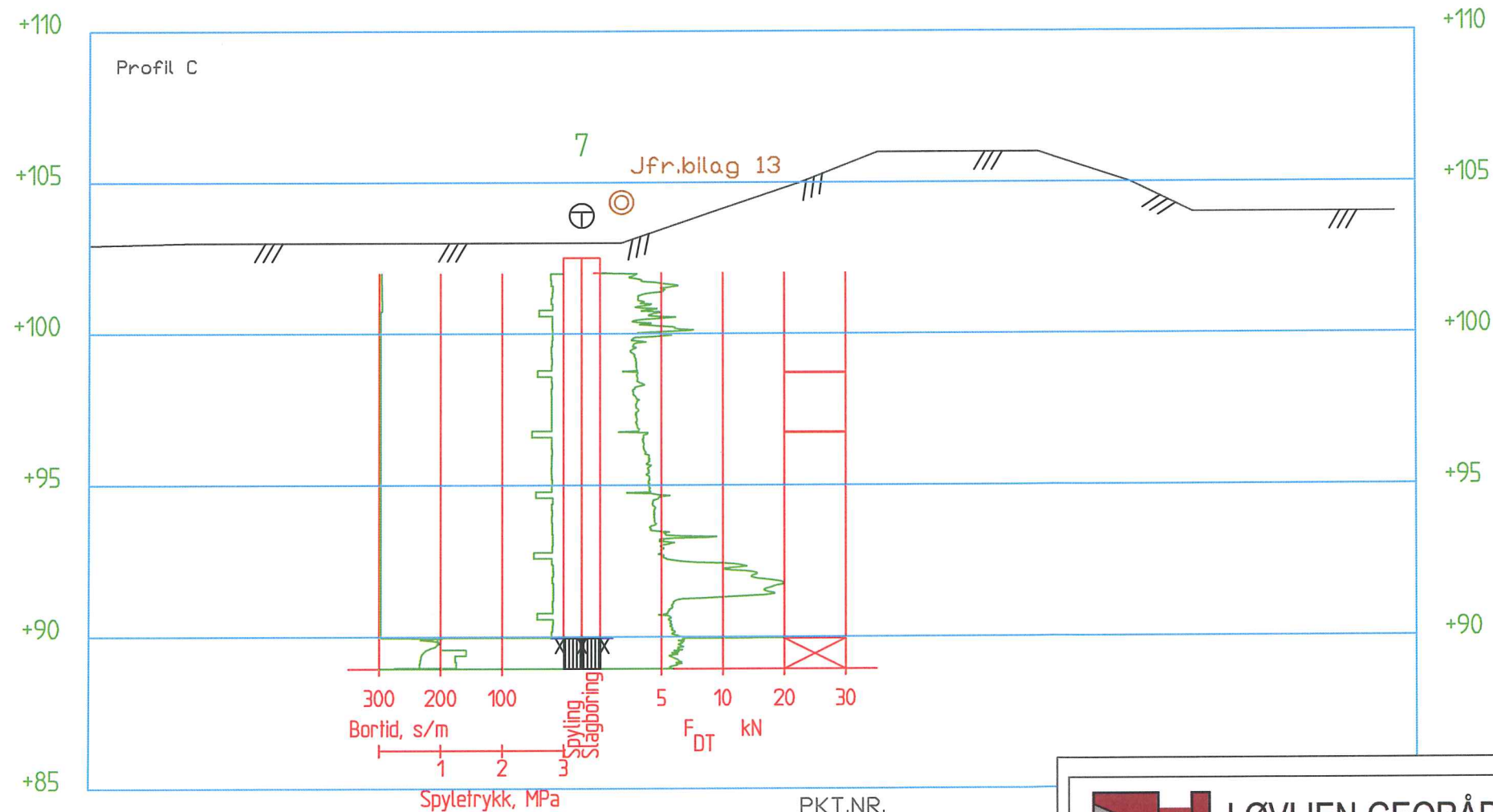
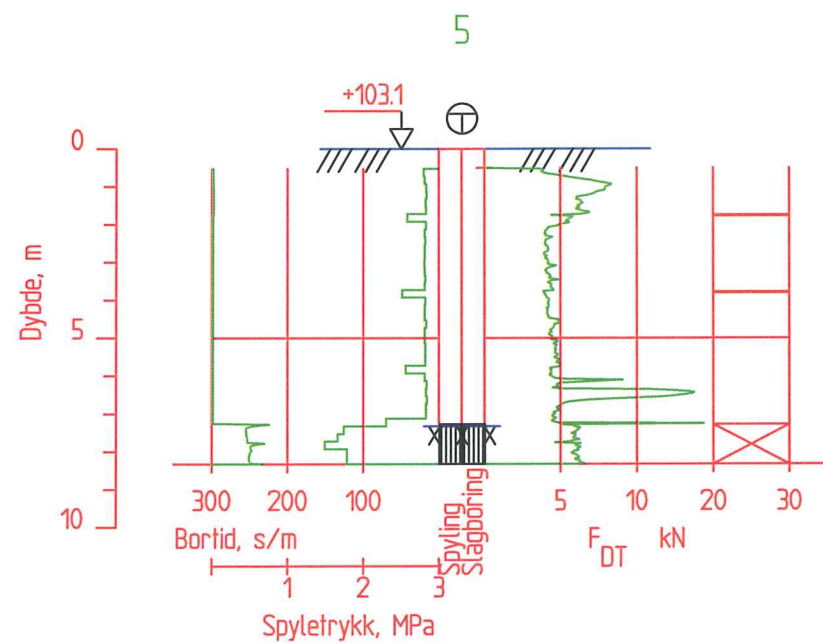
PRØVESERIE



LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

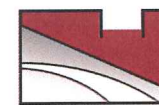
Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Gnr/bnr.	Bilag
Fet kommune		6
Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
NVE Region Øst	10-42	106
Prosjekt	Dato	Revisjon
Flomsikring Svellet, Fet	10.05.10	-
Tegningstittel	Tegn/Kontr.	Målestokk
Terrenaprofil B og boreresultaten	AAL/PL	1:200



PKT.NR.
TOTALSONDERING

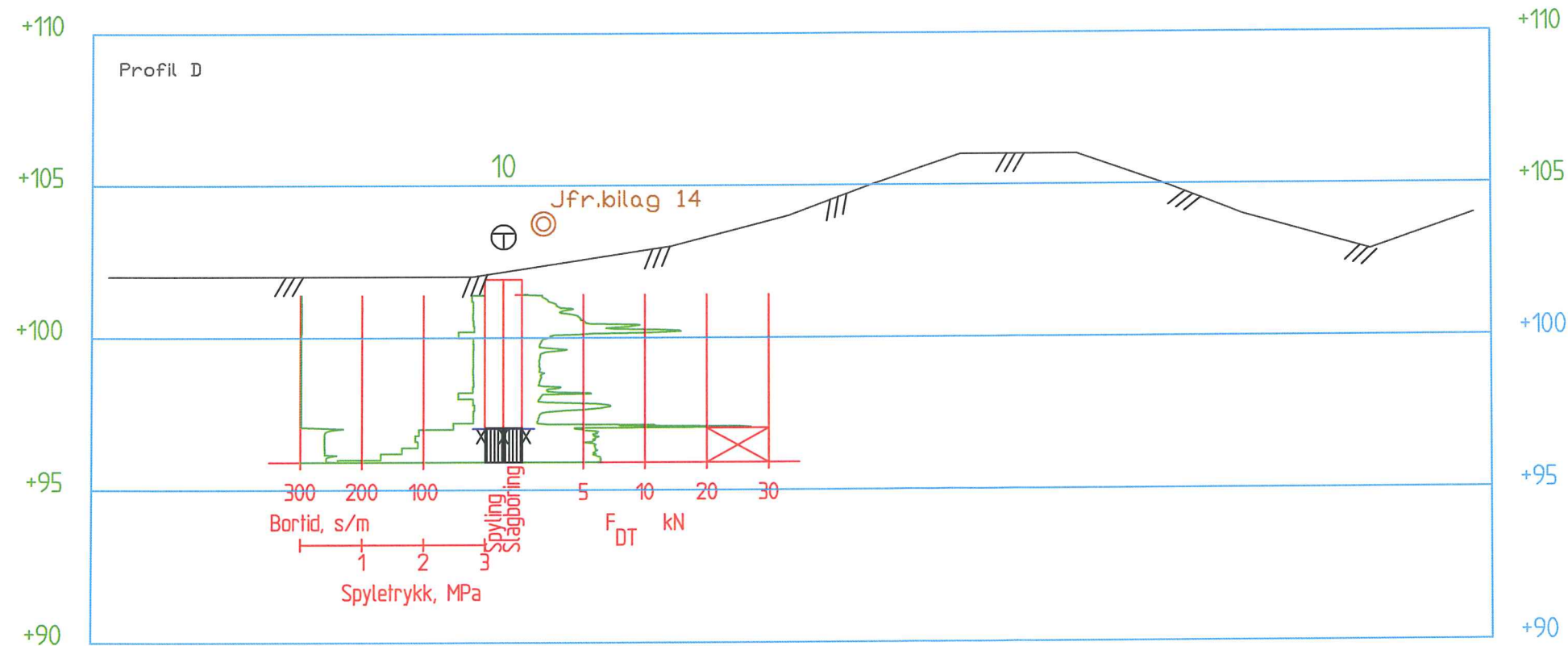
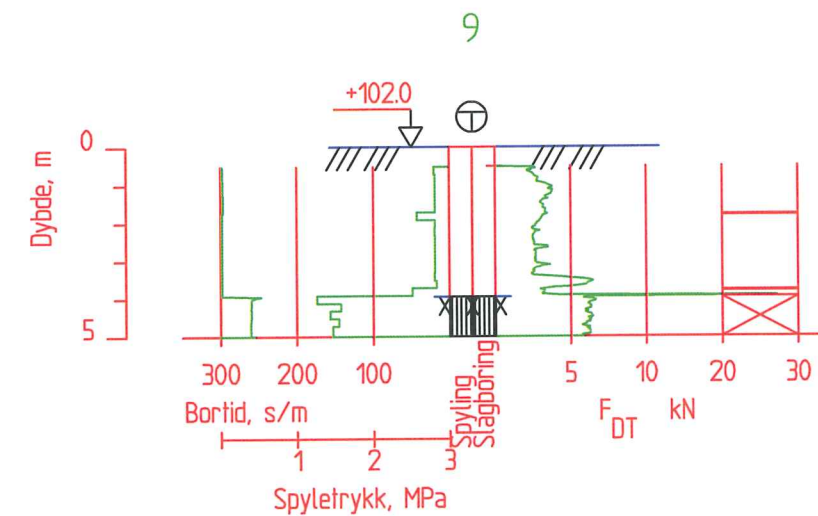
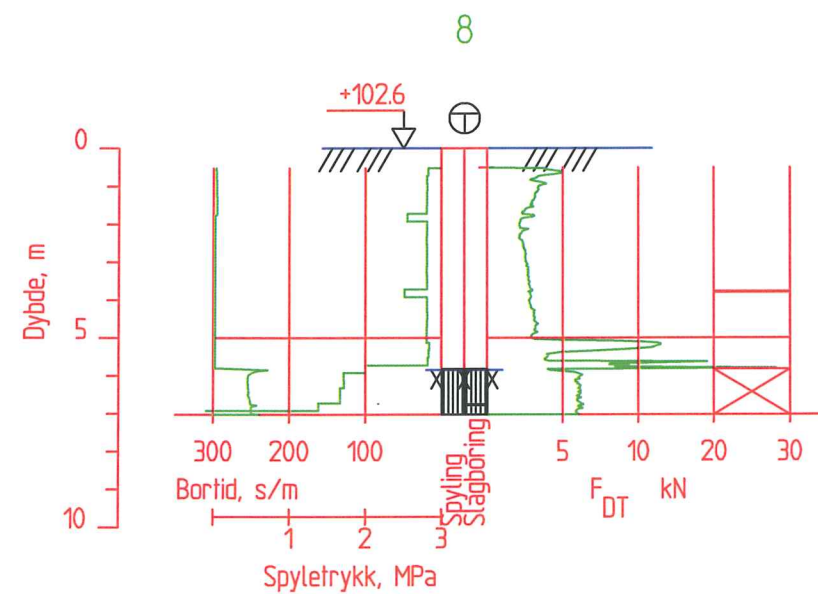
PRØVESERIE



LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Gnr/bnr.	Bilag
Fet kommune		7
Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
NVE Region Øst	10-42	107
Prosjekt	Dato	Revisjon
Flomsikring Svellet, Fet	10.05.10	-
Tegningstittel	Tegn/Kontr.	Målestokk
Terrenaprofil C og boreresultater	AAL/PL	1:200



PKT.NR.
TOTALSONDERING

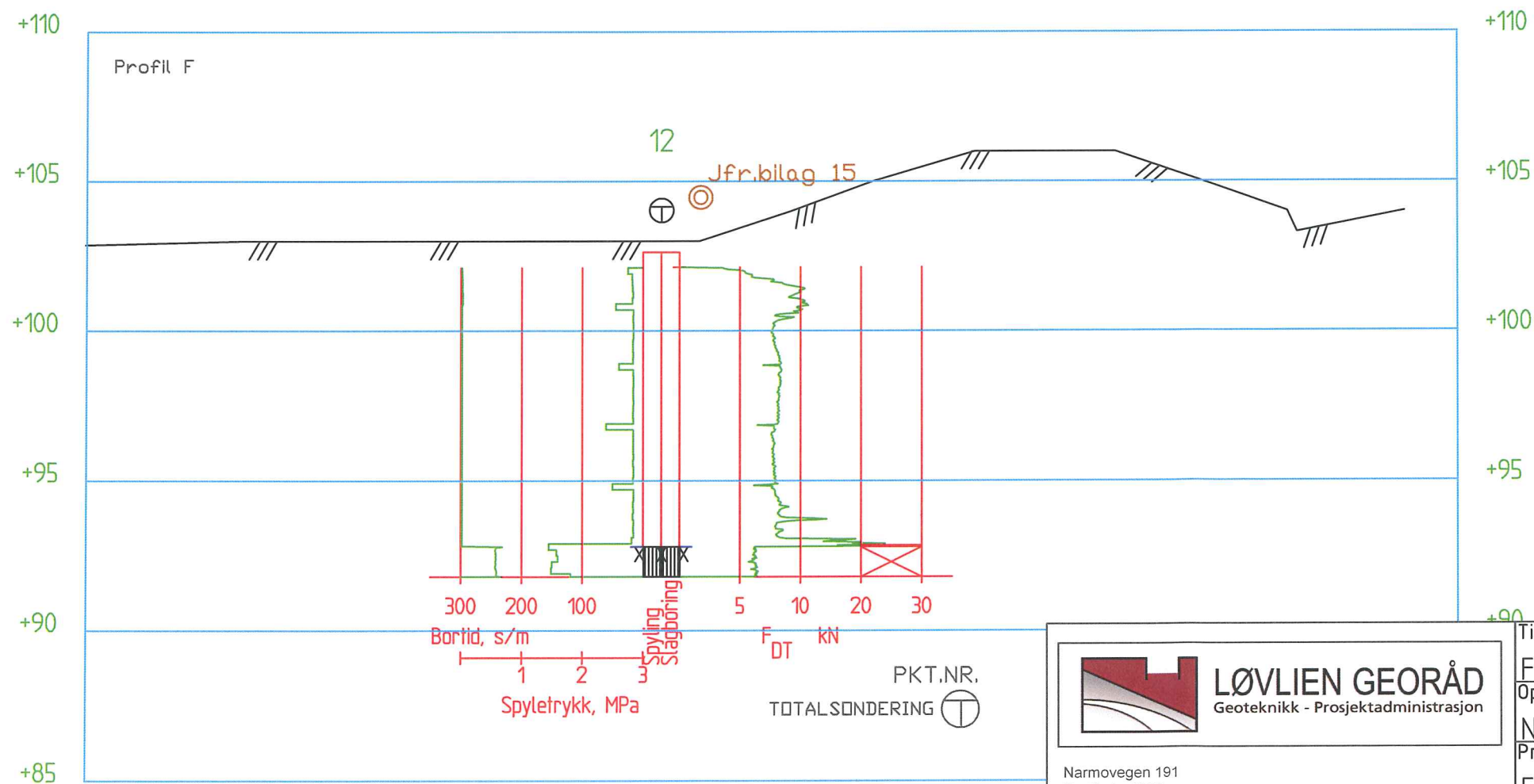
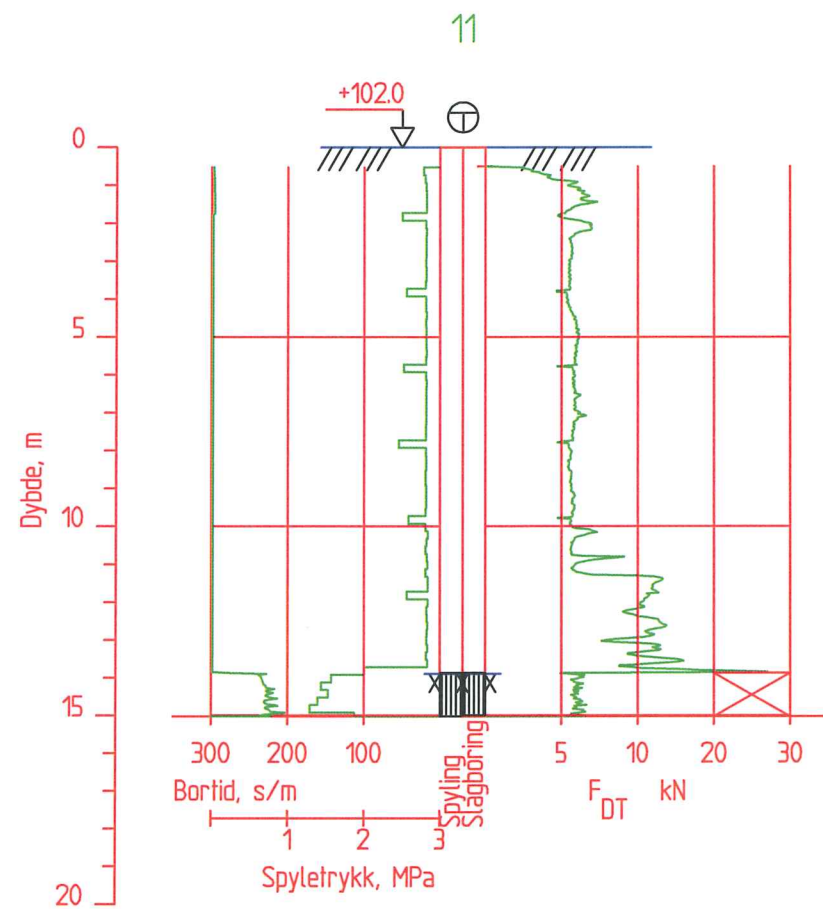
PRØVESERIE



LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

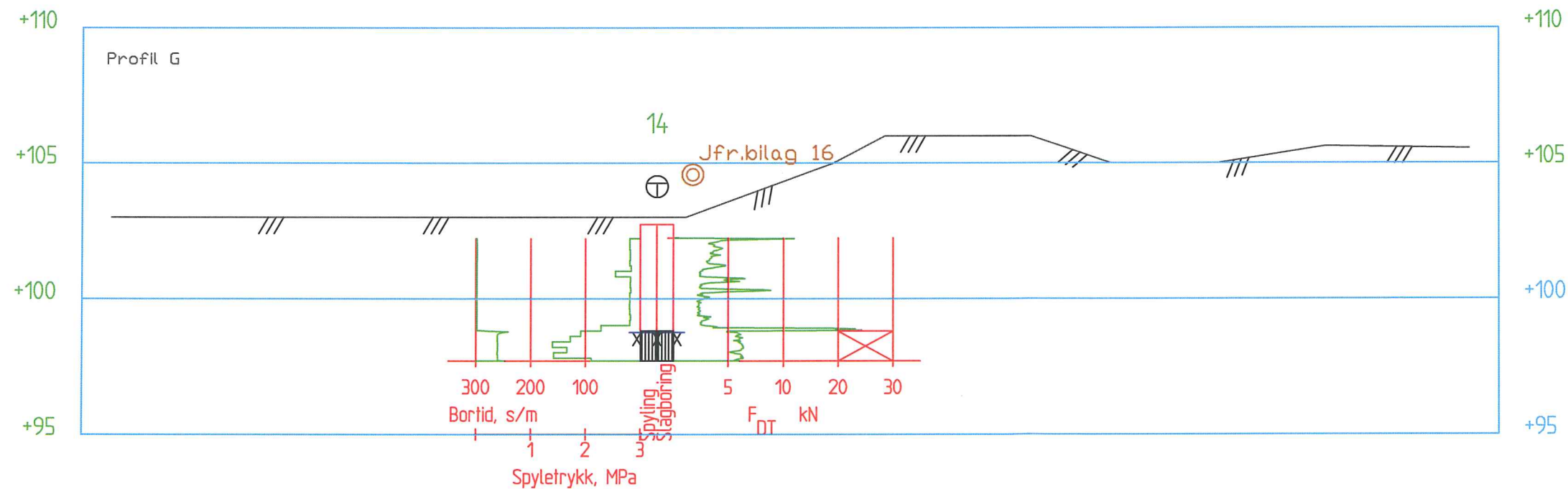
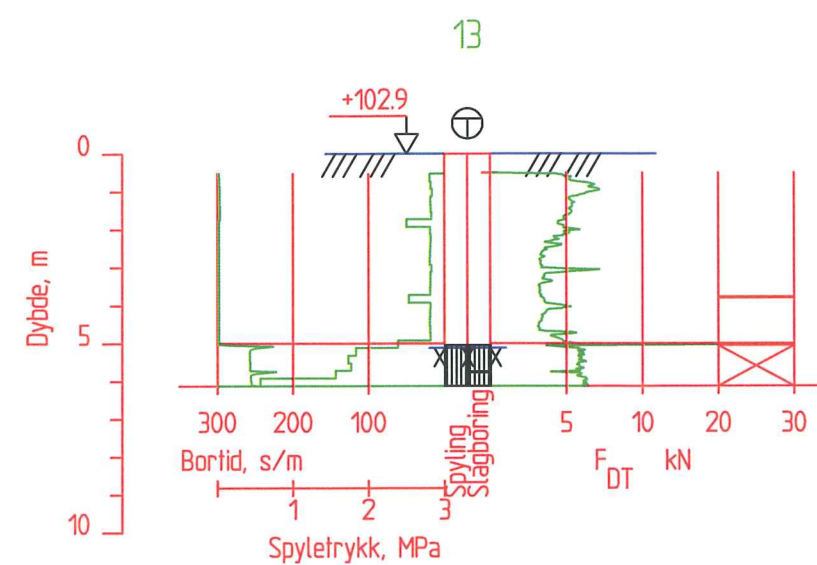
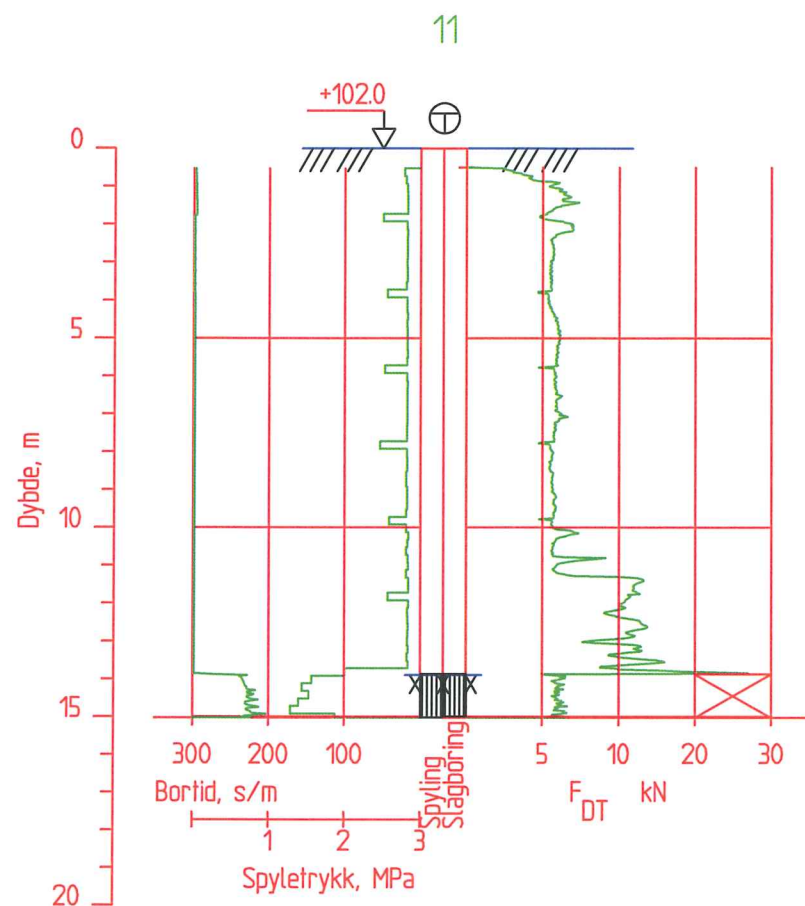
Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Gnr/bnr.	Bilag
Fet kommune		8
Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
NVE Region Øst	10-42	108
Prosjekt	Dato	Revisjon
Flomsikring Svillet, Fet	10.05.10	-
Tegningstittel	Tegn/Kontr.	Målestokk
Terrenaprofil D og boreresultater	AAL/ PL	1:200



Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Gnr/bnr.	Bilag
Fet kommune		9
Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
NVE Region Øst	10-42	109
Prosjekt	Dato	Revisjon
Flomsikring Svellet, Fet	10.05.10	-
Tegningstittel	Tegn/Kontr.	Målestokk
Terrenprofil E og boreresultater	AAL/PL	1:200



PKT.NR.
TOTALSONDERING

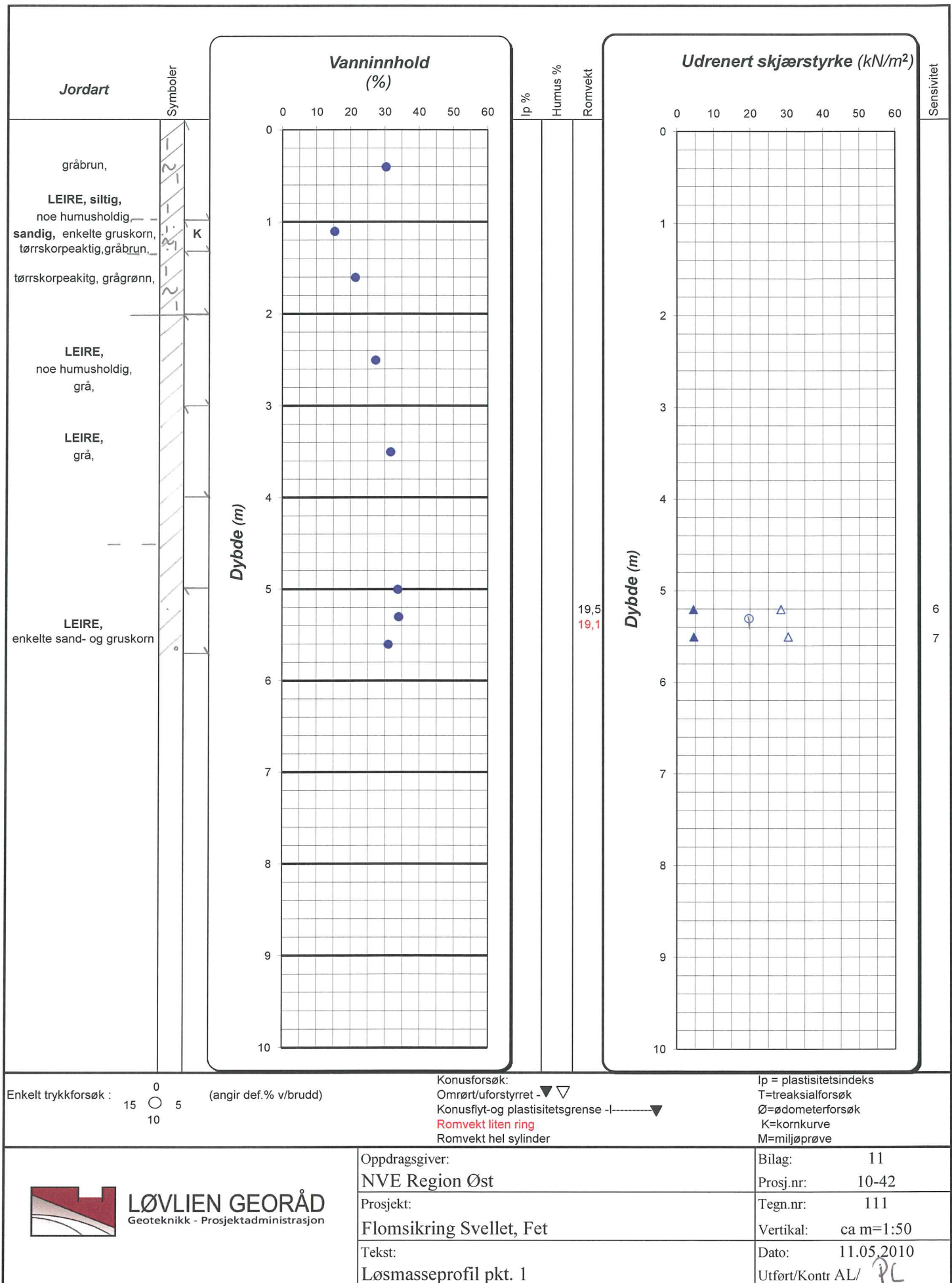
PRØVESERIE



LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Gnr/bnr.	Bilag
Fet kommune		10
Oppdragsgiver	Prosjekt.nr.	Tegn.nr.
NVE Region Øst	10-42	110
Prosjekt	Dato	Revisjon
Flomsikring Svillet, Fet	10.05.10	-
Tegningstittel	Tegn/Kontr.	Målestokk
Terrenaprofil F og boreresultater	AAL/PL	1:200



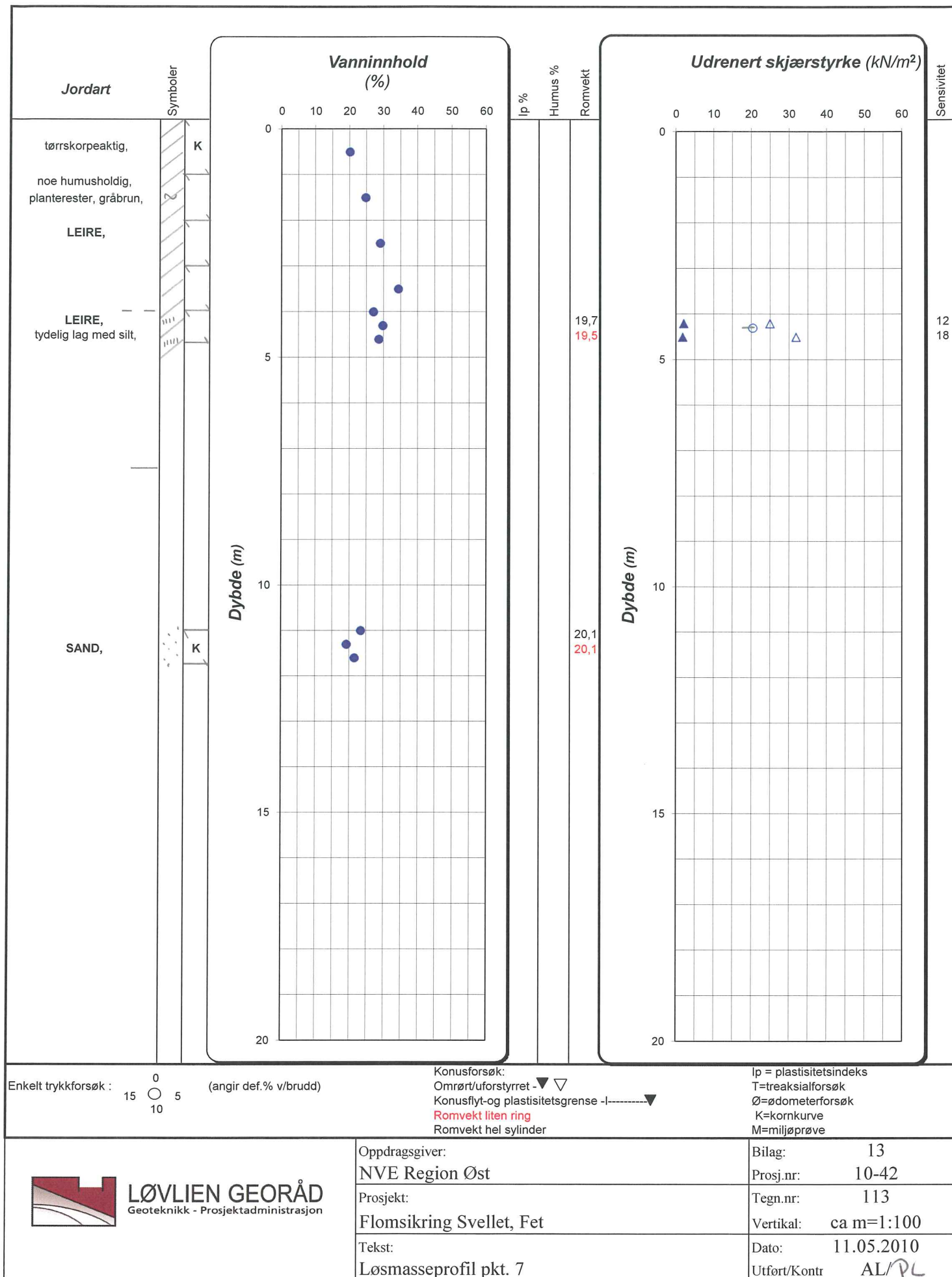
Jordart	Symboler	Vanninnhold (%)	Ip %	Humus %	Romvekt	Udrenert skjærstyrke (kN/m ²)	Sensivitet
LEIRE, tørreskorpeaktig, noe humusholdig, planterester, grå,		0 10 20 30 40 50 60				0 10 20 30 40 50 60	
LEIRE, siltig, sandig, noe humusholdig, planterester, gråbrun,		0 10 20 30 40 50 60				0 10 20 30 40 50 60	
		Dybde (m)				Dybde (m)	
		0				0	
		1				1	
		2				2	
		3				3	
		4				4	
		5				5	
		6				6	
		7				7	
		8				8	
		9				9	
		10				10	

Enkelt trykkforsøk : 0 5 10 (angir def. % v/brudd)

Konusforsøk:
Omrørt/uforstyrret - ▽ ▽
Konusflyt- og plastisitetsgrense - |----- ▽
Romvekt liten ring
Romvekt hel sylinder

Ip = plastisitetsindeks
T=treksialforsøk
Ø=ødometerforsøk
K=kornkurve
M=miljøprøve

LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk - Prosjektadministrasjon	Oppdragsgiver:	Bilag:
	NVE Region Øst	12
	Prosjekt:	Prosj.nr:
	Flomsikring Svellet, Fet	10-42
Tekst:	Tegn.nr:	112
Løsmasseprofil pkt. 4	Vertikal:	ca m=1:50
	Dato:	11.05.2010
	Utført/Kontr AL/	PL



Jordart	Symboler	Vanninnhold (%)	Ip %	Humus %	Romvekt	Udrenert skjærstyrke (kN/m ²)	Sensivitet
LEIRE, noe humusholdig, planterester, gråbrun,							
LEIRE, siltig, sandig, noe humusholdig, gråbrun,							
grå,							
noe humusholdig, gråbrun,							
LEIRE, grå,							

Enkelt trykkforsøk : 0
15 ○ 5 (angir def.% v/brudd)
10

Konusforsøk:
Omrørt/uforstyrret - ▼ ▽
Konusflyt-og plastisitetsgrense - l-----▼
Romvekt liten ring
Romvekt hel sylinder

Ip = plastisitetsindeks
T=treaksialforsøk
Ø=ødometerforsøk
K=kornkurve
M=miljøprøve

LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk - Prosjektadministrasjon	Oppdragsgiver:	Bilag:
	NVE Region Øst	14
	Prosjekt:	Prosj.nr:
	Flomsikring Svullet, Fet	10-42
	Tegn.nr:	114
Tekst:	Vertikal:	ca m=1:50
Løsmasseprofil pkt. 10	Dato:	11.05.2010
	Utført/Kontr AL/	RL

Jordart	Symboler	Vanninnhold (%)	Ip %	Humus %	Romvekt	Udrenert skjærstyrke (kN/m ²)	Sensivitet
LEIRE, siltig, enkelte sandkorn, noe humusholdig, gråbrun,							
noe humusholdig,							
LEIRE, grå,							

Enkelt trykkforsøk : 0
 5
 10

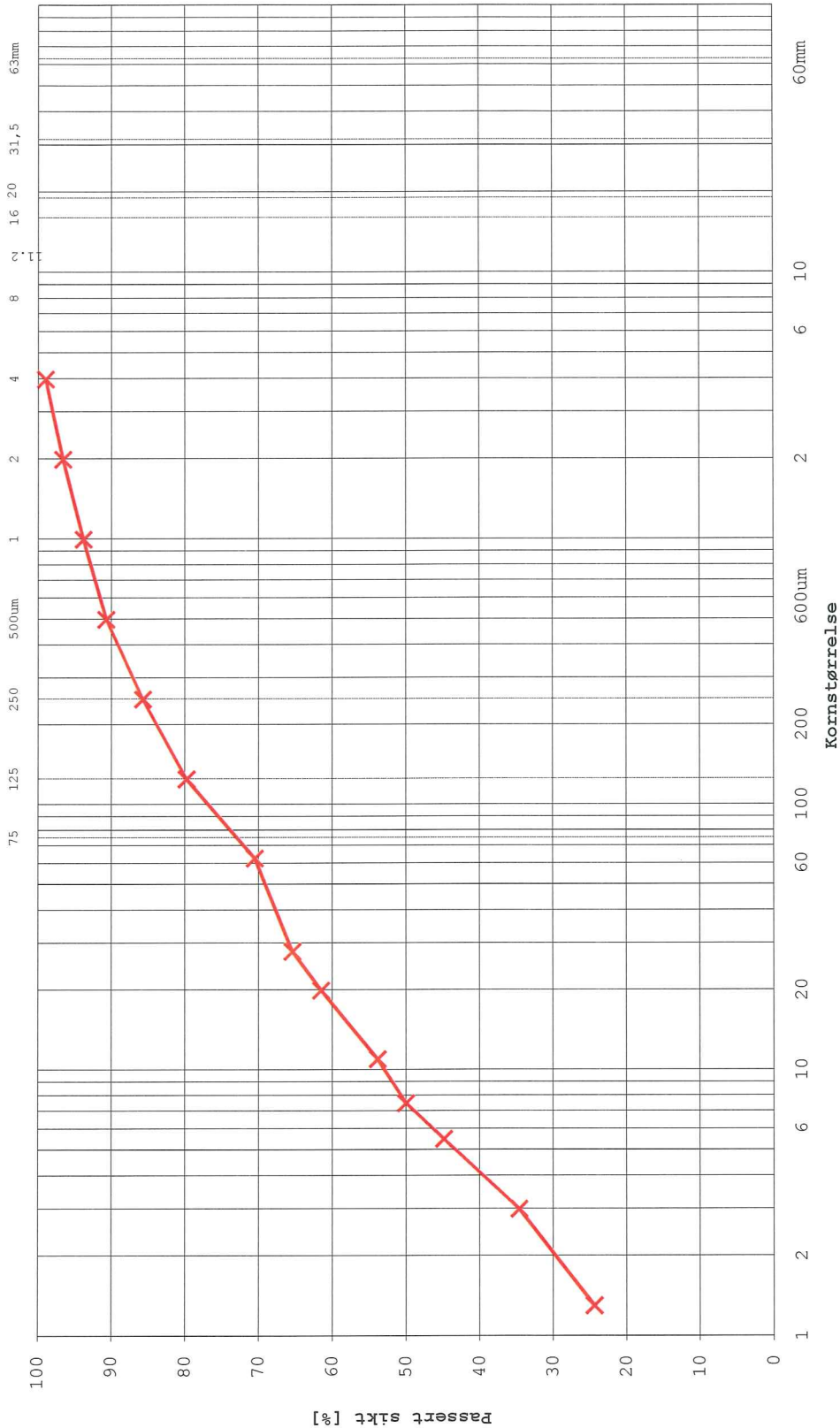
(angir def. % v/brudd)

Konusforsøk:
Omrørt/uforstyrret - ▼ ▽
Konusflyt- og plastisitetsgrense - |-----▼
Romvekt liten ring
Romvekt hel sylinder

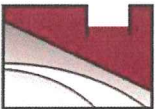
Ip = plastisitetsindeks
T=treaksialforsøk
Ø=ødometerforsøk
K=kornkurve
M=miljøprøve

LØVLIEN GEORÅD Geoteknikk - Prosjektadministrasjon	Oppdragsgiver:	Bilag:	15
	NVE Region Øst	Prosj.nr:	10-42
	Prosjekt:	Tegn.nr:	115
	Flomsikring Svellet, Fet	Vertikal:	ca m=1:50
	Tekst:	Dato:	11.05.2010
	Løsmasseprofil pkt. 12	Utført/Kontr AL/	PL

LEIR	SILT			SAND			GRUS			STEIN
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	



Punktnr.	Dybde	Kurve	Jordartsbetegnelse	Cu	%<20µm	Telegruppe	Humus(%)	Vanninh.(%)
1	1,0 - 1,3 m	—	LEIRE, siltig, sandig	17,6	61,5	T 4	-	15,3



LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Oppdragsgiver

NVE Region Øst

Prosjekt

Flomsikring Svellet, Fet

Tekst

Kornfordelingskurve pkt. 1

Målestokk

-

Sign./Kon.

KS/PL

Prosjektnr.

10 - 42

Bilag

17

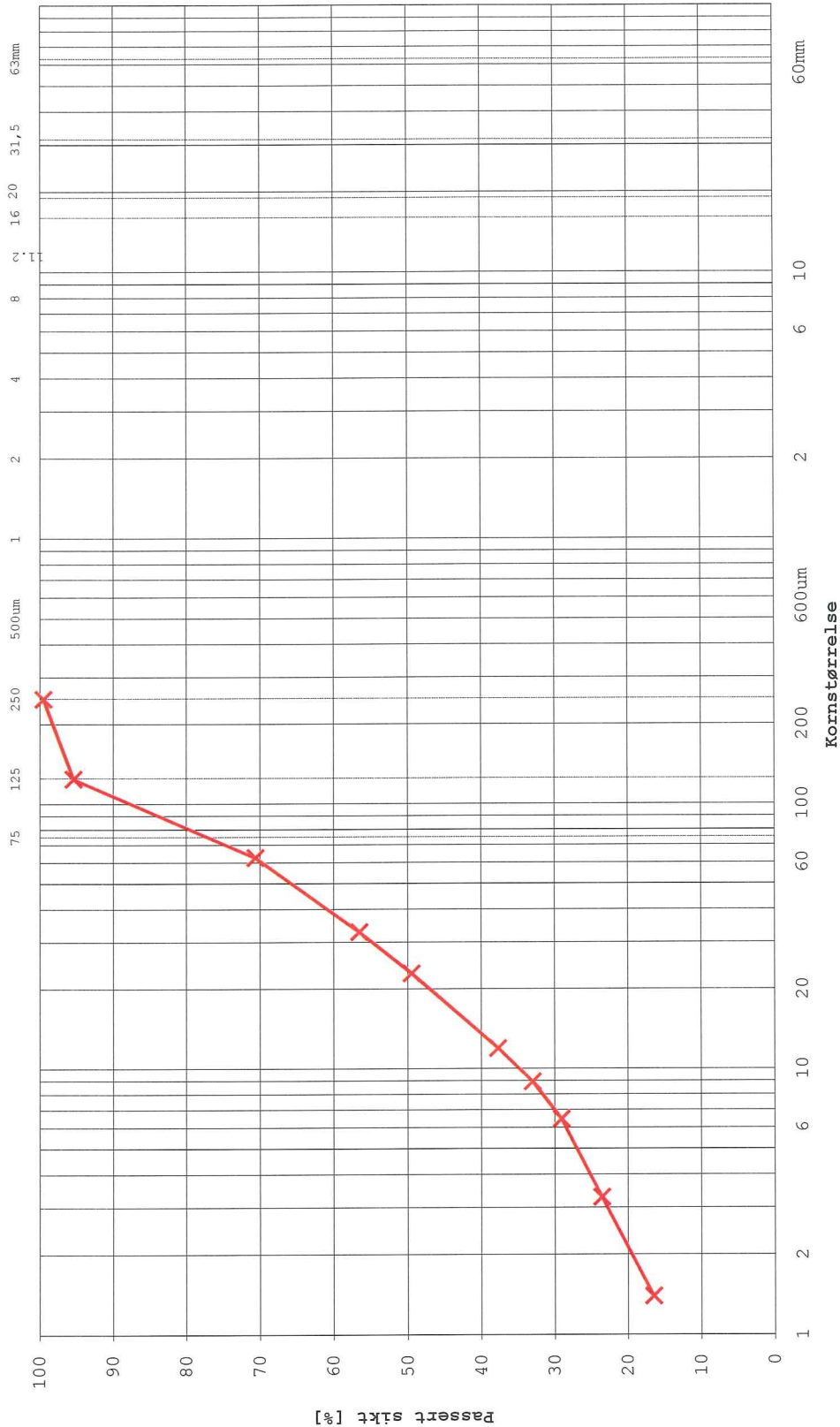
Tegning

117

Dato

9.4.10

LEIR	SILT			SAND			GRUS			STEIN
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	





LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Oppdragsgiver

NVE Region Øst

Prosjekt

Flomsikring Svellet, Fet

Tekst

Kornfordelingskurve pkt. 7

Målestokk

-

Sign./Kon.

KS/PL

Prosjektnr.

10 - 42

Bilag

19

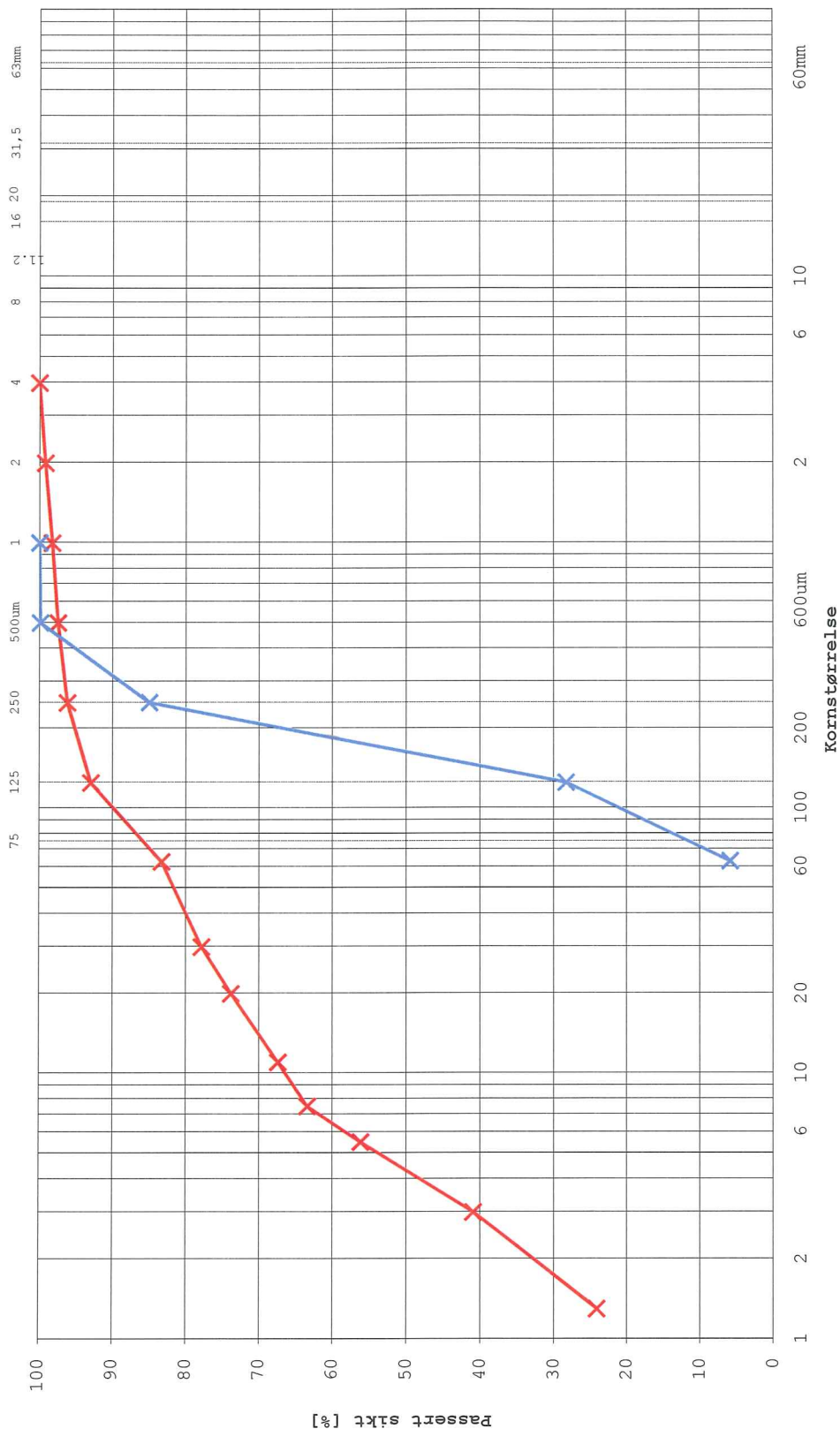
Tegning

119

Dato

9.4.10

LEIR		SILT			SAND			GRUS			STEIN
Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov



Punktnr.	Dybde	Kurve	Jordartsbetegnelse	Cu	%<20µm	Telegruppe	Humus(%)	Vanninnh.(%)
7	0 - 1,0 m	—	LEIRE		73,8	T 4	-	20,2
7	11,0-11,7m	—	SAND	2,9	-	T 1	-	-

The graph displays the grain size distribution of a material. The y-axis represents the percentage of material passing through a sieve ('Passert sikt [%]'), ranging from 0 to 100. The x-axis represents the grain size ('Kornstørrelse') in millimeters, on a logarithmic scale from 1 to 63. The distribution curve is plotted as a red line with 'x' markers at each data point.

Kornstørrelse [mm]	Passert sikt [%]
1	100
2	100
3	100
4	100
5	100
6	100
8	100
10	100
12.5	100
16	100
20	100
25	100
31.5	100
40	100
50	100
63	100
80	100
100	100
125	85
160	65
200	50
250	45
315	40
400	35
500	30
630	25
800	20
1000	15

[illegible]

punkt	metode	x	y	z	fjellkote	dybde i løsm.	boret i fjell	bordybde
1	⊕⊙	6645171.6	619253.1	104.8	97.2	7.6	1.0	8.6
2	⊕	6645206.2	619227.7	104.6	90.3	14.4	1.1	15.5
3	⊕	6645244.4	619200.1	105.0	-	20.0	0	20.0
4	⊕⊙	6645275.0	619176.0	104.2	100.8	3.4	2.0	5.4
5	⊕	6645321.5	619144.6	103.1	95.7	7.3	1.0	8.3
6	⊕	6645355.2	619118.9	102.6	85.2	17.4	0.9	18.3
7	⊕⊙	6645399.1	619088.2	102.5	90.0	12.5	1.0	13.5
8	⊕	6645437.9	619061.1	102.6	96.7	5.9	1.2	7.1
9	⊕	6645464.1	619028.4	102.0	97.0	4.9	1.1	6.0
10	⊕⊙	6645507.9	619007.1	101.9	97.0	4.9	1.1	6.0
11	⊕	6645543.7	618982.3	102.0	88.1	3.9	1.1	5.0
12	⊕⊙	6645599.9	618947.9	102.6	92.8	9.8	1.0	10.8
13	⊕	6645633.2	618926.4	102.9	97.8	5.1	1.0	6.1
14	⊕⊙	6645648.0	618915.9	102.7	98.8	4.0	1.1	5.1

dybde i meter

TOTALSONDERING



PRØVESERIE



LØVLIE GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Narmovegen 191
Postboks 3022
2318 Hamar
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver

Fet kommune

Oppdragsgiver

NVE Region øst

Prosjekt

Flomsikring Svellet, Fet

Tegningstittel

Koordinat - og borpunktliste

Gnr/bnr.

Prosjekt.nr.

10-42

Dato

12.05.10

Tegn/Kontr.

AL/PL

Bilag

21

Tegn.nr.

121

Revisjon

-

Målestokk

-

Stabilitetsberegning

Sammendrag

Profil A og B vurderes til å være stabile fordi det ikke er noen høydeforskjell til å tvinge fram ustabilitet, og at de allerede beregnede profilene med mindre gunstig topografi viser seg å være stabile.

Profil C har en materialfaktor på 1,75 ved normalvannstand etter utbygging av flomvoll med ballastpukk med helning 1:2,5, ved flomtilstand øker materialfaktoren til 1,84. Grunnen til at materialfaktoren øker ved flomtilstand er at det kritiske bruddet ved normalvannstand går mot venstre, følgelig gir høyere vannstand på venstre siden en stabiliserende effekt.

Profil D er det kritiske profilet, dagens materialfaktor er på 1,44. Ved bygging av flomvollen endres materialfaktoren til 1,43 ved normalvannstand. Hvis skråningen på flomsiden slakes ut til helning 1:4,5 og 1:3,7 på lesiden, vil den beregningsmessige materialfaktoren være 1,60 ved flom.

Profil F har en materialfaktor på 1,67 ved flomtilstand og 1,73 ved normalvannstand etter at flomvollen er bygget.

Profil G har før utbygging en beregningsmessig materialfaktor på ca. 1,4, her vil ballastpukken gi en meget god stabiliserende effekt og gi en materialfaktor på ca. 2,3 etter utbygging.

Resultatet av beregningene for kritisk profil D er vist nedenfor.

Forutsetninger

- Det legges ballastpukk 2,8 meter horisontalt ut fra eksisterende fylling i alle profiler.
- Ballastpukken legges med helning 1:2,5, hvis ikke annet er angitt.
- Det er tatt utgangspunkt i profilene gjengitt i *Rapport 10-42 nr.1* fra Løvlien Georåd AS datert 18.05.10.

Materialparametre

ID	Name	Type	γ_{unssat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	k_z [m/day]	k_y [m/day]	v [-]	E_{ref} [kN/m ²]	c_{ref} [kN/m ²]	ϕ [°]	v [°]	E_{sc} [kN/m ²]	c_{sc} [kN/m ²]	γ_{ref} [kN/m ³]	T-Strength [kN/m ²]	R_{inter} [-]
1	Gravel	Drained	19,0	19,0	10,0000	10,0000	0,30	10000,0	2,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00
2	DryCrust	Drained	19,5	19,5	5,0000	5,0000	0,30	6667,0	0,8	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00
3	Clay	UnDrained	19,5	19,5	5,0000	1,0000	0,30	683,0	20,0	0,0	0,0	127,0	2,0	101,0	0,0	1,00
4	ClayMiddle	UnDrained	19,5	19,5	5,0000	1,0000	0,30	373,0	20,0	0,0	0,0	127,0	2,0	100,5	0,0	1,00
5	ClayLeft	UnDrained	19,5	19,5	5,0000	1,0000	0,30	373,0	20,0	0,0	0,0	127,0	2,0	100,0	0,0	1,00
6	ClayLeftfylling	UnDrained	19,5	19,5	5,0000	1,0000	0,30	626,0	20,0	0,0	0,0	127,0	2,0	101,0	0,0	1,00
7	DryCrust	Drained	19,5	19,5	5,0000	5,0000	0,30	6667,0	2,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00

Materialparametrene for de forskjellige profilene er oppsummert i tabellen over, det er noen variasjoner på γ_{ref} mellom de forskjellige profilene.

Last

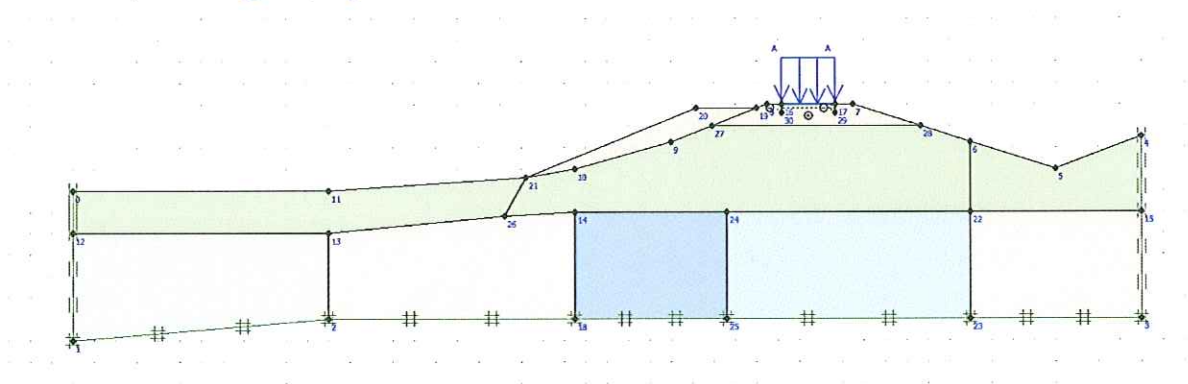
Lasten fra jernbanen er angitt å være $\frac{110 \text{ kN/meter skinnegang} \cdot \gamma_{last}}{\text{bredde jernbanesvill}}$ dette er funnet til å bli $\frac{110 \text{ kN/meter skinnegang} \cdot 1,5}{2,4 \text{ meter}} = 68,75 \text{ kPa}$ som er påført over 2,4 meter av jernbanefyllingen via en plate som skal representere svillene.

Lastfaktoren, γ_{last} , kommer fra Jernbaneverkets regler for prosjektering og bygging av bruer for påvisning av kapasitet i grunnen.

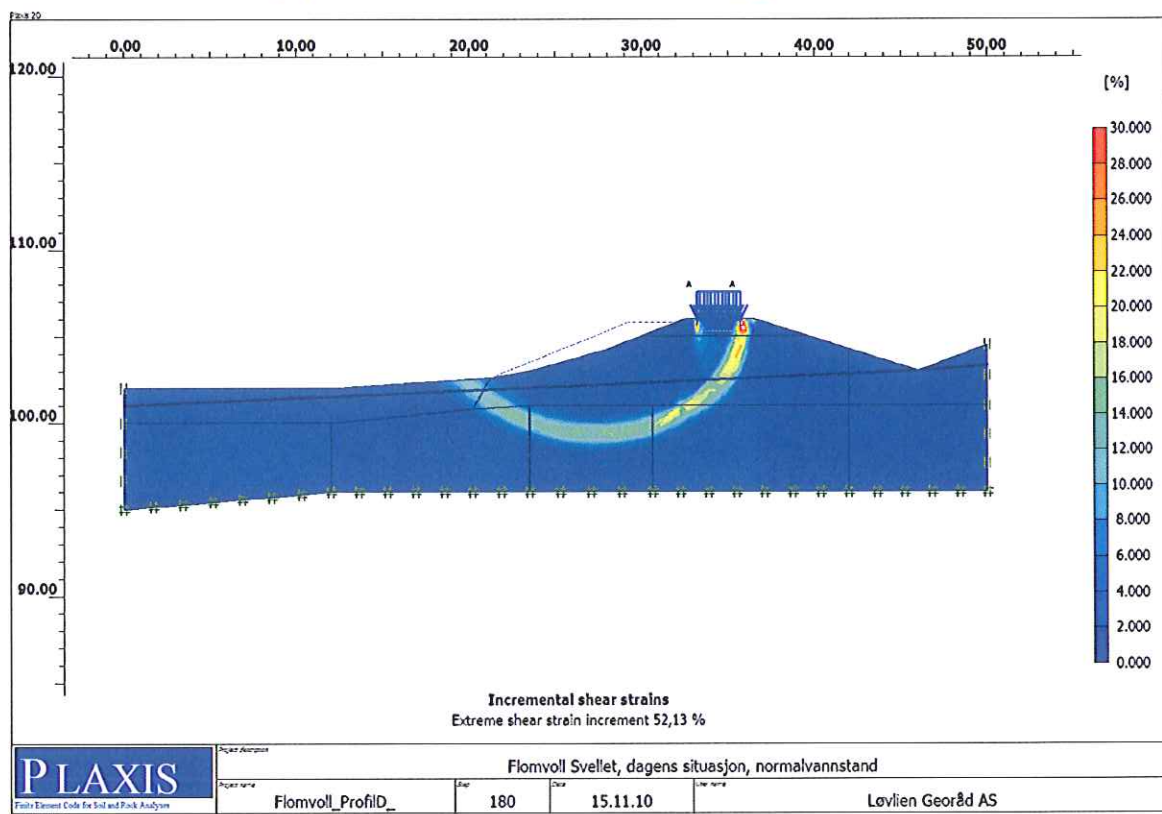
http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Per_1_juli_2010/Bruer/525/t25-0510.pdf

Profil D

Modellen, helning 1:2,5 på flomvoll

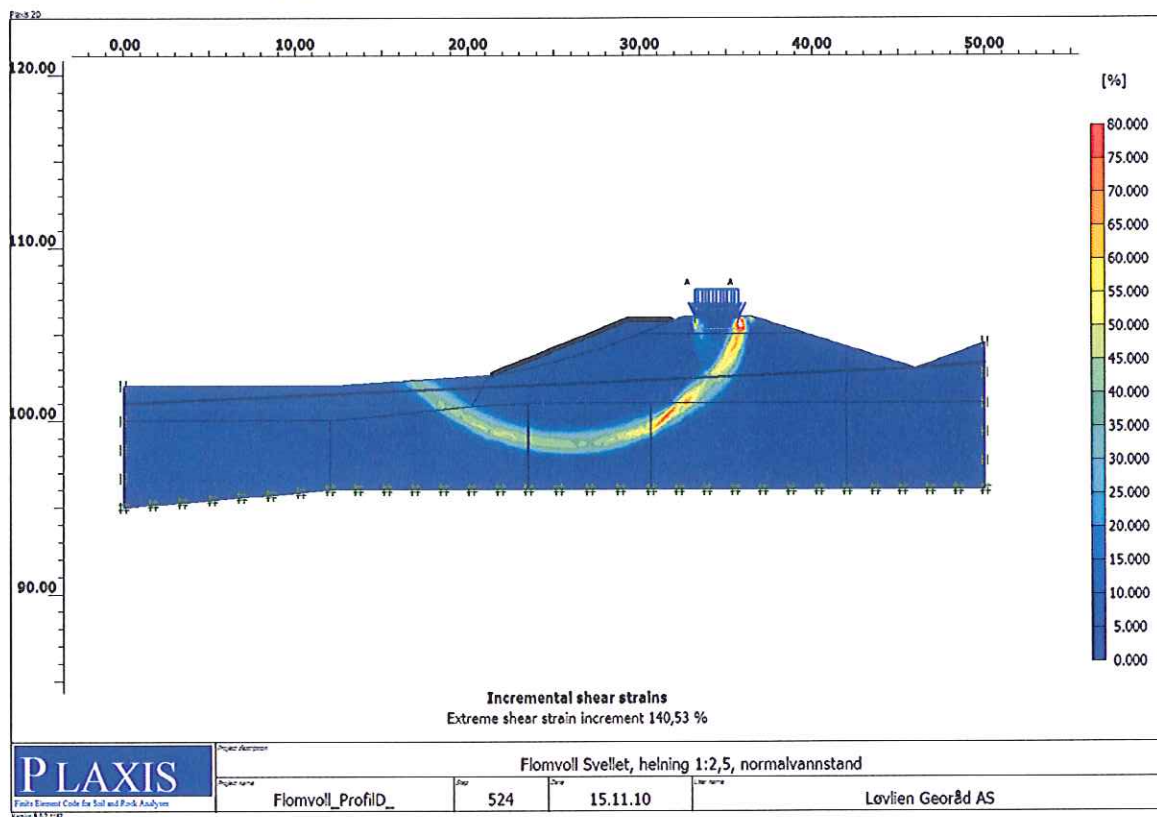


Bruddmekanisme m/ jernbanelast før flomvoll er bygget:



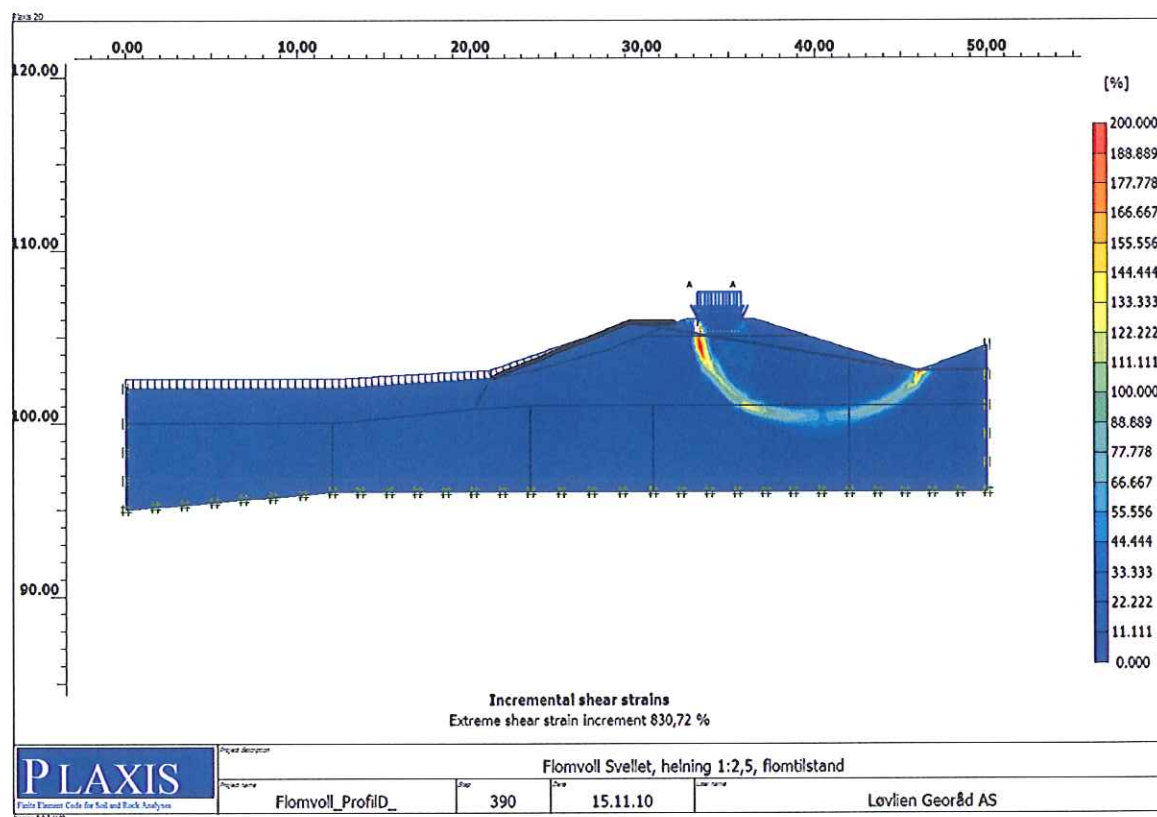
Før utbygging av flomvollen har dette profilet er materialfaktor på 1,44 uten flom.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast etter flomvoll er bygget, normalvannstand:



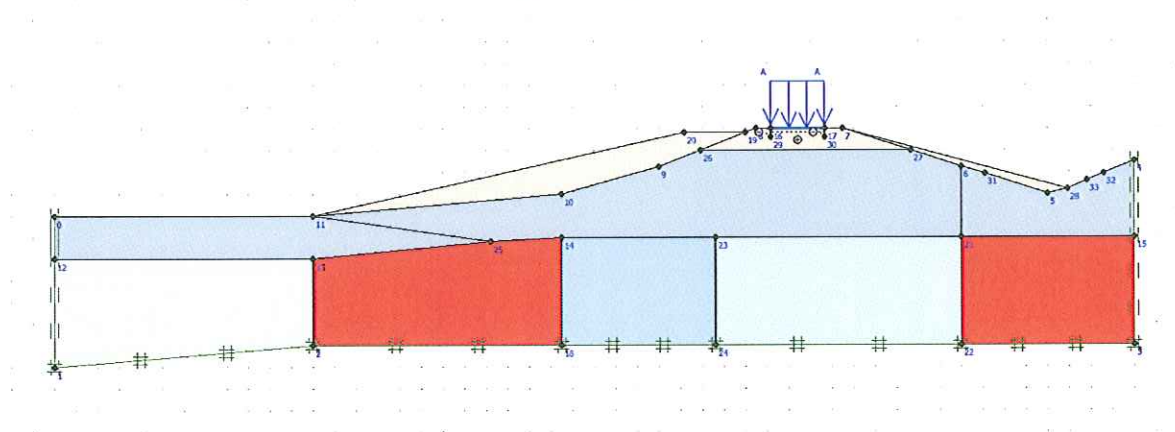
Etter at flomvollen er bygget blir beregnet materialfaktor 1,43, det kritiske bruddet går dypere enn før.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast og flomtilstand:



Når flommen blir tatt med i beregningen så er vannet stabiliserende for det tidligere kritiske bruddet mot venstre, og det kritiske bruddet går inn mot veien med en materialfaktor på 1,43.

Modellen, helning 1:4,5 på flomvoll og 1:3,7 på lesiden

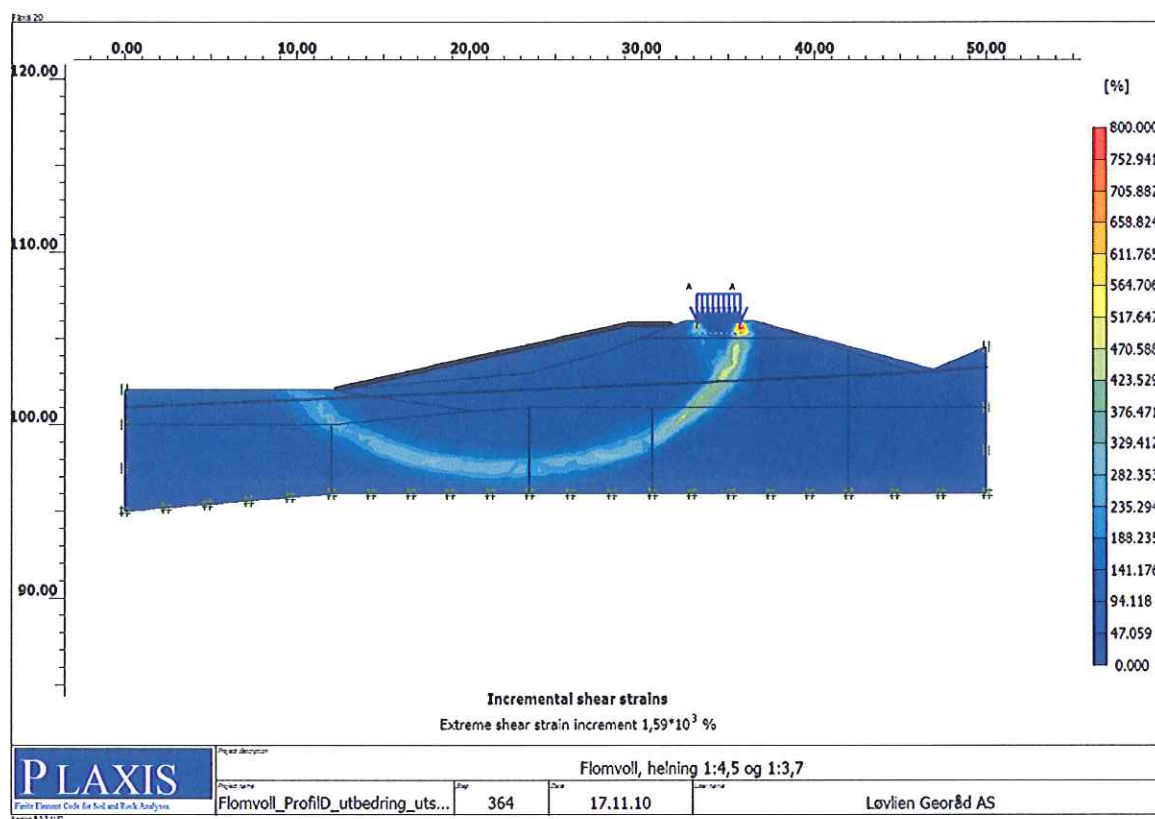


Bruddmekanisme m/ jernbanelast før flomvoll er bygget:

Samme resultat som for modellen med helning 1:2,5.

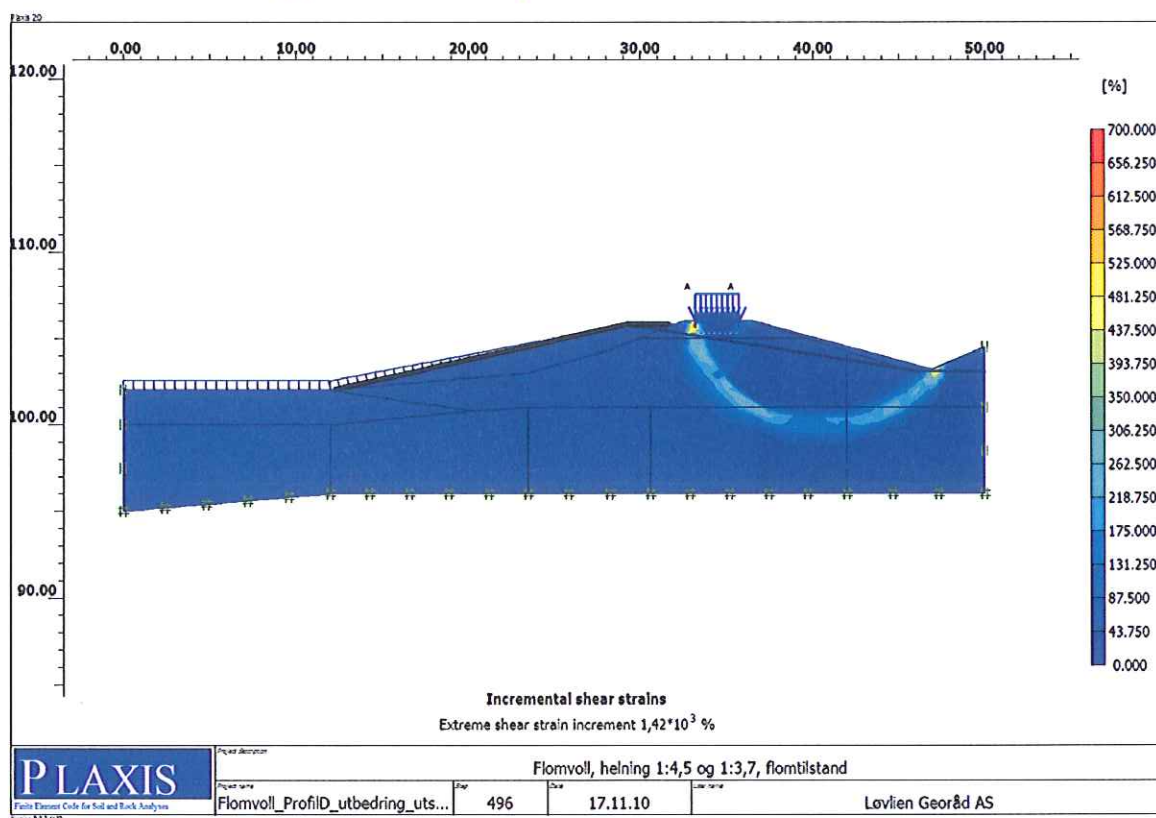
Før utbygging av flomvollen har dette profilet er materialfaktor på 1,44 uten flom.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast etter flomvoll er bygget, normalvannstand:



Etter at flomvollen er bygget blir beregnet materialfaktor 1,64, det kritiske bruddet går dypere.

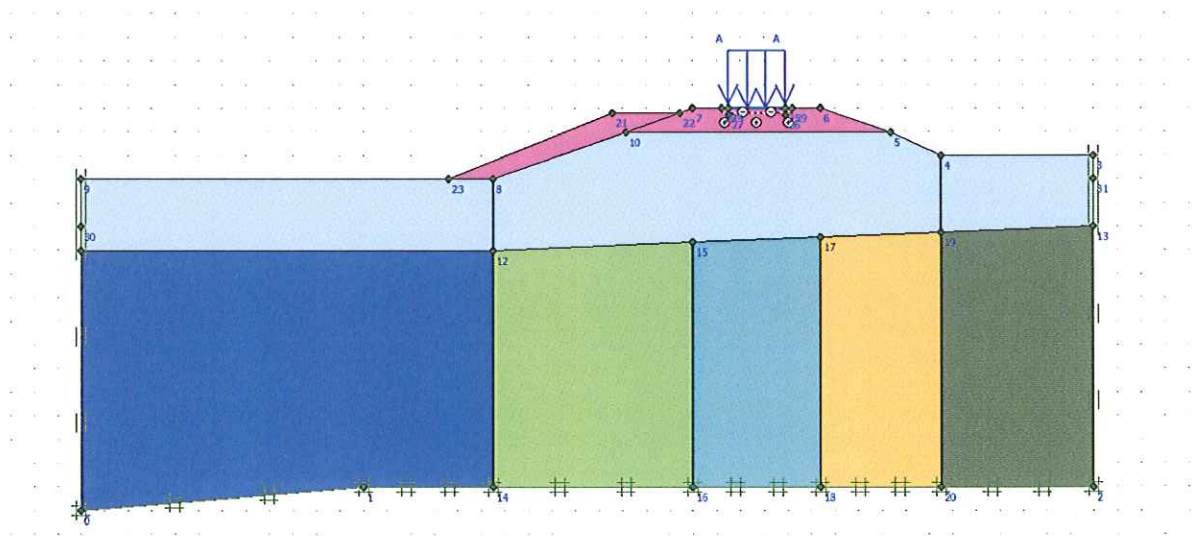
Bruddmekanisme m/ jernbanelast og flomtilstand:



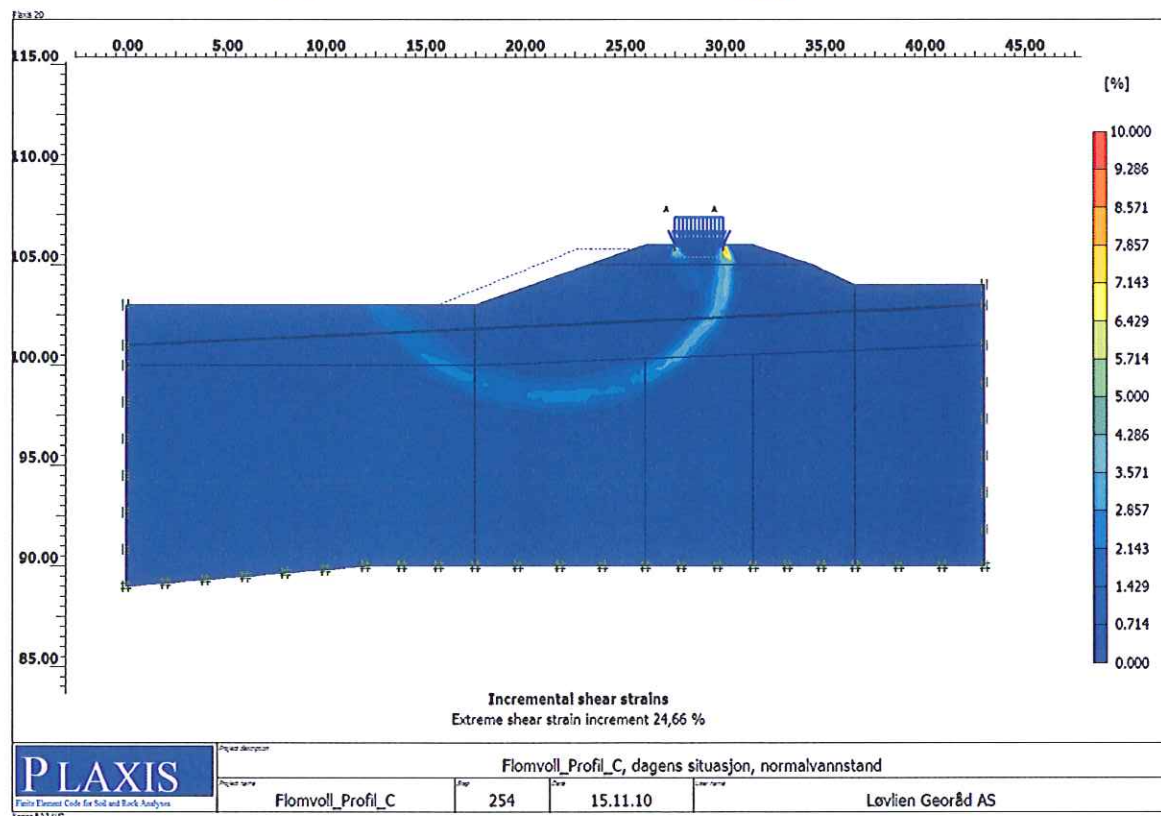
Når flommen blir tatt med i beregningen så er vannet stabiliserende for bruddet mot venstre, og det kritiske bruddet går inn mot veien med en materialfaktor på 1,6.

Profil C

Modellen

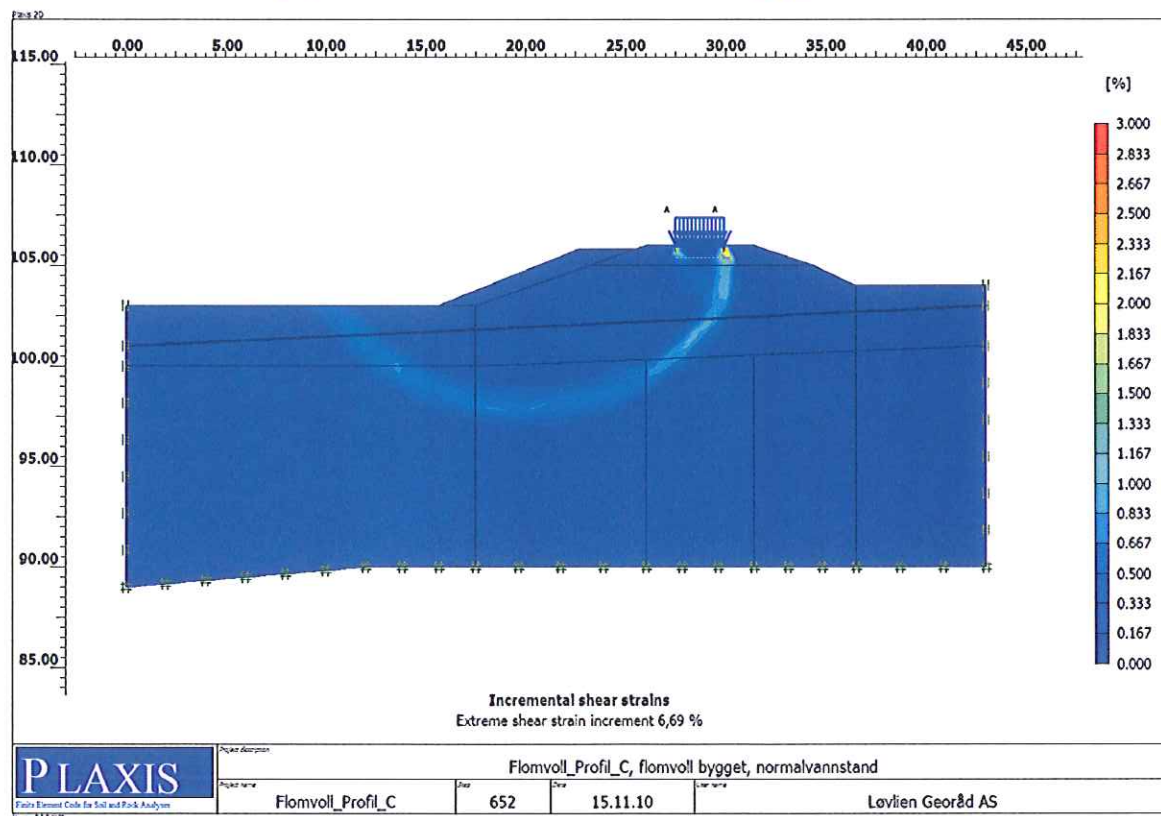


Bruddmekanisme m/ jernbanelast før flomvoll er bygget:



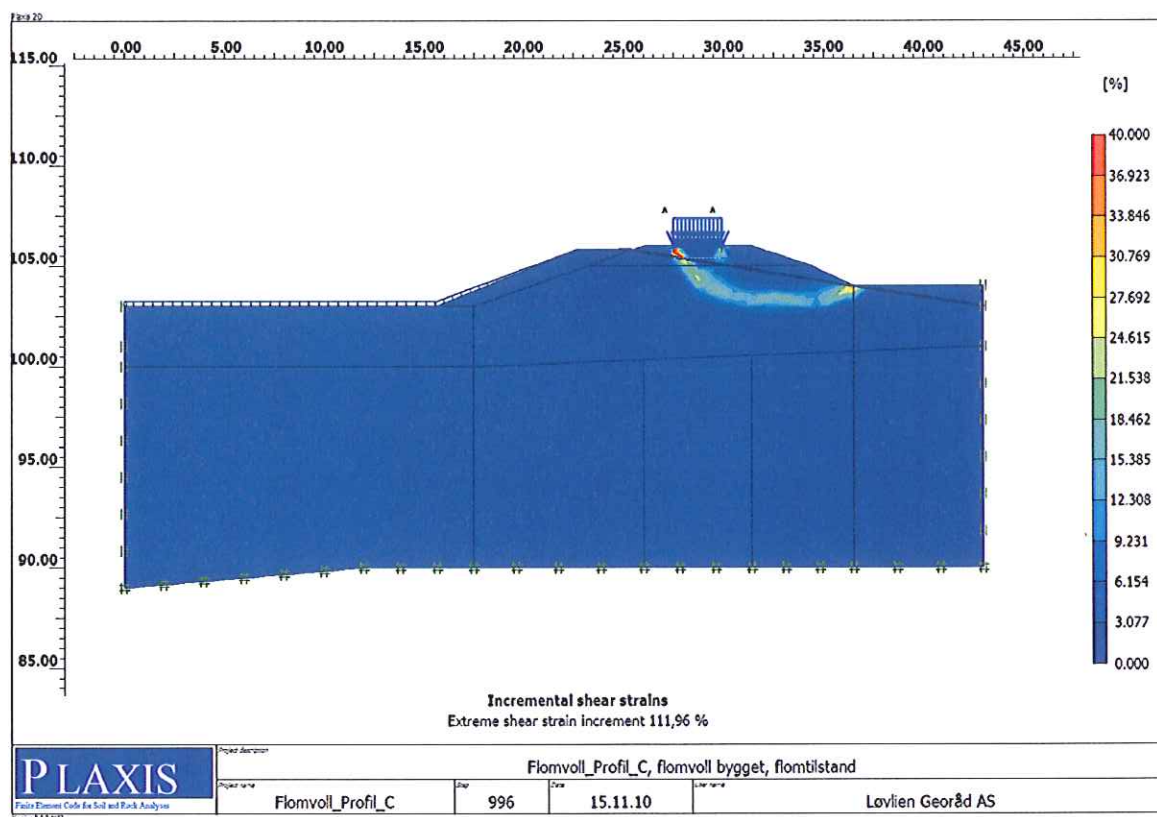
Før utbygging av flomvollen har dette profilet er materialfaktor på 1,72 uten flom.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast etter flomvoll er bygget, normalvannstand:

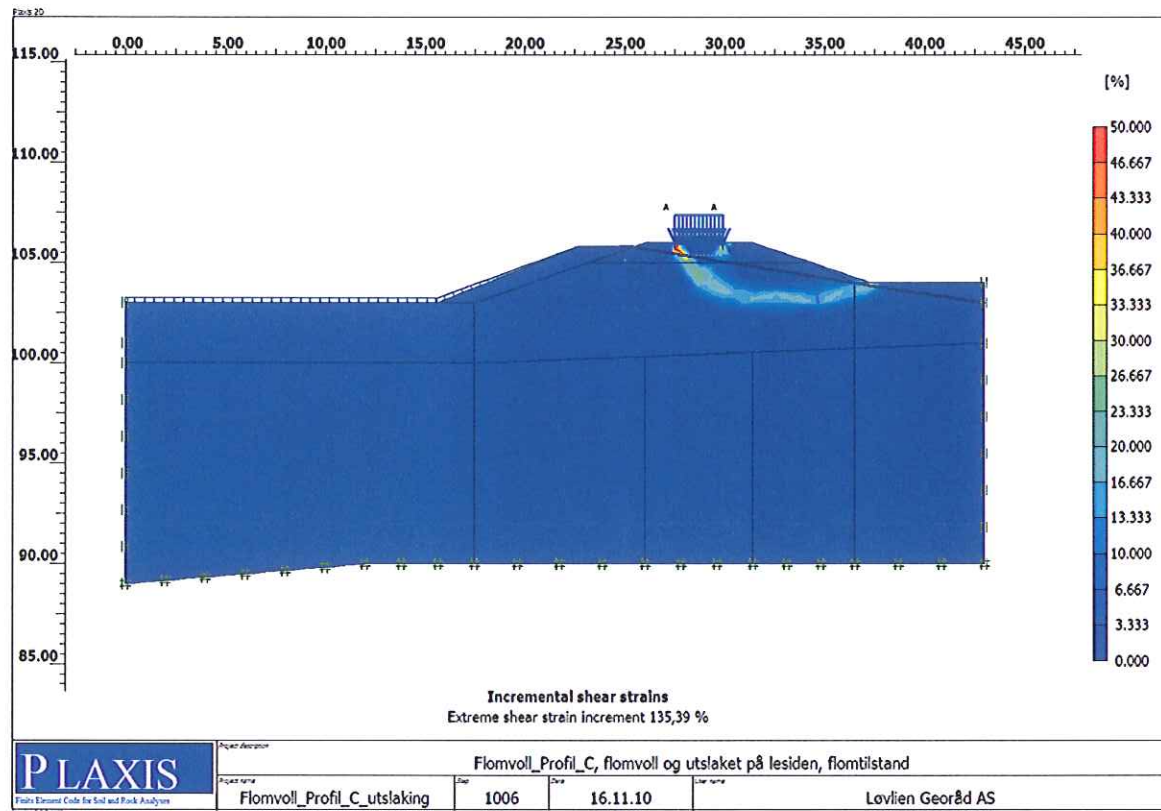


Etter at flomvollen er bygget blir beregnet materialfaktor 1,76, det kritiske bruddet går dypere.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast og flomtilstand:



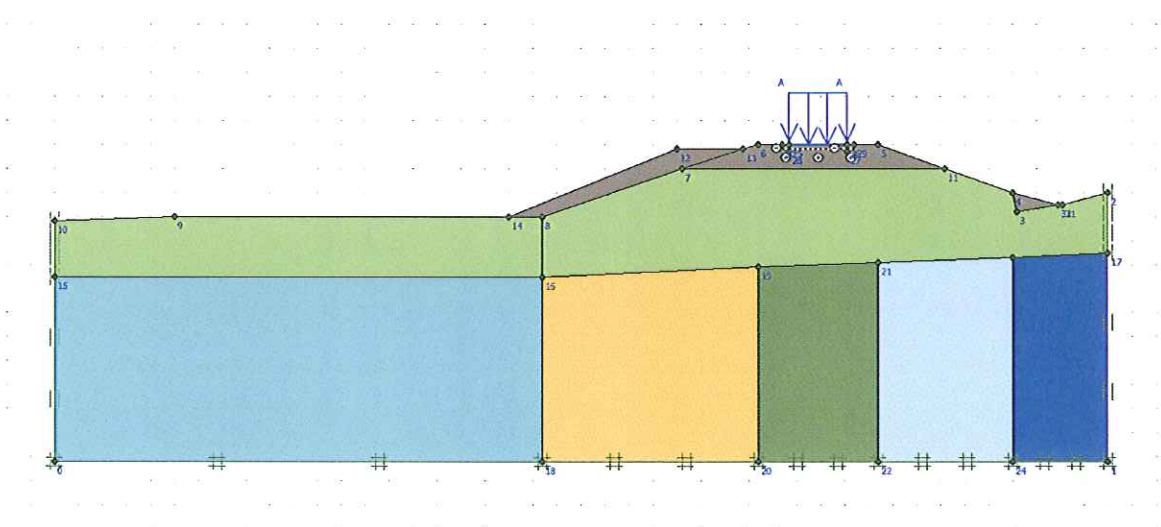
For profil C stabiliserer vannet bruddet mot venstre, men gir ytterligere last for bruddet mot høyre (lesiden). Det kritiske bruddet går inn mot veien med en materialfaktor på 1,57.



Dersom lesiden av Profil C utslakes til helning 1:3 økes materialfaktoren for flomtilstand fra 1,57 til 1,62.

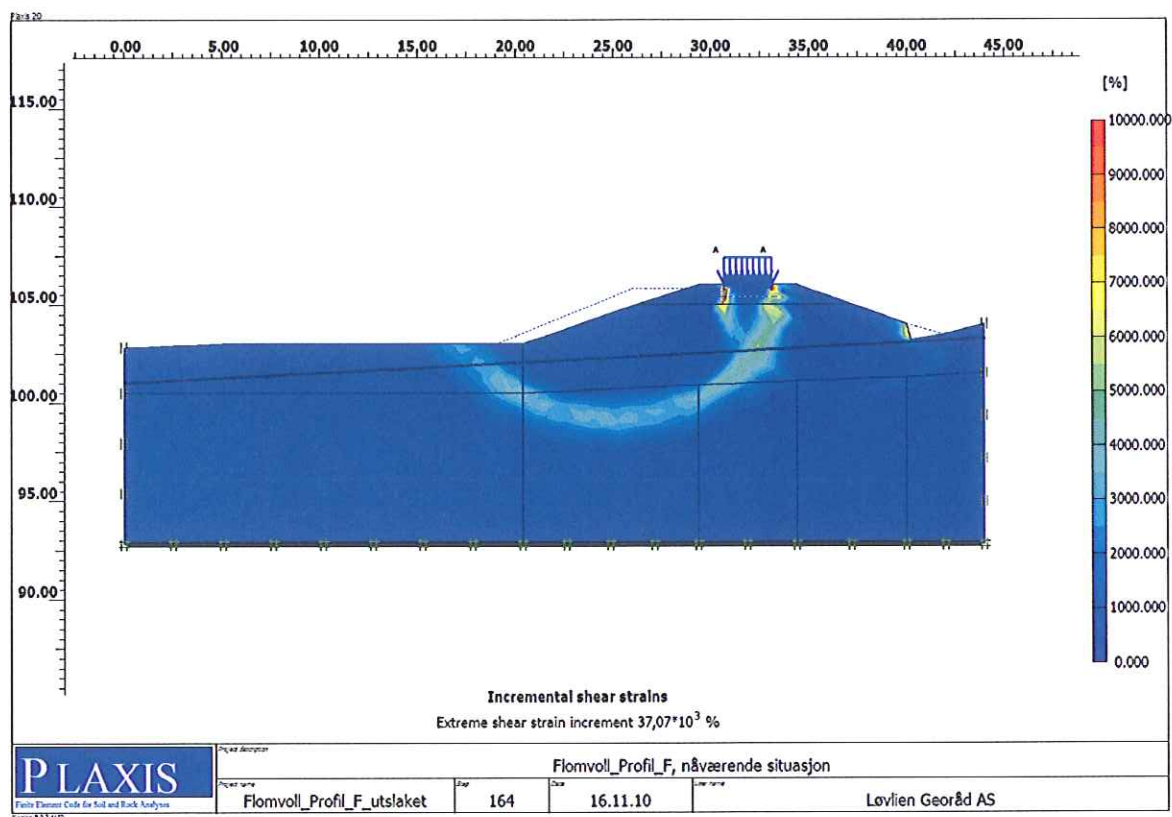
Profil F

Modellen



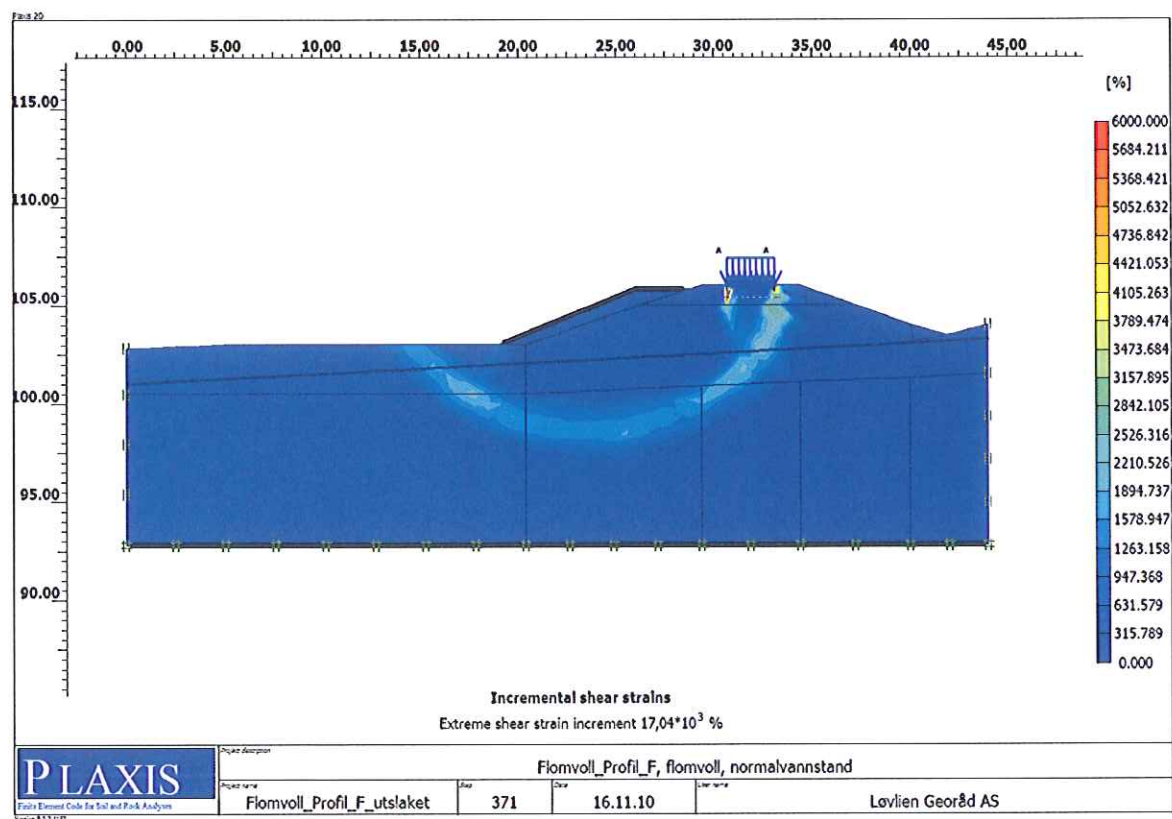
Det unaturlige hakket på lesiden av jernbanefyllingen må fylles igjen, slik at lesiden får en helning på 1:3.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast før flomvoll er bygget:



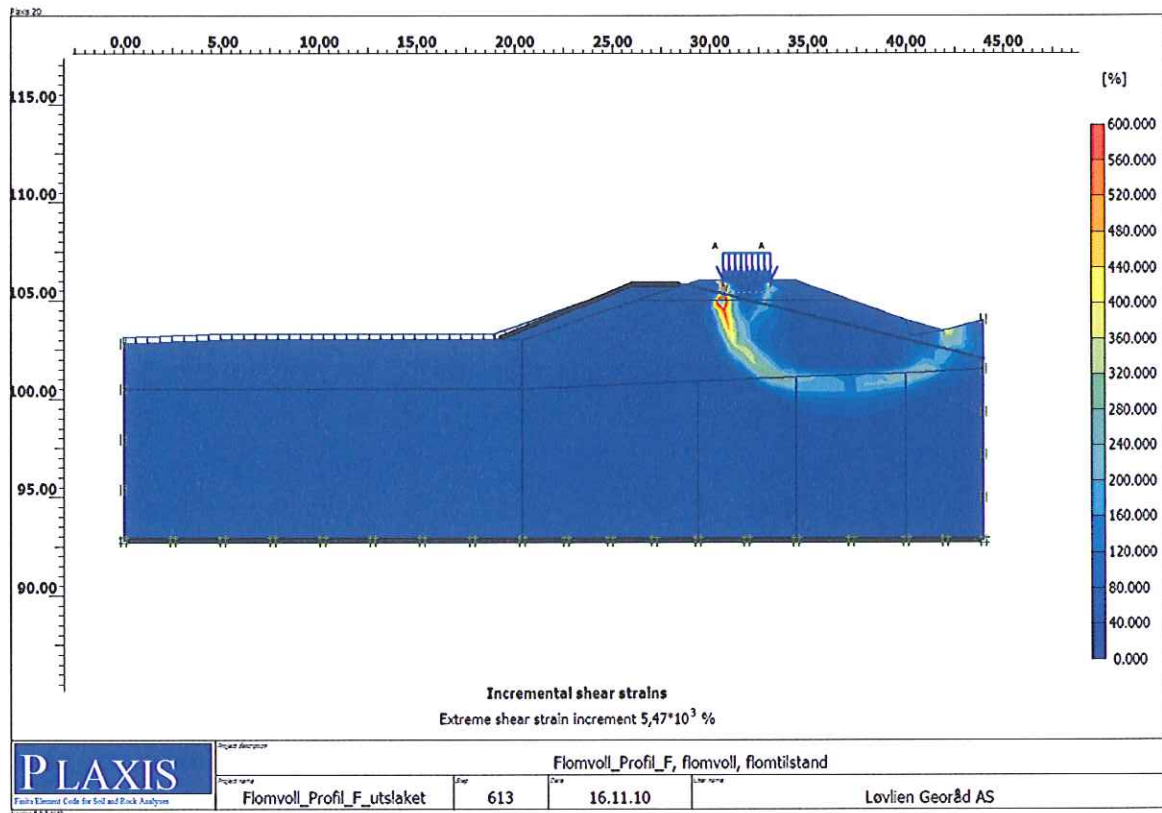
Før utbygging av flomvollen har dette profilet er materialfaktor på 1,64 uten flom.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast etter flomvoll er bygget, normalvannstand:



Etter at flomvollen er bygget blir beregnet materialfaktor 1,68, det kritiske bruddet går dypere.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast og flomtilstand:

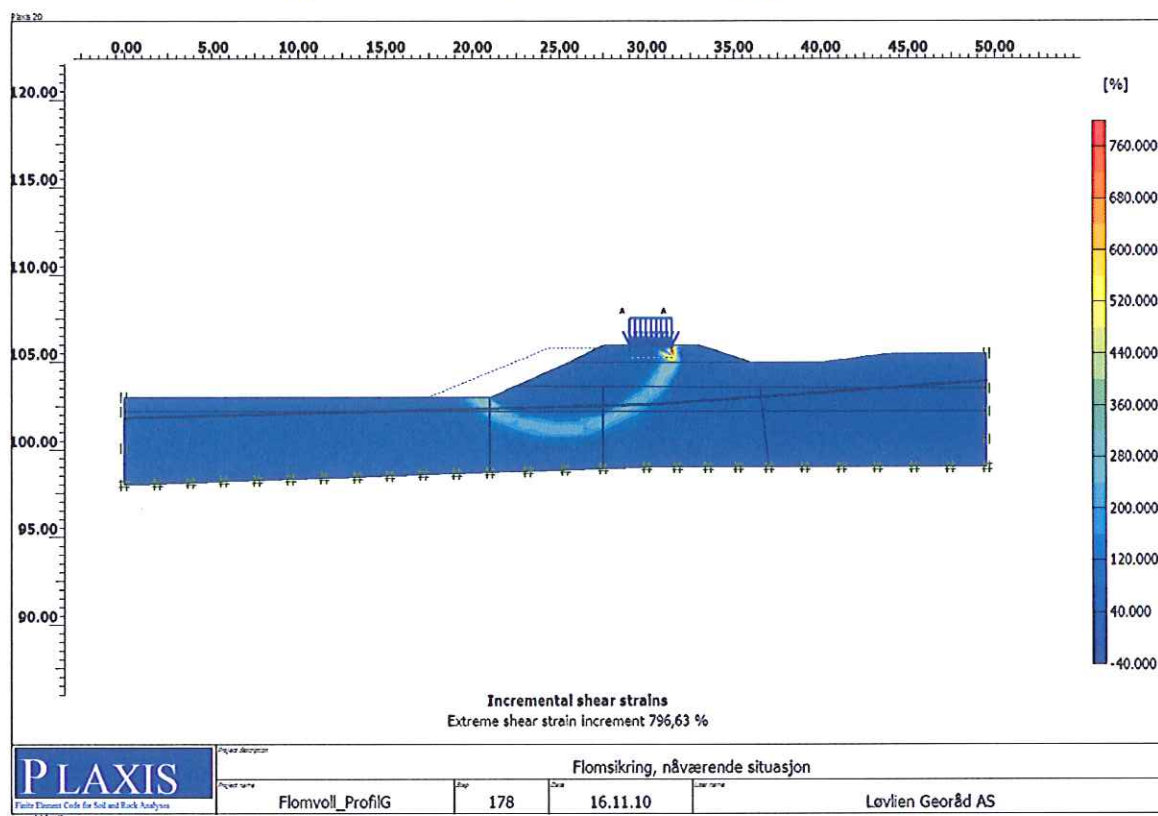


Når flommen blir tatt med i beregningen så er vannet stabiliserende for bruddet mot venstre, og det kritiske bruddet går inn mot veien med en materialfaktor på 1,65.

Profil G

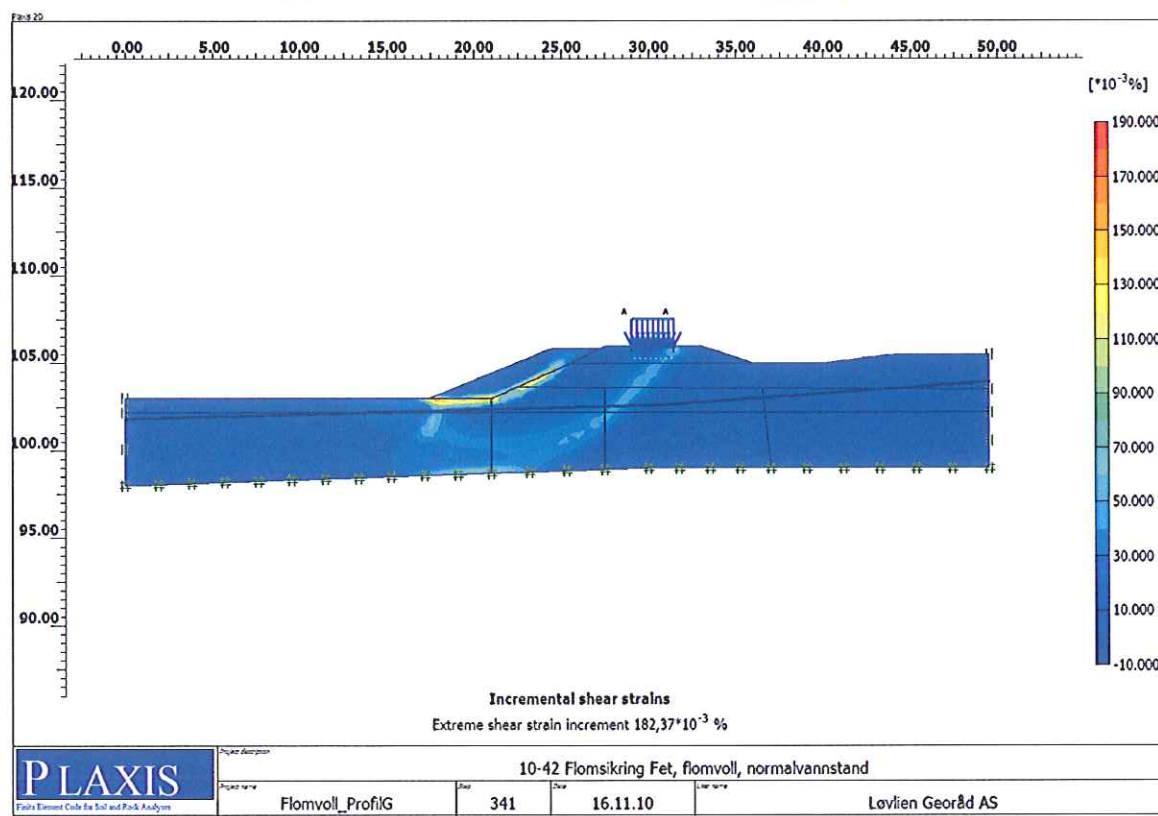
Modellen

Bruddmekanisme m/ jernbanelast før flomvoll er bygget:



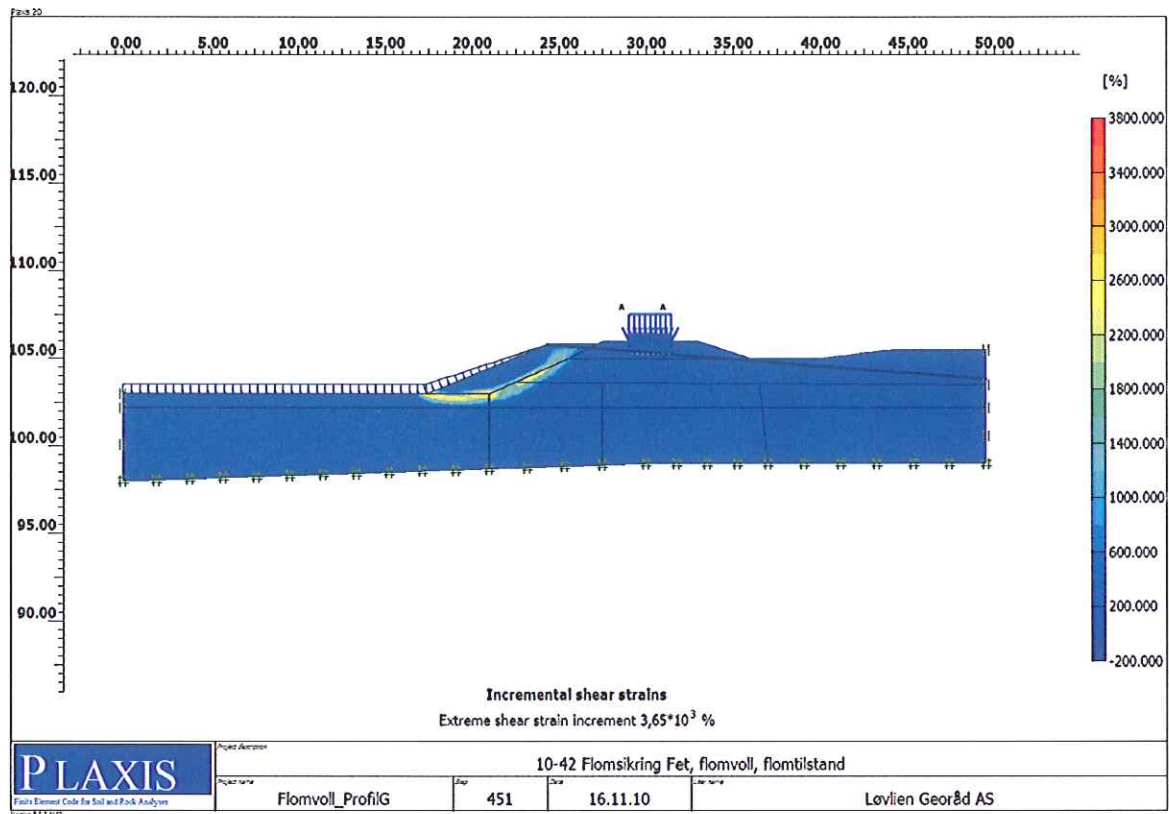
Før utbygging av flomvollen har dette profilet er materialfaktor på 1,43 uten flom.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast etter flomvoll er bygget, normalvannstand:



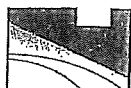
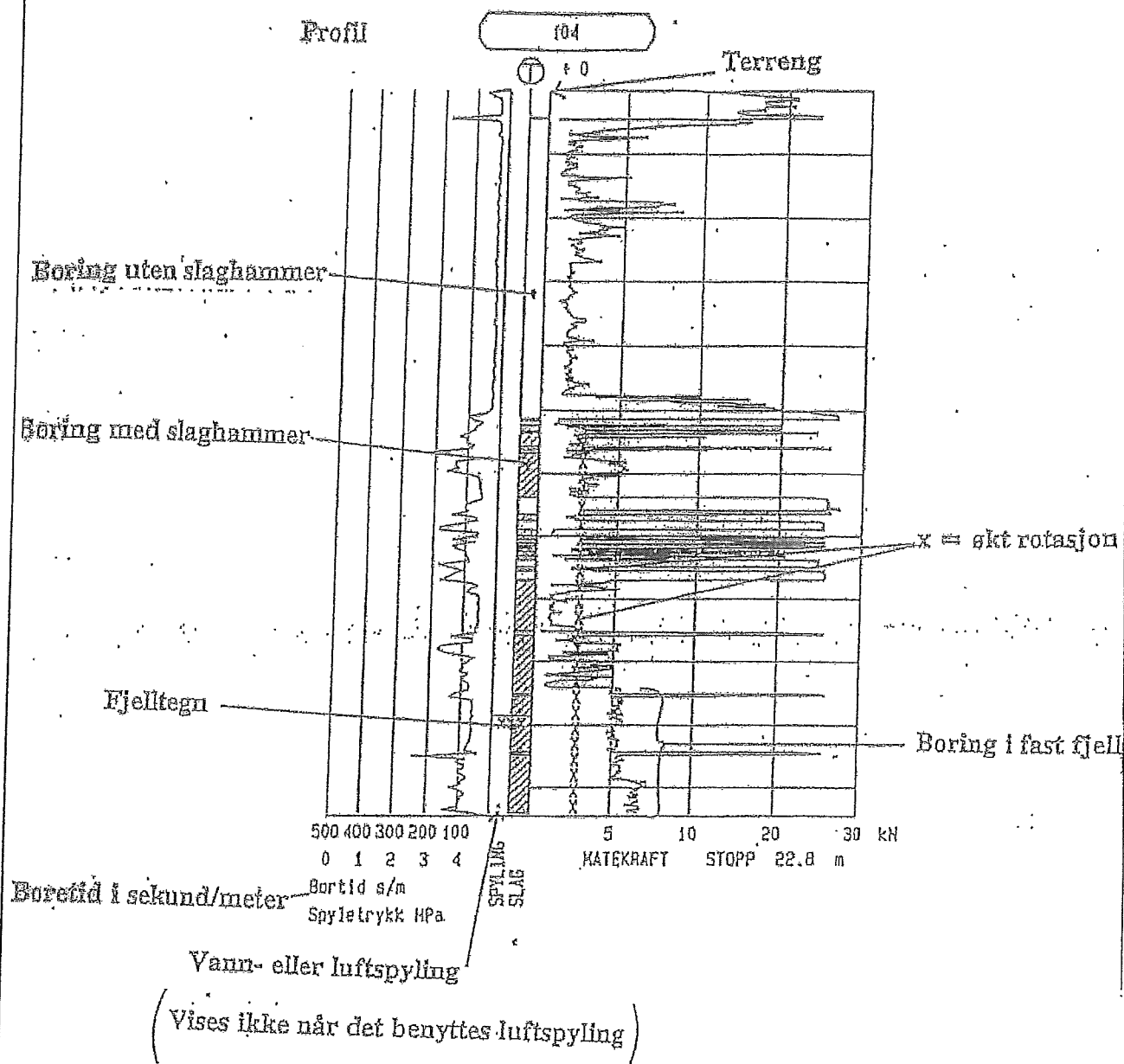
Etter at flomvollen er bygget blir beregnet materialfaktor over 2, det tidligere kritiske bruddmekanismen blir tvunget ned til fjell, og man får en bruddmekanisme mellom fyllingen og tørrskorpen med en beregningsmessig materialfaktor på ca 2,3.

Bruddmekanisme m/ jernbanelast og flomtilstand:



Flomtilstand gir ytterligere stabilisering av bruddet mot venstre, dette gir en beregningsmessig materialfaktor på ca. 2,7.

Eksempel på totalsondering m/ forklaring



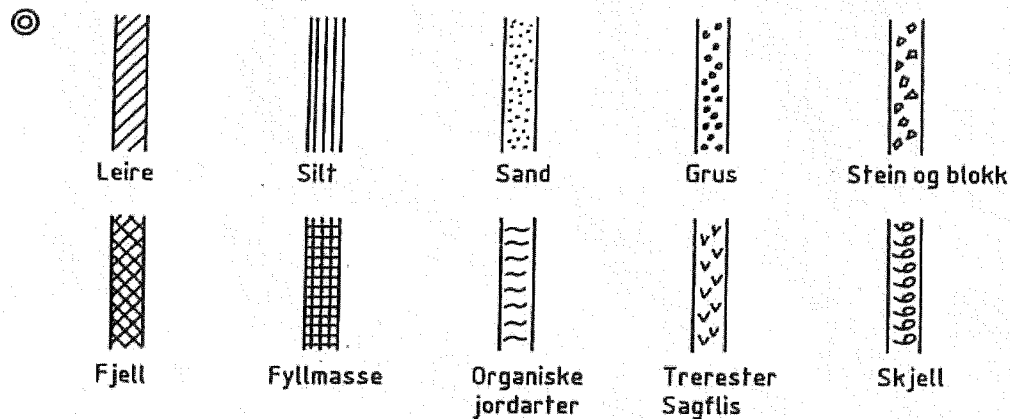
LØVLIEN GEORÅD
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Tillegg

1

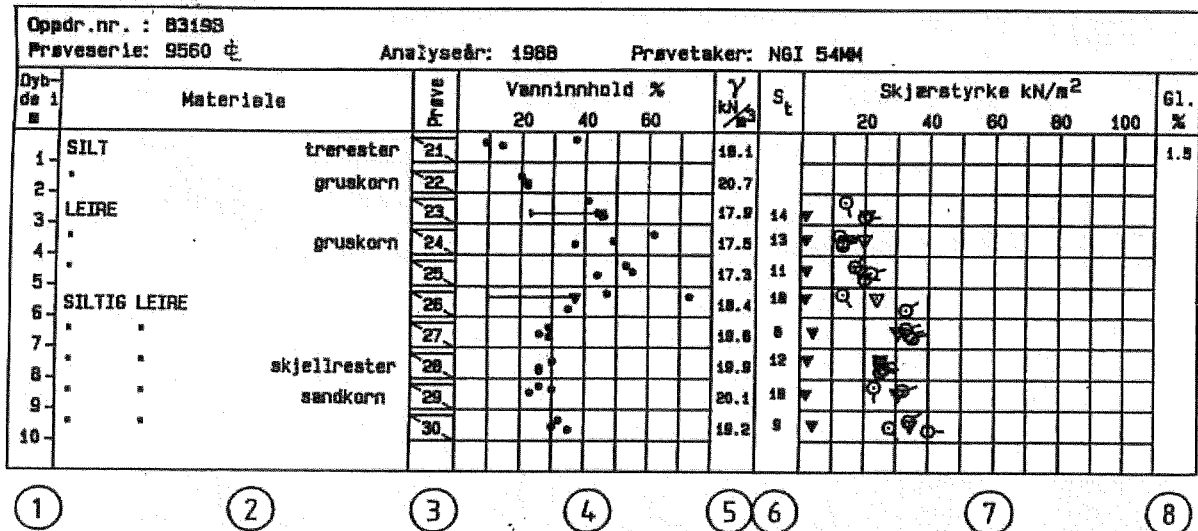
Forklaring av løsmasseprofil

Prøveserie, materialsymboler.



Ved blandingsjordarter som f.eks. morene kombineres symboler.

Framstilling av laboratoriedata.



- ① Dybden fra terreng. Ved boring i vann, fra elvebunn eller sjøbunn.
- ② Jordartsbeskrivelse. Grunnvannstanden bør angis.
- ③ Prøvens beliggenhet angis ved skråstrek, evt. påføres prøvenummer.
- ④ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall.
- ⑤ Tyngdetetthet γ i kN/m³.
- ⑥ Sensitivitet angis i hele tall.
- ⑦ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall.
- ⑧ Kolonner for andre materialegenskaper kan gis i egen kolonne.

