



NOTAT

Reguleringsplan Høieggen

Notat nr.:
GEO-07

Dato
19.04.2010
Rev 1: 29.06.2010
Rev 2: 30.06.2010

Til:

Navn	Firma	Sign.
Thorvald Ianssen	Høieggen Holding AS	
Kopi til:		
Eskil Laksfors	Rojo Arkitekter	
Haavard Narjord	Multiconsult AS	
Fra:		
Åsmund Elgvasslien	Sweco Norge AS	
kontrollert:		
Margareta Viklund	Sweco Norge AS	

REGULERINGSPLAN HØIEGGEN – SVAR PÅ NVEs INNSIGELSE.

Vi viser til brev fra NVE datert den 19.02.2010 med innsigelse mot forslag til reguleringsplan for deler av Høieggen/Buenget, og møte med Multiconsult og NVE 18.05.2010 der videre innspill er årsak til revisjonen av dette notatet.

Vi viser også til tidligere geotekniske notater 01, 03, 05 og 06 for prosjektet, samt geoteknisk rapport 570412-01 og tilhørende 3. partskontroll-notater.

Bakgrunn

Det utarbeides reguleringsplan for et område på Høieggen og Buenget. Sweco Norge AS har gjort geotekniske vurderinger i ovennevnte geotekniske notater og rapport, som igjen er blitt godkjent av 3. partskontroll ved Multiconsult AS. NVE har i ovennevnte brev kommet med innsigelser på de geotekniske vurderingene. Et svar på NVEs innsigelse er tema for dette notatet.

Datagrunnlag

Gjennom arbeidet er det hentet grunnlag fra geotekniske rapporter. Der vi ikke har hatt tilgang på rapporter, er data om kvikkleireforekomst hentet ut fra Trondheim kommunes database over grunnundersøkelser i Trondheim. Vedlegg 1 viser et kart over

grunnundersøkelser i området, Vedlegg 1 viser også boredybder for alle undersøkelser, samt hvilke borhull det er påvist kvikkleire i.

Gamle grunnundersøkelser

Følgende rapporter er benyttet gjennom hele planarbeidet:

- R.225	Kloakk Leirelva – Buenget	Tr.h komm. 30.08.1971
- R.284	Leirbrua – Kolstad	Tr.h Komm. 22.01.1973
- R631	Rydningen	Tr.h komm. 28.02.1984
- R.659	Hovedveg Damlia – Bjørndalen	Tr.h Komm. 04.10.1984
- R.1097	Buengveien	Tr.h Komm. 13.07.1999
- R.1164	Buenget	Tr.h Komm. 02.10.2005
- R.1245	Buenget	Tr.h Komm. 02.10.2005
- R.1307	O.J Aalmos veg – Kvitsteinvegen	Tr.h Komm. 26.04.2006
- O. 910	Rydningen	Kummeneje 08.10.1969
- O.978	Aalmos veg – Forsøkslia	Kummeneje 16.12.1969
- O4277	Nyheim, Buenget	Kummeneje 30..09.1983

Nye grunnundersøkelser

Det er i tillegg utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med regulerings-saken. 10 borpunkter ble utført høsten 2009, omtalt i rapport 570412-01. Det er også utført undersøkelser i 2 punkter vest i Flatåsen kvikkleiresone i forbindelse med dokumentasjonen i dette notatet.

Rydningen Kvikkleireområde

Rydningen kvikkleireområde ligger nord for vårt planområde, Høieggen. NVE sier i sin uttalelse sier at det per i dag er tilfredsstillende sikkerhet mot utglidninger og skred i planområdet nord for Leirelva (B1, B2, BB5, BB6 og BA), men en nærmere dokumentasjon på at skred fra Rydningen kvikkleiresone ikke vil påvirke vårt planområde må foreligge.

Sweco Norge AS har gitt tidligere uttalelser i notat-05 på denne saken: *"Nord for planområdet ligger kvikkleiresonen Rydningen. Søndre begrensnig av sonen inn mot planområdet følger en rygg. Den siste undersøkelsen viser at det er fjell under et relativt beskjedent løsmasselag av fast leire i denne ryggen. Vi anser det derfor ikke å være noen risiko for uheldig påvirkning fra denne sonen"*

Vi har i vedlegg 2 tegnet inn kvikkleiresonen og mulige skredretninger på et kart. Vedlegg 2 inneholder også terrengprofil (I) som viser fjelldybder gjennom kvikkleiresonen og ned mot Leirelva. Som nevnt i notat-05 er det et beskjedent løsmasselag av fast leire på 2-5 meter ned til fjell i skråningen fra kvikkleireområdet ned til planområdet. Først inne i kvikkleireområdet er dybden til fjell økende (<10 m). Dette indikerer en fjellrygg i grunnen

på den sørlige grensen av kvikkleiresonen. Terrenget følger også denne ryggen. Fra grunnundersøkelser ser vi at en kvikkleirelomme ligger som anvist i vedlegg 2. Plasseringen av fjellrygg og kvikkleirelomme antyder sannsynlighet for at et eventuelt ras vil forekomme fra denne ryggen og nordover inn i kvikkleireområdet, ikke andre veien.

NVE har sist antydnet at et skred kan ha utløp sør i kvikkleireområdet og komme inn i det nordøstlige hjørnet av reguleringsområdet. Skredretningen er vist i Vedlegg 2. For å dokumentere sikkerheten for skred inn i området har vi utført en beregning i et profil langs denne skredretningen. Beregningsprofilen (II) er merket av på vedlegg 2. Grunnlaget for beregningene er hentet ut fra data i rapport O.910 – Rydningen. Grunnlaget gir oss kunnskap om dype lag med tørrskorpeleire. Det er gjort sonderinger og prøvetakinger ned til 10 meter. Vi har gjort antagelse om et lag med middels fast leire som en overgang mellom tørrskorpe/fast leire og sensitiv/kvikk leire.

Vi har kjennskap til at det er mellom ca. 5-10 meter tørrskorpe/fast leire langs hele profilet. Dette laget deles i ca. 5 m tørrskorpe og 5 m fast leire. Noen boringer viser middels fast leire under tørrskorpa. Vi antar da et lag av middels fast leire på ca 3-5 m før man kommer ned på 5-10 m tykt lag med sensitiv leire. Et fastere lag antas i overgangen mot fjell. Fjellldybde er kjent i nedre del av profilet fra rapport O.225. Fjellldybden høyere i profilet er antatt med slak helning i forhold til terrenget. Profilet med beregningsresultat vises i vedlegg 4.

Beregningen er utført som en konservativ ADP-analyse. Vi har brukt erfaringsdata på styrkeparametre fra beregningene gjort fra Flatåsen kvikkleiresone i rapport 570412-01. Samtidig antas det kvikkleira antas et forhold $s_u/p_0 = 0,25$ og 15% styrkereduksjon i analysen. Parametrene vises i tabell 1, se også Vedlegg 4. Vedlegg 5 viser CPTU-tolkning av $s_{u,A}$, fra vurderingene gjort i rapport 570412-01, som ligger til grunn for skjærstyrkeparametrene i tabell 1.

Tabell 1: Jordartparametre i beregning for profil på Rydningen.

Profil II	Aktiv udrenert skjærstyrke, $s_{u,A}$	friksjonsvinkel, ϕ , °	attraksjon, a , kPa	tyngdetetthet γ , kN/m^3
Tørrskorpeleire		32	10	19,5
Fast leire	90 [kPa]	32	10	19,5
Middels Leire	$35 \text{ kPa} + 4,2 * z$ [kPa/m]	31	10	20
Sensitiv leire	$35 \text{ kPa} + 4,2 * z$ [kPa/m]	26	10	20
Fast leire/antatt berg	$35 \text{ kPa} + 4,2 * z$ [kPa/m]	35	30	20

Beregningene viser sikkerhetsfaktor på 1,52 for tot.spenningsanalyse, og 2,37 for effektivspenningsanalyse.

Flatåsen kvikkleireområde

Flatåsen kvikkleireområde ligger sør for Leirelva, se vedlegg 1. Planområdet ligger delvis innenfor kvikkleiresonen. NVE vil ha avklart tilstrekkelig dokumentert sikkerhet mot skred inn i planområdet fra sonen delvis i og utenfor plansonen. Det ønskes også avklart om stabilitetsanalysene i profil A og B for rapport 570412-01 er tilstrekkelig dekkende i utstrekning.

Sweco Norge AS har gitt uttalelser på dette i tidligere rapporter og notater. En oppsummering med tilleggsdokumentasjon er beskrevet under:

Vedlegg 1 viser på kart alle grunnundersøkelser i planområdet og kvikkleireområdet, med anvisning på alle relevante grunnundersøkelser der det er påvist/ikke påvist kvikkleire i rapportene. Ut fra dette kartet ser vi at det kun er påvist kvikk leire i et område midt i boligfeltet, omringet av grunnundersøkelser som ikke påviser kvikkleire. Vedlegg 1 har også med et kart som beskriver dybde til fjell for alle undersøkelser. Det er gjort dype boringer uten påvist kvikkleire i området rundt boringene med påvist kvikkleire.

Det er tidligere ikke utført noen grunnundersøkelser vest i kvikkleireområdet. For å dokumentere forekomst av kvikkleire eller ikke i dette området ble det utført grunnundersøkelser i 2 punkter. Boringene ble utført ihht punkter avtalt sammen med Multiconsult og NVE i et møte 18.05.2010. Vedlegg 1 og 6 viser de 2 borpunktene, nr. 21 og 22. Det ble utført dreietrykksondering og prøvetaking. Boringene viser faste til middels faste masser til fjell ca. 6,5 meter under terreng. Det er ikke tegn til kvikkleire, men massene er lavt sensitive ned mot fjell ($st=10$). Resultatene vises i vedlegg 7. I borpunkt 21 er det også tatt opp ekstra prøver fra 4 – 6,5 meter. Resultatene er ikke tegnet opp, men det vises til e-post fra Arne Vik i Multiconsult, som bekrefter omrørt skjærstyrke for dette laget på 6 kPa:

"Det ble i dag tatt opp 3 stk 54 mm sylindprøver i hull 21. Foreløpige resultater er som følger:

Dybde: 4-4,8 m: $S_u= 60-71\text{kPa}$, $S_r=7.6-8.7\text{ kPa}$

Dybde: 5-5,8 m: $S_u= 52-62\text{ kPa}$, $S_r= 8.6-9.2\text{ kPa}$

Dybde: 6-6,5 m: $S_u= 60-61\text{ kPa}$, $S_r= 5.9-6.1\text{ kPa}$

Dvs. det er ikke registrert kvikkleire eller sensitive masser med sprøbruddsegenskaper i dette borpunktet."

Vi vurderer at den vestlige delen av kvikkleiresonen ikke inneholder kvikkleire og at Reguleringsområdet ikke innehar fare for ras fra dette området.

I vedlegg 2 har vi anvist mulige skredretninger i kvikkleiresonen. Vi kan se bort fra at mulige skred vest i kvikkleireområdet vil påvirke reguleringsområdet, da det er påvist faste masser og liten dybde til fjell. Skred i dette området vil kun være lokalt uten å påvirke reguleringsområdet. Eventuelle skred øst for planområdet og sør for Buengveien vil

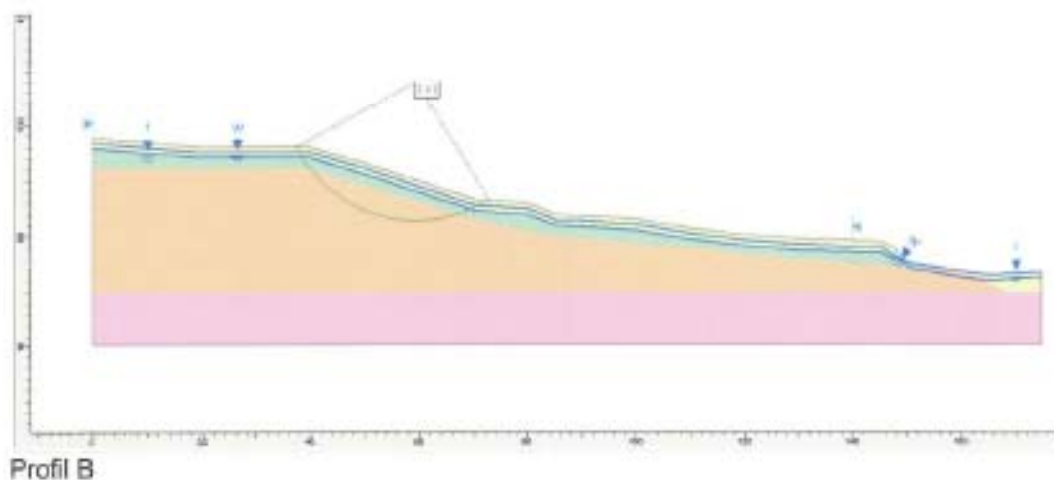
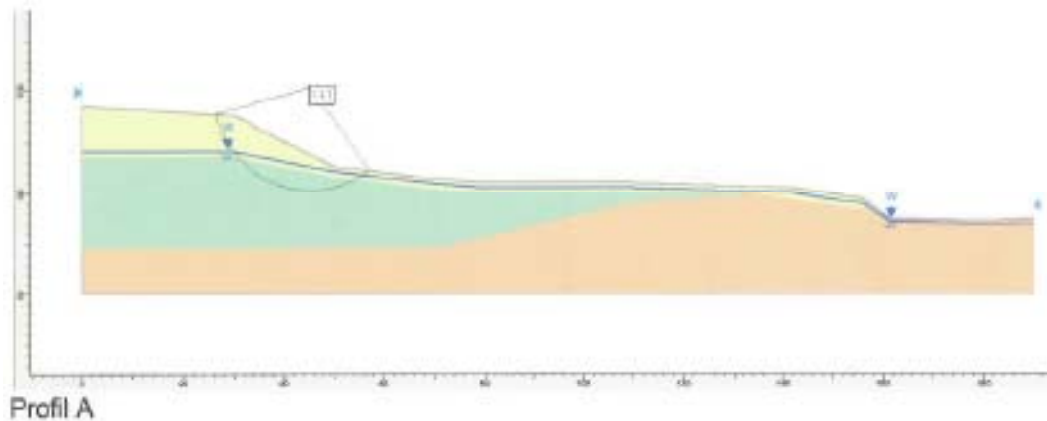
beveges seg østover, og kan også neglisjeres. Eventuelle skred fra boligområdet innenfor kvikkleiresonen vil derimot kunne ramme planområdet.

Stabilitetsberegninger har blitt utført i ovennevnte rapport, og vi mener beregningsprofilene A og B er tilstrekkelig i utstrekning. Det ble valgt kun å utføre beregninger i den utstrekningen fordi det først og fremst var i dette området kvikkleiren ble påvist, mens det lenger sør (inne i kvikkleiresonen) ikke er påvist kvikkleire. Det ble også lagt stor vekt på at helningen på skråningene for de utførte beregningene var større enn hvis profilene ble trekt lengre inn i kvikkleireområdet. Beregninger utført i rapport O.4277, nevnt i Sweco Norge AS notat-05, viser også god stabilitet for påvist kvikkleire i skråninger lengre vest for våre beregningsprofiler. Alle kritiske områder er da dekket.

Ellers vises det også til enkle håndberegninger for sammensatt flate ned mot Leirelva i notat GEO-05, utført av Sweco Norge AS i notat-05, som er vurdert av Multiconsult AS i notat RIG 1, kapittel 2.4.1. Beregningen viser sikkerhet på 1,5 for skjærstyrke 10-15 kPa.

Stabilitetsberegninger sør for boligområdet er ikke utført. Grunnundersøkelser i området sør for boligområdet viser ikke kvikkleire, og helning på skråninger er lik de skråningene vi har sett på i våre beregningsprofil A og B. Vi anser da sikkerheten for disse skråningene lik eller bedre enn våre beregninger, og er i henhold til NVEs retningslinjer 1/2008.

I figur 1 vises beregning av effektivspenning for profil A og B fra geoteknisk rapport 570412-01. Beliggenheten til Profil A og B vises i vedlegg 2. Uavhengig kontroll v/ Multiconsult AS etterspør søkeområde for kritisk sirkel. Søkeområdet vises ikke på figuren da programmet SLIDE har gjort beregninger med funksjonen "slope search", med 50000 søkepunkter fordelt over hele modellen. Figuren viser da absolutt kritiske sirkel.



Figur 1: Beregningsprofil A og B

Forbedret sikkerhet i beregningsprofiler

NVE vil ha en forklaring på bedrede sikkerhetsanalyser i revidert utgave av geoteknisk rapport 570412-01.

Sweco Norge AS gjorde i første omgang en kraftig undervurdering av skjærstyrkeparametre fra konusforsøk. Etter avklaring med 3. partskontroll v/Multiconsult ble det utført en revurdering av skjærstyrkeparametrene ved å se nærmere på poretrykkmålinger og CPTU-sonderinger. Det ble også utført ADP-beregninger for udrenert analyse. Analysene viste da tilfredsstillende sikkerhet ihht NVEs retningslinjer 1/2008.

Konklusjon

Planområdet er sikker mot skred fra Rydningen kvikkleireområde, da det forventes at skred fra dette området vil ha nesten alle utløp utenfor planområdet. Det er beregnet stabilitet for et profil der man antar et eventuelt skred kan ramme planområdet.

Beregninger viser sikkerhetsfaktor $F > 1,4$. Reguleringsområdet anses som sikkert mot skred fra Rydningen kvikkleiresone.

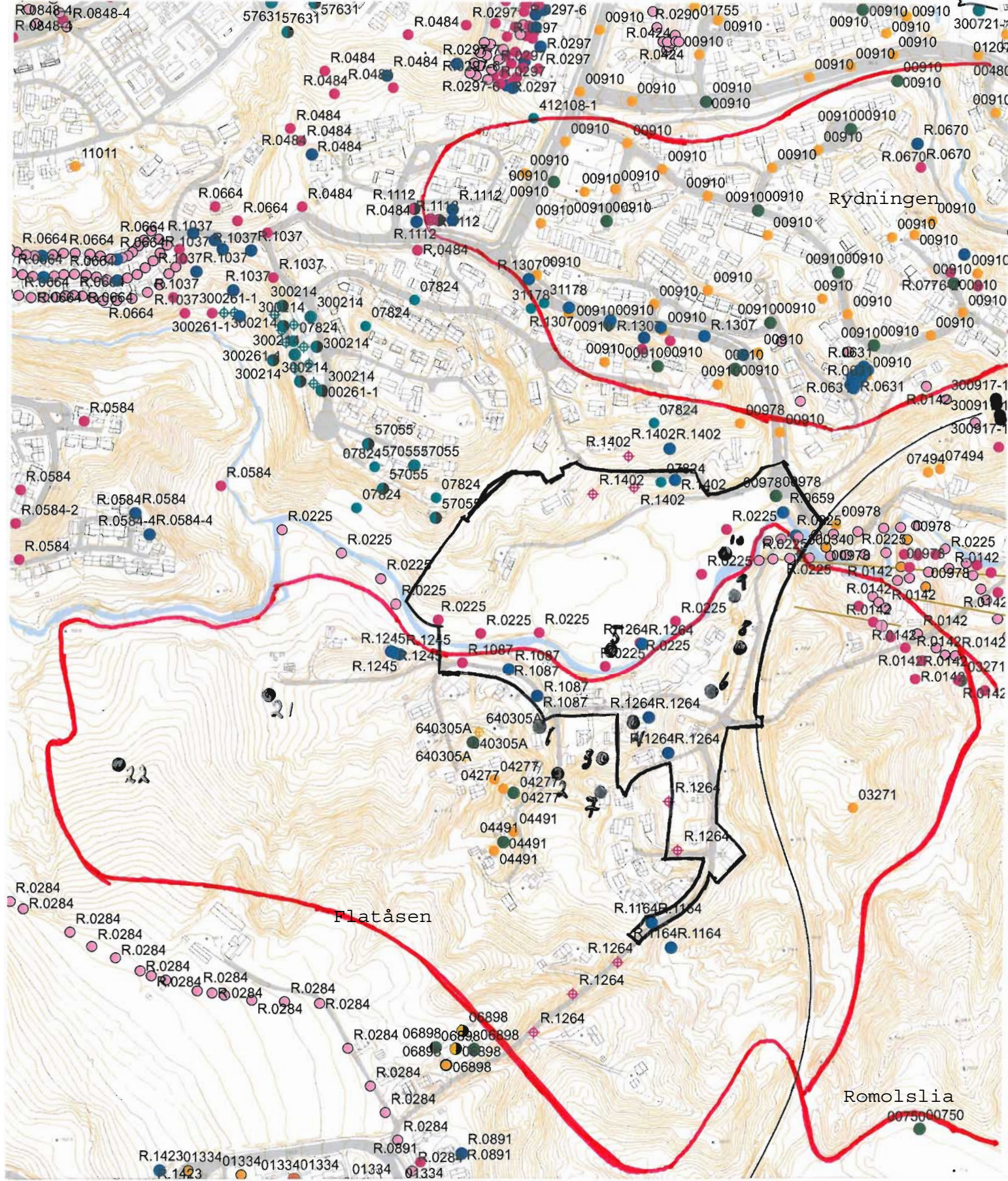
Det er dokumentert tilfredsstillende sikkerhet i to profiler i Flatåsen kvikkleireområde. Beregninger i disse profilene mener vi er utført i de mest kritiske områdene, med tanke på skråningshelning og påvist kvikkleire.

Det er utført grunnundersøkelser i 2 punkter vest i Flatåsen kvikkleireområde for å kartlegge evt. forekomst av kvikkleire. Det ble ikke påvist kvikkleire i disse punktene, sonderinger og konusforsøk i laboratorium viste fast leire. Vi anser da faren for skred fra denne delen av kvikkleiresonen som ubetydelig. Eventuelle skred vil være lokale og vil ikke ramme reguleringsområdet.

Vi anser det som sikkert, i henhold til NVEs retningslinjer 1/2008, å regulere området til planlagte formål.

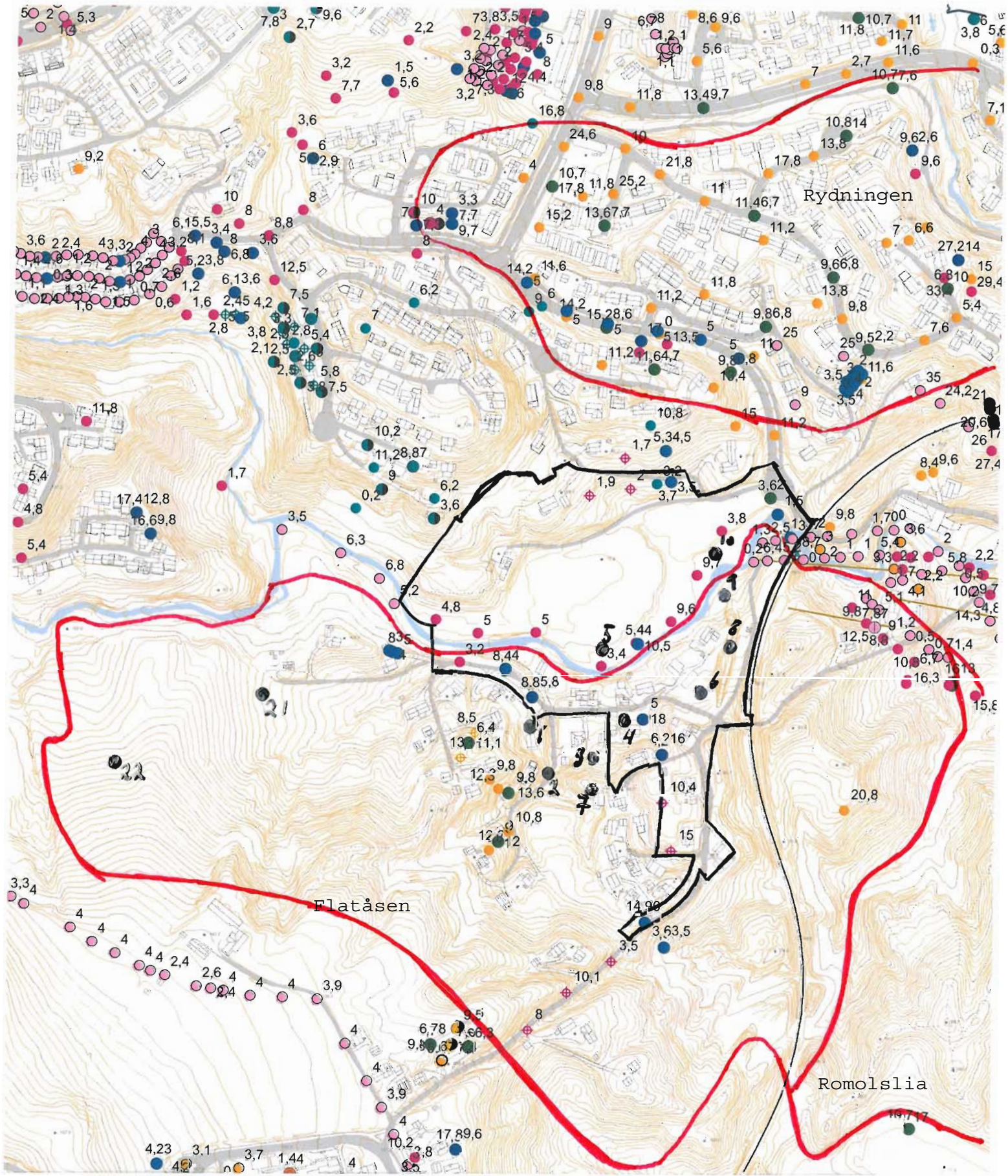
Vedlegg

1. Kart over grunnundersøkelser, boredybder og påvist kvikkleire
2. Mulige skredretninger i kvikkleiresoner
3. Utdrag fra grunnundersøkelsesrapport O.910
4. Tegning 570412-20, Beregningsprofil Rydningen.
5. CPTU- tolkning av aktiv udrenert skjærstyrke.
6. Tegning 570412-10, Borplan, grunnundersøkelser vest i Flatåsen kvikkleiresone.
7. Tegning 413832 – 103, 13 og 14, Sonderingsprofiler og lab.resultater.



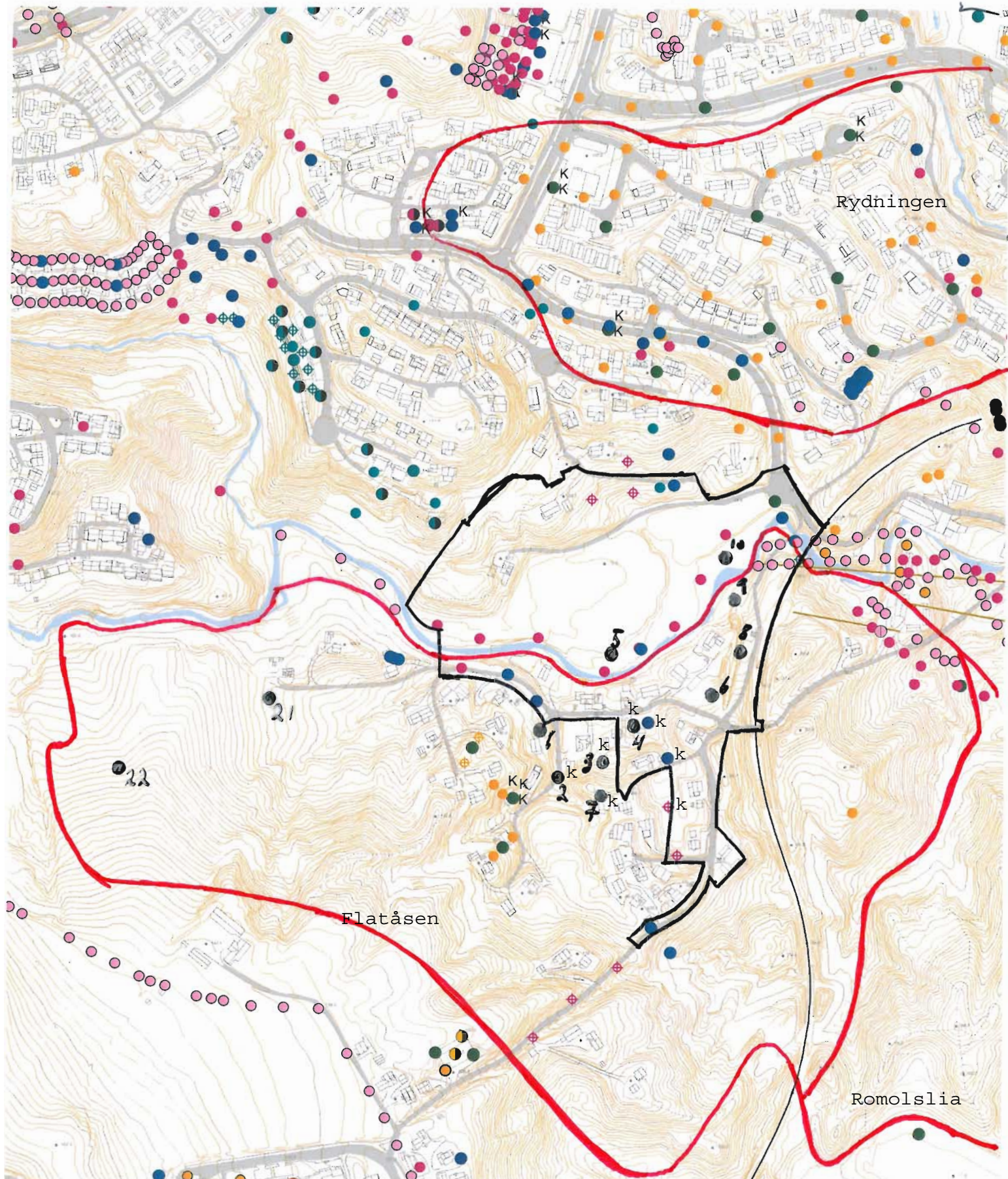
- Kvikkleiresoner
- Reguleringsområde
- Nye grunnundersøkelser

VEDLEGG 1, side 1(3)
 Grunnundersøkelser
 23.06.2010
 Sweco Norge AS



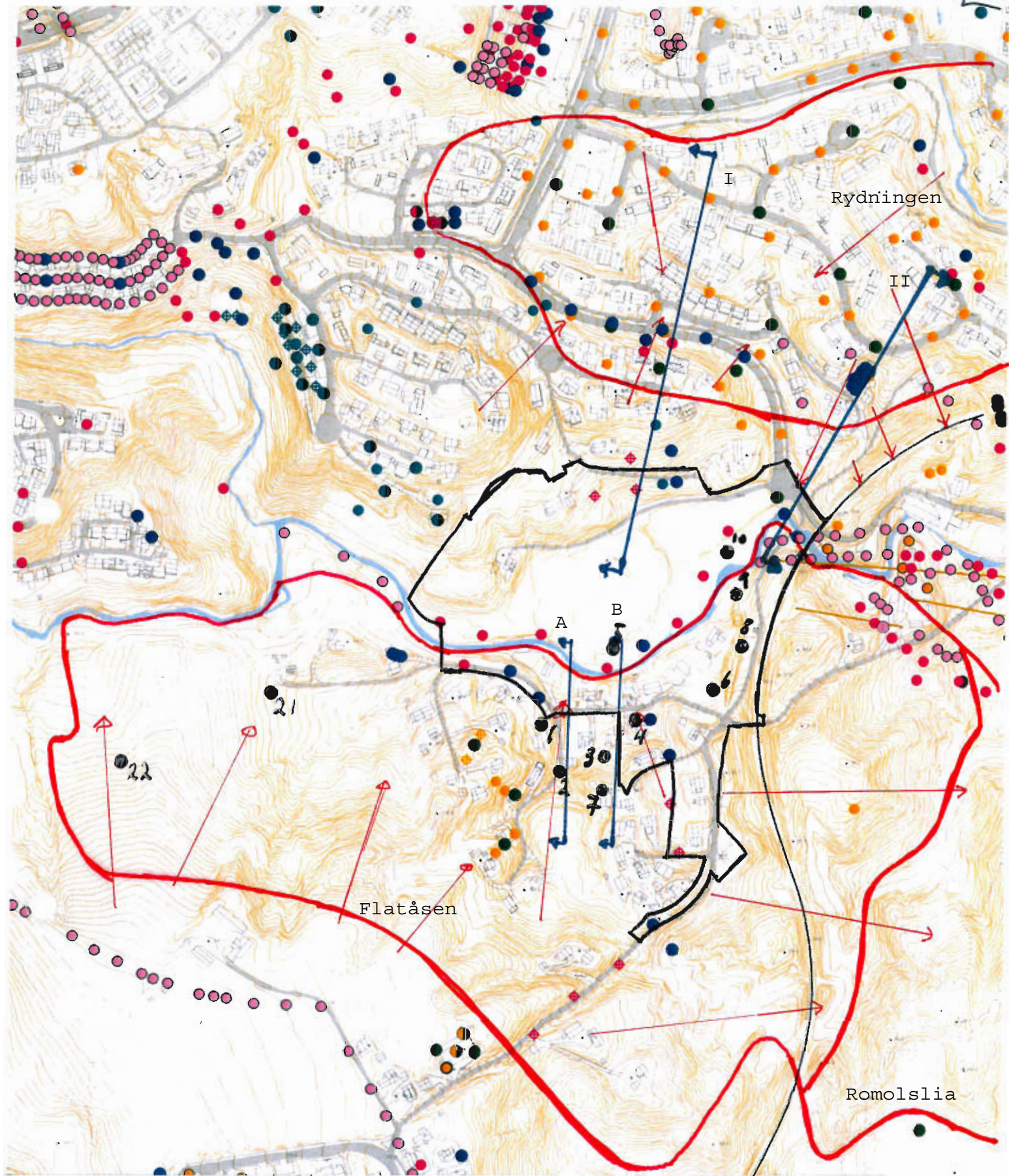
- Kvikkleiresoner
- Reguleringsområde
- Nye grunnundersøkelser

VEDLEGG 1, side 2(3)
 Grunnundersøkelser med anvist
 boreddybde
 23.06.2010
 Sweco Norge AS



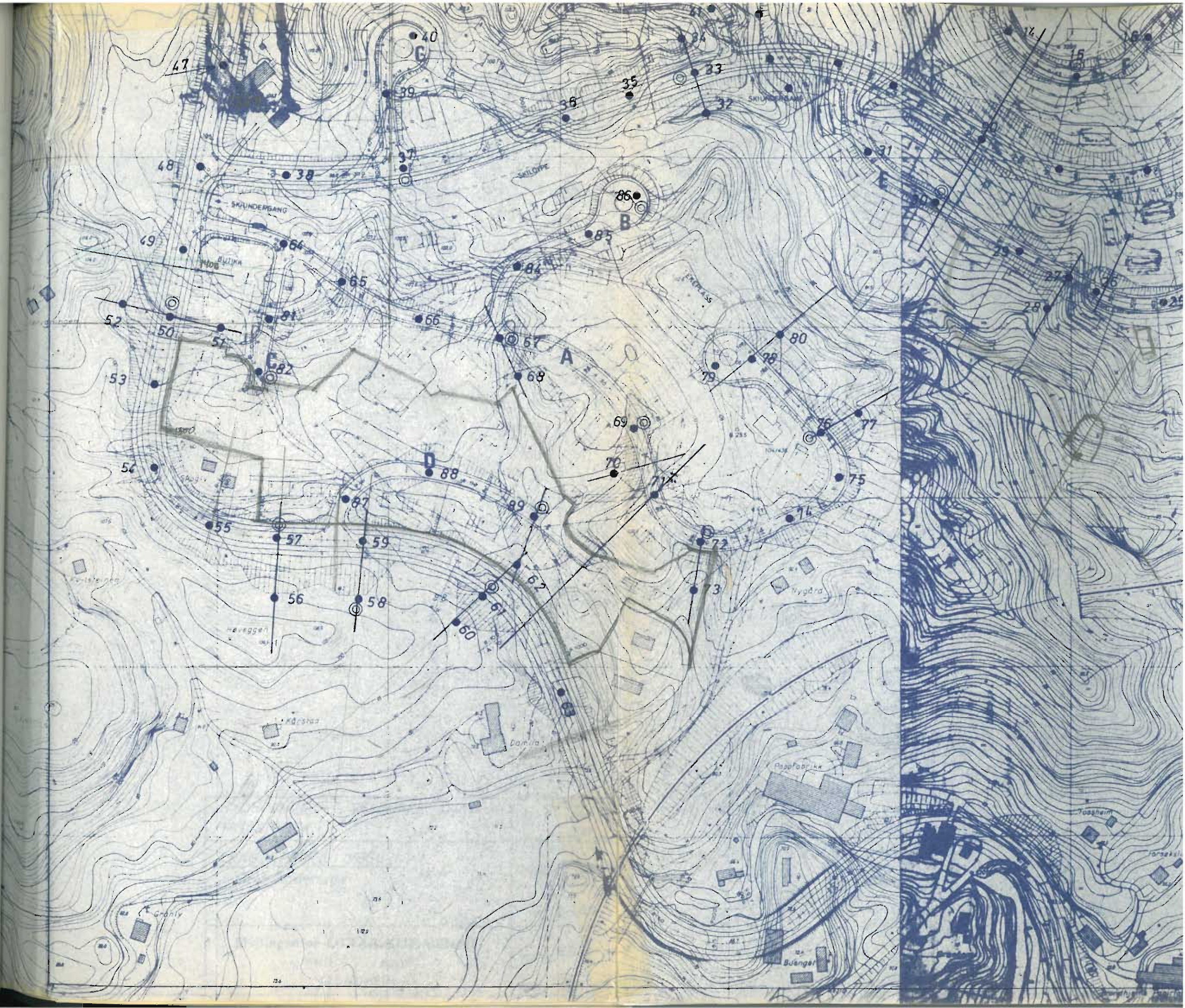
- Kvikkleiresoner
- Reguleringsområde
- Nye grunnundersøkelser
- Påvist kvikkleire

VEDLEGG 1, side 3(3)
 Grunnundersøkelser med påvist
 kvikkleire
 23.06.2010
 Sweco Norge AS



- Kvikkleiresoner
- Reguleringsområde
- Nye grunnundersøkelser
- Skredretninger
- ↔ Terrengprofiler (I og II)

VEDLEGG 2, side 1 (2)
 Skredretninger
 23.06.2010
 Sweco Norge AS



KOTE 105

BORING:

63

100

99

95

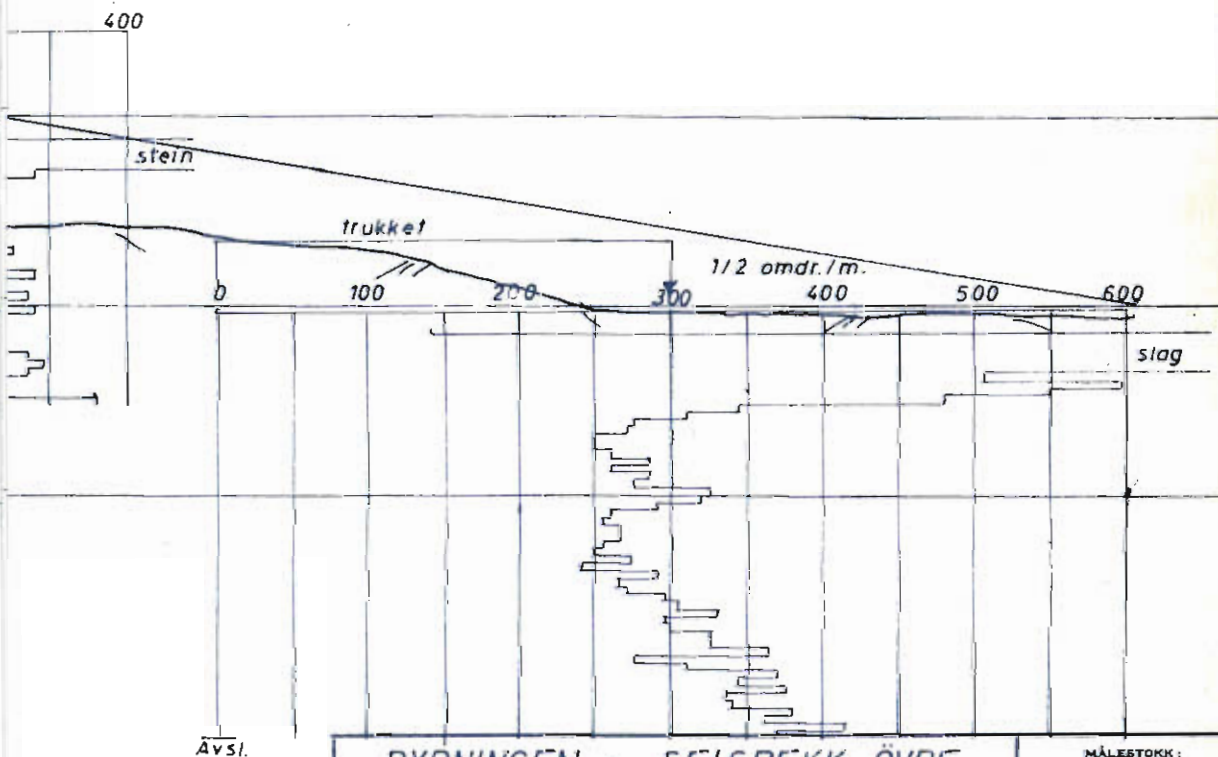
90

85

80

75

70



Åvsl.

RYDNINGEN - SELSBEKK ØVRE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:

H 1 : 200
L 1 : 500

LENGDEPROFIL AALMOS VEG
pel 135 - pel 95

TEGNET AV:

OAR SR

Dreiesonderinger

DATE:

3 - 9 - 69

Sivilingeniør OTTAR KUMMENEJE

MNIF MRIF

TRONDHEIM

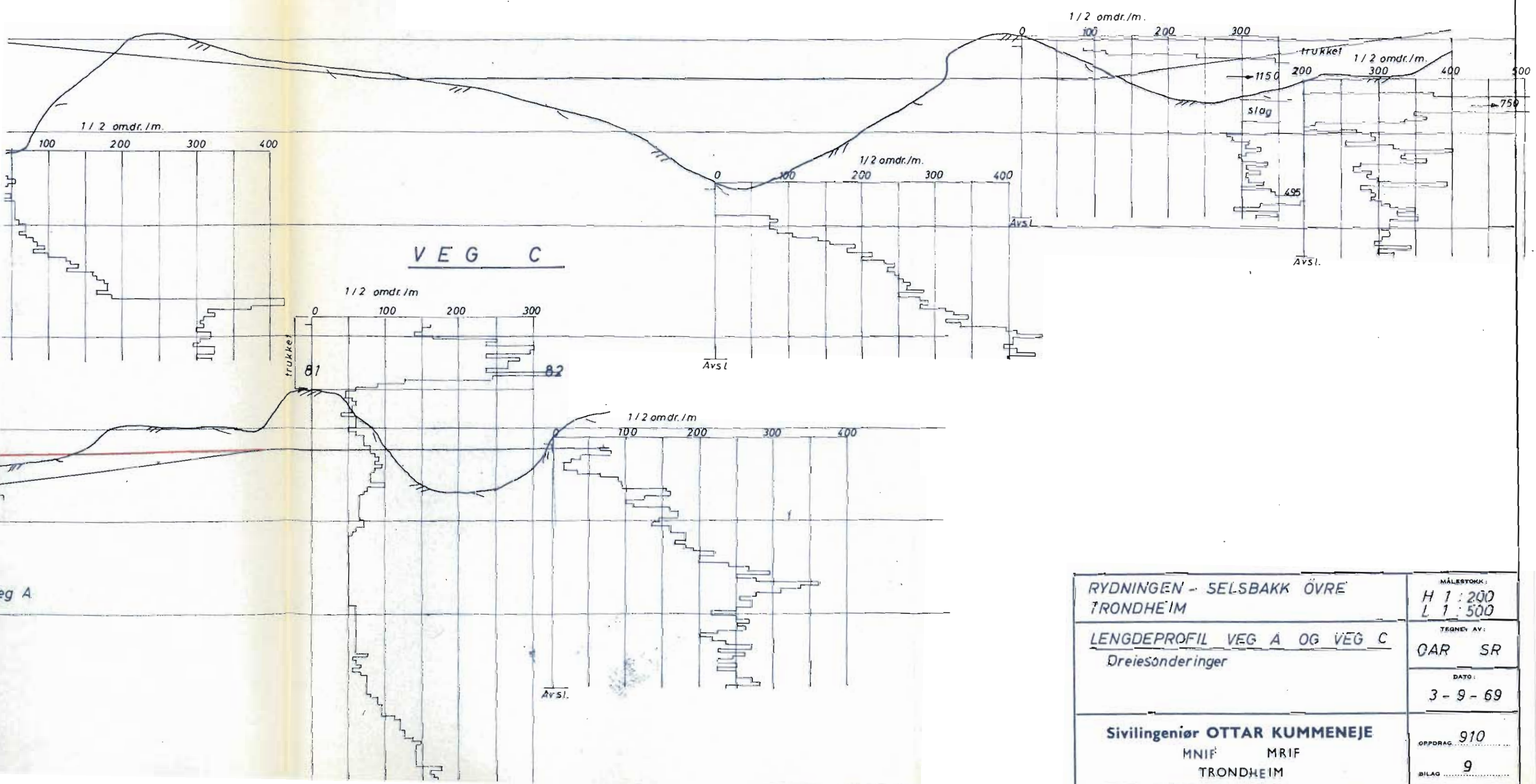
OPPDRAG 910

BILAG 7

69

71

72



RYDNINGEN - SELSBAKK ØVRE TRONDHEIM	MÅLESTOKK: H 1 : 200 L 1 : 500
LENGDEPROFIL VEG A OG VEG C Dreiesønderinger	TEGNET AV: OAR SR
	DATO: 3 - 9 - 69
Sivilingeniør OTTAR KUMMENEJE MNIF MRIF TRONDHEIM	OPPDRAG 910 BILAG 9

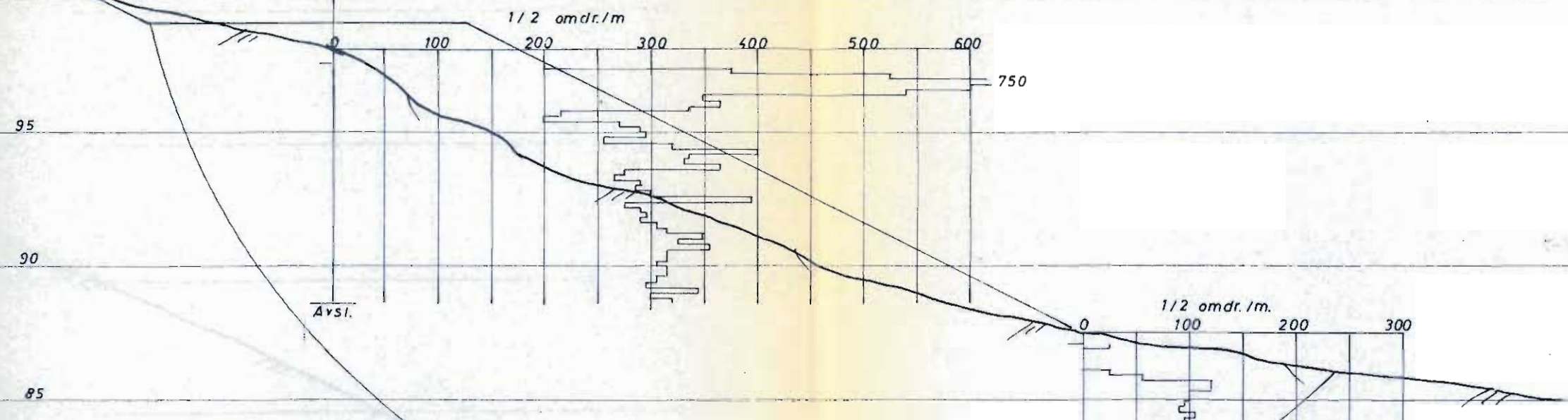
VEG A PEL 38+1 m

BORING:

72
Ø veg A

73

KOTE 100



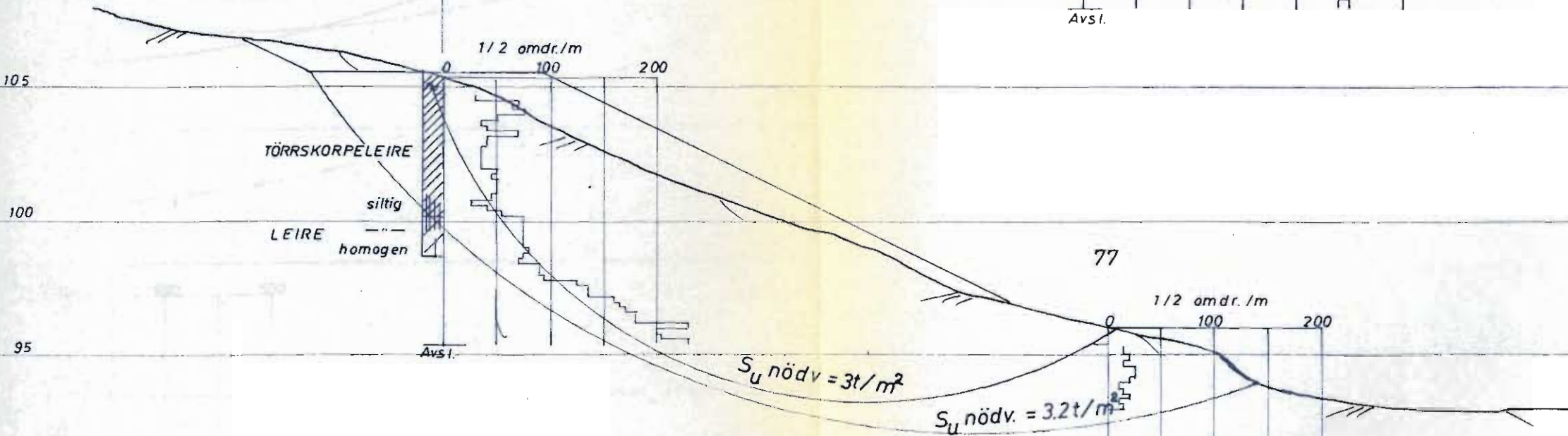
VEG A PEL 50+5 m

BORING

76

Ø veg A

KOTE 110



S_u nödv. = 4.2 t/m²

S_u nödv. = 3t/m²

S_u nödv. = 3.2t/m²

BYGNINGEN - SILLSEAKK
 TILRÖKKE
 TVERSPROFIL VEG A PEL 38+1 m
 VEG K PEL 30
 Utviklingsplan
 Sivilingeniør OTTAR KUNNEHEJE

VEG A PEL 20

68

BORING:

KOTE 100

95

90

VEG A PEL 32 + 5 m

TÖRRSKORPELEIRE
siltig

LEIRE

67

☉ veg B

①

②

☉ veg A

$F = 1.27$

$\text{tg } \varphi = 0.6$
 $F = 1.28$

1/2 omdr./m
100 200 300 400

4 t/m²
2.5 t/m²

1/2 omdr./m

100 200 300 400

70

☉ veg A Avsl.

Avsl.

BORING:

KOTE 100

95

90

85

10 t/m²

3 t/m²

1/2 omdr./m

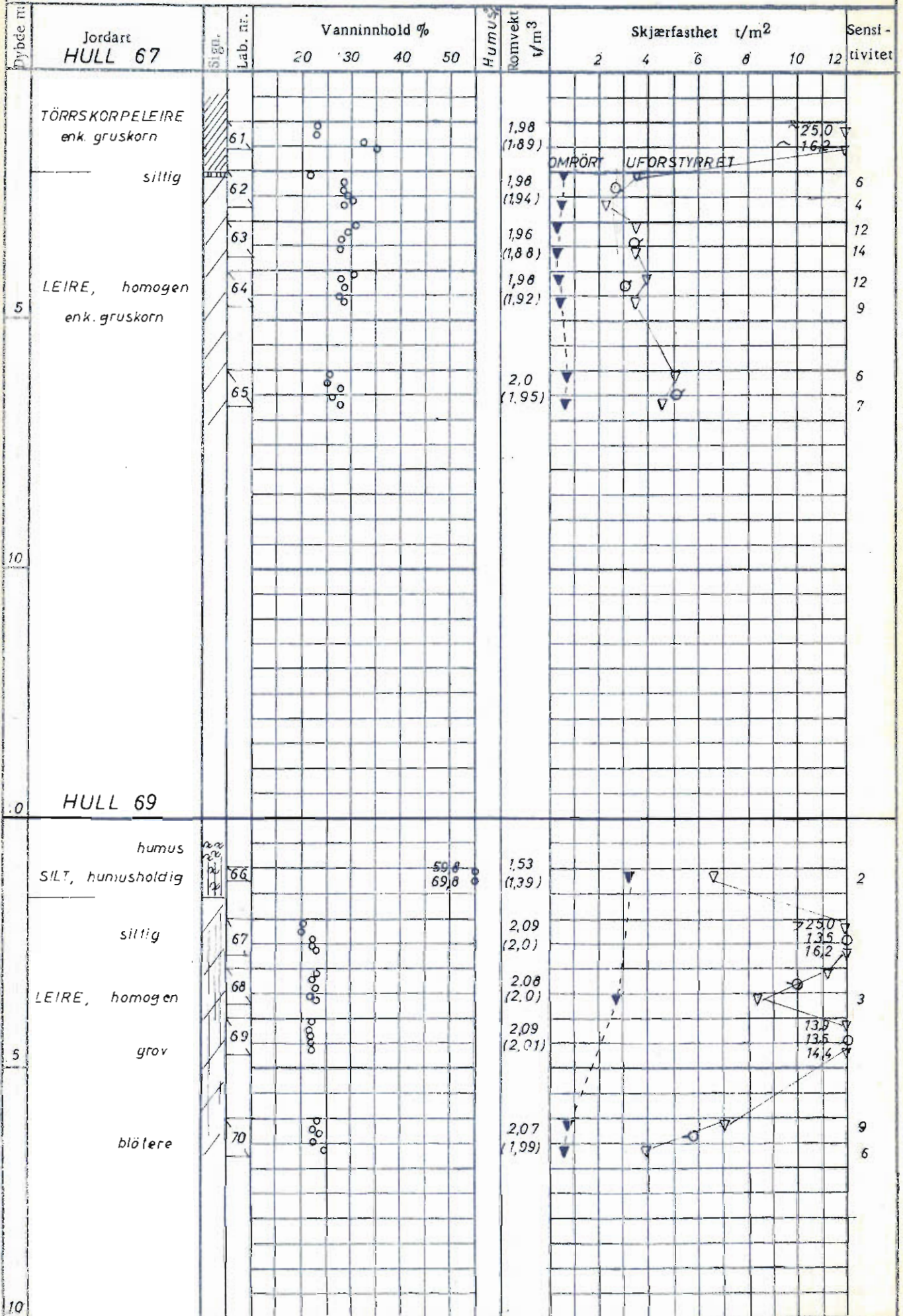
100 200 300

$F = 1.52$

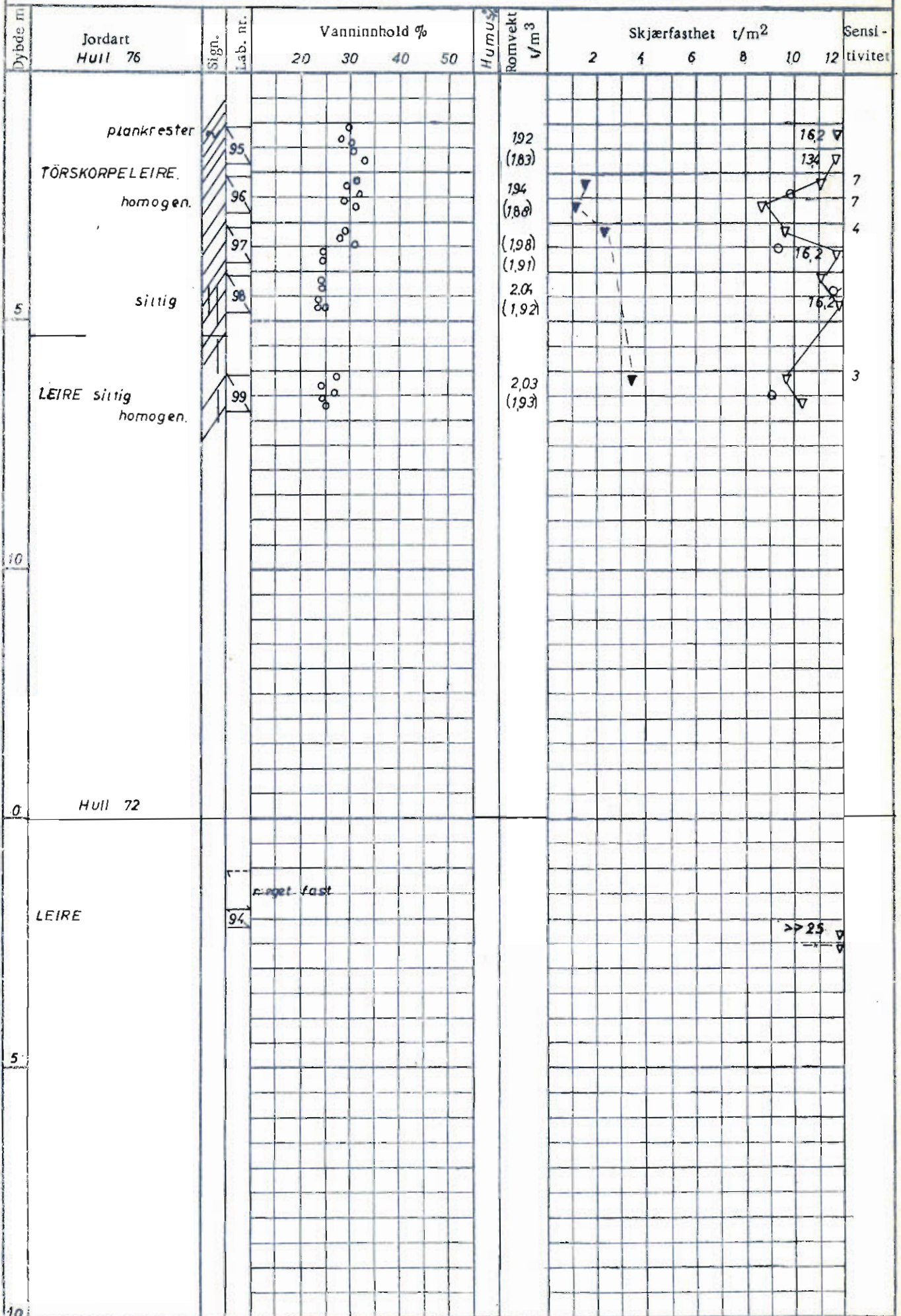
$F = 1.48$

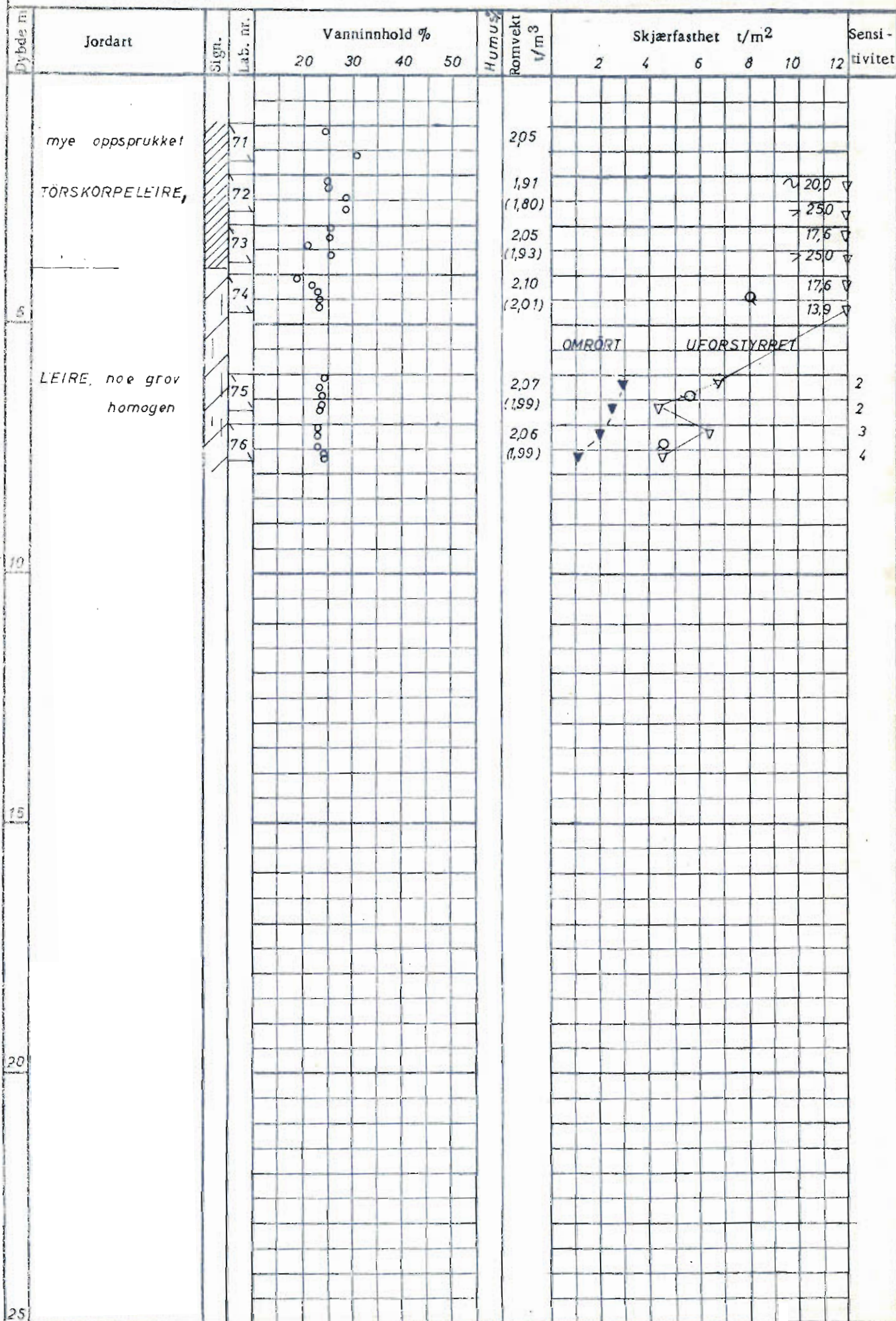
Avsl.

RYDNING
TRONDHE
TVERRPR
Dreiesond
Sivilingen

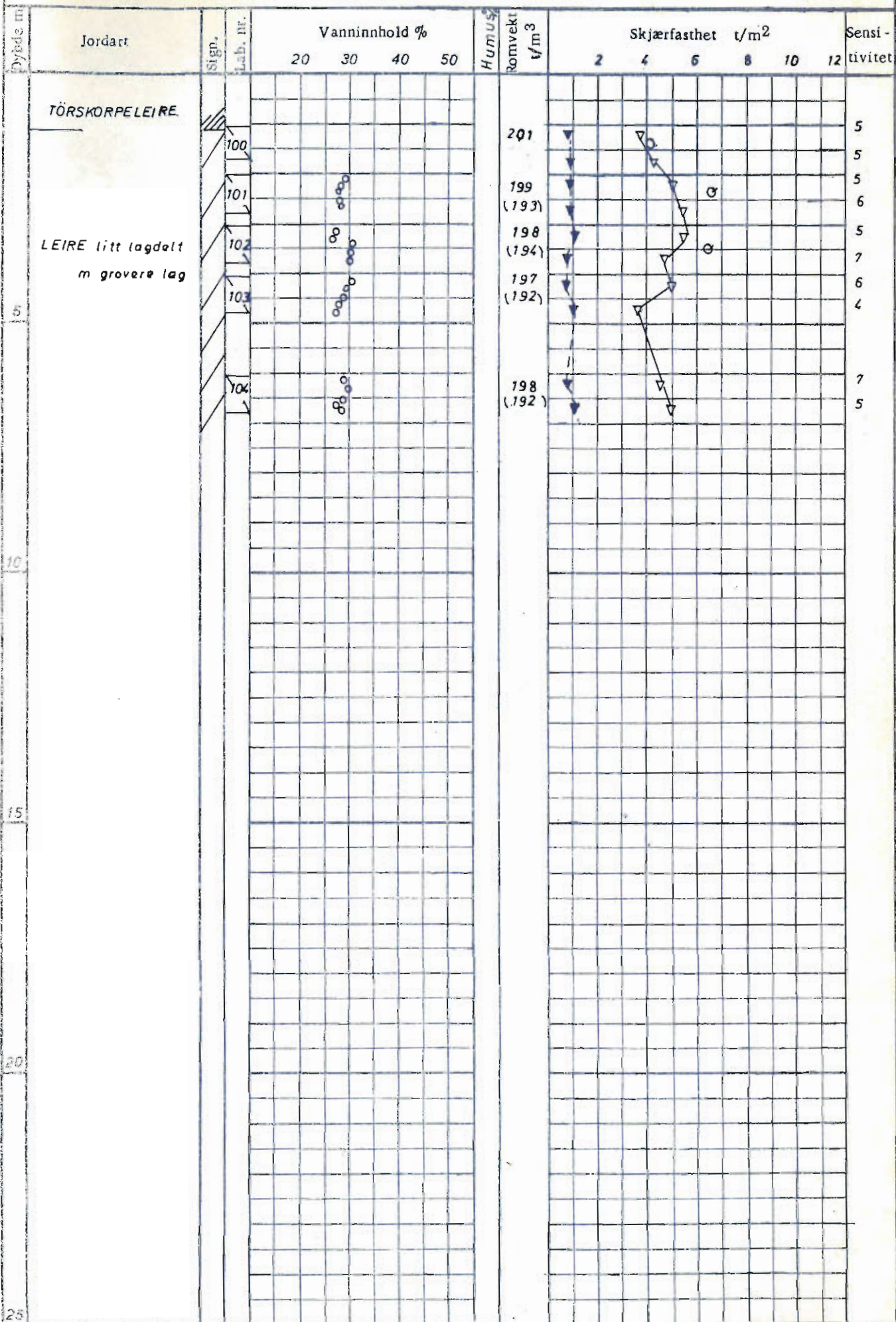


+ vingehoring ⊙ enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_P = utrullingsgrense





+ vingeboring ⊙ enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_P = utrullingsgrense



Fc=152
Fc φ =2.37

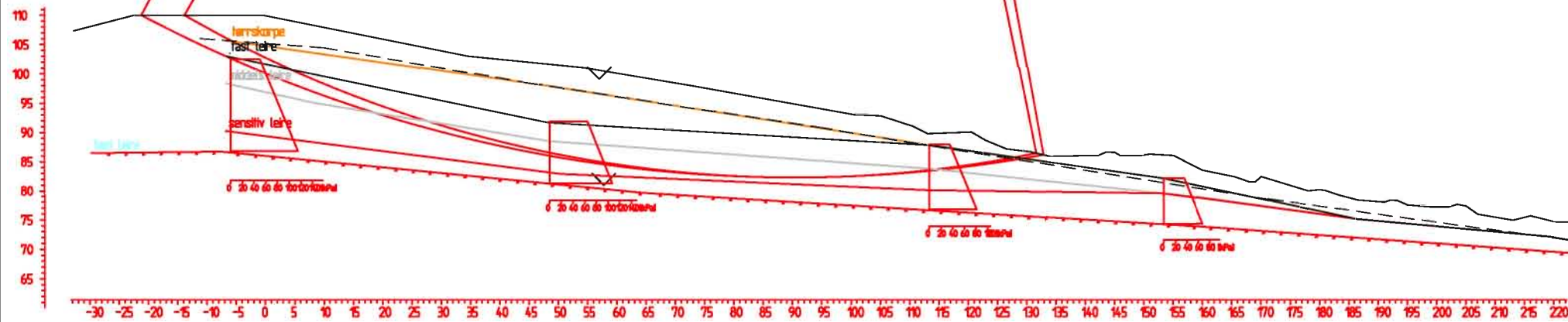
×


Material	Un.Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap
hærskorpe	19.50	32.0	6.0				
fast leire	19.50	33.0	6.0				
middels leire	20.00	31.0	6.0				
sensitiv leire	20.00	26.0	6.0				
fast leire	20.00	35.0	21.0				

Fc=2.37
effektivspenningsanalyse
Result file : p:\251\570412\09 tegninger\geosuite\stabgraf.rtf\new2R8

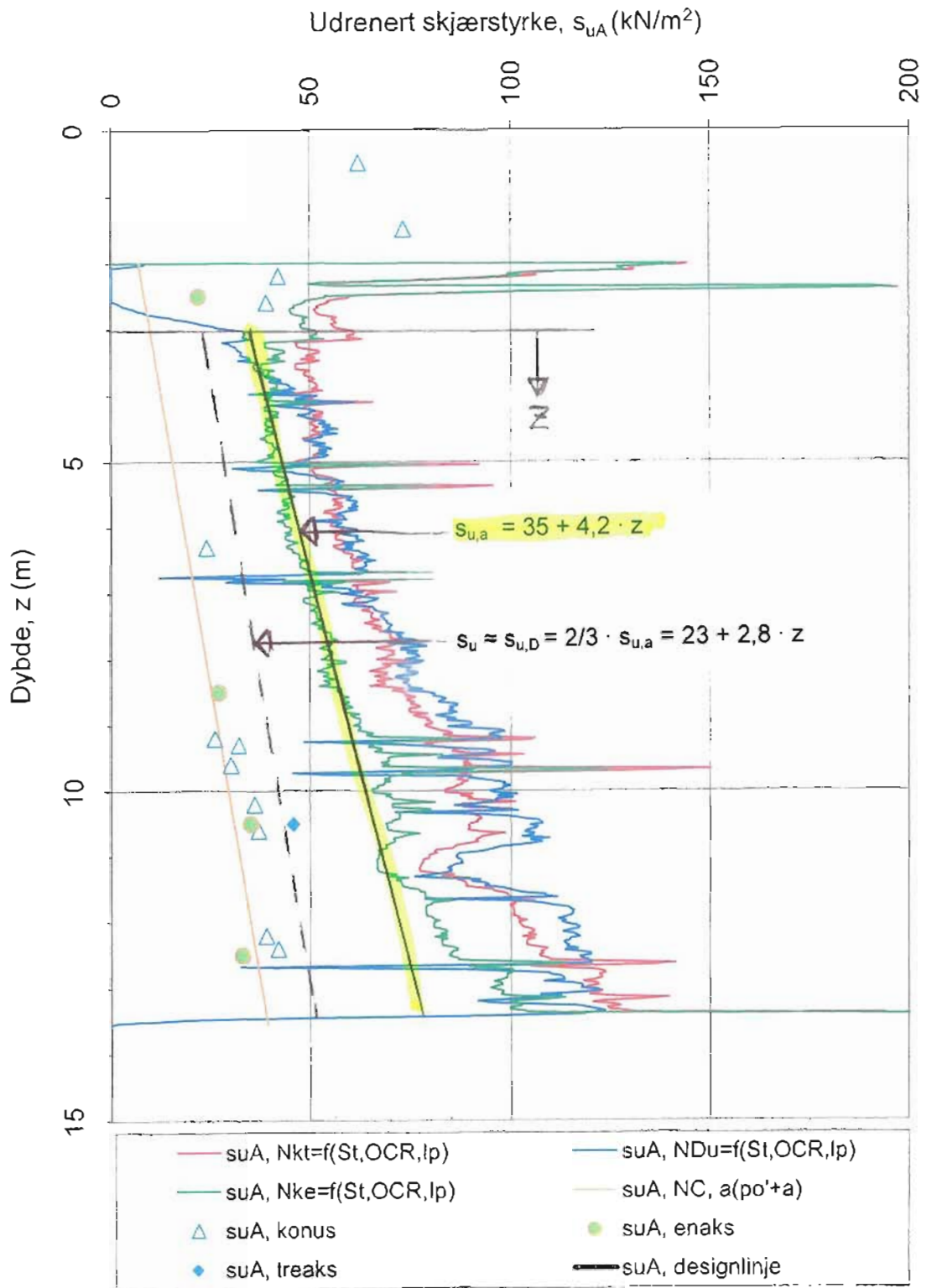
Fc=152
totalspenningsanalyse
Result file : p:\251\570412\09 tegninger\geosuite\stabgraf.rtf\new2R7

Material	Un.Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap
hærskorpe	19.50	32.0	6.0				
fast leire	19.50		90.0	1.00	0.70	0.40	
middels leire	20.00		C-prof	0.85	0.61	0.34	
sensitiv leire	20.00		C-prof	0.85	0.61	0.34	
fast leire	20.00		C-prof	1.00	0.70	0.40	



Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
			MVI	ÅEL	BAA	24.06.2010
Høieggen Holding AS			Målestokk		Format	
REGULERINGSPLAN HØIEGGEN			1:1000		A3	
STABILITETSBEREGNING			Oppdragsleder:			
Profil mot Rydningen			Åsmund Elgvasslien			
			Oppdragsnr.			
			570412			
SWECO 			Disiplin:	Løpnummer:	Status	Rev:
			G	20	C	00
SWECO Norge AS Pb 744 sentrum, 7407 Trondheim TLF.: 73 83 35 00 FAX.: 73 99 02 02						

Vedlegg E: s_u for profil A og B



Sensitivitetsvalg:

$St > 15$

α_c valgt:

0.25

$$N_{kt} = (8.5 + 2.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{Du} = (9.8 - 4.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{ke} = (12.5 - 11 B_q)$$

Oppdragsgiver:

Høieggen Holding AS

Oppdrag:

Reguleringsplan Høiegger

Tegningens filnavn:

cptu_2.xlsx

Aktiv udrenert skjærstyrke s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .

CPTU id.:

2

Sonde:

3829

MULTICONSULT AS

Dato:

cptu_2.xlsx

Tegnet:

arv

Kontrollert:

Rk

Godkjent:

Seeth

Oppdrag nr.:

413832

Tegning nr.:

20.6

Versjon:

09.09.2009

Revisjon:

0

TERRENGKOTE	↓	DYBDE PRØVE	VANNINHOLD OG KONSISTENSGRENSER %				n %	O _g %	ρ _s g/cm ³	SKJÆRFESTHET S _u (kN/m ²)					S _t	
			20	30	40	50				10	20	30	40	50		
LEIRE	planterester	0	0	0	0											112
		5														
		10														
		15														

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING
BDRBOK NR.: 22644
LAB.BOK NR.: 2064

○ NATURLIG VANNINHOLD
— w_L FLYTEGRENSE
— w_f — " — KONUSMETODE
— w_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
P = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET
○ TRYKKFORSØK
15-Ø5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Høieggen Holding
Reguleringsplan Høieggen
Grunnundersøkelser

Boring nr.
22

Tegningens filnavn
Hull 2-11.dwg

Borplan nr.
-1

Boret dato:
22.06.2010



MULTICONSULT AS

Dato 23.06.2010

Tegnet
truk

Kontrollert

Godkjent

Oppdragsnr.
413832

Tegningsnr.

14

Rev.