

MARKS KOMMUN

SKENE KRÅKEBACKA. VIADUKT FÖR SPILLVATTENLEDNING

**GEOTEKNISK UNDERSÖKNING: PM BETRÄFFANDE STABILITETS-
FÖRHÅLLANDEN**

2000-03-27

GF KONSULT AB
Geoteknik

James Barber

Uppdragsnr: 343 280 23 /GJ

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Text

Innehåll	Sida
Orientering	1
Bakgrund	1
Underlag	1
Tidigare utförda undersökningar	1
Nu utförda undersökningar	1
Undersökningsresultat	2
Topografi	2
Jordlager	2
Hydrologi	2
Stabilitet	3
Rekommendationer	4
Bilagor	
Jordartsförteckning	Bilaga 1
Sammanställning, skjuvhållfasthet	Bilaga 2
Utvärdering CPT-sondering 1	Bilaga 3
Utvärdering CPT-sondering 2	Bilaga 4
Stabilitetsberäkning, sektion A	Bilaga 5
Stabilitetsberäkning, sektion B	Bilaga 6
Beteckningsblad, SGF	Blad 1 – 4
Ritningar	
Situations- och borrhplan	G 101
Sektion B	G 301
Sektion A, C	G 302
Stabilitetsförbättrande åtgärder, plan	G 501
Stabilitetsförbättrande åtgärder, sektion A – B	G 502

ORIENTERING

På uppdrag av Marks kommun har GF Konsult AB utfört en geoteknisk undersökning inom del av Kråkebacka i Skene, Marks kommun. Genom området, som utgörs av relativt plan ängsmark med angränsande ravinområden, löper en spillvattenledning som korsar ravinerna i en akvedukt. Ravinområdena är klassade som naturreservat.

Avsikten med undersökningen har varit att utreda stabilitetsförhållandena i anslutning till akvedukterna i samband med att ett mindre jordskred inträffat.

BAKGRUND

Under februari 2000 utlöstes ett mindre skred vid slänkrönet mot en av ravinerna i närheten av nämnda akvedukt. Vid ungefär samma tidpunkt upptäcktes ett stopp i en anslutande spillvattenledning. Stoppet medförde att brunnar i området svämmade över, vilket fick till följd att relativt stora mängder spillvatten läckte ut i omgivande terräng.

UNDERLAG

Tidigare utförda undersökningar

Ingenjör Gunnar Weil-Nilsson utförde geotekniska undersökningar i en sektion längs akvedukten i samband med ett mindre skred som utlöstes under senare delen av 1967 nära nu aktuellt område. Undersökningen omfattade viktsondering, störd provtagning samt vingsondering i några punkter. Delar av resultaten har använts som underlag för nu utförda stabilitetsberäkningar.

Nu utförda undersökningar

Fältarbetet utfördes i början av mars 2000 och omfattade följande program:

- CPT3-sondering i 2 punkter för bl a detaljkontroll av jordlagrens sammansättning i jordprofilen.
- Trycksondering i 1 punkter genom ytlagren för kontroll av ytlagrens relativa fasthet och mäktighet.
- Störd provtagning med skruvprovtagare i 2 punkter för klassificering av ytjordlagren med avseende på jordart och naturlig vattenkvot.
- Vingsondering i 1 punkt för utvärdering av lerans odränerade skjuvhållfasthet in situ.
- Porttrycksmätning i 1 punkt på 3 nivåer för klarläggande av porttrycksfördelningen i lerprofilen till en nivå motsvarande ravinbotten.

Avvägning av tre sektioner, benämnda A – C, har utförts av Marks kommun.

UNDERSÖKNINGSRESULTAT

Topografi

Inom undersökt område är markytan relativt plan. Mot sydväst finns en ravin där botten ligger drygt 15 m lägre än släntrönet. Åt sydost sluttar markytan svagt nedåt. Cirka 70 m åt nordost finns ytterligare en ravin med jämförbara topografiska förhållanden som den nu aktuella, där skredet utlösts.

Jordlager

Under ca 0,5 m mäktigt sandhaltigt myllatäcke följer sand med inslag av silt till mellan 1-1,3 m djup under markytan. Sanden underlagras av siltig lera och ställvis lerhaltig silt till mellan 20 och 24 m djup. Sondering avbröts vid borrhål 1 på 20 m djup utan att stopp erhöles. Vid borrhål 2 erhöles borrhålstopp på ca 24,5 m djup. Leran underlagras av ett tunt lager friktionsjord närmast borrhålstoppet vid borrhål 2. Det skall påpekas att avsikten med CPT-sonderingarna inte har varit att uppnå berg eller fast botten varför den uppnådda friktionsjordens mäktighet inte är känd.

Leran är mycket fast där den odränerade skjuvhållfastheten har uppmätts till mellan 53 och 109 kPa, vilket avser oreducerade värden. Då vattenkvoterna är låga antas att konflytgränserna inte medför en reduktion av erhållna skjuvhållfasthetsvärden med mer än ca 10 %. Detta skulle innebära att lerans reducerade skjuvhållfastheter uppgår till mellan 48-96 kPa med de lägsta värdena på 6 m djup och vid 12-20 m djup under markytan.

Uppmätta skjuvhållfasthetsvärden från tidigare undersökning som utförts i slänten och ravinbotten tyder alla på att skjuvhållfastheten avtar i allmänhet ned till ca 10 m djup under markytan för att åter öka något. Vingsondering utförda i slänten och ravinbotten visar lägre skjuvhållfasthetsvärden jämfört med de som erhöles vid undersökningarna utförda vid släntrönet på motsvarande djup under markytan.

Hydrologi

Vid undersökningstillfället noterades vattenytor i provtagningshålen på mellan 0,65 och 1,3 m djup under markytan.

Portrycksfördelningen i jordprofilen visar hydrostatiskt porvattentryck ned till ca 5 m djup för att sedan avta mot djupet. Vid 15 m djup under markytan motsvarar uppmätta portryck en fri vattenyta på ca 11 m djup. Slutsatsen av detta är att det finns åtminstone två vattenmagasin inom jordprofilen samt att det finns en nedåtriktad grundvattenströmning.

Det översta vattenmagasinet utgörs av gränsen mellan sanden och lerans överkant på ca 1 m djup då regn- och ytvatten filtreras ned från markytan genom sanden och rinner sedan utefter lerlagrens överkant. Portrycket sjunker sedan mot djupet. Det nedre vattenmagasinet utgörs av friktionsjordslagret under lerprofilen på nivån ca +22.

Den naturliga vattenkvoten i leran uppmättes till mellan 34 och 44 %.

Stabilitet

Stabilitetsberäkningar utfördes i 3 sektioner under antagande av cirkulärcylindriska glidytor. Beräkningar utfördes i odränerad (c-analys) och kombinerad analys.

Då lerans skjuvhållfasthet i allmänhet är högre i de övre jordlagren visar beräkningar att stabiliteten är bättre för glidytor som slår ned till ca 6-8 m djup för att försämrats för glidytor som når ned till mellan 8-10 m djup.

I sektioner A och B finns en sprängstensfyllning i ravinbotten med uppskattningsvis ca 2-3 m mäktighet. Fyllningen har rekommenderats som stabilitetsförbättrande åtgärd i samband med den tidigare undersökningen. I sektion B har säkerheten mot skred beräknats till som lägst $F_c = 1,8$ i odränerad analys och 1,2 i kombinerad analys för glidytor som slår upp inom 8 m från släntrönet och med en längd av ca 20 m.

Detta har gjorts under antagande av ett grundvattentryck motsvarande en fri vattenyta 1,3 m under markytan inom hela slänten. Beräkningar gjorde utifrån antagandet att grundtrycket avtar mot djupet enligt tidigare redogörelse ger en säkerhet mot skred som lägst 1,3 – 1,4 i kombinerad analys.

I sektion A är säkerheten mot skred högre än i sektion B både i odränerad och kombinerad analys.

I sektion C är stabilitetsförhållandena tillfredsställande i odränerad analys medan de är något ansträngda i dränerad analys. Bedömningen är dock att stabilitetsförhållandena inte kommer att påverka akvedukten och därmed medför detta inte några särskilda stabilitetsförbättrande åtgärder.

Slutsatsen av detta är att totalstabiliteten i stort sett är tillfredsställande för stora och djupa glidytor. Dock är släntrönet ansträngt samt det område där skredmassorna ligger kvar. Då hållfastheten i jordlagren är mycket hög är det de dränerade parametrarna som är dimensionerande för stabilitetsförhållandena. Skredet har i stort enbart omfattat själva rönet och friktionsjordslagren närmast markytan.

Bedömningen är att de stora mängder spillvatten som läckt ut har medfört en försämring av ytlagens stabilitet närmast släntkrönet så att dessa har glidit ut i samband med att de delvis har vattenmättats i kombination med väsentligt ökat grundvattentryck. Någon omedelbar fara för stabiliteten vid akvedukten bedöms därmed inte föreligga då grundvattentrycket i jordprofilen åter har sjunkit. Dock krävs åtgärder för att förhindra eller åtminstone begränsa för höga portryck i jordlagren i framtiden.

Beräkningar utförda för en avschaktning vid släntkrönet och skredmassor i slänten under antagande av ett högt grundvattentryck visar att säkerheten mot skred förbättras till $F_{\text{cmin}} = 2,0$ och $F_{\text{komb min}} = 1,5$.

REKOMMENDATIONER

Totalstabiliteten bedöms bitvis vara ansträngd vid släntkrönet samt där skredmassorna ligger kvar. Därmed rekommenderas att avschaktning ca 8 m från nuvarande krön och bakåt utförs ned till lerans överkant, motsvarande nivå ca +46. Släntlutningen vid avschaktningen begränsas till 1:1 då avschaktat material utgörs av friktionsjord. Schaktad slänt kläs med erosionsskydd exv. makadam.

Vidare skall skredmassorna i slänten bortschaktas eller utjämnas då dessa har fortsatt att röra sig nedåt, särskilt i de nordvästra delarna av skredområdet.

Spillvattenledningen som ansluter från norr läggs om från brunn 2 och rakt mot huvudledningen och befintlig sträckning rivs.

Ett dräneringsdike anläggs i avschaktningen nedanför släntfot till ett djup av ca 0,5 m och återfylls med dränerande material för att avleda översvämmat vatten vid eventuella framtida stopp i spillvattensystemet och vid kraftig nederbörd. Diket leds i sin förlängning ned i slänten till nivå ca +36 så att dränerat vatten leds bort från erosionskänsliga delar av slänten.

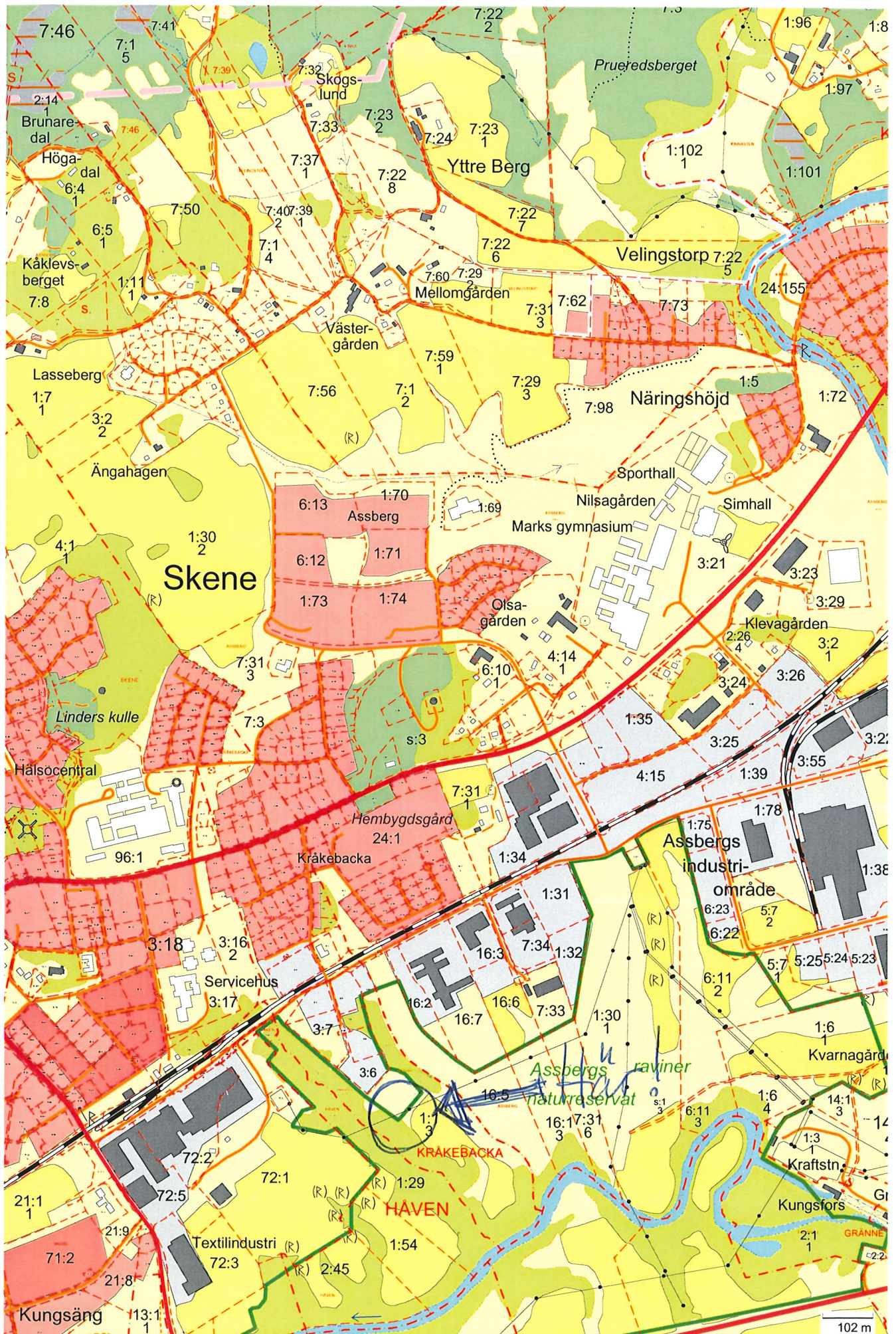
Omfattning beträffande avschaktning, omläggning av spillvattenledning och dikesplacering redovisas på ritning G 501 och G 502.

Då ravinen där akvedukten löper är klassat som naturreservat skall schaktningsarbetena utföras med stor försiktighet så att ingreppen i orörd mark och natur begränsas i största möjliga utsträckning.

GF KONSULT AB
Geoteknik

Bengt Askmar


James Barber



MARKS KOMMUN

SKENE KRÅKEBACKA. VIADUKT FÖR SPILLVATTENLEDNING

Uppdragsnr: 343 280 23

JORDARTSFÖRTECKNING

Tjälfarlighetsgrupperingen följer Mark AMA 83.

w = vattenkvot i vikt-% av torrsubstans

Sektion Borrhål	Markyta	Stabiliserad vattenyta i borrhål (m u my)	Djup under markytan (m)	Jordart	Tjälfar- lighets- grupp	w (%)	Anmärkning
Bh 1	--	0,65 m 00-03-01	0,0 – 0,4	Något sandig MULLJORD			
			0,4 – 0,7	Sandig MULLJORD			
			0,7 – 1,0	Något siltig SAND			
			1,0 – 1,7	Siltig LERA			Torrskorpekaraktär
			1,7 – 2,4	Siltig LERA med siltskikt		44	Torrskorpekaraktär
			2,4 – 3,0	Siltig LERA med siltskikt		41	Torrskorpekaraktär
Bh 2	-	1,23 m 00-03-01	0,0 – 0,5	Sandig MULLJORD			

Sektion Borrhål	Markyta	Stabiliserad vattenyta i borrhål (m u my)	Djup under markytan (m)	Jordart	Tjälfar- lighets- grupp	w (%)	Anmärkning
			0,5 – 1,0	SAND			
			1,0 – 1,3	Något siltig SAND			
			1,3 – 2,5	Siltig LERA		32	Torrskorpekaraktär
			2,5 – 3,5	Lerig SILT		32	Torrskorpekaraktär
			3,5 – 4,4	Siltig LERA med siltskikt		34	Torrskorpekaraktär
			4,4 – 5,0	Siltig LERA		38	Torrskorpekaraktär

MARK SKENE KRÅKEBACKA. VIADUKT**STABILITETSUTREDNING****SAMANSTÄLLNING AV SKJUVHÅLLFASTHET****BH 2****BH 2 *)**

DJUP	TAU (ored)	TAU (red)	TAU (ored)	TAU (red)
1			84	75,6
2			110	99
3	104,1	93,69	105	94,5
4	101,6	91,44	93	83,7
5	94	84,6	92	82,8
6	62,5	56,25	88	79,2
7	101,6	91,44	98	88,2
8	109,2	98,28	88	79,2
9			93	83,7
10	91,4	82,26		
11				
12	63,5	57,15		
13				
14				
15	66	59,4		
16				
17				
18	88,4	79,56		
19				
20	53,5	48,15		

BH 3 *)**BH 4 *)**

DJUP	TAU (ored)	TAU (red)	TAU (ored)	TAU (red)
1	75	67,5		
2			64	57,6
3			67	60,3
4	79	71,1		
5	72	64,8	61	54,9
6	71	63,9	58	52,2
7	80	72		
8	78	70,2	64	57,6
9	87	78,3		
10	79	71,1	79	71,1
11	85	76,5		
12	101	90,9		

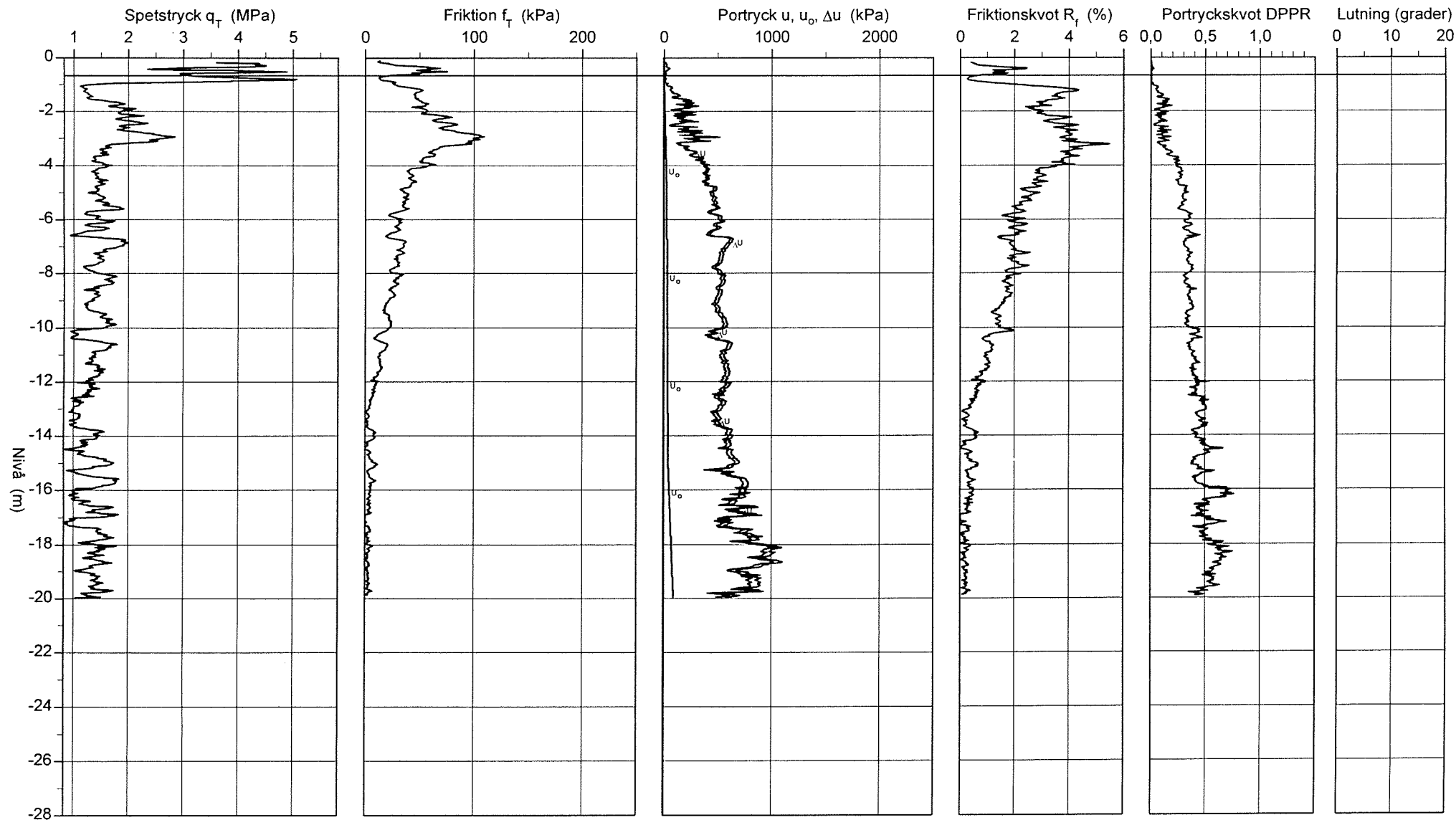
*) Avser undersökning utförd av Gunnar Weil-Nilsson, 1967.

CPT sondering uppmätta parametrar

Referens
Nivå vid referens 0,00 m
Grundvattenyta -0,65 m
Startdjup -0,20 m

Förbörningsdjup -0,20 m
Förborrat material Mu
Utrustning CPT3 (Memocone)
Geometri Normal

Projekt Skene Kråkebacka
Projekt nr 34328023
Plats Akvedukt. Sektion B
Borrhål 1
Datum 20000301

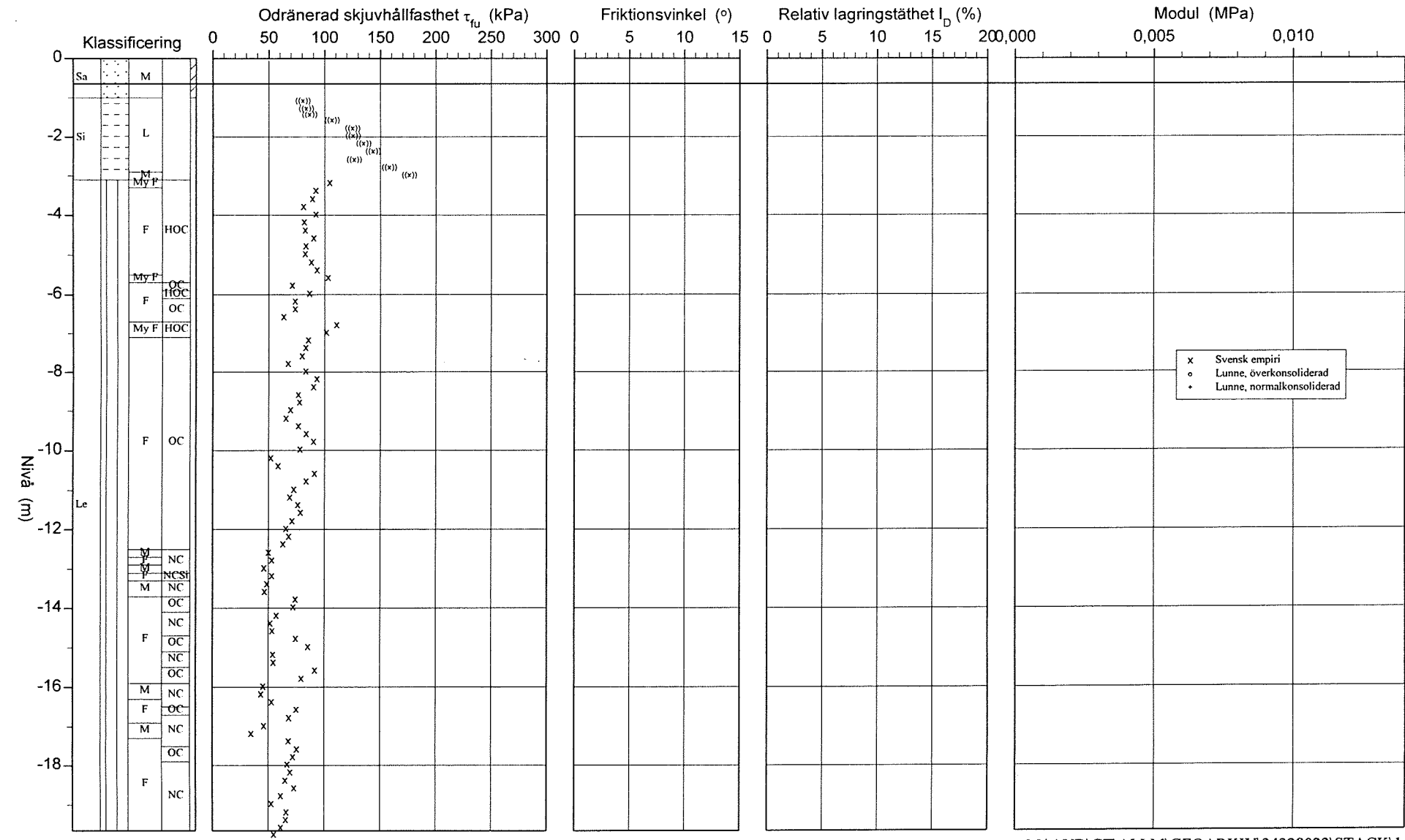


M:\AVD\GT\ALLM\GEOARKIV\34328023\STACK\1.cpw 2000-03-24

CPT sondering utvärderad enligt SGI Info 15

Referens Förborrningsdjup -0,20 m
Nivå vid referens 0,00 m Förborrat material Mu
Grundvattenyta -0,65 m Utrustning CPT3 (Memocone)
Startdjup -0,20 m Geometri Normal

Projekt Skene Kråkebacka
Projekt nr 34328023
Plats Akvedukt. Sektion B
Borrhål 1
Datum 20000301

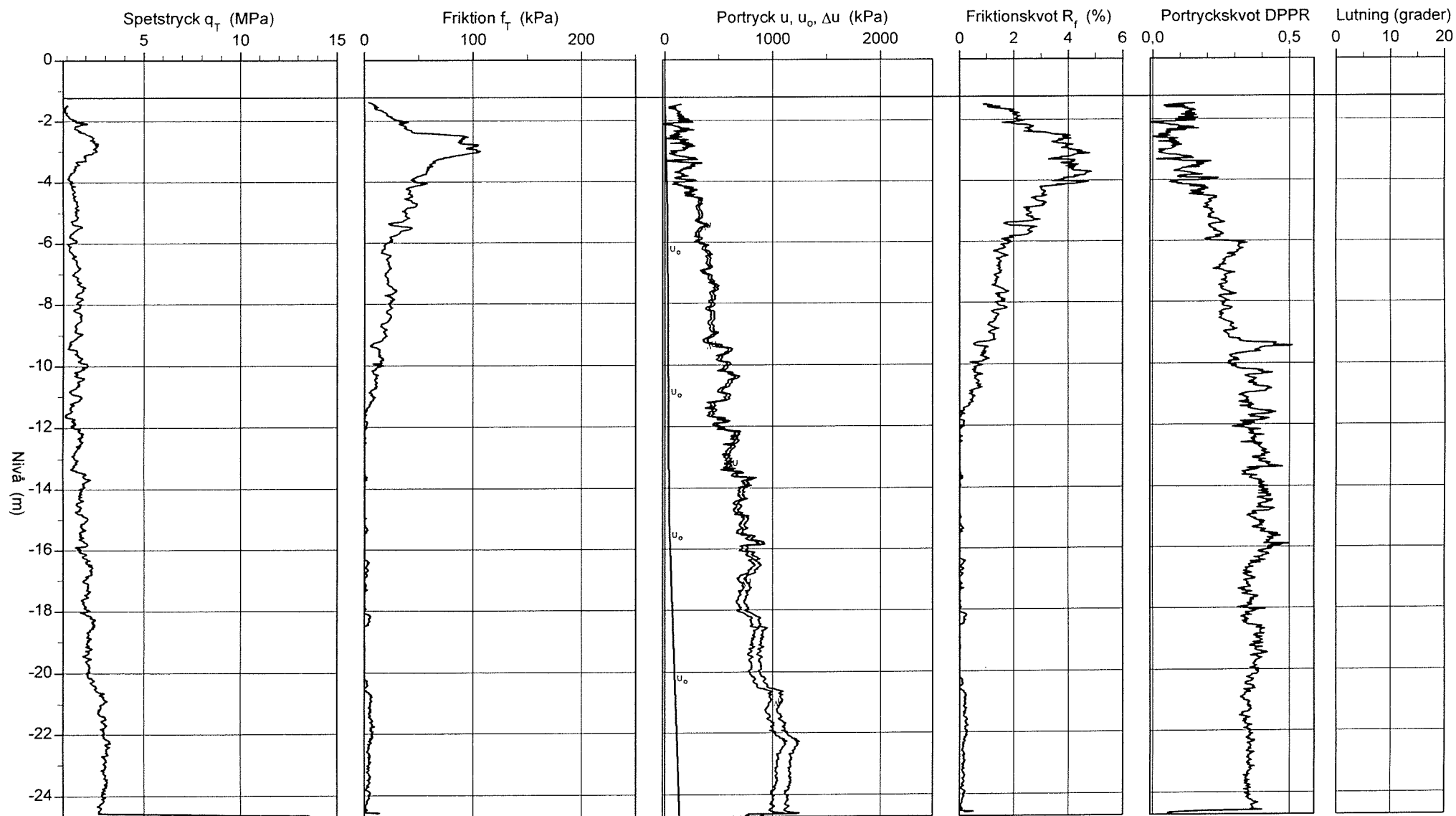


CPT sondering uppmätta parametrar

Referens 0
Nivå vid referens 0,00 m
Grundvattenyta -1,23 m
Startdjup -1,50 m

Förbörningsdjup -1,50 m
Förbörat material Mu 0 - 0,7. si Sa 0,7 - 1m. si Le(t) 1 - 1,5.
Utrustning CPT3 (Memocone)
Geometri Normal

Projekt Skene Kråkebacka
Projekt nr 343 280 23
Plats Akvedukt. Sektion B
Borrhål 2
Datum 20000301

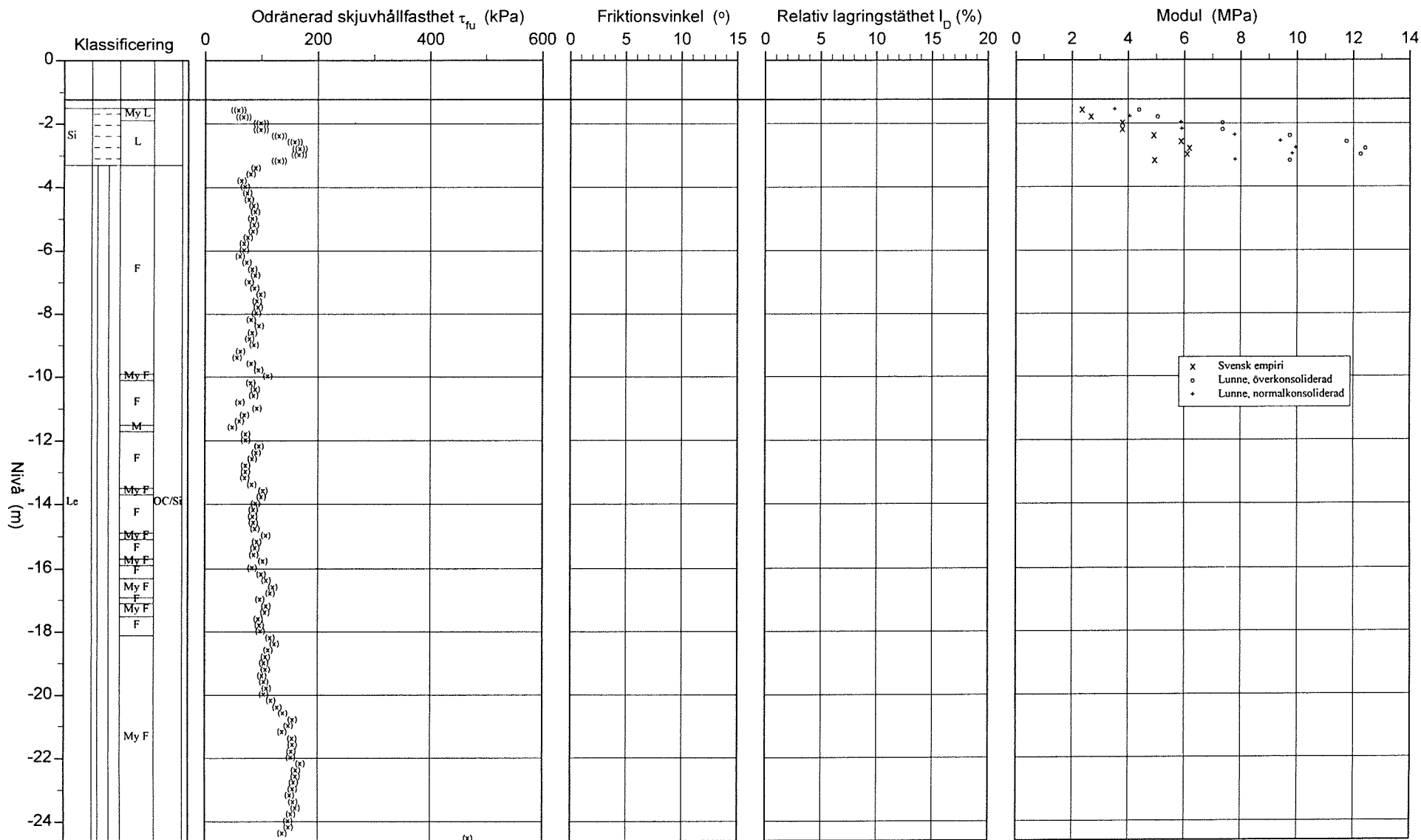


M:\AVD\GT\ALLM\GEOARKIV\34328023\STACK\2.cpw 2000-03-24

CPT sondering utvärderad enligt SGI Info 15

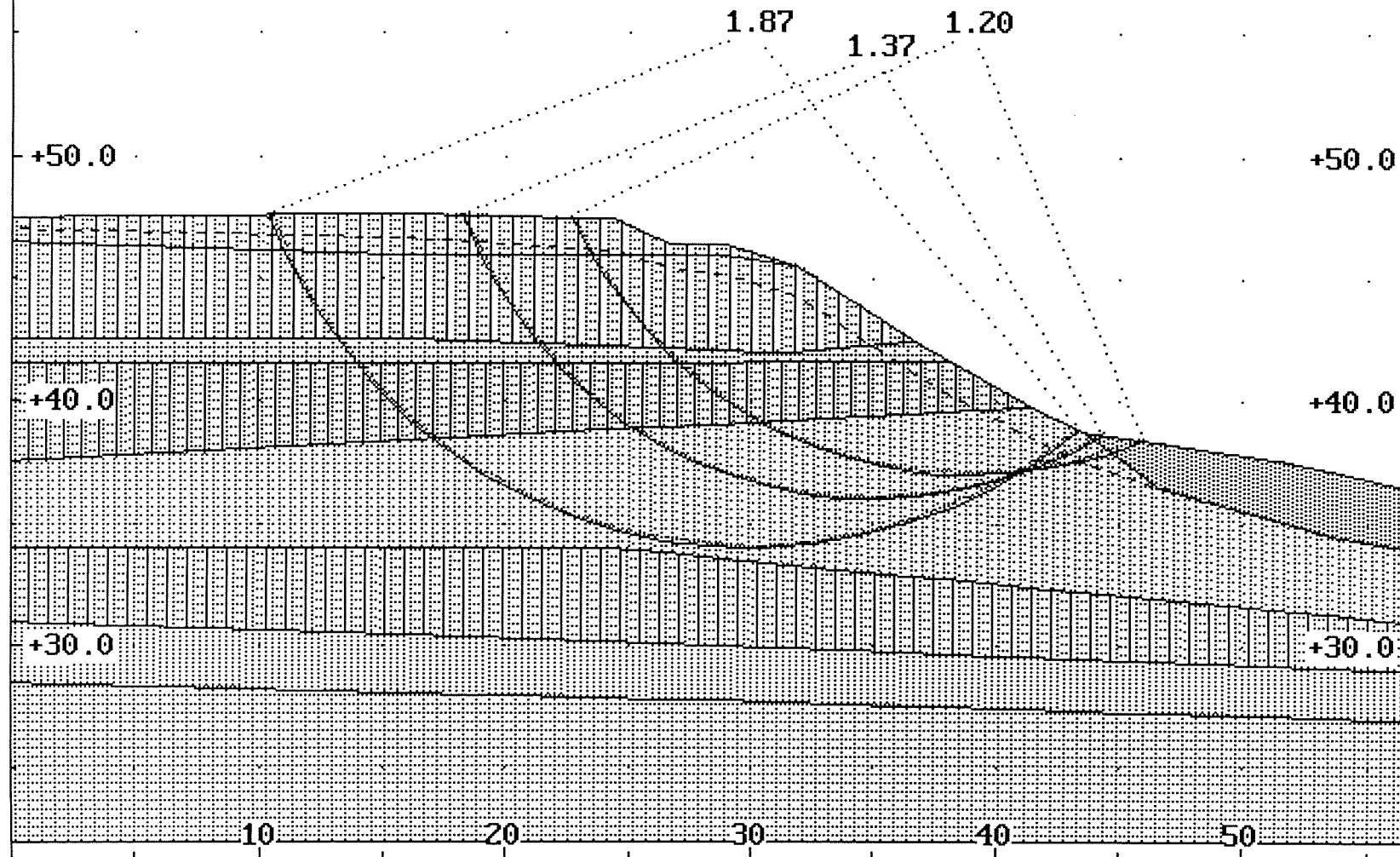
Referens	0	Förbörningsdjup	-1,50 m
Nivå vid referens	0,00 m	Förbörat material	Mu 0 - 0,7. si Sa 0,7 - 1m. si Le(t) 1 - 1,5.
Grundvattenyta	-1,23 m	Utrustning	CPT3 (Memocone)
Startdjup	-1,50 m	Geometri	Normal

Projekt	Skene Kråkebacka
Projekt nr	343 280 23
Plats	Akvedukt. Sektion B
Borrhål	2
Datum	20000301



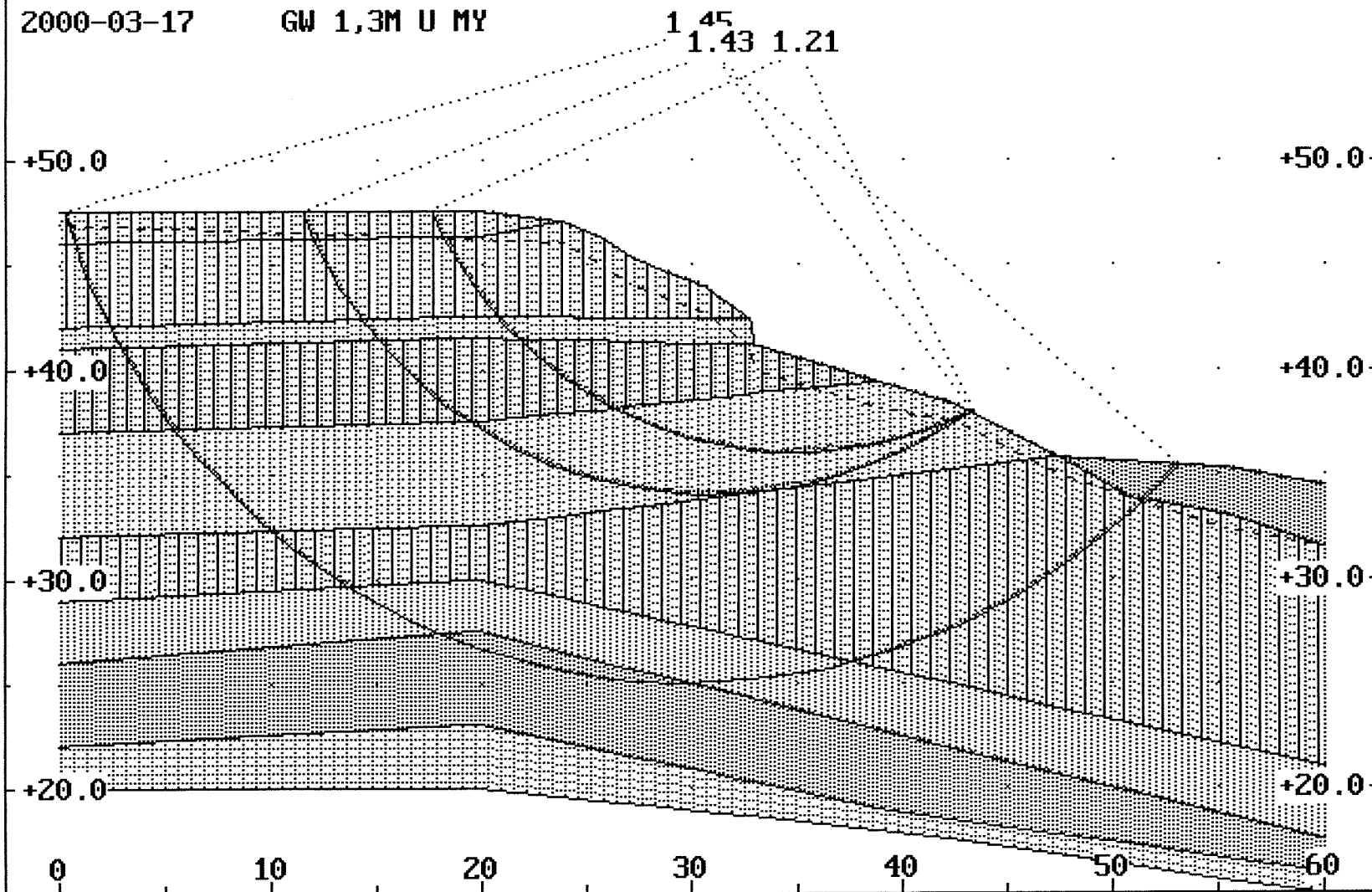
MARK SKENE KRÅKEBACKA
STABILITETSUTREDNING VID AKVEDUKT
SEKTION A (SKREDSEKTIONEN)
2000-03-17

KRÅKEA-1.STB
K



MARK SKENE KRÅKEBACKA
STABILITETSUTREDNING VID ÅKVEDUKT
SEKTION B
2000-03-17 GW 1,3M U MY

KRÅKEB-2.STB
K



MARK SKENE KRÅKEBACKA

STABILITETSUTREDNING VID AKVEDUKT

SEKTION B

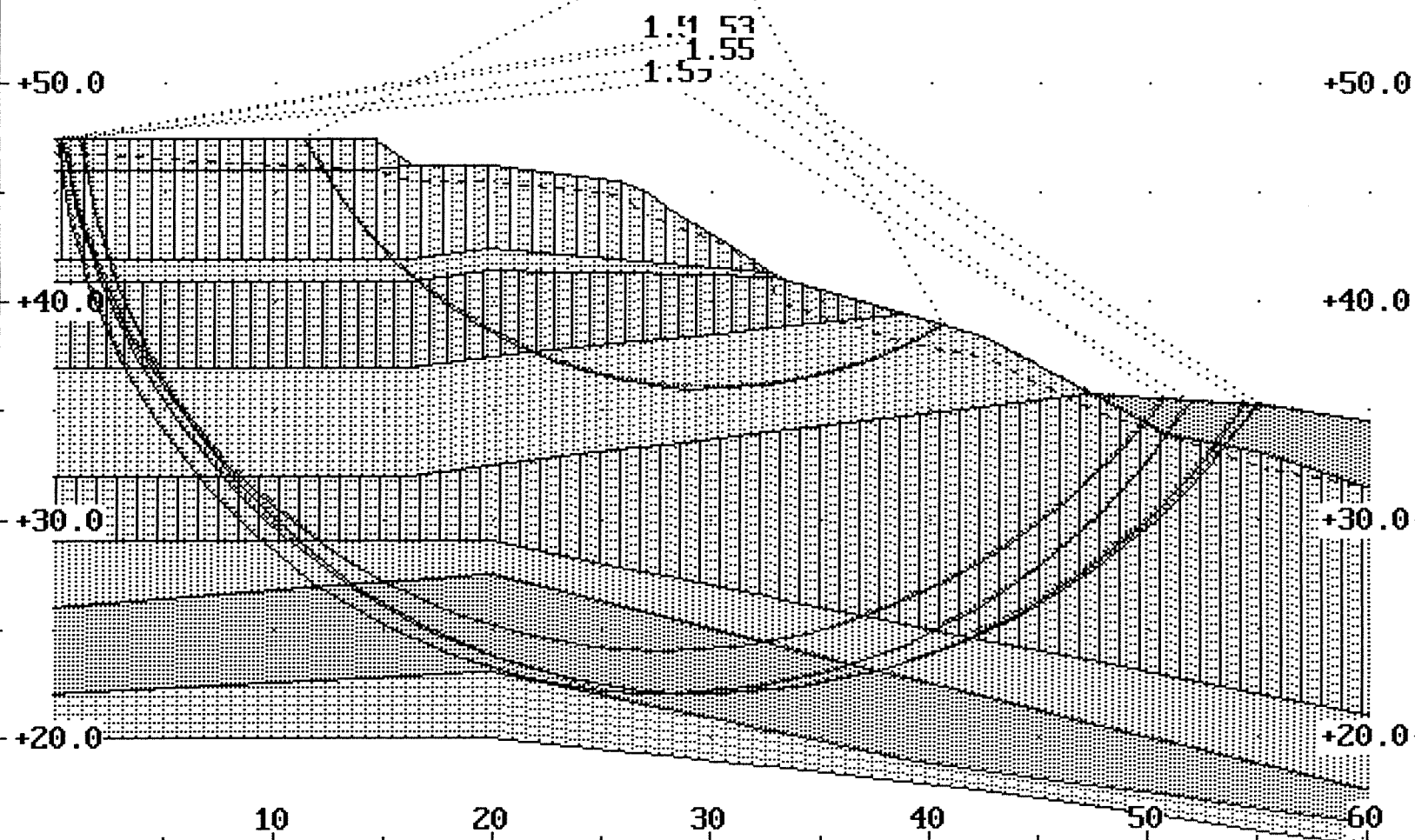
AUSCHAKTNING SANDLAGER 1.50 SKREDMASSOR

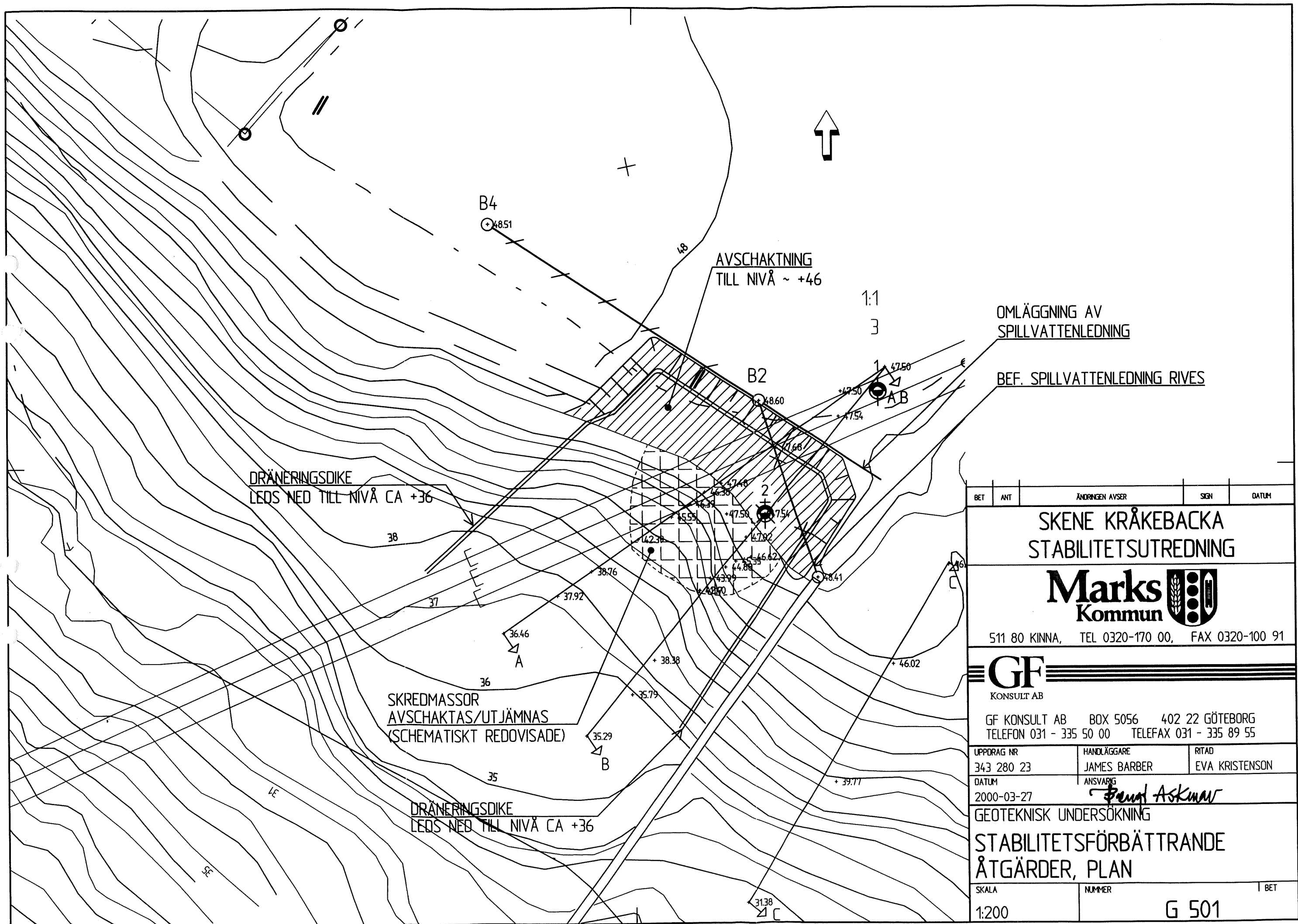
2000-03-17

GW 1,3M U MY

KRÅKEB-4.STB

K

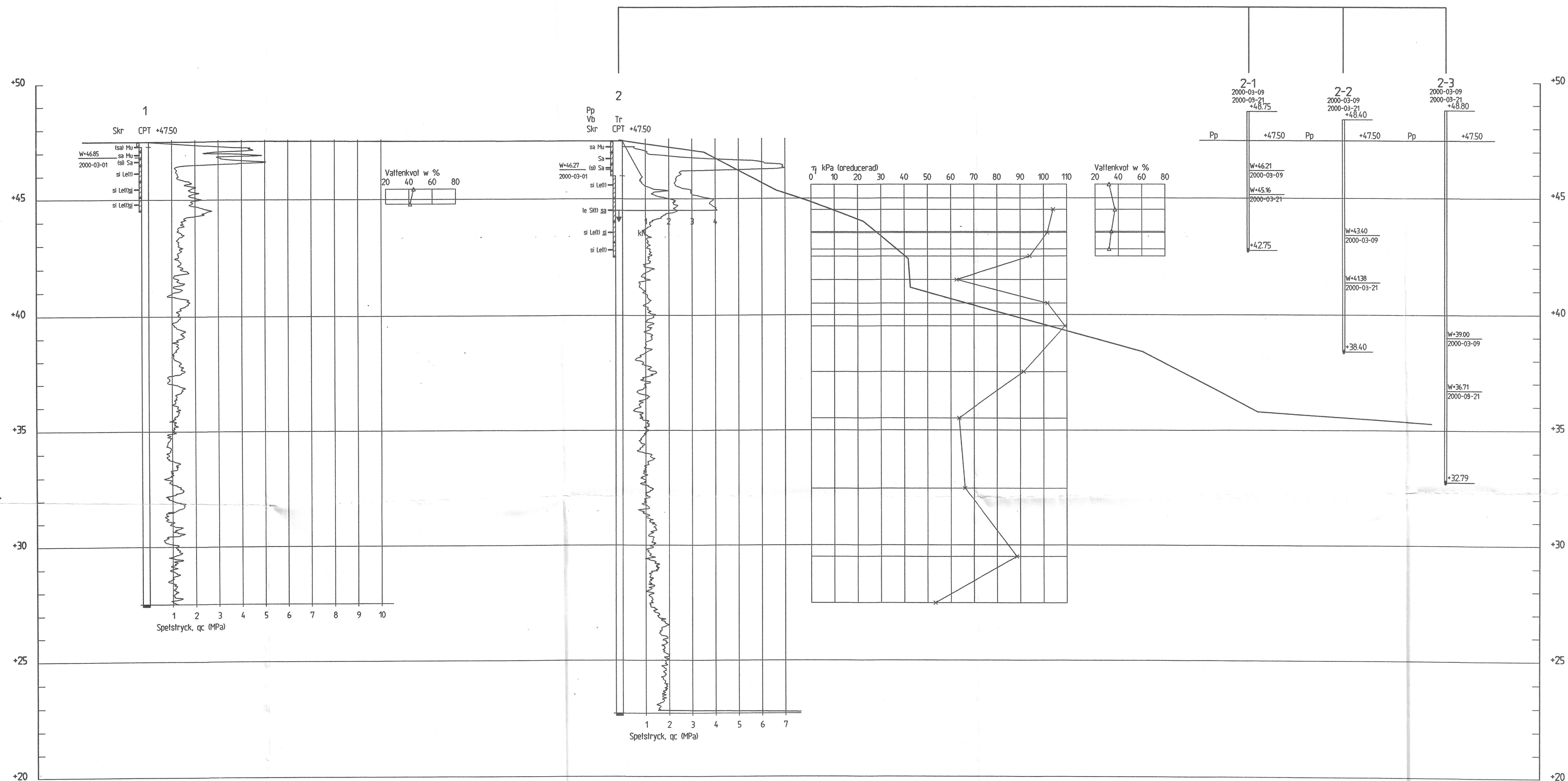




BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
SKENE KRÅKEBACKA STABILITETSUTREDNING				
Marks Kommun				
511 80 KINNA, TEL 0320-170 00, FAX 0320-100 91				
GF KONSULT AB				
GF KONSULT AB BOX 5056 402 22 GÖTEBORG TELEFON 031 - 335 50 00 TELEFAX 031 - 335 89 55				
UPPDRAG NR 343 280 23		HANDLÄGGARE JAMES BARBER		RITAD EVA KRISTENSON
DATUM 2000-03-27		ANSVARIG <i>Per Askmar</i>		
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING STABILITETSFÖRBÄTTRANDE ÅTGÄRDER, PLAN				
SKALA 1:200		NUMMER G 501		

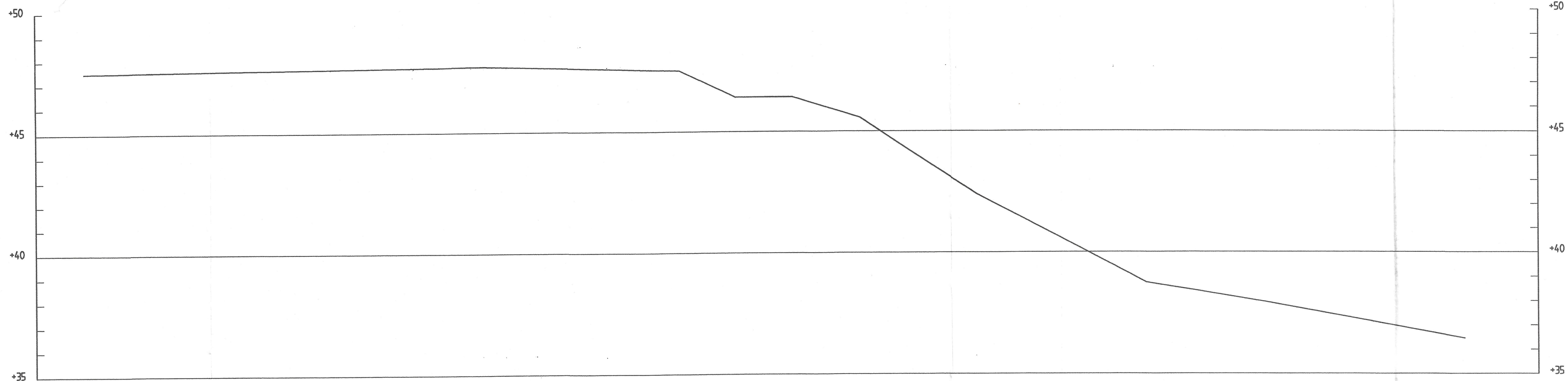


BET	ANT	ÄNDERING AVSE	SEN	DATUM						
SKENE KRÅKEBACKA STABILITETSUTREDNING										
Marks Kommun										
511 80 KINNA, TEL 0320-170 00, FAX 0320-100 91										
GF KONSULT AB										
GF KONSULT AB BOX 5056 402 22 GÖTEBORG TELEFON 031 - 335 50 00 TELEFAX 031 - 335 89 55										
UPPDRAG NR 343 280 23	HANDLAGARE JAMES BARBER	RTAD EWA ANDERSSON								
DATUM 2000-03-27	ANSVARIG <i>Janne Andersson</i>									
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING										
SITUATIONS- OCH BORRPLAN										
SKALA 1:400	NUMMER G 101	I BET								

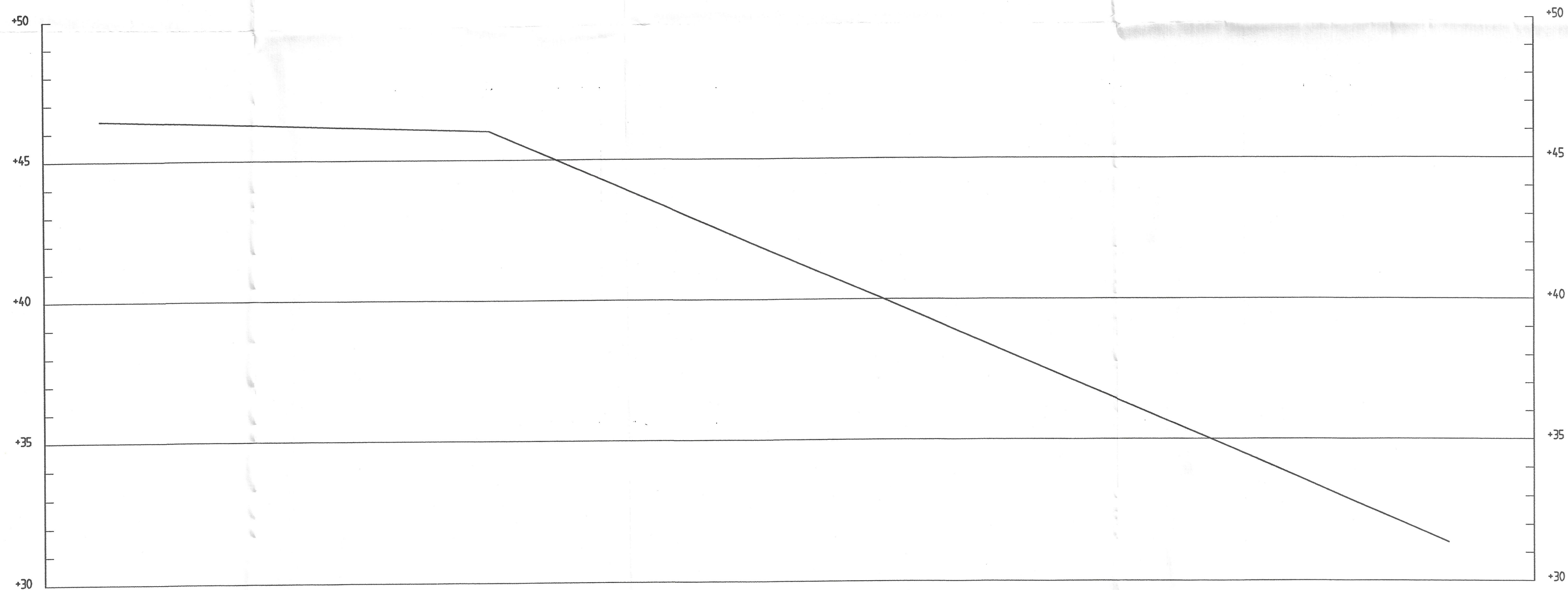


SEKTION B-B
1:100

BET	ANT	ANDREAS AVSÄR	SEN	DATUM
SKENE KRÅKEBACKA STABILITETSUTREDNING				
Marks Kommun				
511 80 KINNA, TEL 0320-170 00, FAX 0320-100 91				
GF KONSULT AB				
GF KONSULT AB BOX 5056 402 22 GÖTEBORG TELEFON 031 - 335 50 00 TELEFAX 031 - 335 89 55				
UPPDRAG NR 343 280 23	HANDLAGGARE JAMES BARBER	RITAD EVA KRISTENSON	ANSVARIG Jens Eriksson	
DATUM 2000-03-27 GEOTEKNISK UNDERSÖKNING				
SEKTION B				
SKALA 1:100	NUMMER G 301	BET		

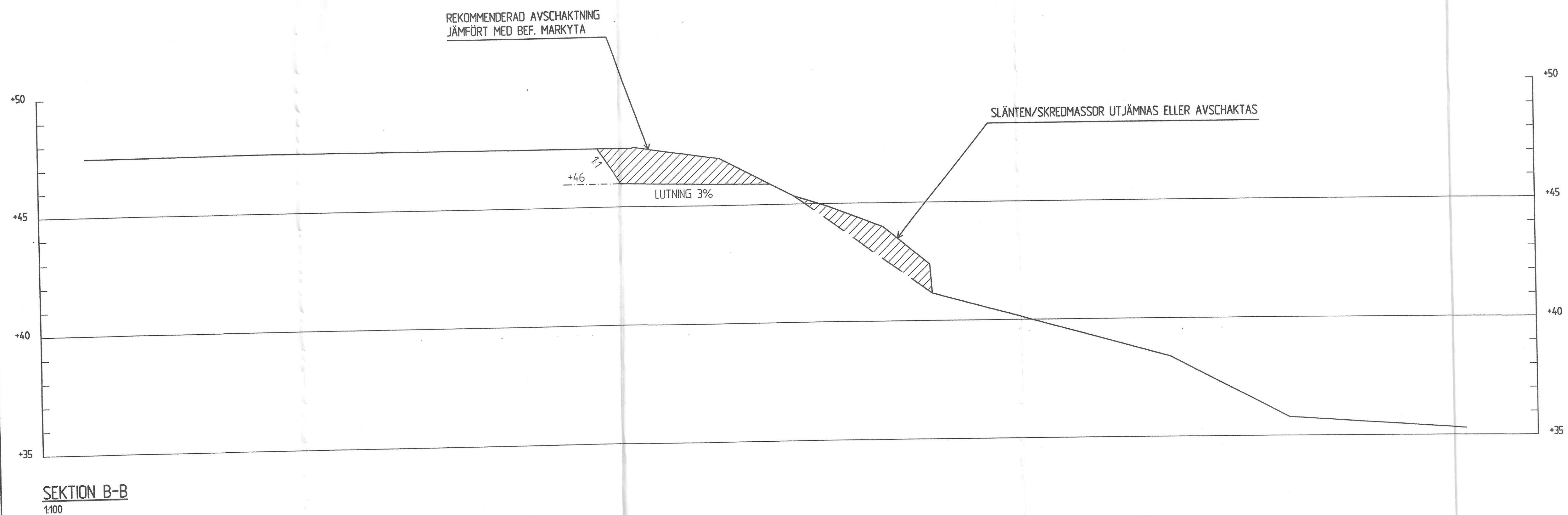
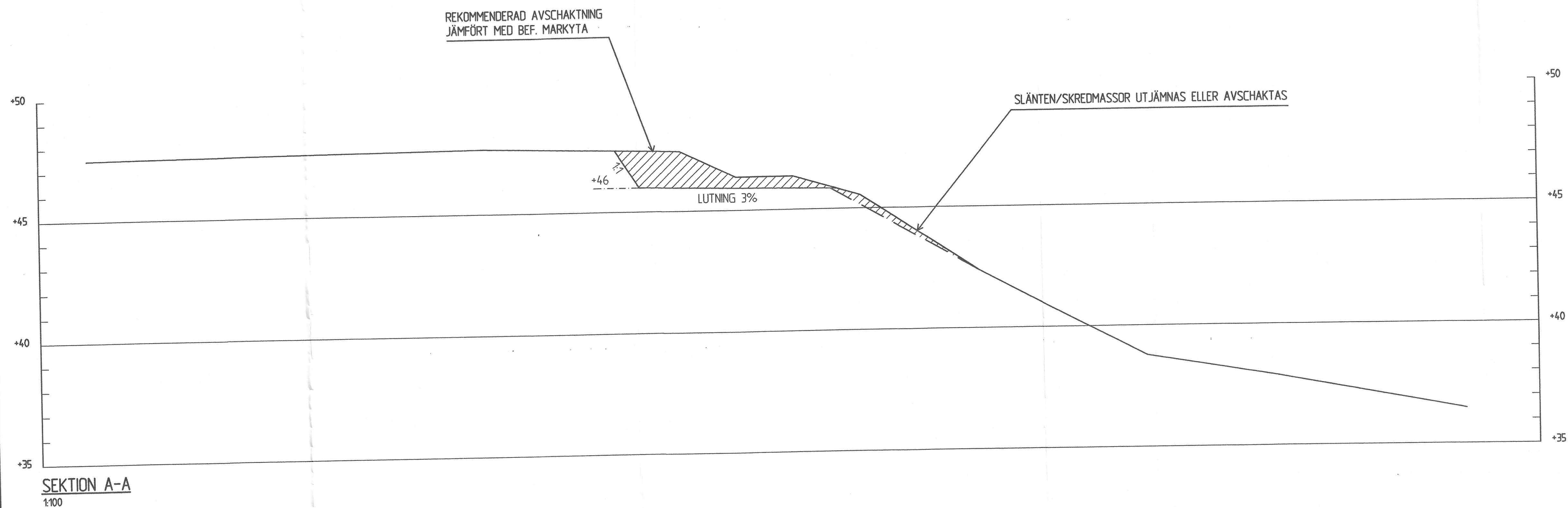


SEKTION A-A
1:100



SEKTION C-C
1:100

BET	ANT	ANSÖKNING AVSEER	SIGN	DATUM
SKENE KRÅKEBACKA STABILITETSUTREDNING				
Marks Kommun				
511 80 KINNA, TEL 0320-170 00, FAX 0320-100 91				
GF KONSULT AB				
GF KONSULT AB - BOX 5056 - 402 22 GÖTEBORG TELEFON 031 - 335 50 00 TELEFAX 031 - 335 89 55				
UPPDRAG NR	HANDLAGARE	RITAD		
343 280 23	JAMES BARBER	EWA ANDERSSON		
DATUM	ANSVARE			
2000-03-27	<i>Dagbj Astmar</i>			
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING				
SEKTION A & C				
SKALA	NUMMER	I BET		
1:100	G 302			



BET	ANT	ÄNDRING AVSEER	SKR	DATUM
SKENE KRÅKEBACKA STABILITETSUTREDNING				
Marks Kommun				
511 80 KINNA, TEL 0320-170 00, FAX 0320-100 91				
GF KONSULT AB				
GF KONSULT AB BOX 5056 402 22 GÖTEBORG TELEFON 031 - 335 50 00 TELEFAX 031 - 335 89 55				
UPPDRAG NR	343 280 23	HANDLAGGARE	JAMES BARBER	RITAD
DATUM	2000-03-27	ANSVARIG	<i>Bengt Ahlmar</i>	EVA KRISTENSON
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING				
STABILITETSFÖRBÄTTRANDE ÅTGÄRDER				
SEKTION A OCH B				
SKALA	1:100	NUMMER	G 502	BET