

MARKS KOMMUN

NYA KINNAVÄGEN, SÄTTNINGSSKADA

**GEOTEKNISK UNDERSÖKNING: PM BETRÄFFANDE
SÄTTNINGSSKADA I VÄGKANTEN**

BILAGDA HANDLINGAR

Jordartsförteckning	Bilaga 1
Siktkurvor, sektion 0/500	Bilaga 2
Siktkurvor, sektion 0/540	Bilaga 3
Principskiss stödmur, sektion 0/500	Bilaga 4
Principskiss stödmur, sektion 0/540	Bilaga 5
Principskiss urskiftning, sektion 0/500	Bilaga 6
Principskiss urskiftning, sektion 0/540	Bilaga 7
Beteckningsblad, SGF	Blad 1 – 4
Situations- och borrhplan	Ritning G 101
Sektioner	Ritning G 301
Stabilitetskontroll, sektion 0/500	Ritning G 501
Stabilitetskontroll, sektion 0/540	Ritning G 502

2000-10-05

GF KONSULT AB
Geoteknik

Anders Frisell

Uppdragsnr: 343 285 23 /GJ

1 ORIENTERING

På uppdrag av Marks kommun har GF Konsult AB utfört en geoteknisk undersökning vid Nya Kinnavägen, tidigare RV 41, mellan km 0/500 och 0/560. Anledningen till undersökningen är sprickbildningar och sättningar har observerats i kanten av vägen och i slänten ner mot järnvägen.

Den nuvarande vägen genom Kinna anlades i slutet av 1970-talet och var från början en del av Riksväg 41, dvs. en väg som förvaltades och sköttes av Vägverket. I slutet av 1980-talet tog dock kommunen över driften av vägen ifrån Vägverket. Enligt uppgift skall sprickbildningar och sättningar ha uppstått i vägen på ungefär samma ställen som idag, redan på den tid då Vägverket stod som förvaltare. De åtgärder som vidtagits vid tidigare problem har varit att justera upp vägen till rätt nivå genom att lägga på ytterligare beläggning, vilket kan urskiljas genom den relativt höga asfaltkanten vid släntrön. Vid den aktuella sträckan löper vägen parallellt med järnvägen och slänten ifrån vägen ner mot järnvägen har lutningen 1:1,5. Nivåskillnaden mellan vägbanan och järnvägen är 6 till 8 m och järnvägen är belägen direkt nedanför slänten, vid slänthot.

Syftet med undersökningen har varit att klarlägga bankens stabilitet samt föreslå lämpliga åtgärder för att förhindra framtida problem av liknande karaktär.

2 UNDERSÖKNINGAR

Det fältarbete som utförts i samband med detta uppdrag utfördes i september 2000 och omfattade:

- Hejarsondering, metod A, genom vägbanken i sektion 0/500 och 0/540 för kontroll av fyllningens mäktighet och fasthet. Metoden ger även underlag för att bedöma bankfyllnadsmassornas hållfasthetsegenskaper, vilket var ett av huvudsyftena med undersökningen.
- Störd provtagning med skruvprovtagare genom vägbanken i 1 punkt per sektion för klassificering och siktning av bankfyllnadsmassorna.
- Avvägning av sektionerna 0/500, 0/520 och 0/540 för jämförelse med ursprungligt projekterad sektion (utfördes av kommunen).
- Okulär besiktning på plats av geotekniskt sakkunnig.

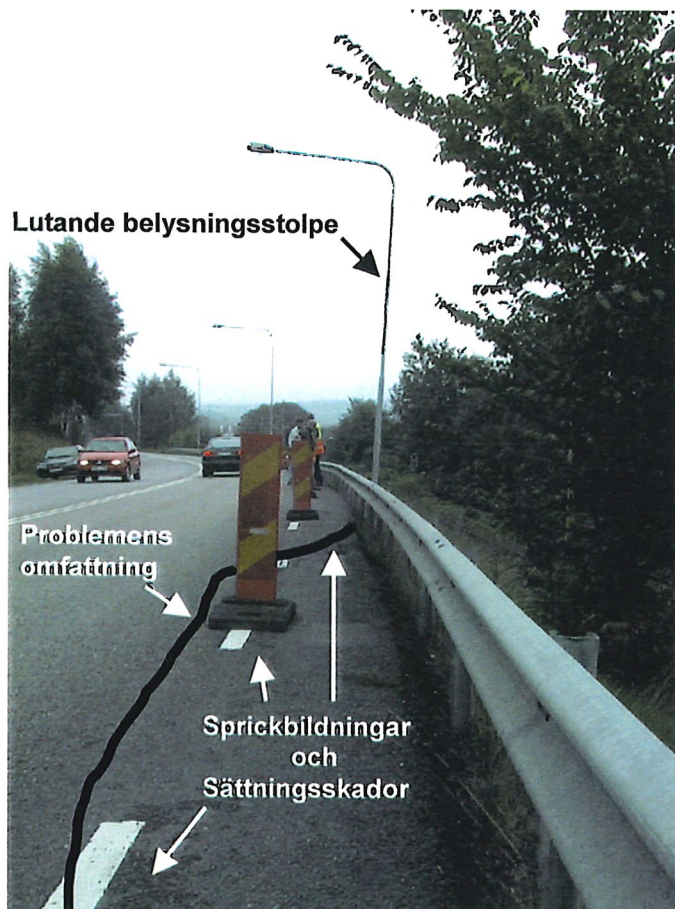
Det laboratoriearbete som genomförts har omfattat:

- Jordartsbestämning av störda jordprover.
- Bestämning av kornstorleksfördelningen genom siktanalys, vilket framförallt görs i syfte att kunna bedöma siltinnehållet i fyllnadsmassorna.

Båda borrpunkterna har satts ut av beställaren.

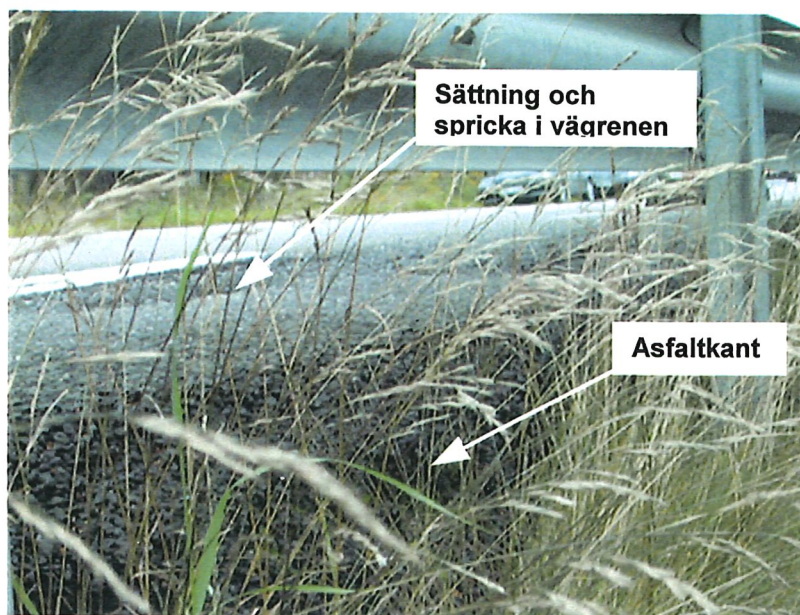
3 OBSERVERADE SKADOR

Vid besiktning på plats observerades ett flertal tecken på att rörelser förekommer i kanten av vägen på den sida som gränsar mot järnvägen. De tydligaste tecknen kunde ses i form av sprickor och sättningar i asfaltbeläggningen. Sprickorna och sättningarna förekommer på hela vägrenen och någon halvmeter in i körbanan. Det kunde även konstateras att en belysningsstolpe lutar utåt från vägen, vilket tyder på horisontalrörelser i banken, och att vägräckets överkant såg ut att vara lägre mitt för den sträcka där de värsta problemen förekom, vilket tyder på sättningar i banken. Några av dessa problem illustreras i Figur 3-1 nedan.



Figur 3-1 Observationer vid besiktning på plats

Ett tecken på att problem förkommit under längre tid är att asfaltkanten mot slänten är relativt hög, vilket tyder på att ett flertal justeringar av överytan har gjorts genom åren. Detta bekräftas även av personer ansvariga för gatuunderhållet i kommunen. I Figur 3-2 visas den höga kant som uppkommit genom justeringarna av överytan. Dessutom kan en tydlig sättning i vägrenen urskiljas.



Figur 3-2 Asfaltkant mot slänten samt sättningsskada och sprickbildning

Förutom synliga tecken på rörelser och sättningar i vägbanan förekom vid undersökningstillfället sprickor parallella med vägen i banken utanför vägräcket. En annan upptäckt som gjordes vid besiktningen var att material troligtvis har schaktats bort från nedre delen av slänten utmed den sträcka av området som är värst drabbad. Detta framgår även av de avvägningar av befintlig slänt som gjorts där det klart och tydligt syns att slänten i stort sett är lodrät de första 0,8 till 1 m från släntfot räknat.

4 UTVÄRDERING AV HEJARSONDERINGAR

De utförda hejarsonderingarna har utförts enligt metod A, vilket innebär att mantelfriktionen mot stängerna mäts genom att vrida runt dem och registrera det moment som krävs för att utföra vridningen. Den uppmätta mantelfriktionen används sedan för att reducera det antal slag som krävs för att tränga ned i marken. Genom denna metod tas endast hänsyn till spetsmotståndet, vilket mäts i antal slag som krävs för att spetsen skall sjunka 0,2 m. Reduktionen av mantelmotståndet sker enligt följande formel:

$$M_{\text{MANTEL}} = M_v \cdot 0,04 \quad \text{där:} \quad M_{\text{MANTEL}} = \text{slag}/0,2 \text{ m sjunkning}$$

$$M_v = \text{Vridmoment i Nm}$$

Utvärderingen har gått till så att ur den reducerade sonderingskurva har en idealiserad kurva tagits fram, vilket innebär att kurvan mot djupet har delats in i ett antal skikt med ungefär lika antal slag för att uppnå 0,2 m sjunkning. Denna kurva har sedan använts för att ta fram karakteristiska värden på friktionsvinklar i bankfyllnadsmaterialet. De karakteristiska friktionsvinklarna har tagits fram med hjälp av handboken "Geokonstruktioner-Byggvägledning 3" och Vägverkets publikation Publ 1994:15 "Jords hållfasthets- och deformationsegenskaper".

5 UNDERSÖKNINGSRESULTAT

5.1 Avvägning av sektioner

När de avvägda sektionerna jämförs med ursprunglig tänkt sektion enligt ritning kan det konstateras att sektion 0/500 avviker relativt lite från den ritade sektionen. För sektionerna 0/520 och 0/540 kan det däremot konstateras material har försvunnit i den övre delen av slänten. Framförallt i sektion 0/520 är detta mycket tydligt men kan även konstateras i nästa sektion. I båda dessa sektioner ser det dessutom ut som om material har tryckts ut i släntens mellersta och nedre del. I sektion 0/540 har även den allra nedersta delen av slänten schaktats bort efter att slänten färdigställts. Eftersom ett makadamdike löper utmed banvallen precis nedanför slänthöften har troligtvis avschaktningen skett i samband med att banvallen har makadamiserats.

5.2 Bankfyllnadsmaterial

Enligt uppgift användes massor från linjen för att bygga upp banken vid den undersökta sträckan, vilket innebär i huvudsak sand med ett visst siltinnehåll. När de upptagna störda proverna analyserades på laboratoriet och efter att siktningen utförts visade sig detta stämma. Asfaltlagret är ca 0,2 m tjockt i båda de undersökta sektionerna. Under asfalten återfinns ett ca 0,8 m mäktigt lager med sandigt grus, vilket då torde utgöra bärlager. Nedanför den första metern i respektive sektion kunde det konstateras att materialet består av massor sand och siltig sand.

I **sektion 0/500** består bankmassorna av sand ner till 4 m djup från vägytan. Mellan 4 och 4,5 m djup består fyllnadsmassorna av siltig sand och från 4,5 till 5 m djup av sand. Banken är i sonderingspunkten enligt ritning uppbyggd ca 4,5 m vilket skulle betyda att materialet ner till och med den siltiga sanden är fyllnadsmassor och därunder naturlig jord. Eftersom en väg fanns på den aktuella sträckan redan innan den nu undersökta vägen anlades kan dock materialet vara fyllnadsmassor även under 4,5 m djup.

Massorna i **sektion 0/540** består under den övre metern av siltig sand ner till 2 m djup från vägytan och därunder av sand till 3,4 m djup. Mellan 3,4 och 4 m djup finns siltig sand och från 4 m djup konstaterades det att jorden bestod av lerig silt. I denna undersökningspunkt skulle fyllnadshöjden enligt ritningen vara ca 3,4 m vilket i sin tur skulle innebära att materialet till och med sanden på 3,4 m djup är fyllnadsmassor påförda i samband med anläggandet av vägen och materialet därunder naturlig jord eller tidigare bankmassor. Troligtvis är materialet från 4 m djup naturliga jordlager eftersom lerig silt sällan används som bankfyllning.

Med hjälp av sonderingskurvorna har hållfastheten i bankmaterialet tagits fram utifrån det förfarande som tidigare har beskrivits. Vid bestämning av materialets friktionsvinkel har det erhållna värdet reducerats med 3° om materialet innehåller silt. För att ett material skall få benämnas siltigt skall det innehålla minst 20% silt. Detta har kontrollerats med hjälp av de kornstorleksfördelningarna som erhöles vid siktningen av materialet. Följande egenskaper hos bankmassorna erhöles efter utvärderingen:

SEKTION 0/500

Djup (m från vägytan)	Jordart	Friktionsvinkel, ϕ (°)	E-modul (MPa)
0,0-0,8	saGr (överbyggnad)	35	40
0,8-1,0	saGr	38	40
1,0-1,8	Sa	36	24
1,8-2,6	Sa	31	7
2,6-3,4	Sa	36	25
3,4-4,5	siSa	29	10
4,5-	Sa	36re	25

SEKTION 0/540

Djup (m från vägytan)	Jordart	Friktionsvinkel, ϕ (°)	E-modul (MPa)
0,0-1,4	saGr (överbyggnad)	35	40
1,0-1,4	Sa	32	10
1,4-2,0	siSa	27	5
2,0-3,4	Sa	30	5
3,4-4,0	siSa	31	16
4,0-5,0	leSi	31	16
5,0-	Sa	37	30

5.3 Geohydrologiska förhållanden

Några mätningar av grundvattenytans läge eller vattentrycket i de naturliga jordlagren under banken har inte utförts. Någon vattenyta har inte heller kunnat observeras i de utförda provtagningshålerna eftersom dessa rasade igen. Grundvattenytan ligger dock med största säkerhet i de naturliga jordlagren under banken och det är därför inte så intressant att undersöka.

5.4 Bankstabilitet

Stabilitetsberäkningar har utförts i båda de undersökta sektionerna. Beräkningarna har utförts med effektivspänningsanalys under antagande om cirkulärcylindriska glidytor. En jordlagermodell med hållfastheter och skiktgränser enligt de utvärderade parametrarna i tabellerna i kapitel 5.2 har upprättats för respektive sektion. Därefter har säkerheten kontrollerats genom ett antal beräkningar där glidytans startpunkt i vägbanan har satts som en fix punkt, vilken sedan successivt har flyttats in mot mitten av vägen. Flyttningen av punkten har skett i steg om en meter, vilket innebär att stabiliteten har beräknats för ett antal glidytor med en meters intervall från vägkanten och in mot mitten. Trafiklast har beaktats i beräkningarna genom att använda de laster som anges i VÄG 94

Resultaten från beräkningarna visar att säkerheten är väldigt låg för glidytor som slår upp precis i vägkanten och ca 1 m in i vägbanan. Den beräknade säkerheten för dessa glidytor varierar i sektion 0/500 mellan $F_{\text{c}\varphi} = 0,98$ och $F_{\text{c}\varphi} = 1,02$, vilket innebär att säkerheten beräkningsmässigt är så låg att omedelbar rasrisk förekommer. För glidytor som slår upp längre in ökar säkerheten successivt upp till $F_{\text{c}\varphi} = 1,30$ för glidytor som slår upp 5 m in på vägbanan från släntrön räknat, $F_{\text{c}\varphi} = 1,30$ är den lägsta godtagbara säkerhetsfaktor som Vägverket godtar för konstruktioner i säkerhetsklass 2.

Säkerheten i sektion 0/540 uppvisar ungefär samma resultat som i sektion 0/500. För glidytor som slår i vägkanten och 1 m in i vägbanan varierar $F_{\text{c}\varphi}$ mellan 0,96 och 1,01. Säkerheten ökar sedan successivt till $F_{\text{c}\varphi} = 1,34$ för glidytor som slår upp 5 m in på vägbanan från släntrön räknat.

Beräkningarna visar således att säkerheten mot stabilitetsbrott generellt är mycket låg för glidytor som slår upp i vägkanten och ca 1 m in i vägbanan. För glidytor som slår upp längre in i vägbanan är säkerheten något högre, vilket innebär att omedelbar rasrisk ej förekommer. Säkerheten är dock oacceptabelt låg jämfört med de krav som anges idag vid nyanläggande av en liknande väg.

6 GEOTEKNISKA ÅTGÄRDER

6.1 Allmänt

Vägbanken på den aktuella sträckan har utförts med material som enligt dagens krav i VÄG 94 ej får läggas i brantare slänthlutning än 1:2,5. Med befintlig slänthlutning av 1:1,5 skall massorna i banken enligt VÄG 94 utgöras av sprängsten. Eftersom vägen anlades enligt tidigare gällande bestämmelser är det inte nödvändigt att anpassa banken till dagens krav så länge som den uppfyller de säkerheter mott brott som ställts upp i säkerhetsklass 2, som är den dimensioneringsklass till vilken Kinnavägen kan hänföras.

Problemet med vägen på den undersökta sträckan är att den inte uppfyller kraven enligt säkerhetsklass 2 och att rörelser och sättningar redan förekommer i banken. Risken för att hela banken skall glida iväg ner mot järnvägen kan med ledning av utförda stabilitetsberäkningar sägas vara mycket liten. Däremot bedöms risken för ett mindre skred med en utsträckning av ca 1-2 m in i vägbanan som relativt stor. Ett sådant skred kan initieras av en mängd olika faktorer och uppstå utan förvarning i form av sprickor och liknande. En faktor som kan utlösa ett sådant skred kan till exempel vara ett ökande vattentryck eller att vatten börjar strömma i banken.

På grund av Kinnavägens betydelse och relativt livliga trafik samt det faktum att järnvägen skulle drabbas relativt svårt även av ett skred med mindre omfattning, rekommenderas att vägen snarast åtgärdas till en nivå som uppfyller kraven i säkerhetsklass 2.

6.2 Möjliga förstärkningsåtgärder

Det finns ett flertal förstärkningsåtgärder som skulle kunna utföras för att åtgärda sträckan. Följande alternativ kan nämnas:

- Jordspikning av slänten
- Skifta ur massor och ersätta dem med lättfyllning
- Anlägga en stödmurskonstruktion mot järnvägen
- Skifta ur massor och ersätta dem med sprängsten

Av ovan nämnda alternativ är jordspikning dyrt samt svårt att genomföra med tanke på närheten till järnvägen och detta alternativ kommer därför inte att behandlas ytterligare. Förslaget med urskiftning av material och ersättning av detta med lättfyllning kommer inte heller att behandlas, eftersom det dels blir kostsamt och dels för att det inte finns några direkta sättningsproblem och det bortschaktade materialet kan därför lika gärna ersättas med sprängsten.

Två alternativ vilka kan anses vara ekonomiskt, utförandemässigt och resultatmässigt fördelaktigast återstår därför. Dessa två kommer att behandlas mera ingående.

6.3 Stödmurskonstruktion

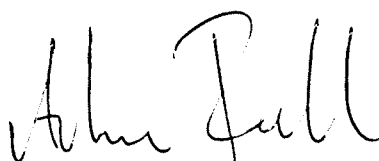
Nedre delen av slänten ersätts av en stödmur i form av prefabricerade element eller en platsgjuten konstruktion. Vad som är viktigt är att stödmurselementen grundläggs i tidigare befintlig jord och inte i fyllnadsmaterialet. Stödmuren bedöms behöva ha höjden minst 3 m för att få en lämplig lutning på slänten ovanför stödmuren. Med 3 m höjd får slänten en lutning av ca 1:2, vilket får anses vara tillräckligt med tanke på det begränsade utrymme som finns mellan vägen och järnvägen. Ett principförslag på utformning av muren redovisas på bilaga 4-5.

6.4 Urskiftning

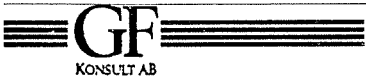
En annan variant är att gräva ur massor ur befintlig slänt för den del som gränsar mot järnvägen och ersätta dem med sprängsten vilken läggs ut och packas enligt anvisningar i VÄG 94. I den nya fyllningen av sprängsten (krossmaterial) läggs dessutom in geonät på två eller tre nivåer. Näten hjälper ytterligare upp stabiliteten eftersom de har en hög draghållfasthet och därför verkar som horisontell armering av slänten. Ett principförslag på urskiftning redovisas på bilaga 6-7.

GF KONSULT AB
Geoteknik

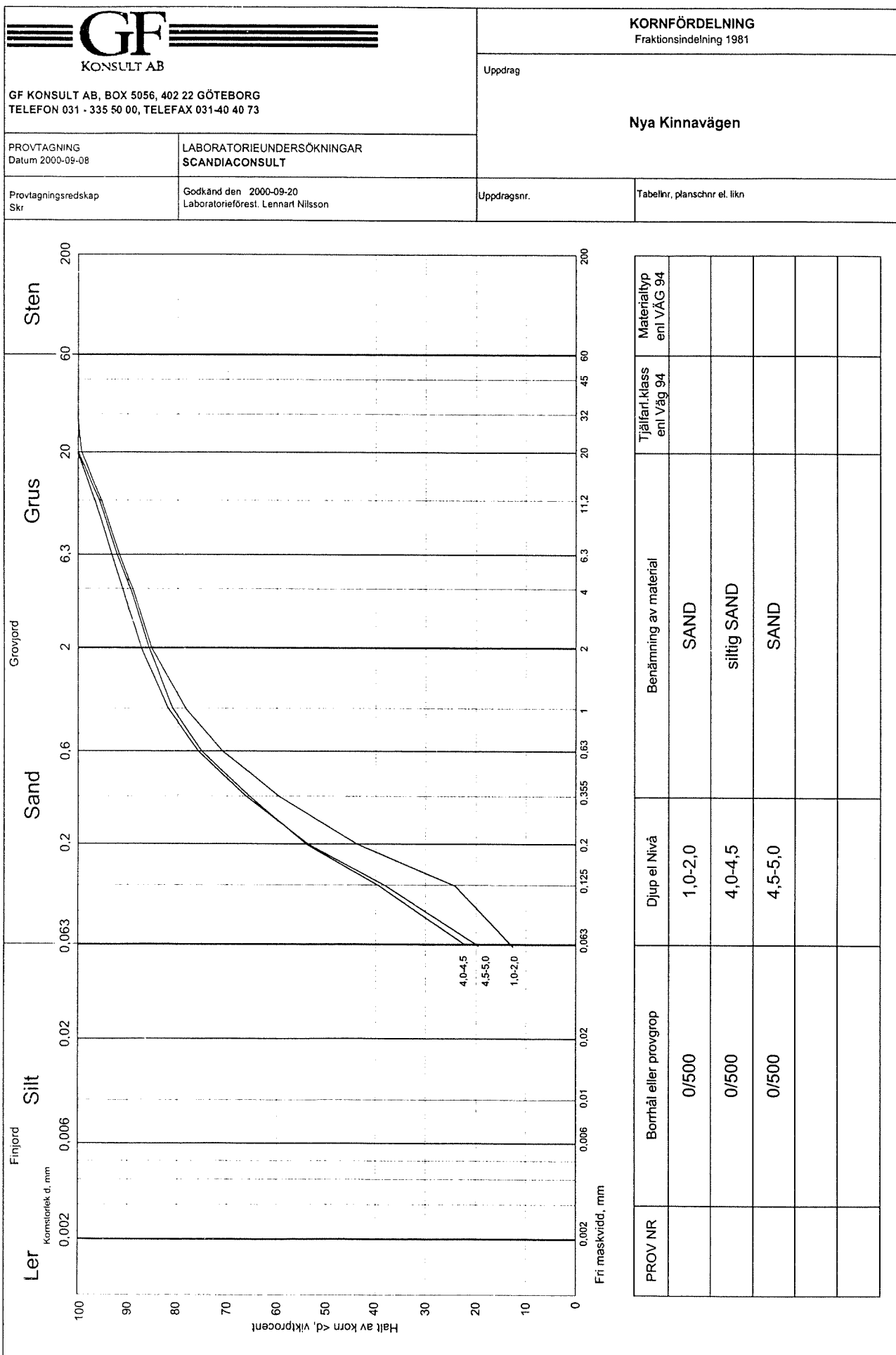
Bengt Askmar

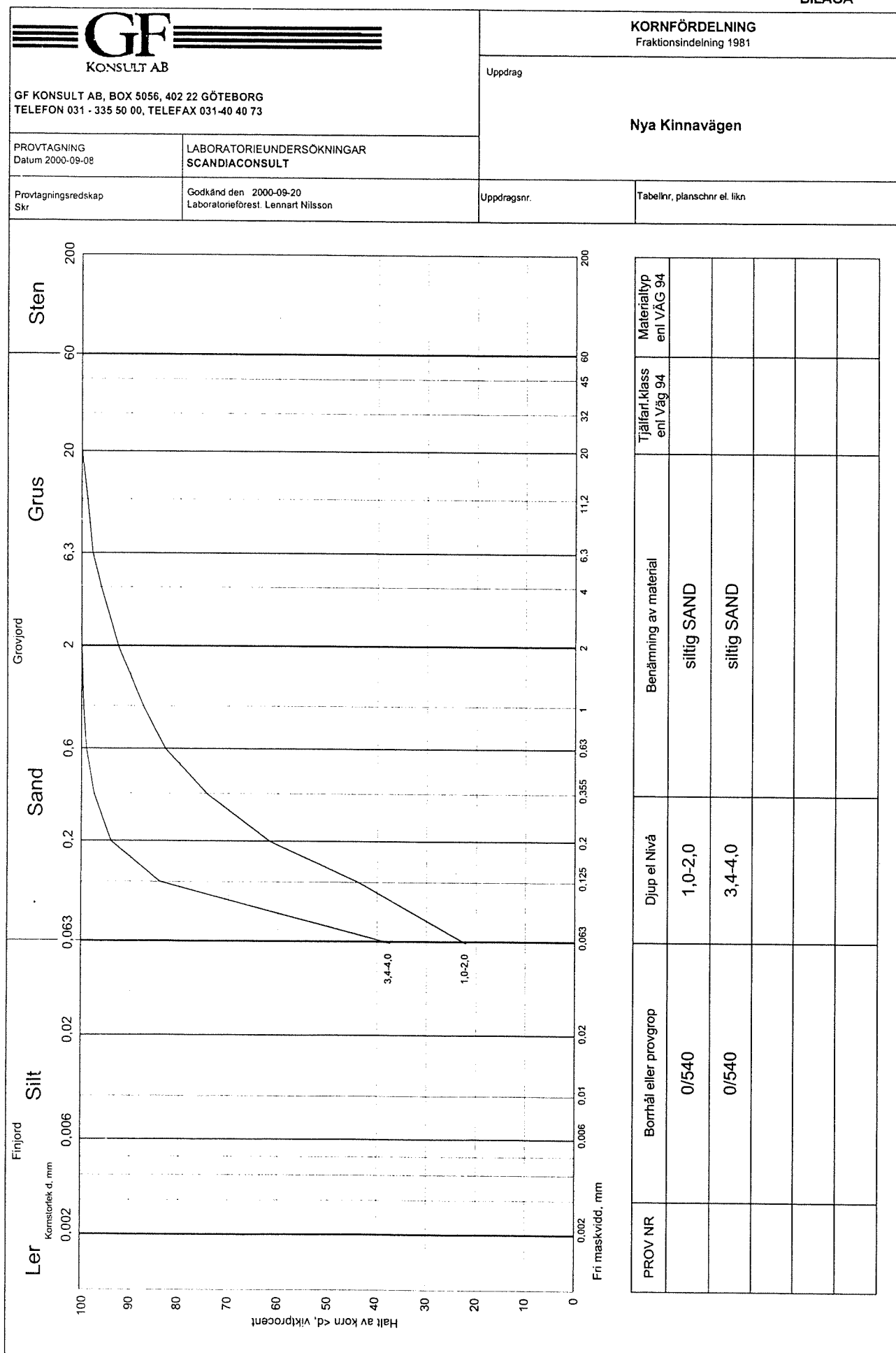


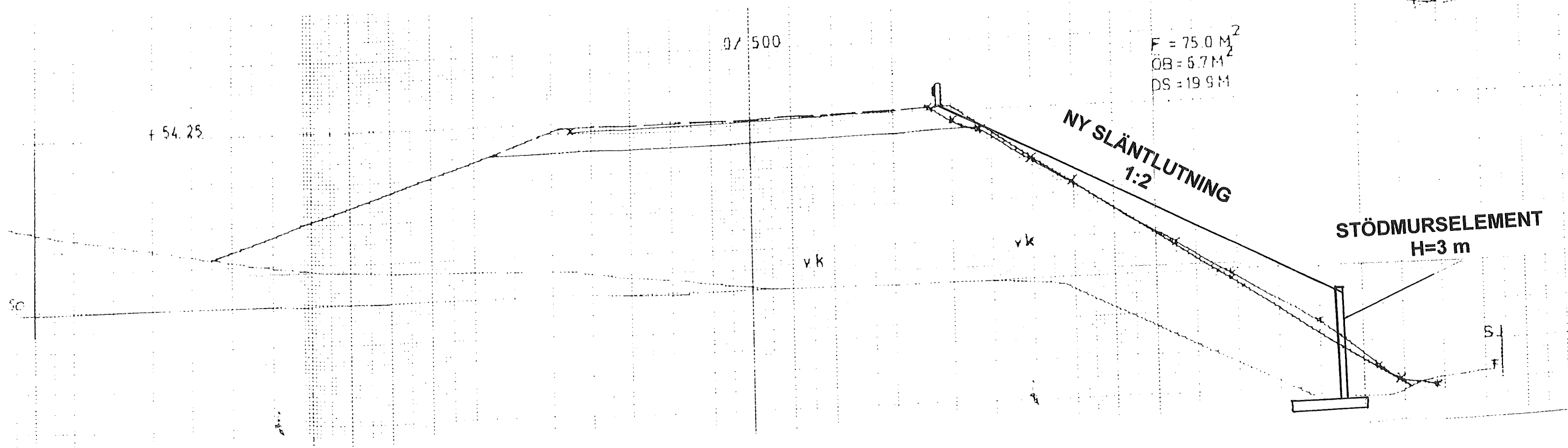
Anders Frisell

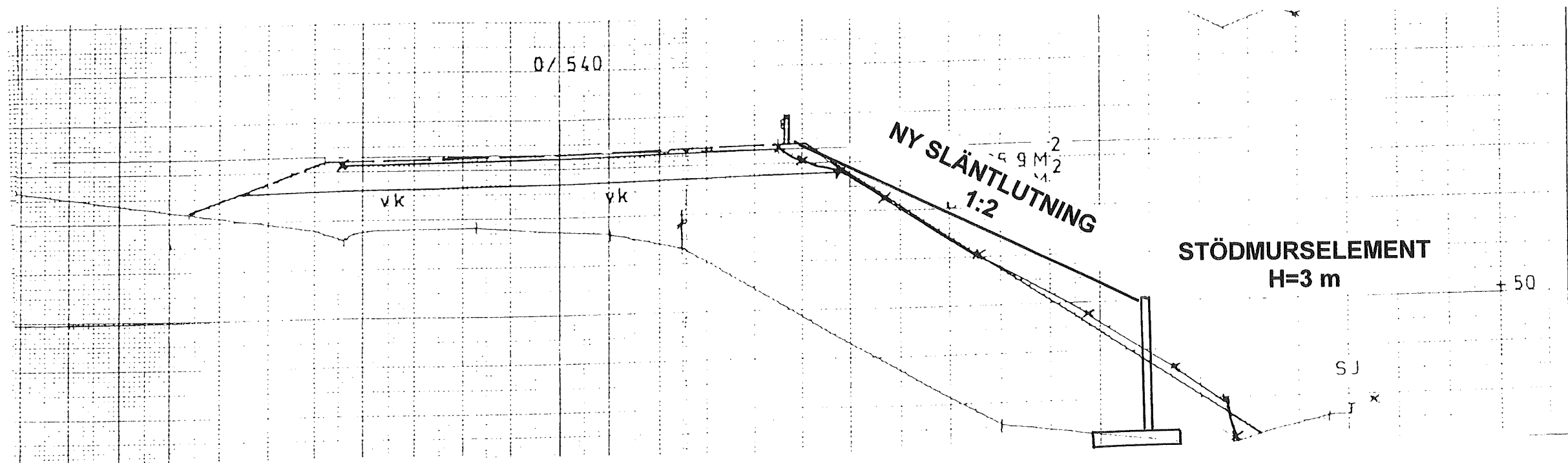
 GF KONSULT AB, BOX 5056, 402 22 GÖTEBORG TELEFON 031 - 335 50 00, TELEFAX 031 - 40 40 73		Sammanställning av LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR			
Provtagning Datum: 2000-09-08		Laboratorieundersökningar SCANDIACONSULT		Uppdrag Mark Nya Kinnavägen	
Provtagningsredskap Skr		Godkänd den 2000-09-20 Lennart Nilsson		Uppdragsnummer	
Sektion/borrhål Djup/nivå	Benämning	Vatten- kvot w %	Tjälfarl- klass enl VÄG 94	Material- typ enl VÄG 94	Anm
<u>0/500</u> 0,0-0,2 -1,0 -2,0 -3,0 -4,0 -4,5 -5,0	Uppmätt vy i bh rasat (000908) Asfalt sandigt GRUS SAND SAND SAND siltig SAND SAND				enl fältprotokoll korn korn korn
<u>0/540</u> 0,0-0,2 -1,0 -2,0 -3,0 -3,4 -4,0 -5,0	Uppmätt vy i bh rasat (000908) Asfalt sandigt GRUS Siltig SAND SAND SAND siltig SAND lerig SILT				enl fältprotokoll korn korn

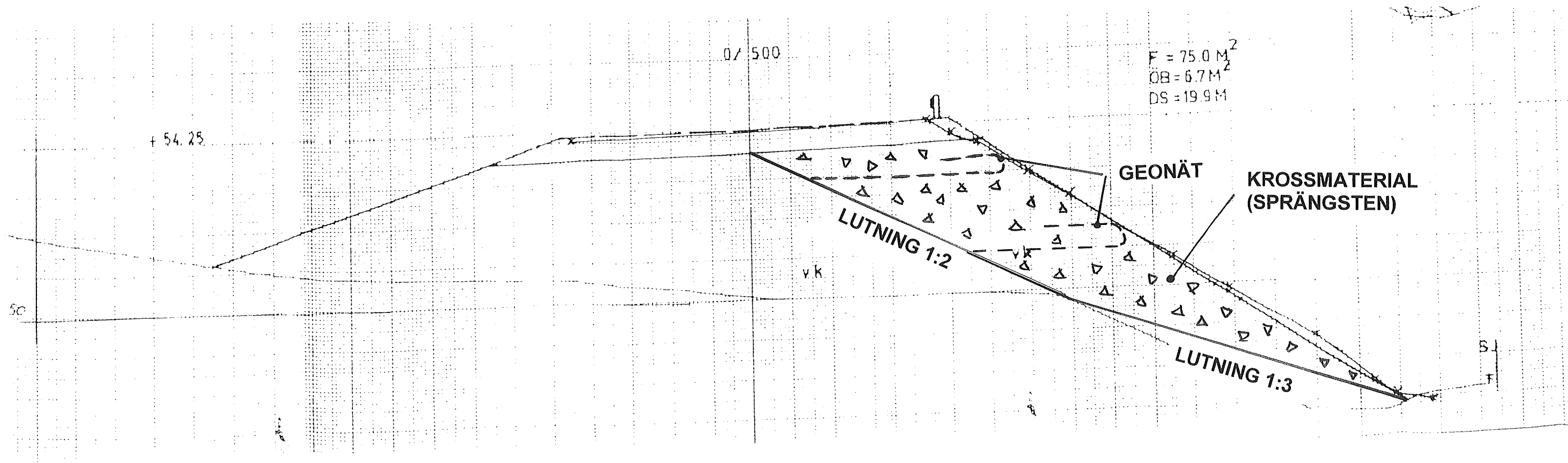
korn = korndelning
 pack = packningsförsök



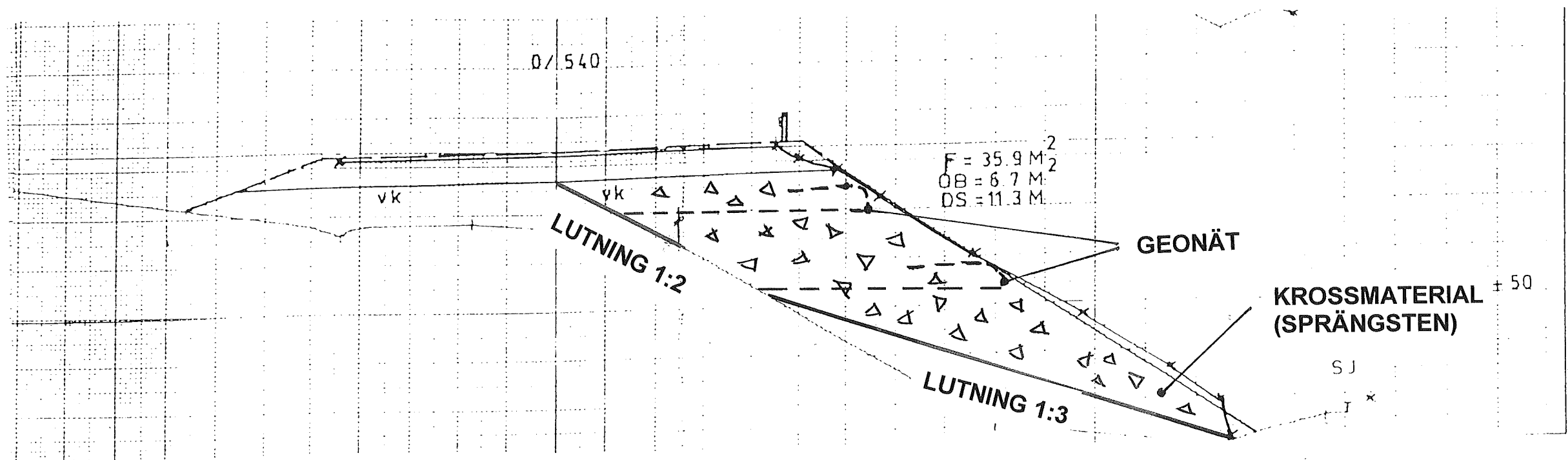






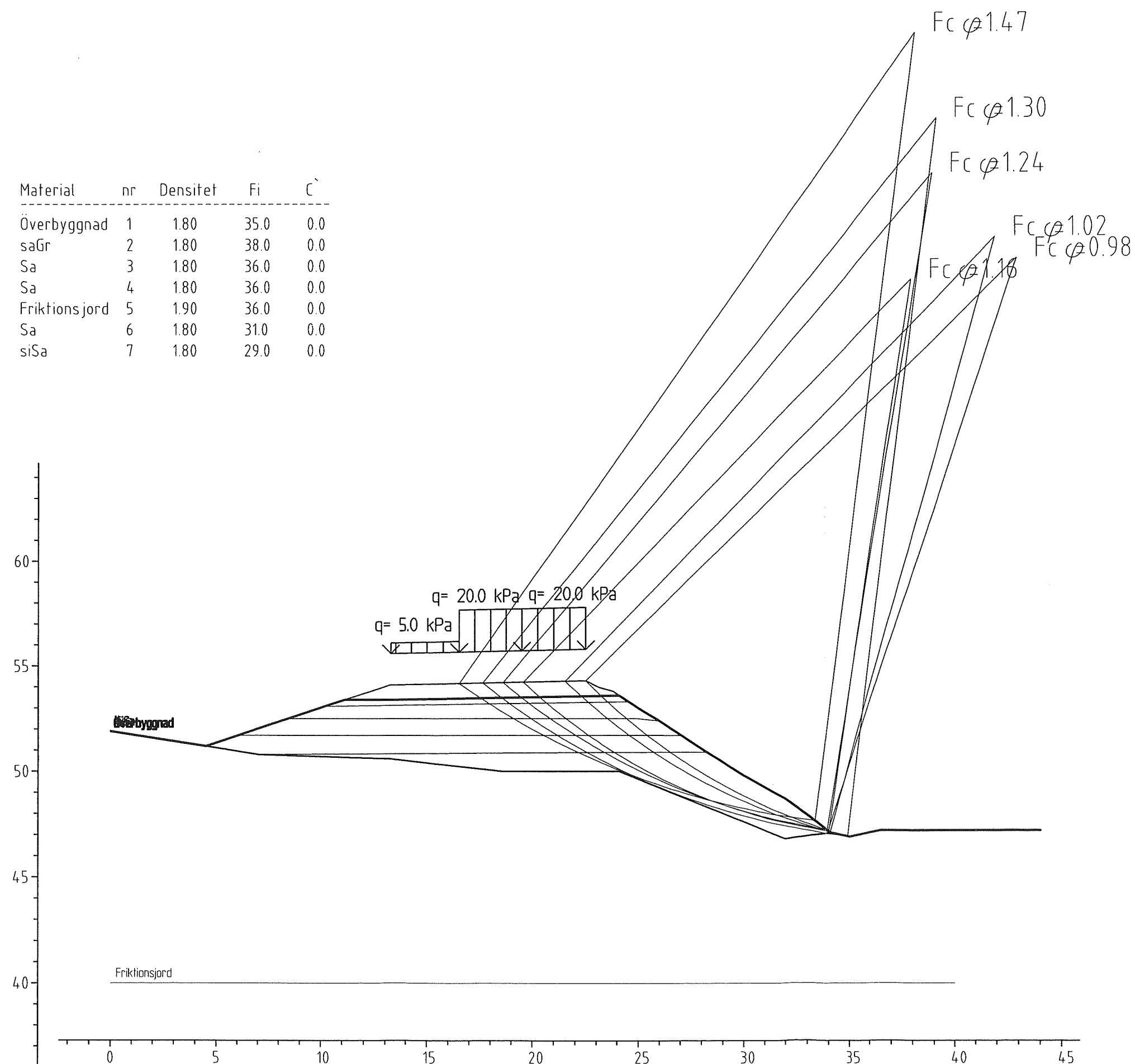


PRINCIPSKISS
 URSKIFTNING AV MASSOR, SEKTION 0/500
 BILAGA 6



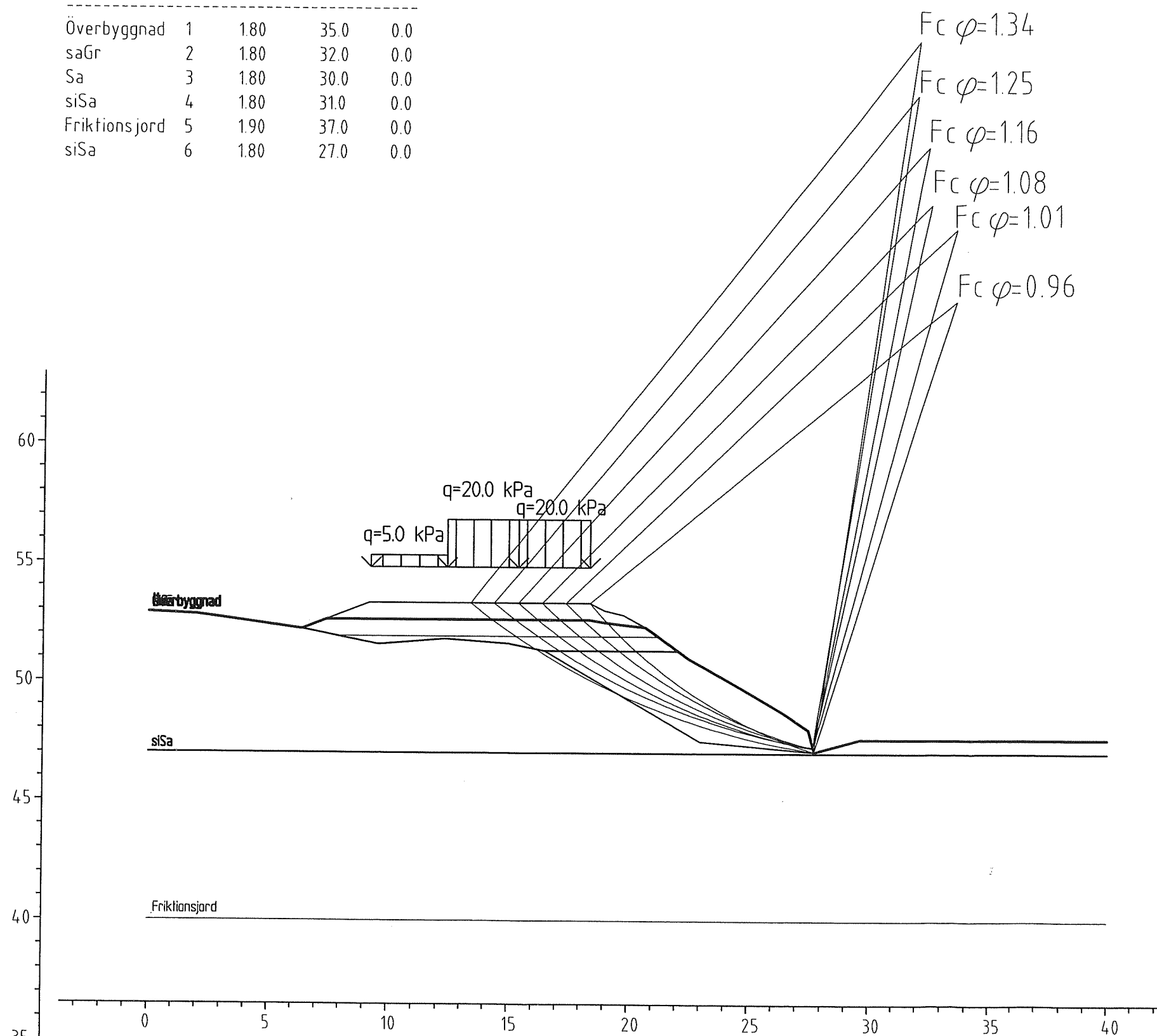
PRINCIPSKISS
 URSKIFTNING AV MASSOR, SEKTION 0/540
 BILAGA 7

Material	nr	Densitet	Fi	C'
Överbyggnad	1	1.80	35.0	0.0
saGr	2	1.80	38.0	0.0
Sa	3	1.80	36.0	0.0
Sa	4	1.80	36.0	0.0
Friktionsjord	5	1.90	36.0	0.0
Sa	6	1.80	31.0	0.0
siSa	7	1.80	29.0	0.0

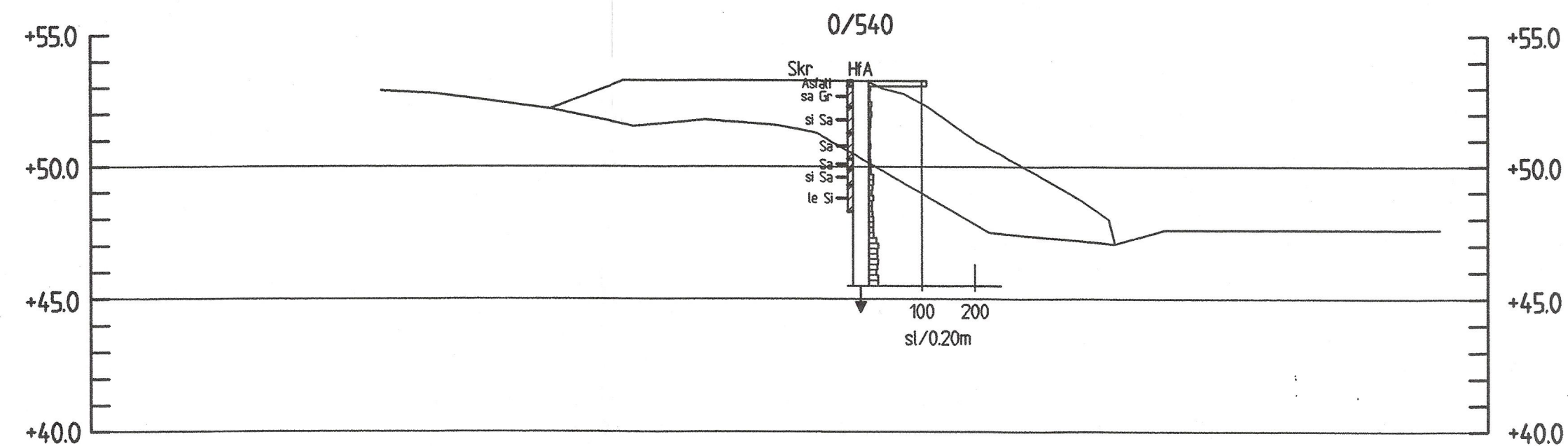
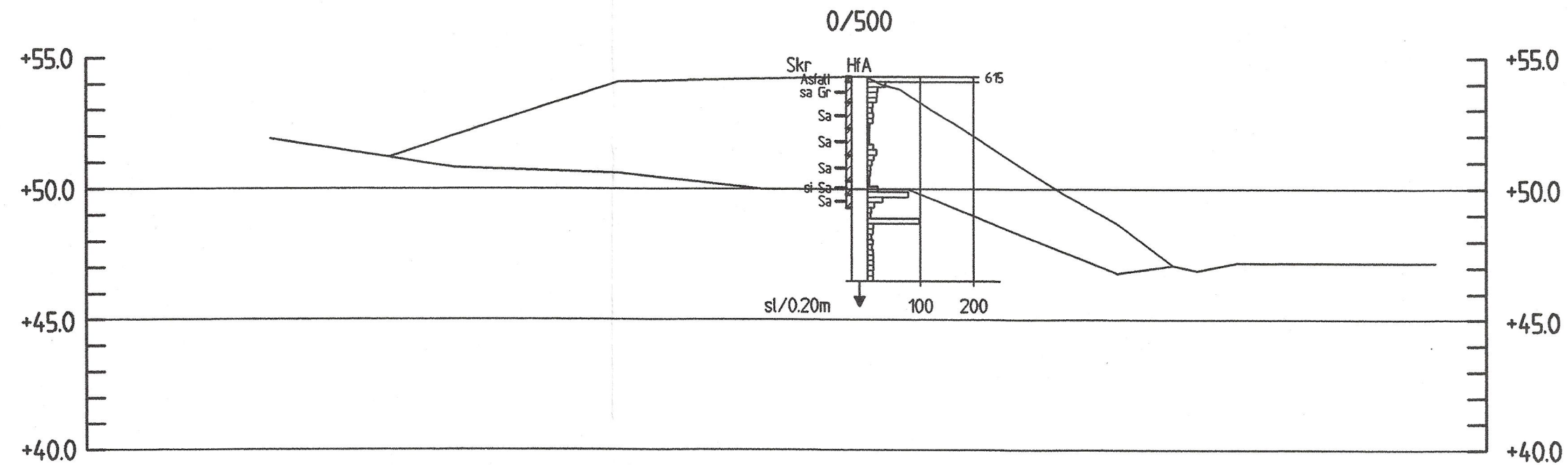


BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
KINNA, NYA KINNAVÄGEN				
Marks Kommun				
511 80 KINNA, TEL 0320-170 00, FAX 0320-100 91				
GF KONSULT AB				
GF KONSULT AB BOX 5056 402 22 GÖTEBORG TELEFON 031 - 335 50 00 TELEFAX 031 - 335 89 55				
UPPDRAG NR	HANDLÄGGARE	RITAD		
343 285 23	ANDERS FRISELL	EVA KRISTENSON		
DATUM	ANSVARIG			
2000-10-05	<i>Yngve Askmar</i>			
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING				
SEKTION 0/500				
STABILITETSKONTROLL				
SKALA	NUMMER	BET		
1:200	G 501			

Material	nr	Densitet	Fi	c'
Överbyggnad	1	1.80	35.0	0.0
saGr	2	1.80	32.0	0.0
Sa	3	1.80	30.0	0.0
siSa	4	1.80	31.0	0.0
Friktionsjord	5	1.90	37.0	0.0
siSa	6	1.80	27.0	0.0



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
KINNA, NYA KINNAVÄGEN				
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	HANDLAGGARE	RITAD		
343 285 23	ANDERS FRISSELL	EVA KRISTENSON		
DATUM	ANSVARIG			
2000-10-05	<i>Bengt Askmar</i>			
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING				
SEKTION 0/540				
STABILITETSKONTROLL				
SKALA	NUMMER	BET		
1:200	G 502			



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
KINNA, NYA KINNAVÄGEN				
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	343 285 23	HANDLÄGGARE	ANDERS FRISSELL	RITAD
DATUM	2000-10-05	ANSVARIG	<i>Anders Frisell</i>	EVA KRISTENSON
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING				
SEKTIONER				
SKALA	1:200	NUMMER	G 301	BET

