
KBS TEKNISK RAPPORT

60

Förarbeten för platsval, berggrunds- undersökningar

Sören Scherman

Berggrundvattenförhållanden i Finnsjöområdets nordöstra del

Carl-Erik Klockars
Ove Persson

Sveriges Geologiska Undersökning januari 1978

FÖRARBETEN FÖR PLATSVÄL, BERGGRUNDSUNDERSÖKNINGAR

Sören Scherman

BERGGRUNDVATTENFÖRHÅLLANDE I FINNSJÖOMRADETS
NORDÖSTRA DEL

Carl-Erik Klockars
Ove Persson
Sveriges Geologiska Undersökning januari 1978

Denna rapport utgör redovisning av ett arbete som utförts på uppdrag av KBS. Slutsatser och värderingar i rapporten är författarens och behöver inte nödvändigtvis sammanfalla med uppdragsgivarens.

I slutet av rapporten har bifogats en förteckning över av KBS hittills publicerade tekniska rapporter i denna serie.

Rapporten "Förarbeten för platsval, berggrundsundersökningar" utgör en redovisning av berggrundsundersökningar utförda i samarbete med geologerna Andrzej Olkiewicz, Nils-Gunnar Wik och bergsingenjör Ingrid Agrell.

ABSTRACT

Bedrock investigations were performed during the years 1976 and 1977 in order to evaluate the possibilities for disposal of radioactive waste in the crystalline bedrock of Sweden.

The work comprised mainly geological and structural surface mapping and evaluation of 5000 m of drillcore. Each core extended to a depth of about 500 m, a possible storage level. Due to the importance of ground water movements, the chief emphasis in the study, both on and beneath the surface, was placed on the fracturing pattern and the mineralization on fracture surfaces.

The investigated areas are distributed along the south-east Swedish coast. These areas were chosen since they lie in the vicinity of two nuclear power stations, Forsmark and Oskarshamn, and they are composed of rock types commonly found in the crystalline bedrock of Sweden, that is granite (young and old) and gneiss, which do not have any future economic and/or mining interest.

The general map (figure 1) shows the areas investigated and the seismic activity in Sweden, measured during 1951 - 1976. Results are shown in figures and appendices for each area - Kråkemåla, Ävrö, Finnsjön, Forsmark and Karlshamn. It is obvious that the fracture pattern evident in the plastic and ruptural deformation of the bedrock and in the topography can be extrapolated to great depth. At Finnsjön, depressions in the bedrock have been found at great depth during the core drilling. Mapping of the cores indicate that the fracturing of the bedrock does not decrease with depth but is unchanged through most of the cores.

Investigations with geophysical well-logging methods and TV-inspection verify the results described above. Results from the water pressure testing show quite a good correlation when compared with the fracturing in the core. However, in some places a high fracture frequency does not correspond to increasing k-values. This can be explained by the presence of clay minerals

which can seal individual fractures and crush zones. Errors in core measurements can also occur during water pressure testing; this may also explain the absence of a direct correlation between fracture frequency and water-flows.

An increase in water-flow is observed in the lowest part of the borehole, situated in the coastal gneisses at Karlshamn. However, the fracturing of the core is extremely low and the observed increase is explained by the presumed vicinity to more granitic rock-types and a contact between granite and gneiss which both tend to increase the permeability of the rock.

INNEHÅLL

- 1 Inledning, val av område
- 2 Arbetsmetodik och arbetets omfattning
 - 2.1 Markkartering
 - 2.2 Registrering av borrhärnor
- 3 Berggrundsundersökning Kråkemåla
 - 3.1 Områdesbeskrivning och tidigare arbeten
 - 3.2 Markkartering
 - 3.2.1 Bergartsgeologi
 - 3.2.2 Spricktektonik
 - 3.3 Djupundersökningar
 - 3.3.1 Bergartsgeologi
 - 3.3.2 Kartläggning av sprickor med sprickfyllnader
 - 3.3.3 Slipprovsundersökning K 1 och K 3
 - 3.4 Figurer och bilagor
- 4 Markbesiktning och djupundersökningar Ävrö
 - 4.1 Figurer och bilagor
- 5 Berggrundsundersökning Finnsjön
 - 5.1 Områdesbeskrivning och tidigare arbeten
 - 5.2 Markkartering
 - 5.2.1 Bergartsgeologi
 - 5.2.2 Spricktektonik
 - 5.3 Djupundersökningar
 - 5.3.1 Bergartsgeologi
 - 5.3.2 Kartläggning av sprickor och sprickfyllnader
 - 5.4 Figurer och bilagor

6	<u>Djupundersökning Forsmark</u>
6.1	<u>Figurer och bilagor</u>
7	<u>Djupundersökning Karlshamnsområdet</u>
7.1	<u>Inledning</u>
7.2	<u>Kärnborrhål</u>
7.2.2	Bergartsgeologi
7.2.3	Kartläggning av sprickor och sprickfyllnader
8	<u>Resultatsammanfattning</u>
9	<u>Referenser</u>

1 Inledning, val av område

Följande rapport behandlar de berggrundsundersökningar avsedda att utreda möjligheterna för långtidsförvaring av radioaktivt avfall, i den svenska berggrunden.

Valet av undersökningsområde har gjorts med bakgrund av följande förutsättningar:

- Flacka områden med god blottning av berggrunden. Sprickor och större sprickzoner bör ligga glest. Grundvattenytans lutning i nämnda områden är ofta flack och medför en låg egen rörelse hos grundvattnet. Genom låg sprickfrekvens minskas möjligheten för vattnets rörelse i bergmassan.
- Bergmassan skall ha en enhetlig sammansättning och består av en ur gruvsdrift ej användbar bergart.
- Valda områden skall representera våra vanligaste bergartsled.
- Som framgår av översigtskartan är områdena placerade så att seismiskt aktiva områden har undvikits, se fig 1.

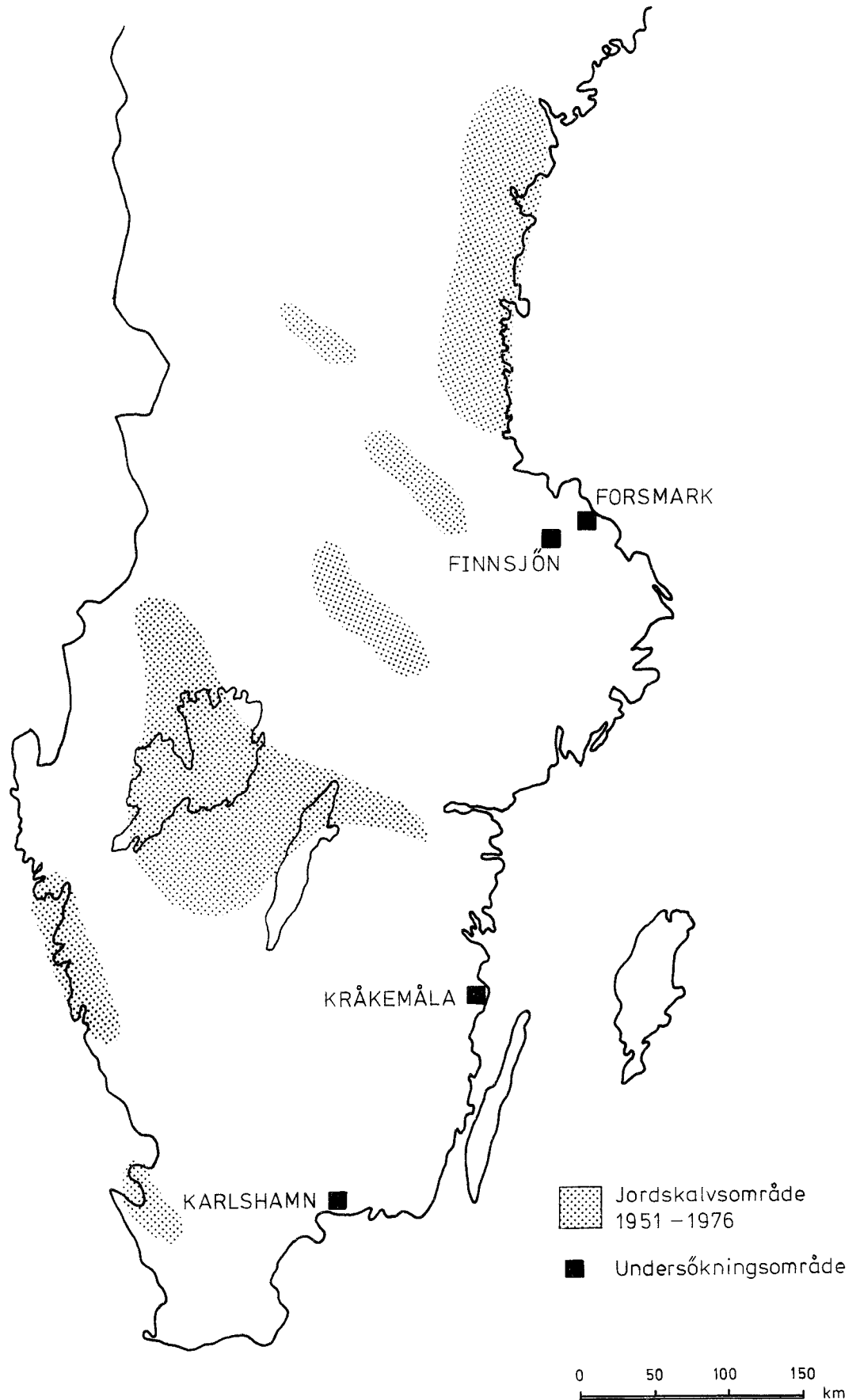
Av tidskäl har det varit nödvändigt att utelämna flera geologiskt lovande områden, där markägarfrågorna varit komplicerade eller där markägarens tillstånd ej kunnat erhållas.

Utgångspunkt för att finna lämpliga platser har varit studier av topografiska, ekonomiska och geologiska kartblad, kompletterade med satellit- och flygbilder.

De från kartorna utvalda områdena har sedan besiktigats i fält. De områden eller delar av områden, vilka varit jordtäckta har undersökts med markgeofysiska metoder i huvudsak elektromagnetiska metoder, som registrerar berggrundens vattenförande zoner med hjälp av deras bättre elektriska ledningsförmåga. Redovisningen av de geofysiska undersökningarna lämnas i bilagor till områdesbeskrivningarna samt i tidigare rapporter.

I två områden har seismiska metoder använts för att mäta hastigheten hos tryck och skjuvvågor varigenom bergets elastiska egenskaper och sprickighet kan bedömas.

Översiktskarta visande jordskalvs- och undersökningsområdena



Följande områden har valts för vidare undersökning och redovisas i denna rapport.

<u>Kråkemåla</u>	ett område 7,5 km NNW om Oskarshamns kärnkraftverk, vid Simpevarp i östra Småland.
<u>Ävrö</u>	Ca 1,5 km N om Simpevarp.
<u>Finnsjön</u>	ett område öster om norra delen av Finnsjön, ca 16 km WSW om Forsmarks kärnkraftverk i nordöstra Uppland.
<u>Forsmark</u>	ett område 3,5 km W om Forsmarks kärnkraftverk.
<u>Karlshamn</u>	D v s verksamheten kring Karlshamns kraftverk på södra delen av Sternö. I denna rapport redovisas endast den av SGU utförda kärnbörningen. En mer omfattande redovisning av områdets berggrund lämnas i "Teknisk rapport" nr. 25.

2 Arbetsmetodik och arbetets omfattning

2.1 Markkartering, metodik

Den tolkning av tektoniska strukturer som utförts med hjälp av satellit- och flygbilder har gett en översiktlig regional bild av berörda berggrundsområdets spricktektonik, d v s strukturer i form av sprickdalar samt väl markerade hållbegränsningar. För att komplettera och kontrollera dessa uppgifter samt mer i detalj utreda sprickbilden, har sprickmönstret i anstående håll- ytor kartlagts.

Karaktären på registrerade sprickor samt eventuella rörelseindikationer, sprickfyllnader och gångbergarter omtalas i textdelen till kartmaterialet, vilket också gäller för mer omfattande variationer i berggrundens sammansättning och struktur.

2.2 Registrering av borrhärnor metodik

För att på avsett förvaringsdjup få en uppfattning om de geologiska förhållandena har utförts diamantborrningar med kärnutvinning.

Borrhålen som har en diameter av 56 mm, kärndiameter 46 mm, har i de vertikala hålen ett genomsnittligt djup av 500 m. Gradhålen som är borrade 50° mot horisontalplanet har för att nå samma djup som vertikala hålen en längd mellan 700 - 800 m.

Borrhärnan som ger en kontinuerlig provtagning av berggrunden har undersökts enligt följande:

- bergartsfördelning
- sprickfördelning samt sprickornas karaktär
- sprickfyllnad
- provtagning för analys
- beräkning av RQD (rock quality designation)
- studier av mikroslip

Bergartsfördelningen presenteras i en textdel. Partier av bergarter vilken understiger en meter i längd har ej tagits med i redovisningen. Koncentrationer av mineral i bergmassan vilken kan vara av betydelse vad gäller bergartens hållfasthet samt eventuella konduktivitetsförmåga är omtalad i textdelen. Det kan gälla mineral såsom pyrit, glimmer etc.

Registrerade sprickor har indelats i två olika typer. Dessa två typer har definierats genom brottyornas karaktär. Det är dels sprickor med släta ofta belagda brottytor, dels sprickor med friska oregelbundna brottytor. De sistnämnda sprickorna kan i vissa fall induceras vid borrhärningsförfarandet. På grund av sprickbildens betydelse för bergvattnets rörelse har sprickorna undersökts med avseende på sprickfyllnad, beläggning samt indikationer på berg-rörelser. I och i anslutning till sprickorna har provtagning för analyser skett på representativa borrhär.

Följande analyser har utförts:

- Bergartsanalys
- 2 + 3-värt järn
- Uran
- Svavel

Resultaten redovisas i tabellform i områdesbeskrivningarna.

RQD-beräkningarna tillgår så att summan av kärnbitar större eller lika med 10 cm divideras med betraktad kärnlängd. Det erhållna värdet varierande från 0,0 - 1,0 ger en numerisk klassificering av borrhärnan. Värdet 0,0 representeras av ett berg med låg hållfasthet samt hög sprickintensitet och värdet 1,0 ett berg med låg sprickintensitet och förhållandevis hög hållfasthet. I dessa undersökningar har gjorts en uppdelning av RQD-värdet. Ett värde innefattar både sprickor med släta brottytor och sprickor med färska oregelbundna brottytor medan det andra värdet enbart tar hänsyn till de förstnämnda.

RQD-klassificering är en internationellt använd metod att redovisa bergkvalitet och sprickighet. I standardförfarandet förutsätts att borrhärnan har diametern 10 cm. Föreliggande borrhärnors diameter är endast 46 mm, vilket medför att angivna RQD-värden är systematiskt för låga. De medger emellertid en objektiv jämförelse mellan de olika borrhälen i denna undersökning. För att möjliggöra direkta jämförelser mellan RQD-värdet och utförda vattenförlustmätningar är beräkningarna gjorda på samma två- och tremeters sektioner som vattenförlustmätningarna.

Djupundersökningarna presenteras i en textdel och en ritdel i skala 1:100 vilken omfattar sprickfördelning, sprickornas lutning samt sprickfyllnad.






Tillhörande teckenförklaring har i den mån det varit möjligt följt rekommendationerna från SGI:s rapport "Beteckningssystem för bergundersökningar" (1976).

TECKENFÖRKLARING, BORRKÄRNEDIAGRAM

Sprickor

——	Belagda sprickor, 0-30 ⁰ vinkel mot borrhålsriktningen
----	Belagda sprickor, 31-60 ⁰ vinkel mot borrhålsriktningen
.....	Belagda sprickor, 61-90 ⁰ vinkel mot borrhålsriktningen
•	Sprickor med friska oregelbundna brottytor

Störningszoner

	Krosszon
= 	Sprickzon med huvudsakligen belagda brottytor och mindre än 10 cm mellan sprickorna
~  M	Sprickzon med friska oregelbundna brottytor och mindre än 10 cm mellan sprickorna
	Skölzon
	Slickenside (Harnesk ytor)

Sprickfyllnad, förkortningsförteckning. () anger gamla beteckningen

Bi	Biotit
C (L)	Lera
Ca	Kalcit
Cl (K)	Klorit
Cu (CuFeS ₂)	Kopparkis
E (Ep)	Epidot
F	Flusspat
Fe	Järnutfällning, rost
Fsp	Fältspat
H	Hornblände
Mo	Molybdenglans
Mu	Muskovit
Pb (PbS)	Blyglans
Py (S)	Pyrit (Svavelkis)
Q	Kvarts
Se	Sericit
T	Talk
Zn (ZnS)	Zinkblände

RQD-faktor

----	RQD med hänsyn till släta ofta belagda sprickytor
——	RQD med hänsyn till det totala antalet sprickor

3 Berggrundsundersökning Kråkemåla

3.1 Områdesbeskrivning och tidigare arbeten

Undersökningsområdet är beläget väster om byn Kråkemåla ca 7,5 km NNW om Oskarshamns kärnkraftverk vid Simpevarp, se översiktskarta fig. 1.

Det undersökta området upptar en yta av ca 2,5 km² och karakteriseras av en flack topografi som endast bryts av tre genomgående sprickdalar. Topografin är något mer uttalad i områdets västra delar, i närhet till sjön Götemaren. Jordtäcket är tunt och berg i dagen utgör ca 60% av området. Tidigare undersökningar rörande den regionala bilden av berggrundsgeologin har publicerats av Svedmark E., 1904, Kresten P., 1971 samt Kresten P., och Chyssler J., 1976. Vad som där framkommit är att undersökningsområdet helt uppbyggs av en ung granit av rapakivtyp, götemargranit. Götemarmassivet upptar i markytan en cirkulärt begränsad yta med en diameter av ca 9 km. Aldern har bestämts till 1.38 miljarder år. Den omgivande berggrunden uppbyggs huvudsakligen av äldre graniter de s k smålandsgraniterna med en ålder av ca 1.74 miljarder år. Åldersbestämningarna är utförda av Wehlin, Blomqvist, Parvel 1966 och Åberg 1977.

3.2 Markkartering

3.2.1 Bergartsgeologi

Berggrunden uppbyggs huvudsakligen av en massformig medel - grovkornig, ställvis porfyrisk röd granit s k götemargranit, där den grövre varianten är i klar dominans i de östra delarna. Västerut är graniten medelkornig ofta ljusare.

Genom sin vackra färg och strukturella homogenitet har graniten utnyttjats såsom industristen. Två stenbrott i drift återfinnes i områdets norra delar.

Förekomst av grov kvartsrik pegmatit, liggande konformt med bankningen med mäktigheter runt 10 cm, är inte ovanlig medan aplit uppträder mer sparsamt. Sprickfyllnad av kambrisk sandsten har

iakttagits i områdets nordöstra del. Dessa sprickor är odeformade och sprickfyllnader visar att uppsprickningen skett för mer än 500 milj. år sedan, och att rörelser inom massivet sedan dess varit av ringa omfattning.

Graniten i götemarmassivet kännetecknas av en homogen mineralogisk sammansättning. Dominerande är kvarts, fältspat och glimmermineral. Kvartshalten är anmärkningsvärt hög med värden upp till 40 %. Bland de accessoriska mineralen bör nämnas flusspat och pyrit. I anslutning till sprickor kan flusspat förekomma i riklig mängd.

Som framgår av tabellen i fig. 3 (Kresten P. och Chyssler J., 1976) uppvisar götemargraniten hög kiselsyrehalt, låg halt av järn, kalcium, magnesium och svavel. Dessa värden karaktäriserar graniterna i undersökningsområdet. Den låga tätheten på 2.60 g/cm^3 är också karaktäristiskt för götemargraniten.

3.2.2 Spricktektonik

Området, som är markerat med siffran 1 på håll- och lineamentkartan i fig. 4 kännetecknas av en berggrund med allmänt sett låg sprickintensitet.

Klart markerade är några sprickdalar, topografiskt indikerade, i NW-lig riktning samt en likaledes markerad riktning i ca $N70^{\circ}E$. Sprickrosen, se fig. 5, som redovisar i håll observerbara sprickors riktningsfördelning, återspeglar klart dessa huvudriktningar.

Områdets sprickfattigdom har belysts i den undersökning, som föregick områdesvalet, genom en systematisk kartläggning av medelsprickavståndet efter sju profiler i E-W riktning, jämnt fördelade över området, fig. 2. Av denna framgår att den grovkorniga graniten uppvisar den lägsta sprickintensiteten och är begränsad i väster av en finkornig betydligt mer sprickrik granit.

En kartläggning av hållarna samt inom dessa förekommande sprickmönster utfördes under sommaren 1977.

Resultatet som framgår av fig. 6 ger bilden av ett väl blottat hållområde med flata hela bergpartier huvudsakligen i områdets östra delar. I västra delen är topografin mer uttalad. Sprickorna är kraftigare, ofta fyllda med krossmaterial. En förklaring till detta kan vara en sekundär påverkan av förkastningen i västra delen av sjön Götemaren (Kresten P. och Chyssler J., 1976).

En fin bild av det ytnära sprickmönstret i götemargraniten, i både horisontellt och vertikalt led, erhålles i befintliga stenbrott. Dessa har kartlagts med avseende på sprickbilden och redovisas i figurerna 7, 8 och 9.

Dominerande är vertikala sprickgrupper med en strykriktning av $N50^{\circ} - 55^{\circ}E$. Dessa sprickor är ofta fyllda med kambrisk sandsten. Sprickytorna är belagda med flusspat och kalцит. Flusspaten är ställvis rikligt förekommande.

Ett annat anmärkningsvärt drag är de horisontella bankningsplanen, vilka tydligt framträder i de vertikala skärningarna. I horisontalled framträder dessa plan som en flaslighet i bergytan, troligtvis förstärkt av iserosion. Strykningen är NE med en stupning ca 15° mot E. Som sprickfyllnad förekommer grovkristallin muskovit och pyrit. Tjockleken på sådana sprickfyllnader har maximalt uppmätts till 10 cm. Kapaciteten på ett antal bergborrade brunnar tyder på att dessa bankningsplan kan ge ett relativt högt vattenflöde. Högsta rapporterade värde uppgår till 4000 l/h.

3.3 Djupundersökningar

I området är tre borrhål avslutade, benämnda K 1, K 2 och K 3. De två förstnämnda är borrhålen vertikalt 500 respektive 600 m medan K 3 är gradat 50° mot norr med en borrhållängd av ca 760 m. De vertikala borrhålen är placerade i områdets norra respektive västra del och gradhålet är placerat i östra delen av området, se karta fig. 2.

3.3.1 Bergartsgeologi

Förhärskande bergart i alla tre hålen är den tidigare omnämnda medel-grovkorniga götemargraniten. I borrhålen uppvisar den ställvis en porfyrisk utbildning med 0,5-1 cm röda fältspatkristaller i ett medelkornigt matrix. Diffusa övergångar till en finkornig ljusröd aplitisk granit har iakttagits på ett flertal partier, särskilt i Dbh 7702.

Graniten likaså övriga bergartsinslag ger ett friskt intryck där enskilda mineralindivider synes helt opåverkade av vittring, förutom i direkt anslutning till mer uppspruckna partier. Bergartsloggarna redovisas i textbilagorna.

3.3.2 Kartläggning av sprickor och sprickfyllnader

En detaljerad redovisning av borrhämnarna ges i bilagorna 2, 6 och 9. Här lämnas endast en kortfattad översikt över de enskilda borrhålen.

Borrhål K 1

Borrhämnarna uppvisar gott berg med långa partier utan synbarlig deformation. Övervägande delen av registrerade sprickor är av typen "friska oregelbundna brottytor" med 90° vinkel mot kärnan.

Sprickor med belagda brottytor är klart underordnade i antal. För att kontrollera den okulära besiktningen av sprickfyllnadsmaterialet har analyser utförts från ca 30 prover. Resultatet ger vid handen att kvarts, klorit, illit och muskovit är i klar dominans. Små mängder svällande lermineral har säkert verifierats på fyra prov, se analysrapport bilaga 4.

Krosszoner samt sprickzoner är koncentrerade till ett fåtal partier. Den största av dem är beläget mellan 168 till 171 meters djup samt en sprickzon vid 300 meters djup. I övrigt är kross- och sprickzoner smala med övervägande delen sprickzoner med färsk brottytor.

Borrhål K 2

Borrkärnan visar stora likheter med Dbh 7701 ner till ca 200 m. Där ökar sprickintensiteten och kross- och sprickzoner blir mer frekvent förekommande.

Större sammanhängande zoner vid 290-293, 294-297, 324-326, 327-331, 343-345, 415-417 samt 426-428. I några av dessa sprick- och krosszoner har berget varit kraftigt uppsprucket och kärnförluster har registrerats.

Borrhål K 3

Liksom i K 1 och K 2 ger denna kärna som resultat förhållandevis stora volymer av helt berg, med klart definierade mellanliggande störningszoner. Vad som skiljer denna kärna från ex. K 2 är en omvandlingszon mellan djupen 638 och 659 meter. Prov från den zonen, vilken studerats i mikroskop, redovisas i nedanstående kapitel.

3.3.3 Slipprovsundersökning K 1 och K 3

Chyssler visar i sin artikel från 1976 en granit med övervägande enfältspatkaraktär. Som exempel på variationer inom graniten anförs här resultat av två undersökta slipprov.

Prov från borrhål K 1

Provet är taget i grovkornig "götemarggranit" på 168 meters djup. Provet är utsågat vinkelrätt mot borrhålsriktningen. Vid bestämning av ingående mineral är 25 och 65 ggr förstoring använda.

Följande sammansättning har konstaterats i ordning med dominerande mineral först, plagioklas, kvarts, mikroklin och muskovit. Mer underordnat förekommer biotit, flusspat och apatit.

Kornfogarna i provet är något uppbrutna, vilket har åtföljts av

omvandling (seriticer) av intilliggande plagioklaser.

I övrigt ger provet ett friskt intryck med helt intakta mineralindivider.

Prov från borrhål K 3

Mellan djupen 638 och 659 meter är berget omvandlat med en dålig sammanhållning av enskilda mineralkorn. Provtagning och förstoring detsamma som i K 1.

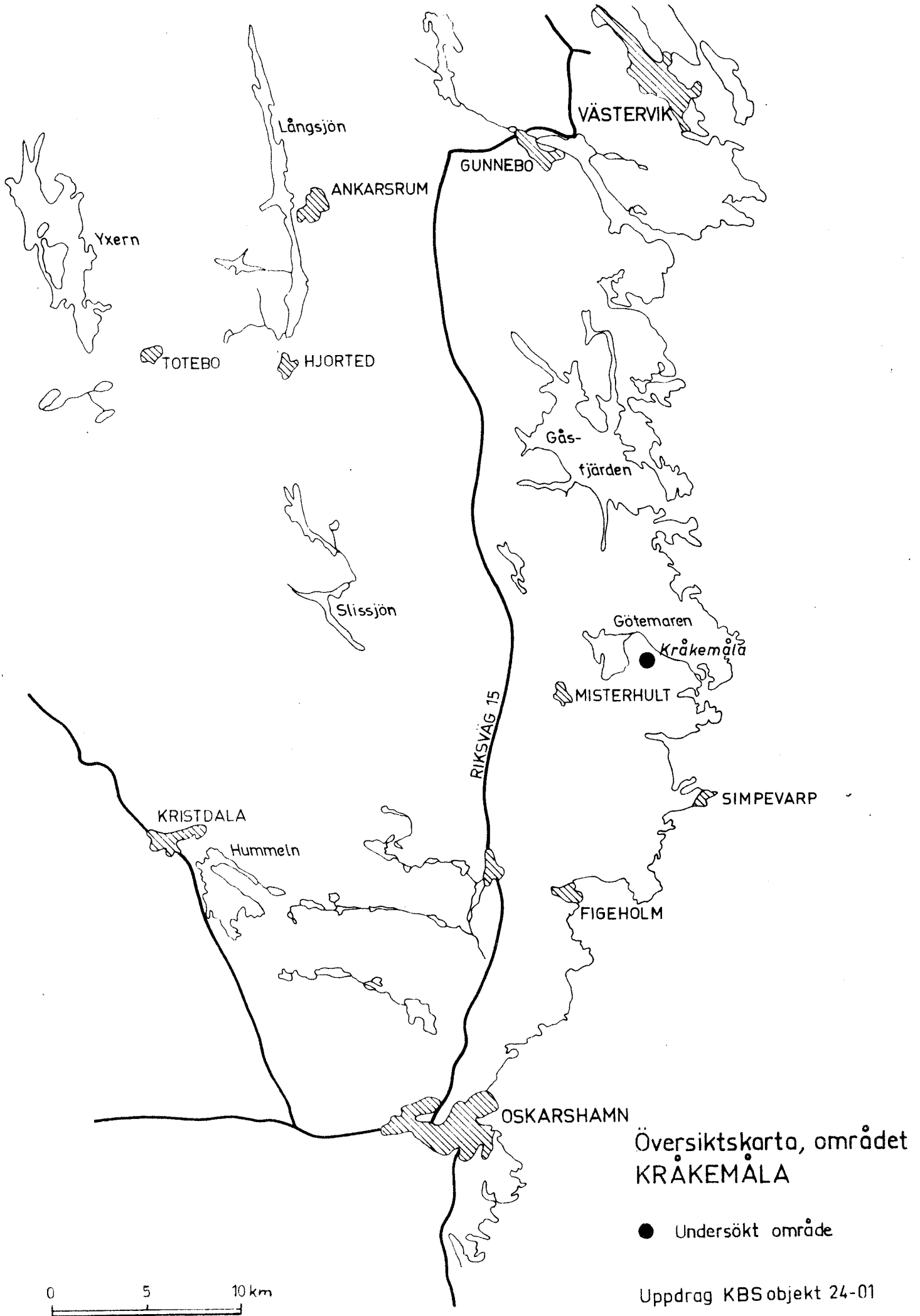
Sammansättningen visar en klar dominans av mikroklin, plagioklas och kvarts. Underordnat men inte helt utan betydelse synes muskovit, klorit samt helt kloritiserad biotit.

Provet är omvandlat och kornfogarna är uppbrutna, vilket också visar sig i bergartens dåliga sammanhållning.

3.4 Figurer och bilagor

- Fig. 1. Översiktskarta
- Fig. 2. Berggrundskarta med sprickprofiler och borrhålslägen
- Fig. 3. Kemisk analystabell (se textdelen)
- Fig. 4. Häll- och lineamentkarta
- Fig. 5. Sprickstatistik
- Fig. 6. Häll- och sprickkarta
- Fig. 7, 8, 9. Sprickkartor stenbrott

- Bilaga 1. Bergartsfördelning K1.
- Bilaga 2. Sprickmönster och sprickfyllnader K1.
- Bilaga 3. RQD-beräkning K1.
- Bilaga 4. Mineralogisk undersökning, K1.
- Bilaga 5. Bergartsfördelning K2.
- Bilaga 6. Sprickmönster och sprickfyllnader K2.
- Bilaga 7. RQD-beräkning K2.
- Bilaga 8. Bergartsfördelning K3.
- Bilaga 9. Sprickmönster och sprickfyllnader K3.
- Bilaga 10. RQD-beräkning K3.



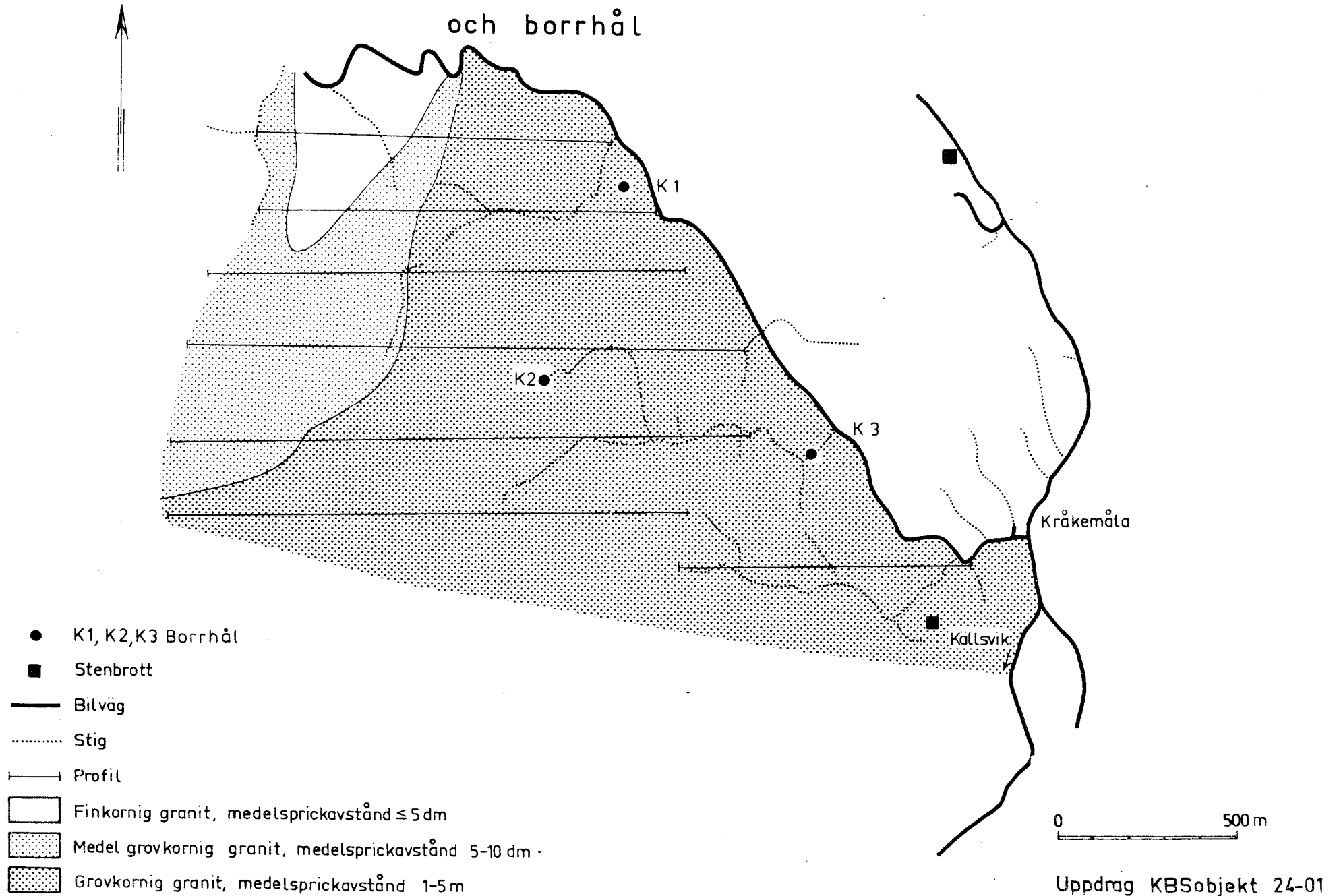
Översiktskarta, området KRAKEMÅLA

● Undersökt område

Uppdrag KBS objekt 24-01

Berggrundsundersökning KRÅKEMÅLA

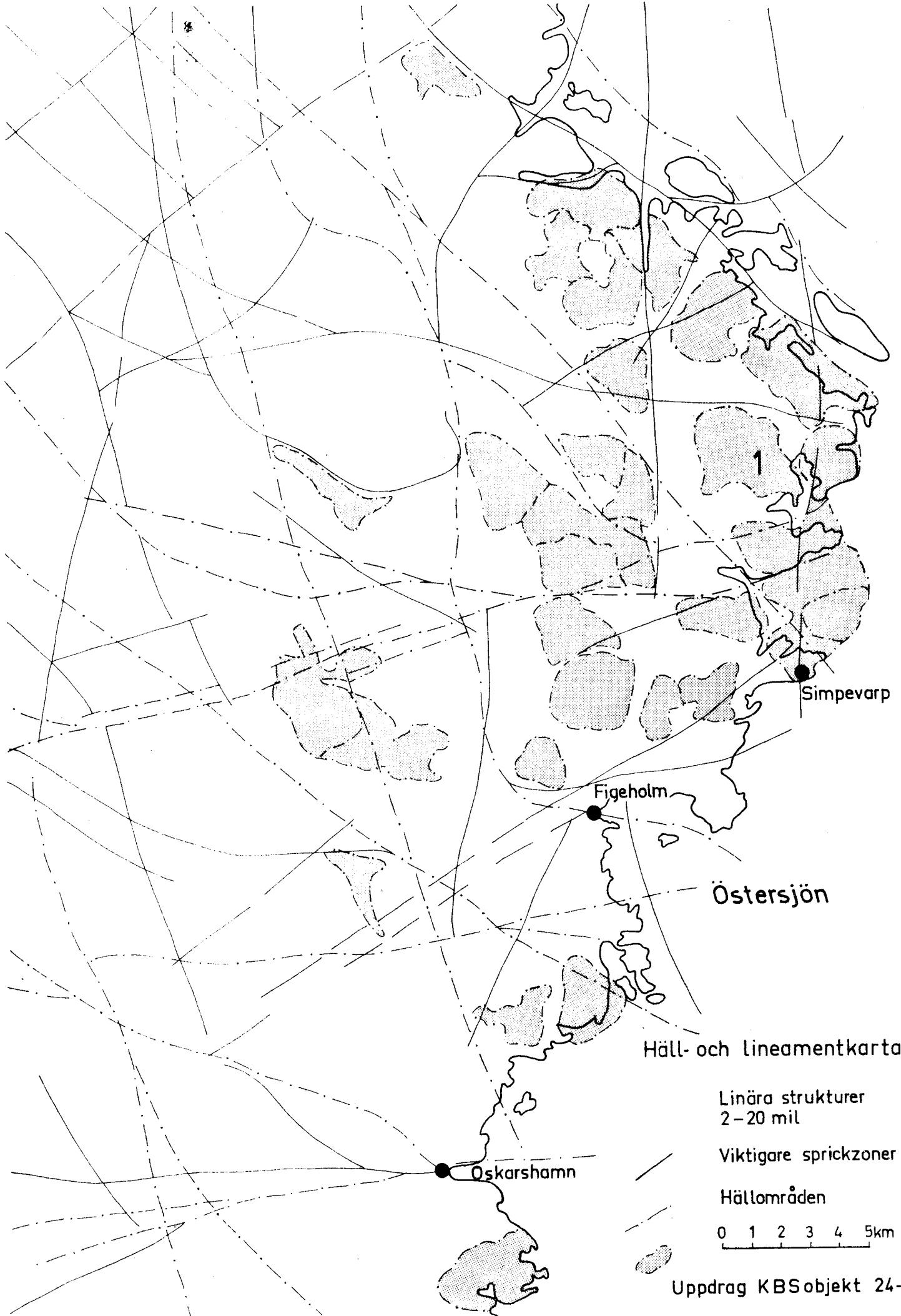
Bergartsfördelning samt inlagda sprickprofiler och borrhål



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	73.2	71.9	75.9	72.2	72.4	76.1	74.4	71.7	74.9	73.8	73.3	76.1	67.1
TiO ₂	0.41	0.42	0.15	0.36	0.36	0.08	0.13	0.05	0.13	0.07	0.26	0.14	0.80
Al ₂ O ₃	13.7	13.8	12.6	13.2	13.2	12.6	14.8	15.9	12.7	14.3	13.0	12.5	14.5
Fe ₂ O ₃	0.8	0.9	0.1	0.8	0.7	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.1	0.5	0.1	1.5
FeO	0.6	0.9	0.5	0.8	1.1	0.3	0.1	0.3	0.6	0.3	0.8	0.4	2.3
MnO	0.04	0.06	0.03	0.03	0.05	0.02	0.01	0.18	0.07	0.06	0.04	0.04	0.07
MgO	1.2	1.2	0.8	1.3	1.2	0.5	0.3	0.10	0.6	0.10	1.1	0.5	1.1
CaO	0.6	0.6	0.08	0.33	0.36	0.02	0.2	0.02	0.08	0.4	0.25	0.06	1.9
Na ₂ O	3.1	3.7	3.6	3.7	3.6	4.2	2.9	6.1	3.9	4.0	3.5	4.0	3.1
K ₂ O	4.3	5.3	5.0	5.1	5.1	4.4	4.1	4.0	4.6	5.2	5.1	4.5	5.1
H ₂ O+	-	-	0.4	0.4	0.3	0.3	-	0.3	0.5	0.5	0.3	0.2	0.6
H ₂ O-	-	-	<0.1	0.1	0.1	<0.1	-	<0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1
P ₂ O ₅	-	-	0.01	0.08	0.07	<0.01	-	<0.01	0.02	<0.01	0.05	0.01	0.22
CO ₂	-	-	0.03	0.01	0.11	0.04	-	0.03	0.03	0.02	0.19	0.01	0.12
F	0.49	0.56	0.56	.59	0.51	0.31	0.06	0.41	0.55	0.24	0.51	0.32	0.18
S	-	-	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04
BaO	0.08	0.08	0.02	0.08	0.08	0.01	0.02	<0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.13
Sum	98.32	99.32	99.78	99.11	99.26	98.88	97.02	99.09	98.99	99.20	99.05	98.99	98.86
-0 for F, S	0.21	0.24	0.24	0.25	0.21	0.13	0.03	0.17	0.23	0.10	0.21	0.13	0.09
Total	98.11	99.08	99.54	98.86	99.05	98.75	96.99	98.92	98.76	99.10	98.84	98.86	98.77
Norm:													
Q	35.7	27.2	33.7	29.1	29.8	32.9	40.0	19.4	32.9	28.1	31.7	33.7	26.9
Ab	28.7	33.7	32.9	34.0	33.0	38.4	27.1	54.8	35.9	36.5	32.1	36.6	26.6
Or	23.3	29.0	27.3	27.6	27.3	25.0	24.5	22.8	25.9	30.7	27.7	25.6	26.8
An	3.0	3.0	0.2	1.2	1.3	0.1	1.0	0.1	0.2	2.0	0.9	0.2	6.8
Bi	4.6	4.5	3.7	5.2	5.6	2.4	1.1	1.3	3.2	0.9	4.9	2.4	6.0

1. GÖT 11 Coarse-grained granite. 2. GÖT 24 Coarse-grained granite. 3. SL31A Coarse-grained granite. 4. GG 14 Coarse-grained granite. 5. GG 3 Coarse-grained granite. 6. GG 8 Medium-grained granite. 7. GÖT 26 Medium-grained granite, pale pinkish. 8. SL36B Fine- to medium-grained granite, white, with garnet and topaz. 9. SL1A Fine-grained granite, porphyritic. 10. G4a Medium-grained granite. 11. GG 2 Granite porphyry, dyke north of the massif. 12. GG 7 Porphyritic granite, eastern margin of the massif. 13. GG 1 Småland granite, reddish grey, porphyritic variety. Wall-rock to the north.

Fig. 3. Kemiska analyser från bergarter i Götemarmassivet.



Häll- och lineamentkarta

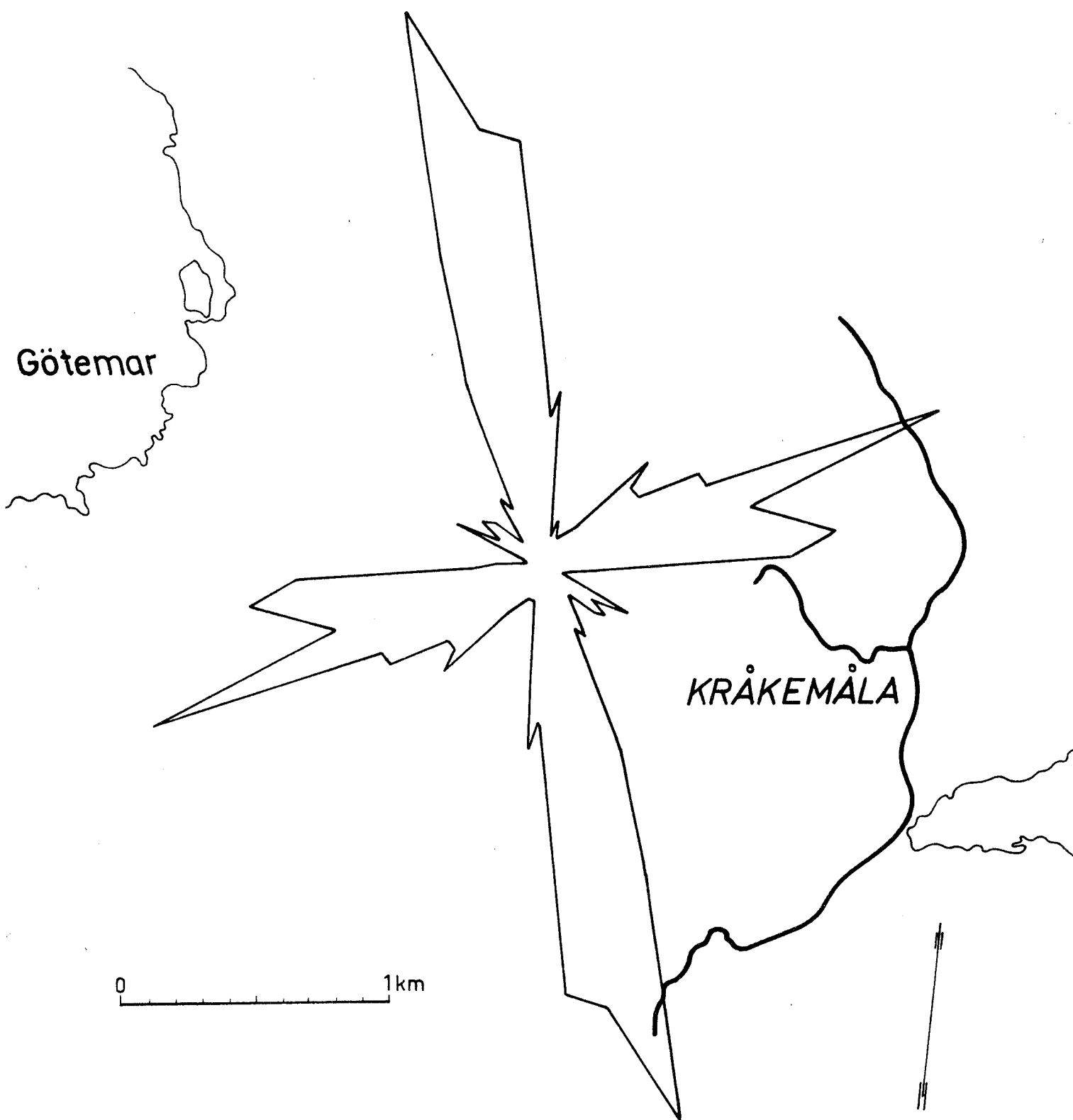
Linära strukturer
2-20 mil

Viktigare sprickzoner

Hällområden

0 1 2 3 4 5km

Uppdrag KBSobjekt 24-01



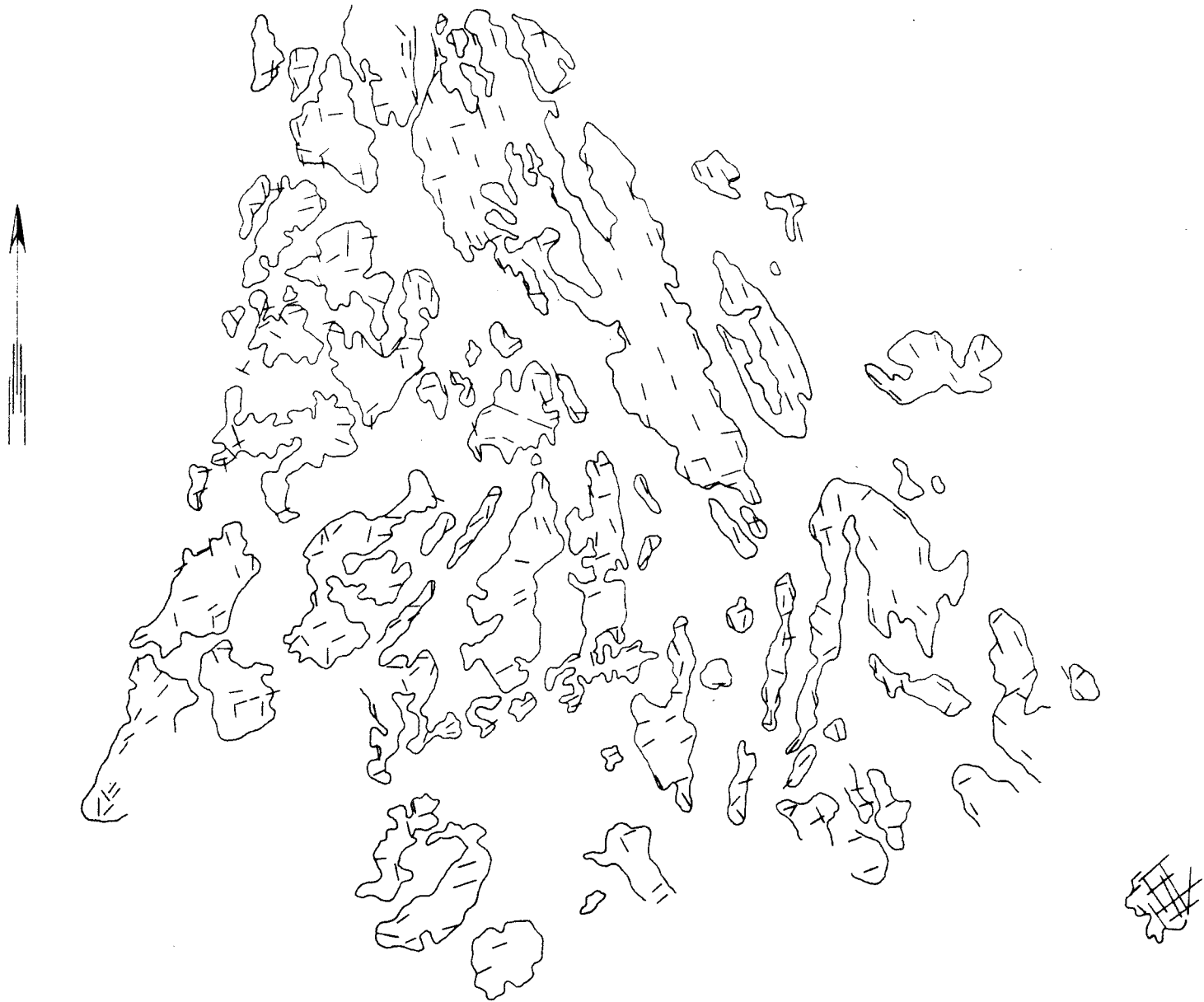
Sprickros, visande 327 uppmätta sprickor med en stupning 70-90°
Inritat intervall är 5°

1 cm motsvarar 1% av totala antalet sprickor

Uppdrag KBSobjekt 24-01

Berggrundersökning KRÅKEMÅLA
Häll- och sprickkarta

Fig 6



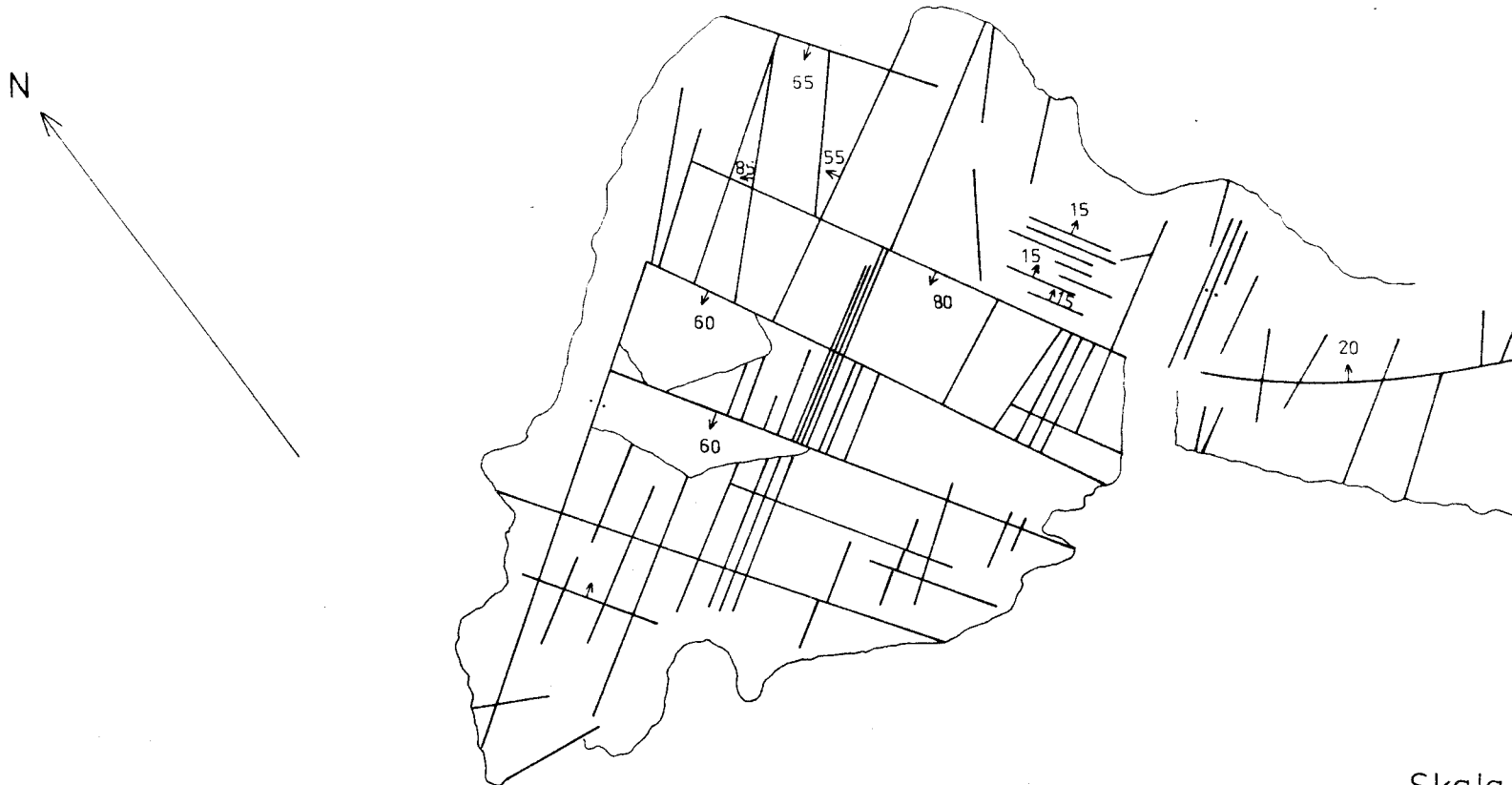
Skala 1:10.000

Uppdrag KBS objekt 24-02

Berggrundsundersökning KRÅKEMÅLA

Fig.7

STENBROT SÖDER OM BERGA



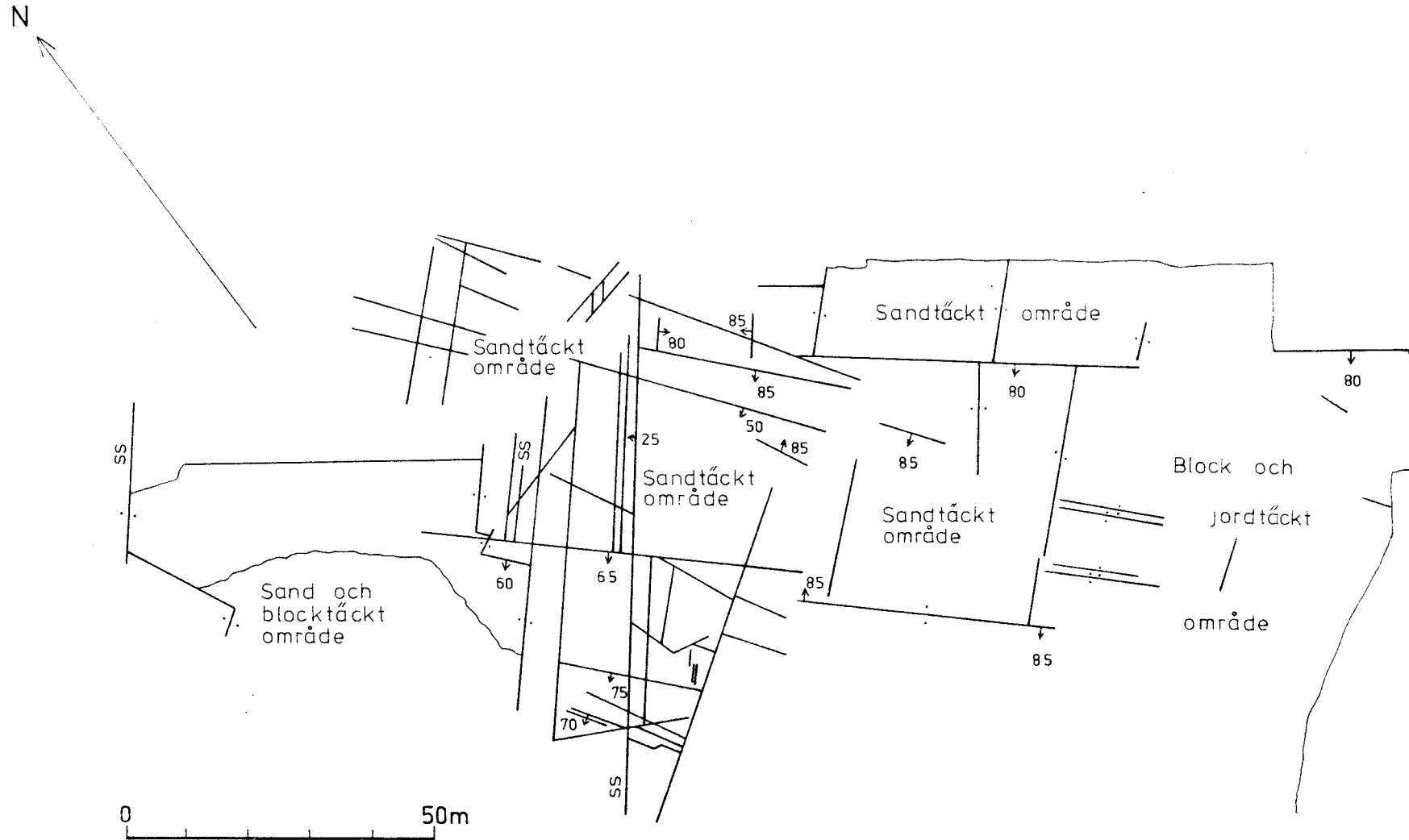
Skala 1:1000

Uppdrag KBS objekt 24-02

Berggrundsundersökning KRÅKEMÅLA

Fig.8

STENBROTT NORR OM KRÅKEMÅLA



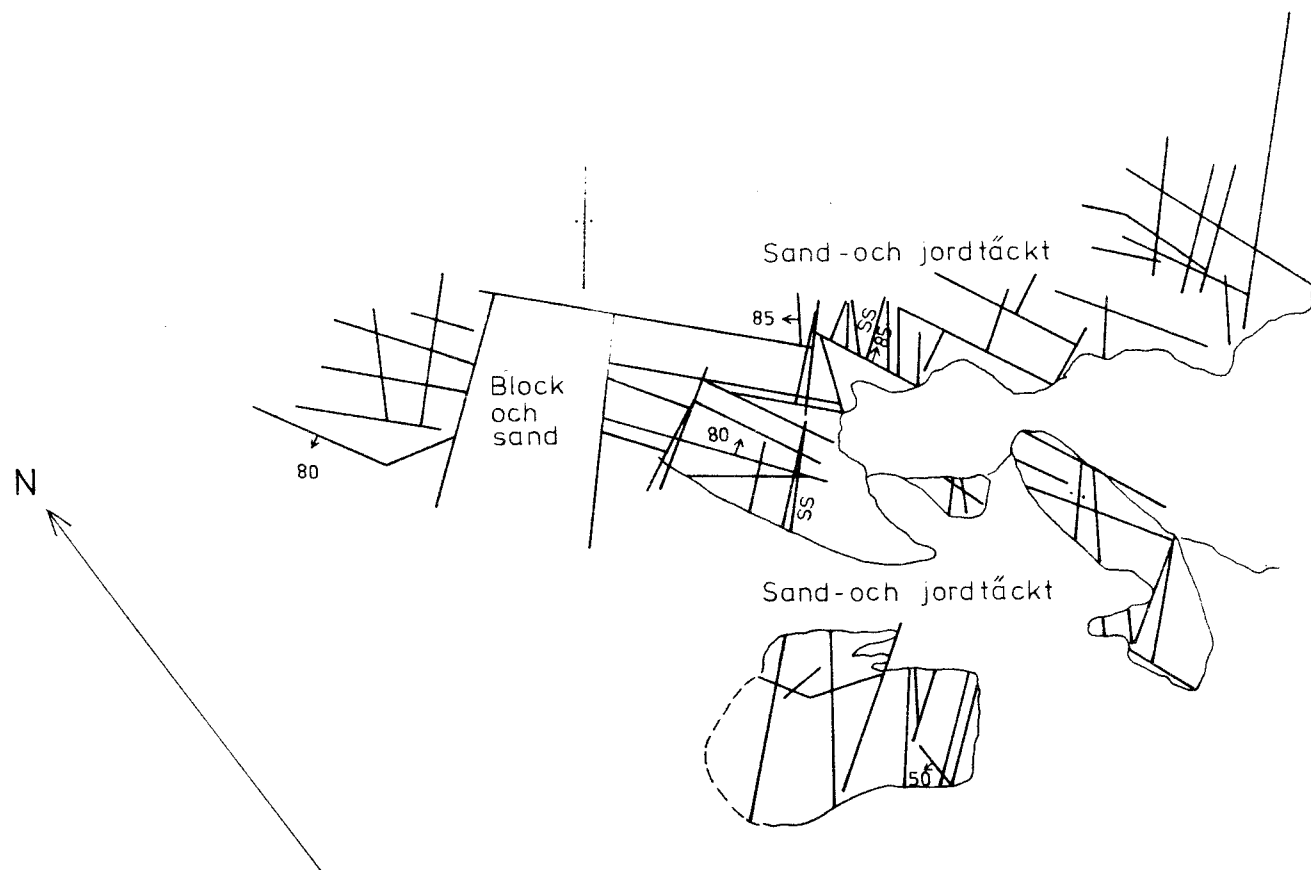
Skala 1:1000

Uppdrag KBS objekt 24-01

Berggrundsundersökning KRÅKEMÅLA

Fig. 9

STENBROTT NORR OM KRÅKEMÅLA



Skala 1:1000

Uppdrag KBSobjekt 24-01

Berggrundsundersökning, Kråkemåla. Bilaga 1

Plats: Kråkemåla Bh.nr K 1
Koordinater: se placering lägeskarta i system:
Lutning 90 ° mot
Anm. Borrhålets längd 506,15

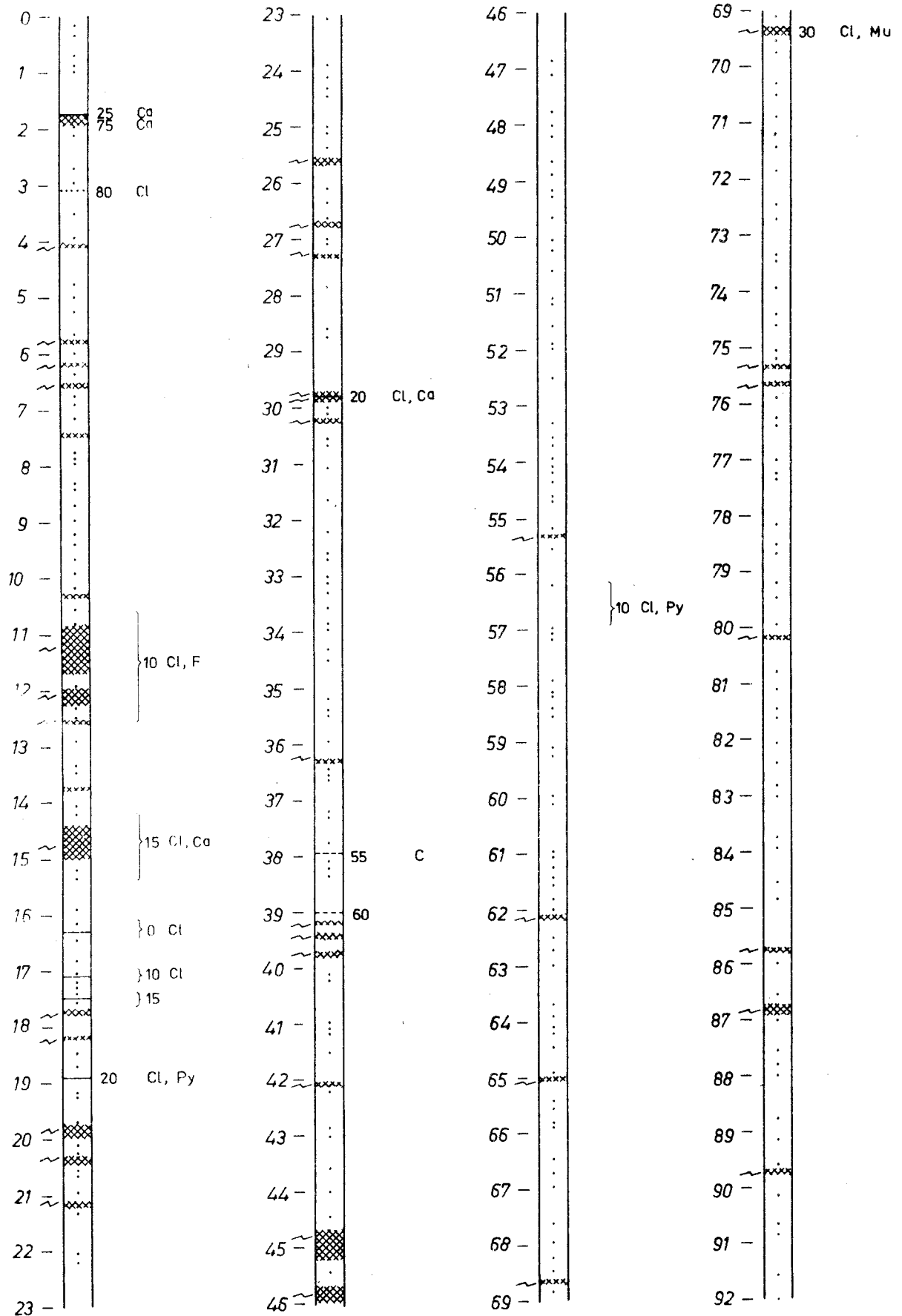
0,00 - 27,40	Röd grovkornig porfyrisk (mikroklin) kvartsrik granit med något muskovit. 10,55- 12,50 Klorit- och flusspatläkt spricka 10^0 14,20- 15,35 Ler- och kloritläkt spricka $0-15^0$
27,40 - 27,95	Grå - Röd aplitisk granit
27,95 - 30,10	Kvartsrik granit jfr 0,00-27,40 60,00- 76,00 Spridd svavelkis- och molybden mineralisering 215,25-215,35 Kvarts- och fältspatläkt spricka 25^0 223,40-224,20 Kloritläkt spricka 10^0 235,10-235,80 Kloritläkta sprickor
266,20 - 267,50	Röd finkornig aplitisk granit med spridda korn av MoS_2
267,50 - 274,50	Kvartsrik granit jfr 0,00-27,40
274,50 - 276,60	Röd finkornig aplitisk granit med spridda korn av MoS_2
276,60 - 289,80	Kvartsrik granit jfr 0,00-27,40
289,80 - 296,10	Röd finkornig aplitisk granit 293,55-294,40 Inneslutningar av röd grovkornig vittrad granit
296,10 - 382,80	Kvartsrik granit jfr 0,00-27,40 313,00-319,15 Fältspatvittrad granit 317,30-317,90 Flusspatläkta sprickor $15-40^0$
382,80 - 384,85	Röd finkornig aplitisk granit
384,85 - 506,15	Kvartsrik granit jfr 0,00-27,40, samt smärre partier av aplitisk granit 424,55-424,65 Många läkta sprickor
506,15	Slut

Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

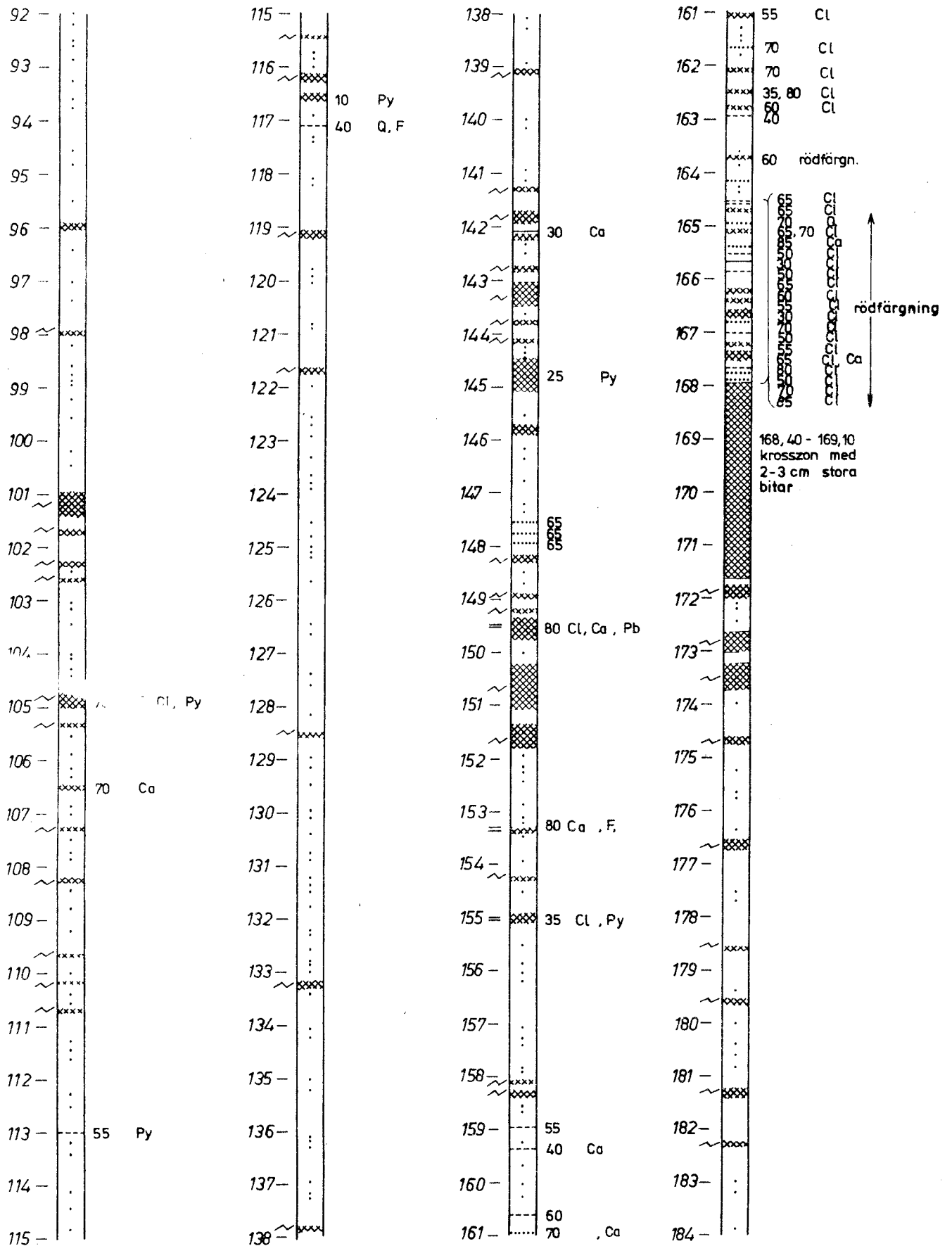


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

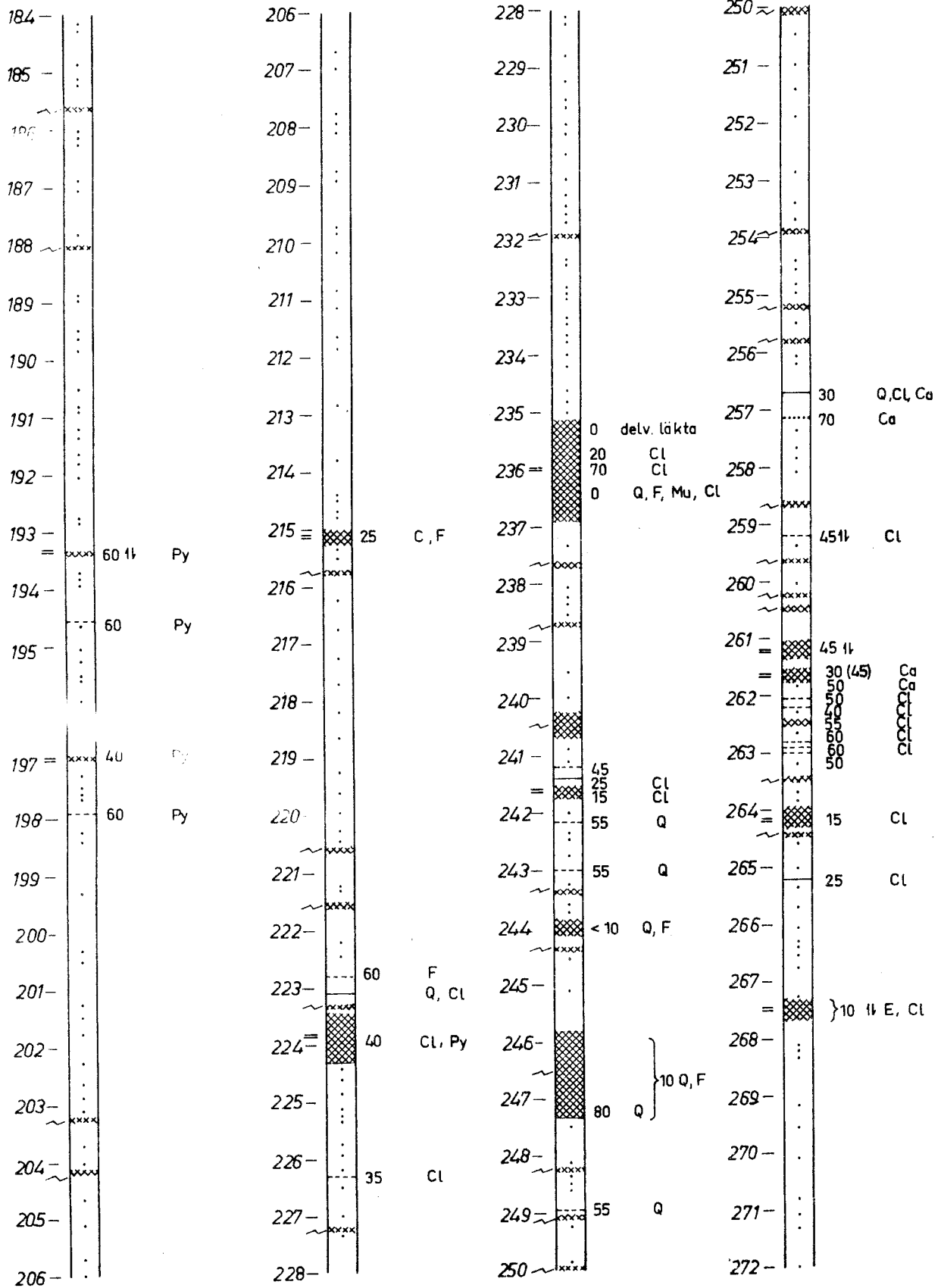


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

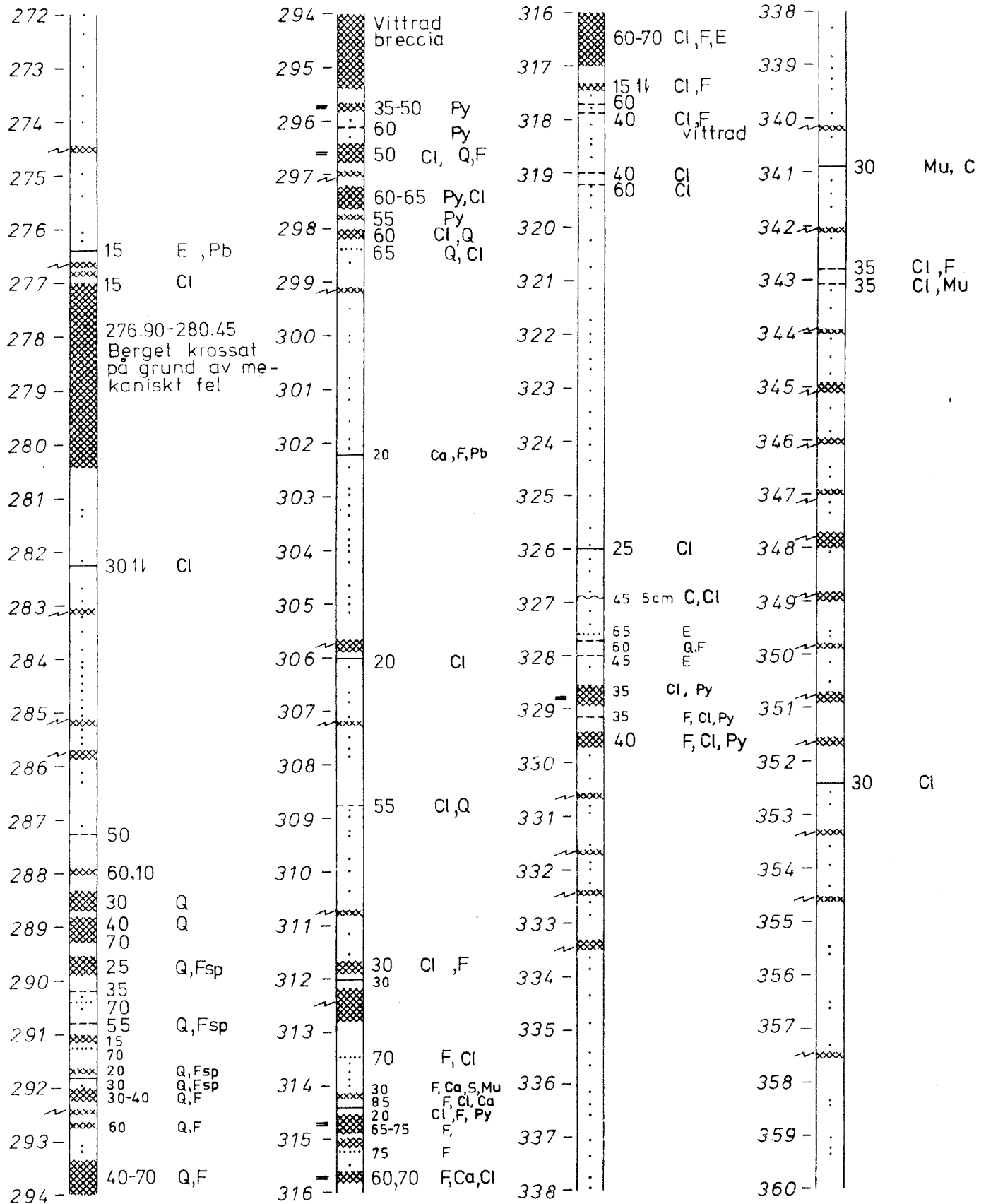


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

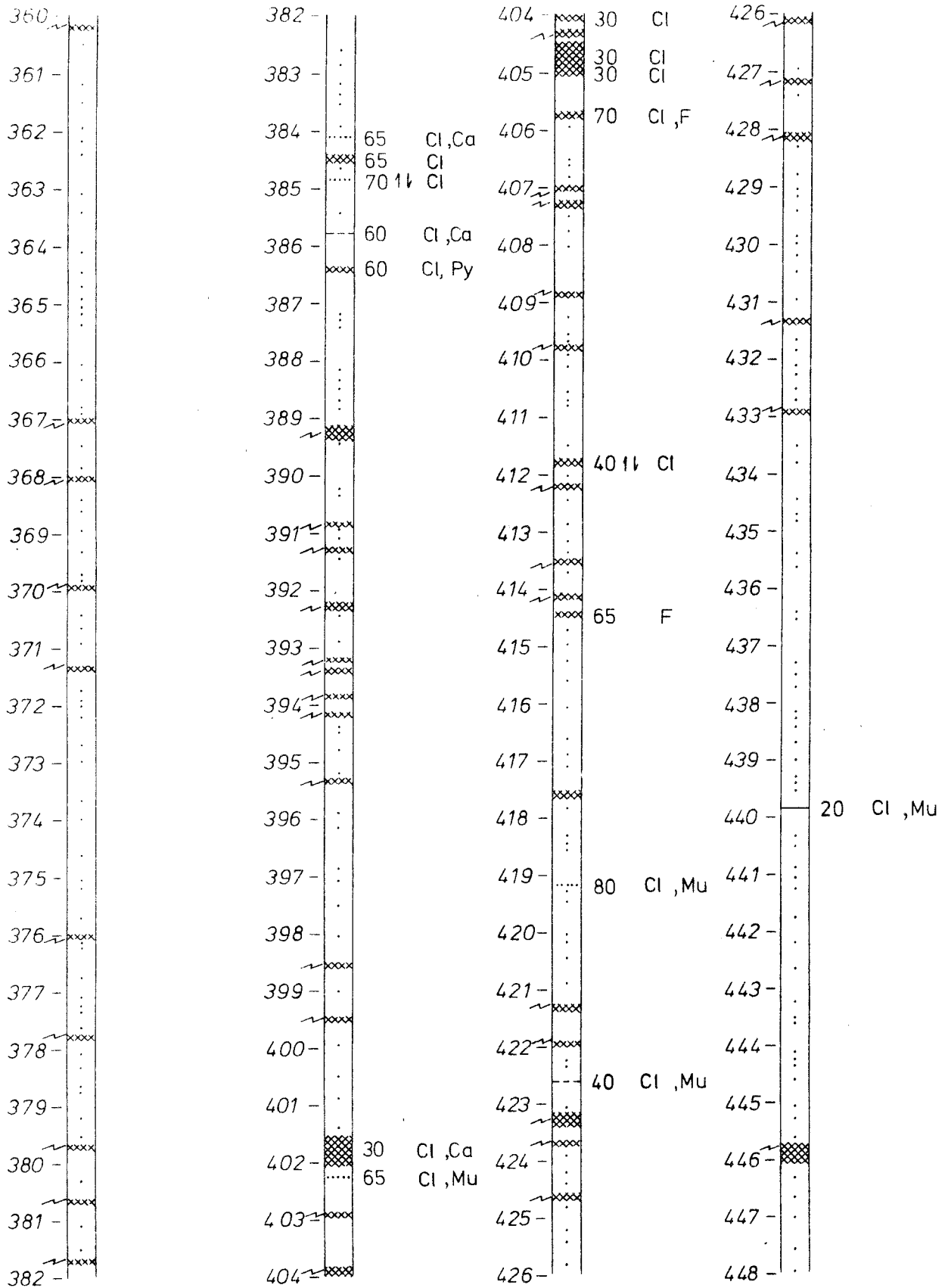


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 1

Djup i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

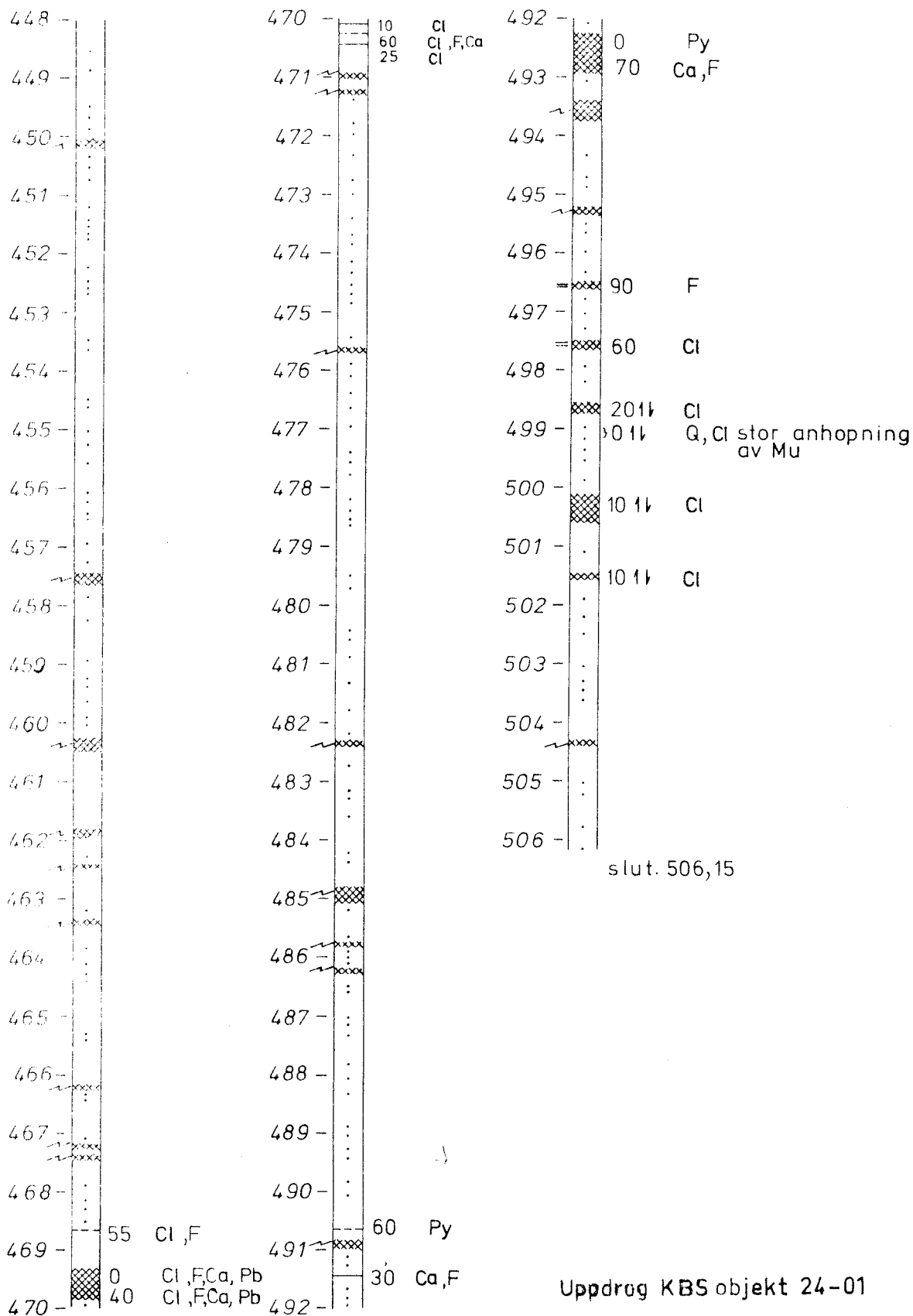


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

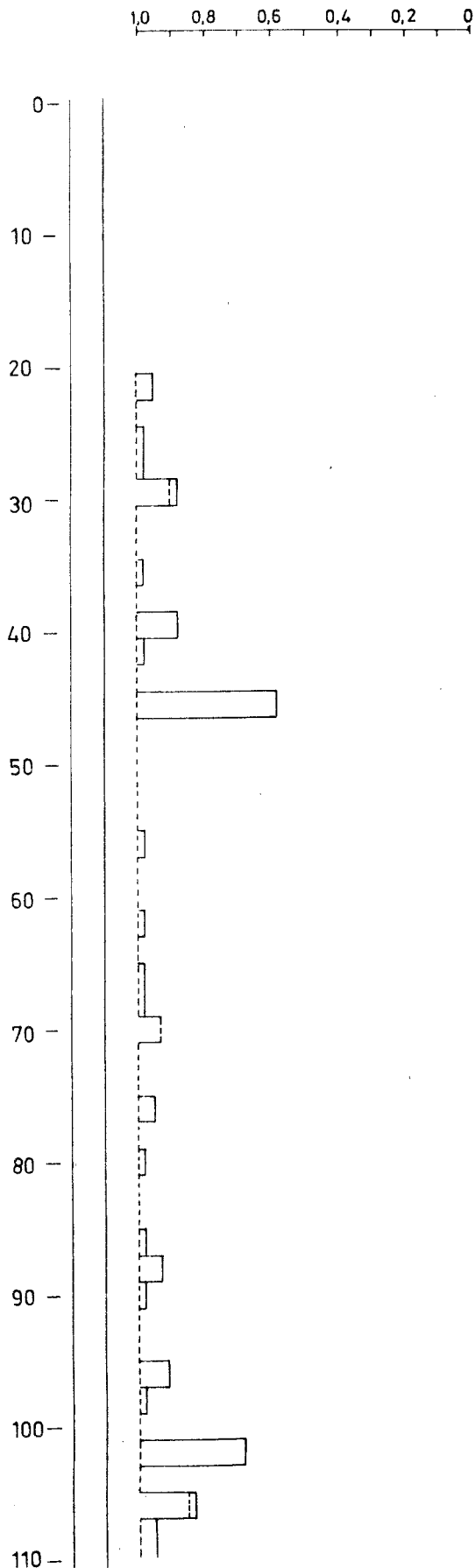


RQD diagram, K 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor

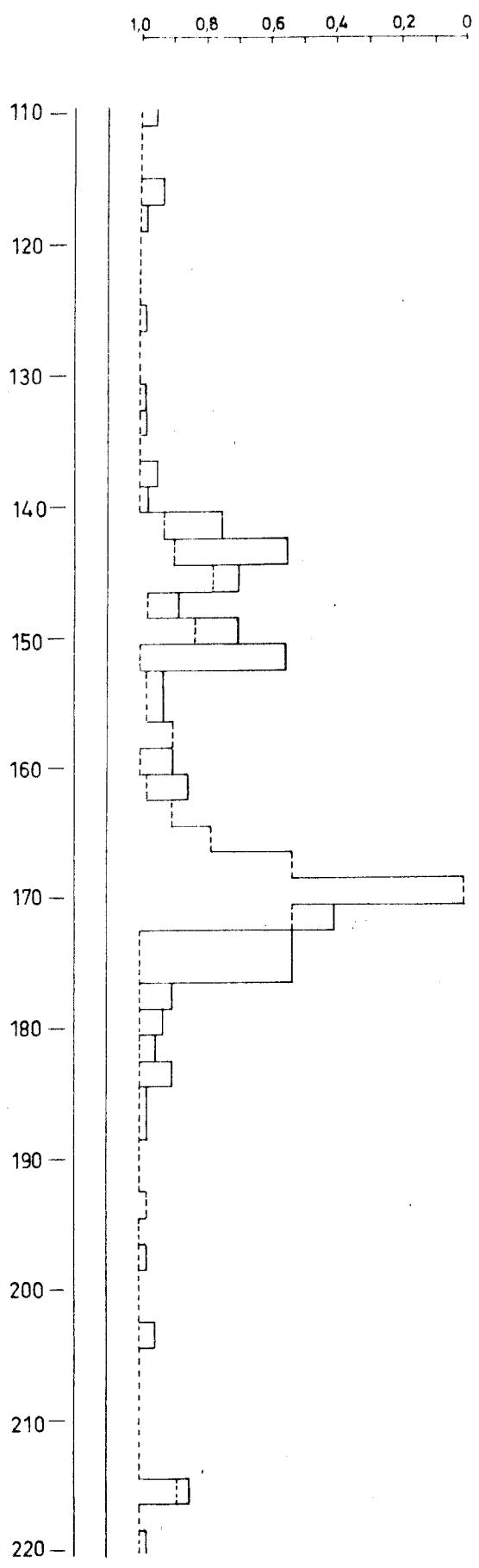


RQD-diagram, K 1

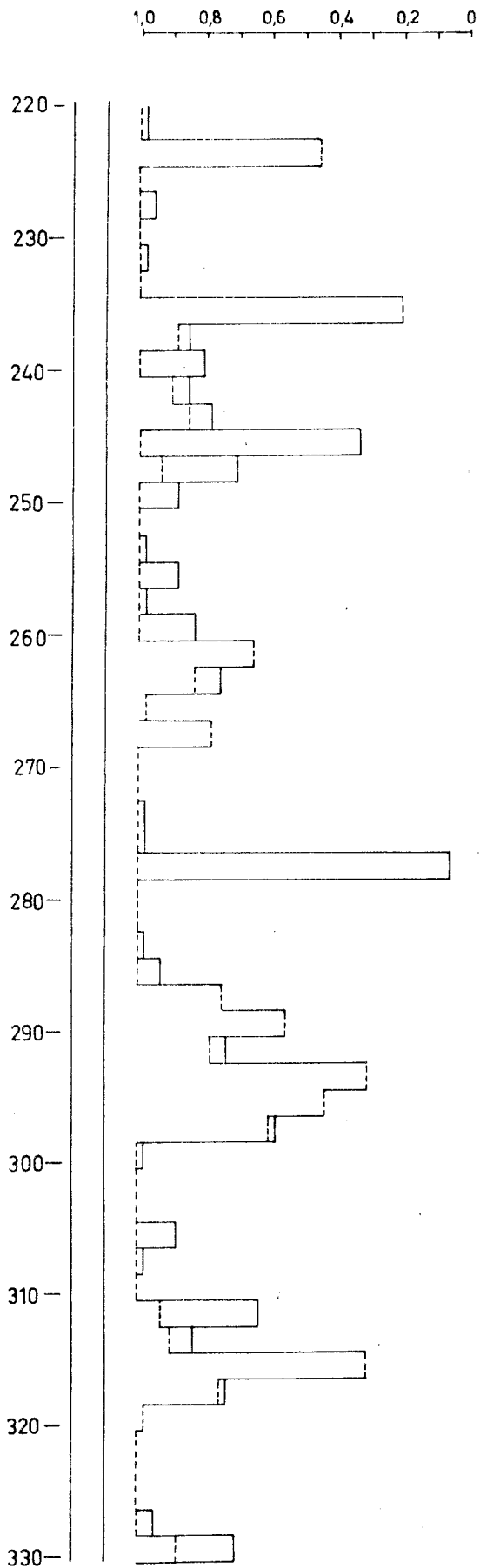
Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor



RQD-faktor

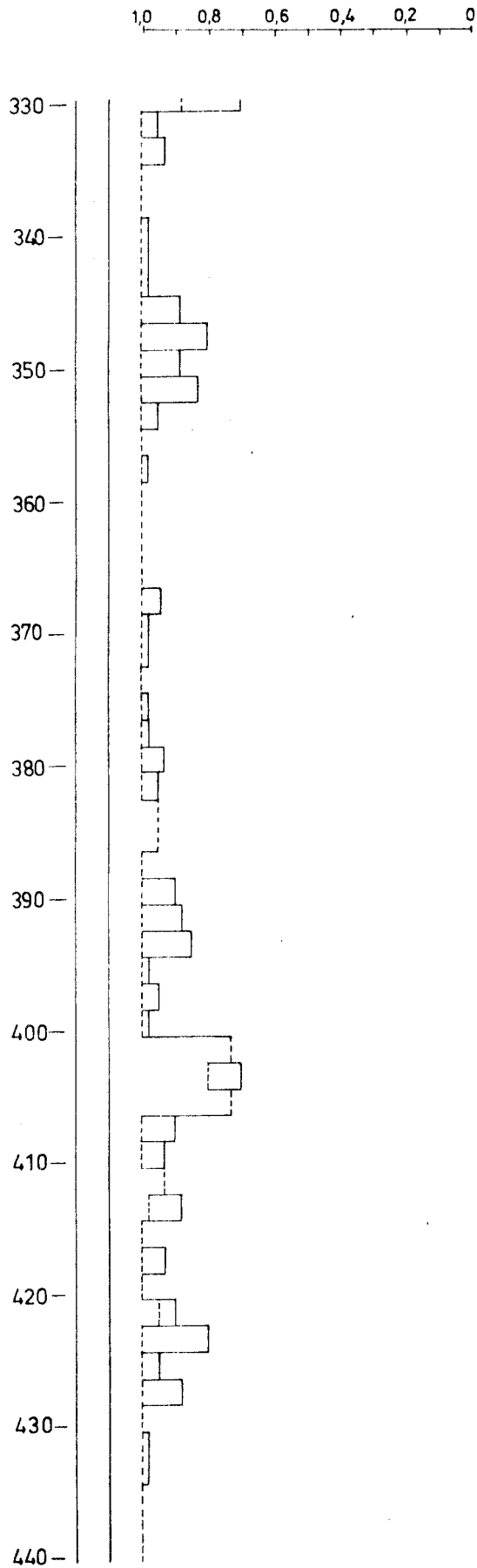


RQD - diagram, K 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor

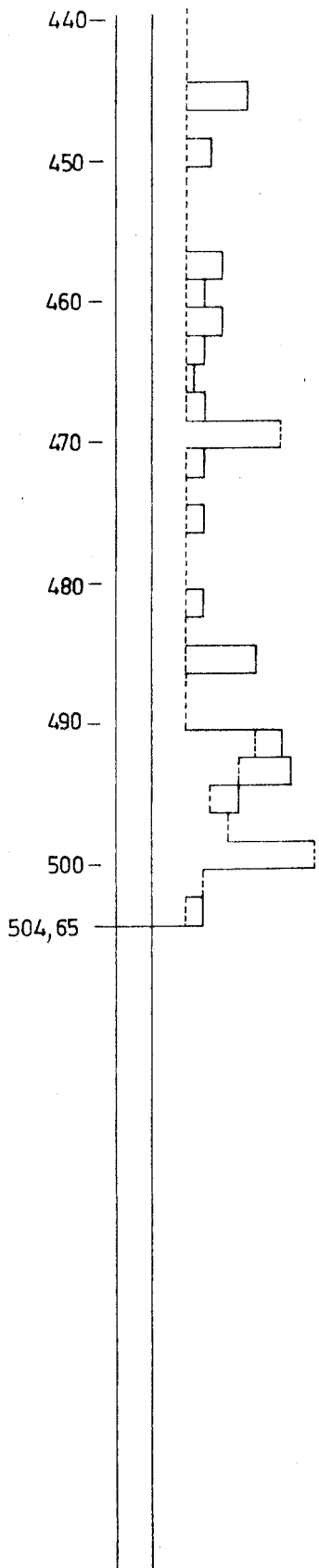
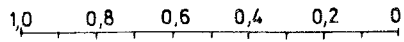


RQD-faktor

RQD-diagram, K 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977



Mineralogisk undersökning av borrhärnmaterial från
Kråkemåla, borrhål K 1.

1977-05-05

Arne Sjödin

Mineralogisk undersökning av borrhärnmaterial från Kråkemåla, bh 77-01

Från borrhålet, Kråkemåla 77-01, har borrhärnmaterial inlämnats för en mineralogisk undersökning av bergets sprickytor.

Undersökningen har tillgått så att utbörning skett av representativa ytor och av enskilda mineralkorn. Materialet från utbörningarna har bestämts med hjälp av röntgendiffraktion.

Vid misstanke om att lermineral finns närvarande, framför allt svällande sådana (s.k. smektit), har provet i fråga ultraljudbehandlats och dess finare kornstorleksfraktioner undersökts med röntgendiffraktion efter olika behandlingar.

I materialet finns två typer av glimmer representerade, nämligen muskovit och illit (sericit). Med muskovit har man sådana glimmer där glimmerytorna är av makroskopisk storlek och som i övrigt gett ett muskovitdiffraktogram med skarpa reflexer. Med illit (sericit) har man sådana finkristallin glimmer där röntgendiffraktogram liknande muskovitens erhållits, men med breddade reflexer.

Kråkemåla bh 77-01

Prov 11,40 m

Borrhärnebitens sprickyta har ytterst en grå beläggning och närmast därunder ett tunt skikt av flusspat, därefter av kalcit och underst flusspat igen.

Den grå beläggningen består huvudsakligen av klorit, illit (sericit), kvarts, plagioklas, K-fältspat och flusspat.

Efter ultraljudbehandling (halva kärnbiten) lossnade den grå beläggningen helt. Dess finfraktion visade sig innehålla illit (sericit), klorit, kaolinit, kvarts samt ett visst inslag av smektit.

Prov 18,90 m

Stora partier av sprickytan har utbörats. Materialet från utbörningarna innehåller nästan enbart muskovit samt något klorit och kvarts.

Prov 26,30 m

Materialet, efter utbörning av större sprickytpartier av violett och grönt material, ger ett röntgendiffraktogram av nästan enbart flusspat samt ett obetydligt inslag av kvarts och klorit.

Prov 69,40 m

Materialet, från utbörning av ett stort parti av sprickytan, innehåller muskovit och något klorit.

Ställvis finns en finkornig grå beläggning på sprickytan innehållande illit (sericit) och klorit.

Prov 116,60 m

Materialet, efter utbörning av ett stort ytparti tvärs över borrhärnebitens sprickyta, innehåller muskovit, kalcit, pyrit, blyglans samt något kvarts och plagioklas.

Större svarta mjuka korn har utbörats separat. Dessa innehåller pyrit och blyglans samt med största sannolikhet också ett röntgenamorft material. Det röntgenamorfa materialet har vid en senare analys med energidispersiv utrustning visat sig innehålla bl.a. något uran.

Prov 142,10 m

Sprickytan består i huvudsak av kalcit, flusspat och kvarts samt något plagioklas, K-fältspat, klorit och glimmer. Dessutom finns enstaka korn av blyglans.

Prov 163,75 m

Borrhärnebitens roströda sprickyta (a) består huvudsakligen av kalcit. Dessutom förekommer något K-fältspat, plagioklas och illit (sericit). Troligen finns också något hämatit.

Små ljusgröna mjuka partier på denna sprickyta består av illit (sericit).

Borrhärnebitens andra sprickyta (b) har områden täckta av ett mjukt grågrönt material. Detta består till största delen av illit (sericit) samt något kvarts, plagioklas, K-fältspat och kalcit.

Prov 169,35 m

Provet har två sprickytor. Den ena (a) innehåller rikligt med mjukt lerigt vittringsmaterial, medan den andra (b) har en hårdare yta av i huvudsak kvarts och fältspat med något muskovit, kalcit och klorit.

Den vittrade ytan består huvudsakligen av två olikfärgade områden, dels grågröna, dels svagt röda. De grågröna partierna består till största delen av illit (sericit), kvarts och klorit. Dessutom innehåller de något K-fältspat och plagioklas. De röda partierna innehåller huvudsakligen kvarts och illit (sericit) samt något plagioklas, K-fältspat, kalcit och klorit.

På sprickytan kan enstaka flagor av muskovit iakttagas. Efter dispergering med hjälp av ultraljud av sammanslaget grågrönt och rött material avdekanteras finfraktionen. Denna innehåller förutom illit (sericit) och klorit även blandskiktsmineral med bl.a. en svällande smektitkomponent.

Prov 276,40 m

Materialet från utbörade områden med gröngul beläggning, vid utbörningen något uppblandad av bergarten, gern en huvudsaklig sammansättning av illit (sericit) med något kvarts och blyglans.

Prov 281,70 m

Materialiet, efter utborrning av ett stort område på sprickytan, består till största delen av muskovit-illit (sericit) och klorit, samt något kvarts och flusspat.

Ultraljudbehandling av borrhärnebiten ger ett finfraktionsmaterial bestående av illit (sericit) och klorit, samt något kvarts och fältspat.

Prov 314,15 m

Mörkt violett parti på sprickytan består av flusspat.

Prov 315,10 m

Borrhärnebiten har två sprickytor som undersökts. Den ena ytan (a) har ett mörkt violett lager av flusspat och på detta ställvis mörkt rödbruna kubiska kristaller, som även de utgörs av flusspat. Den andra ytan (b) har också den ett mörkt violett lager av flusspat, men dessutom har den ljusst rödbruna partier med kristaller av kalcit.

Prov 316,20 m

Tre sprickytor har undersökts, på borrhärnebiten märkta med 1, 2 och 3.

Från yta nr 1 har dels rött mjukt material, dels grått mjukt material utborrats och undersökts. Det röda materialet består av illit (sericit) samt något kvarts och flusspat. Det grå materialet består av illit (sericit) samt något kvarts.

Från yta nr 2 har ett grått mjukt material utborrats, vilket innehåller muskovit-illit (sericit).

Från yta nr 3 har ett gråvitt mjukt material utborrats. Även det består av muskovit-illit (sericit).

Ultraljudbehandling av hela borrhärnebiten ger ett rött finmaterial som huvudsakligen består av illit (sericit) samt ett visst inslag av ett blandskiktsmineral, förmodligen bestående av illit- och kloritkomponenter.

Prov 326,90 m

Provet består av löst material. Det finare lösmaterialet (sand och finare) består av muskovit-illit (sericit), kvarts och klorit.

Ultraljudbehandling av hela provet ger finfraktionsmaterial, som innehåller illit (sericit), klorit och smektit.

Halten smektit är svår att uppskatta. För detta erfordras jonbytesförsök.

Prov 340,90 m

Material från stora glimmerrika områden på sprickytan består av muskovit-illit (sericit), klorit och något kvarts. Möjligen innehåller detta material dessutom något kaolinit.

Sprickytans röda korn består huvudsakligen av kvarts och illit (sericit), samt något fältspat och klorit.

Sprickytans enstaka vita korn består av kalцит.

Prov 405,65 m

Från sprickytan, märkt 1, har ett ljust grøngult material utborrats. Detta innehåller framför allt illit (sericit) samt något kvarts.

Ultraljudbehandling av denna sprickyta ger ett finfraktionsmaterial som innehåller illit (sericit) samt något klorit.

Från sprickyta, märkt 2, har ett stort område utborrats. Materialet från detta innehåller illit (sericit), kvarts, plagioklas, K-fältspat och klorit.

Prov 469,40 m

Materialet från ett stort utborrat område från sprickytan, består av muskovit-illit (sericit) samt två typer av klorit, nämligen en järnrik och en magnesiumrik.

Vid ultraljudbehandling lossnade inget finmaterial (klar lösning).

Prov 469,80 m

Två sprickytor har undersökts, märkta 1 och 2 på borrhärnebiten.

Sprickyta nr 1 består huvudsakligen av flusspat, samt något kvarts och blyglans.

Sprickyta nr 2 har på ena kanten en ljusrosa hård finkornig beläggning, bestående av kvarts samt något plagioklas och K-fältspat.

Vid ultraljudbehandling av sprickyta nr 2, lossnade huvudsakligen grövre material.

Materialet efter ultraljudbehandlingen analyserades med röntgendiffraktion utan föregående uppdelning. Materialet innehåller huvudsakligen kvarts och fältspat samt något flusspat, illit (sericit), klorit och blyglans.

Prov 500,20 m

Materialet, efter utborring av ett stort område på sprickytan, består av muskovit, kalцит, kvarts och klorit.

Finfraktionen efter ultraljudbehandling av borrhärnebiten består av klorit, muskovit (illit), kvarts samt en obetydlig mängd plagioklas och K-fältspat.

Krakemåla bh 77-01

Prov nr meter	Kvarts	Plagioklas	K-fältspat	Muskovit	Illit (sericit)	Klorit	Kaolinit	Smektit	Pyrit	Blyglans	Flusspat	Kalcit	Anm.
11,40	x	x	x		x	x	x	x			x		
18,90	x			x		x							
26,30	x					x					x		
69,40				x	x	x							+ något röntgenamorft material innehållande något uran
116,60	x	x		x					x	x		x	
142,10	x	x	x	x		x				x	x	x	
163,75 a)		x	x	x	x	x						x	+ troligen hämatit
" b)	x	x	x		x							x	
169,35 a)	x	x	x		x	x		x				x	
" b)	x	x	x	x		x						x	
236,50	x					x					x		
267,50	x				x	x		x		x	x		
276,40	x				x					x			
281,70	x	x	x	x	x	x					x		
314,15											x		
315,10 a)											x		
" b)											x	x	
316,20 1)	x				x						x		
" 2)				x	x								
" 3)				x	x								
" (hela biten)													blandskiktmineral illit + kloritkomponenter
326,90	x			x	x	x		x					
340,90	x	x	x	x	x	x	(x)					x	
405,65 1)	x				x	x							
" 2)	x	x	x		x	x							
469,40				x	x	x							två typer av klorit
469,80 1)	x									x	x		
" 2)	x	x	x		x	x				x	x		
500,20	x	x	x	x		x						x	

Plats: Kråkemåla Bh.nr K 2
Koordinater: se placering lägeskarta i system:
Lutning 90 ° mot
Anm. Borrhålets längd 602,40

Där inget annat anges är graniten medel- grovkornig och bitvis porfyrisk

0,00 - 20,10	Röd granit
20,10 - 23,80	Röd aplitisk granit
23,80 - 27,50	Röd granit
27,50 - 31,15	Röd finkornig granit med flusspat
31,15 - 89,40	Röd granit
34,50-34,65	Breccierat
57,55-57,90	Flusspatläkt spricka 0°
64,45-64,60	Kalcit- och flusspatläkt spricka 10°
83,00-84,00	Breccierat
89,40 - 92,45	Röd aplitisk granit
92,45 - 99,25	Röd granit
99,25 - 99,55	Röd aplitisk granit
99,55 - 177,70	Röd granit
177,70 - 178,00	Röd aplitisk granit
178,00 - 178,90	Röd granit
178,90 - 179,40	Röd aplitisk granit
179,40 - 180,10	Röd granit
180,10 - 180,50	Röd aplitisk granit
180,50 - 184,40	Röd granit
184,40 - 196,35	Röd aplitisk granit
192,80-192,90	Kalcitläkt breccia
196,35 - 242,85	Röd granit
219,80-220,20	Kalcit- och flusspatläkt spricka <10°
230,20-230,55	Flusspatläkt spricka 0°
236,75-237,00	Kalcit- och flusspatläkt spricka <10°
242,85 - 243,20	Röd aplitisk granit
243,20 - 244,85	Röd granit
244,85 - 245,15	Röd aplitisk granit

Plats: Kräkemåla Bh.nr K 2 (forts)
Koordinater: se placering lägeskarta i system:
Lutning 90 ° mot
Anm. Borrhålets längd 602,40

245,15 - 246,20	Röd granit
246,20 - 246,75	Röd aplitisk granit
246,75 - 247,35	Röd granit
247,35 - 247,60	Röd aplitisk granit
247,60 - 253,15	Röd granit
253,15 - 253,55	Röd aplitisk granit
253,55 - 255,50	Röd granit
266,50 - 268,60	Röd aplitisk granit
268,60 - 271,00	Röd granit
271,60 - 272,10	Röd aplitisk granit
272,10 - 273,85	Röd granit
273,85 - 274,30	Röd aplitisk granit
274,30 - 384,95	Röd granit
286,90-296,75	Vitträd granit
298,80-304,75	"-
316,30-316,60	Breccierat
316,80-319,45	"-
321,10-330,85	"-
325,50-326,50	Många kvartsläta sprickor 90 ⁰
338,25-338,60	Breccierat, kvartsläta sprickor 75 ⁰
343,40-343,60	Kvarts- och fältspatläta sprickor
366,40-366,60	Klorit och flusspatlätt spricka 20 ⁰
384,95 - 385,65	Röd aplitisk granit
385,65 - 392,70	Röd granit
392,70 - 415,75	Röd aplitisk granit
406,10-416,30	Fältspatläta sprickor 10 ⁰
415,75 - 436,95	Röd granit
425,65-432,20	Vitträd granit
436,60-436,95	"-

Plats: Kråkemåla Bh.nr K 2 (forts)

Koordinater: se placering lägeskarta i system:

Lutning 90 ° mot

Anm. Borrhålets längd 602,40

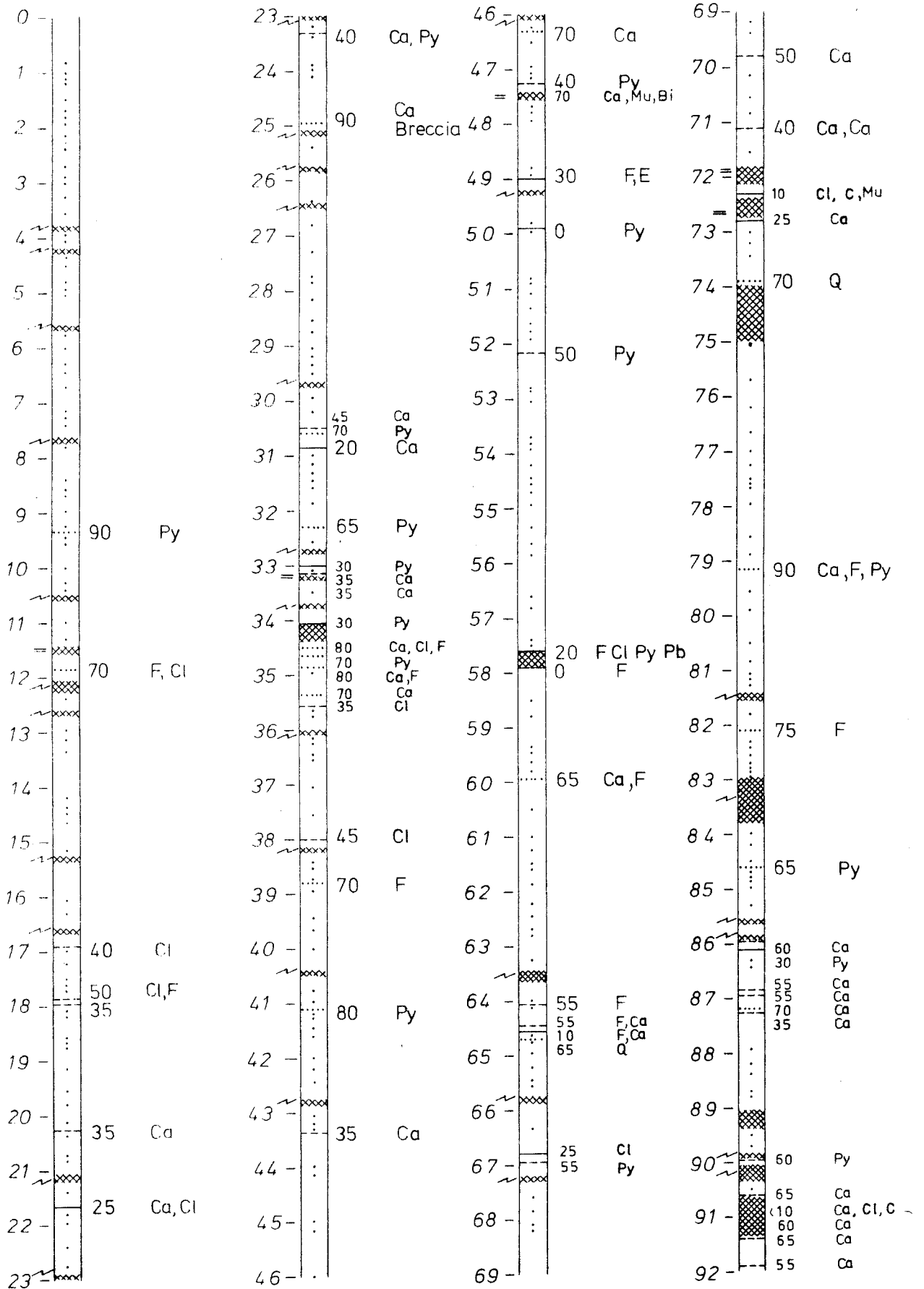
436,95 - 438,05	Röd aplitisk granit, något mer granitisk än tidigare 436,95-437,10 Vittrad granit
438,05 - 441,15	Röd granit
441,15 - 442,80	Röd aplitisk granit
442,80 - 445,05	Röd granit
445,05 - 446,50	Röd aplitisk granit
446,50 - 451,05	Röd granit
451,05 - 471,30	Röd aplitisk granit 464,20-464,45 Fältspatläkta sprickor $< 10^0$ 466,50-466,70 Fältspatläkt spricka $< 10^0$
471,30 - 568,70	Röd granit 513,80-513,90 Biotit- muskovit- flusspat- och kvartsmineral- sering 514,75-514,90 Klorit- och fältspatläkta sprickor 90^0 530,00-530,50 Breccierat, kvartsläkta sprickor 543,20-543,55 Klorit- och flusspatläkta sprickor 560,05 2 cm muskovitmineralisering
568,70 - 570,70	Röd aplitisk granit 570,35 1 cm muskovitmineralisering
570,70 - 597,00	Röd granit 571,70-571,80 Kloritläkt spricka $< 10^0$ 574,10-574,30 Kwarts
597,00 - 598,20	Röd aplitisk granit
598,20 - 599,60	Röd granit
599,60 - 600,20	Röd aplitisk granit
600,20 - 602,40	Röd granit
602,40	Slut

Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

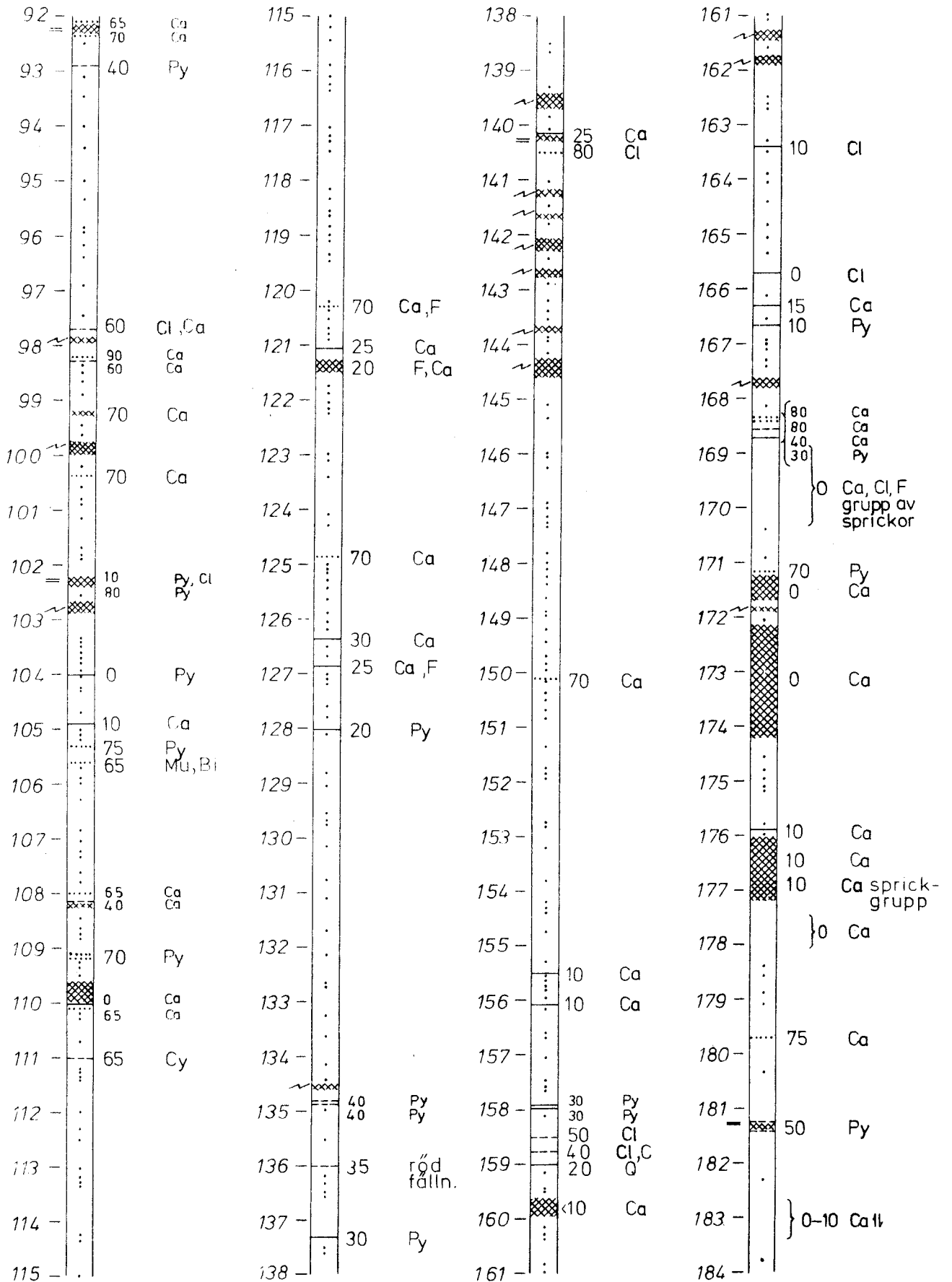


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

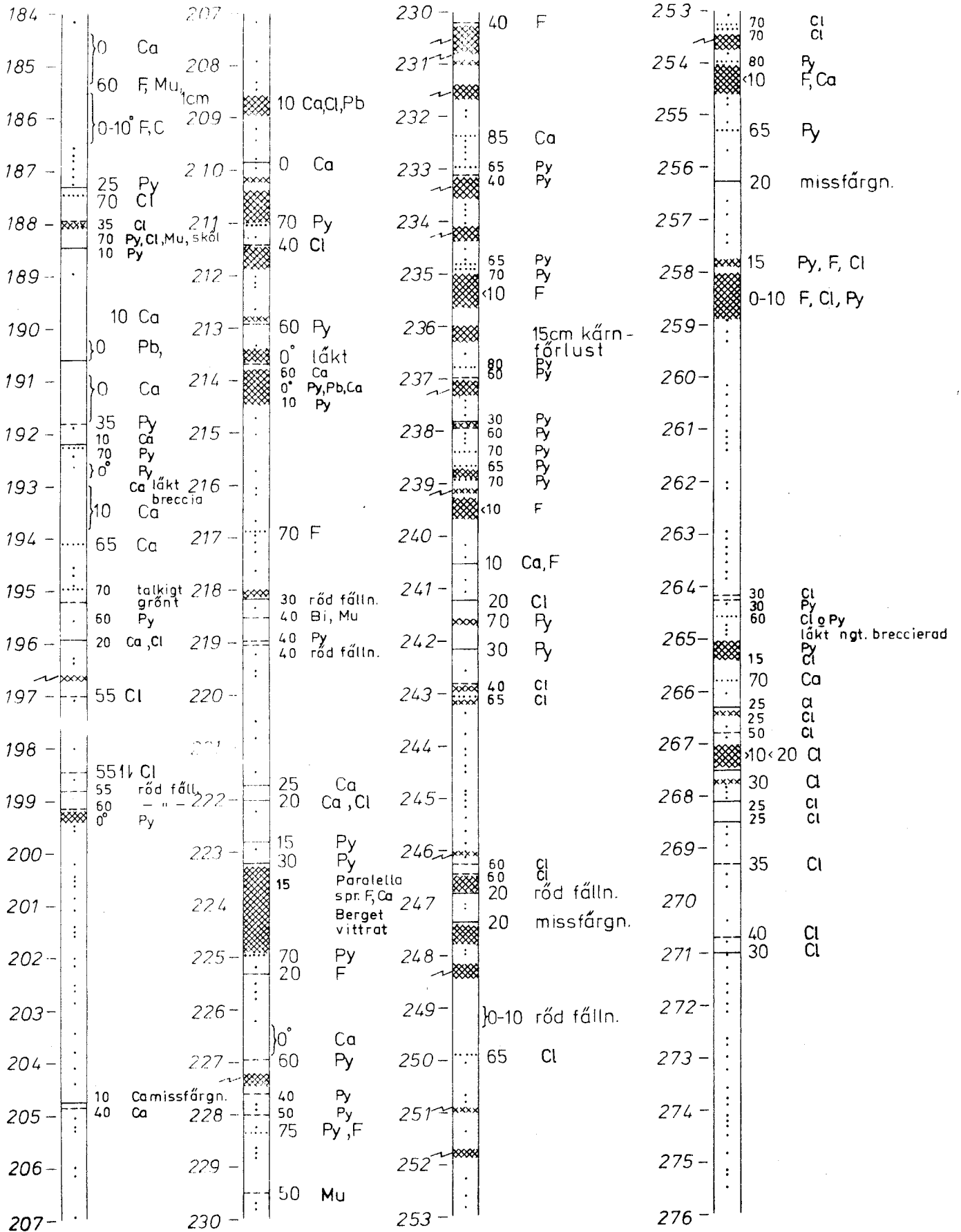


Borrkärnekartering, KRÅKEMÅLA

K 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

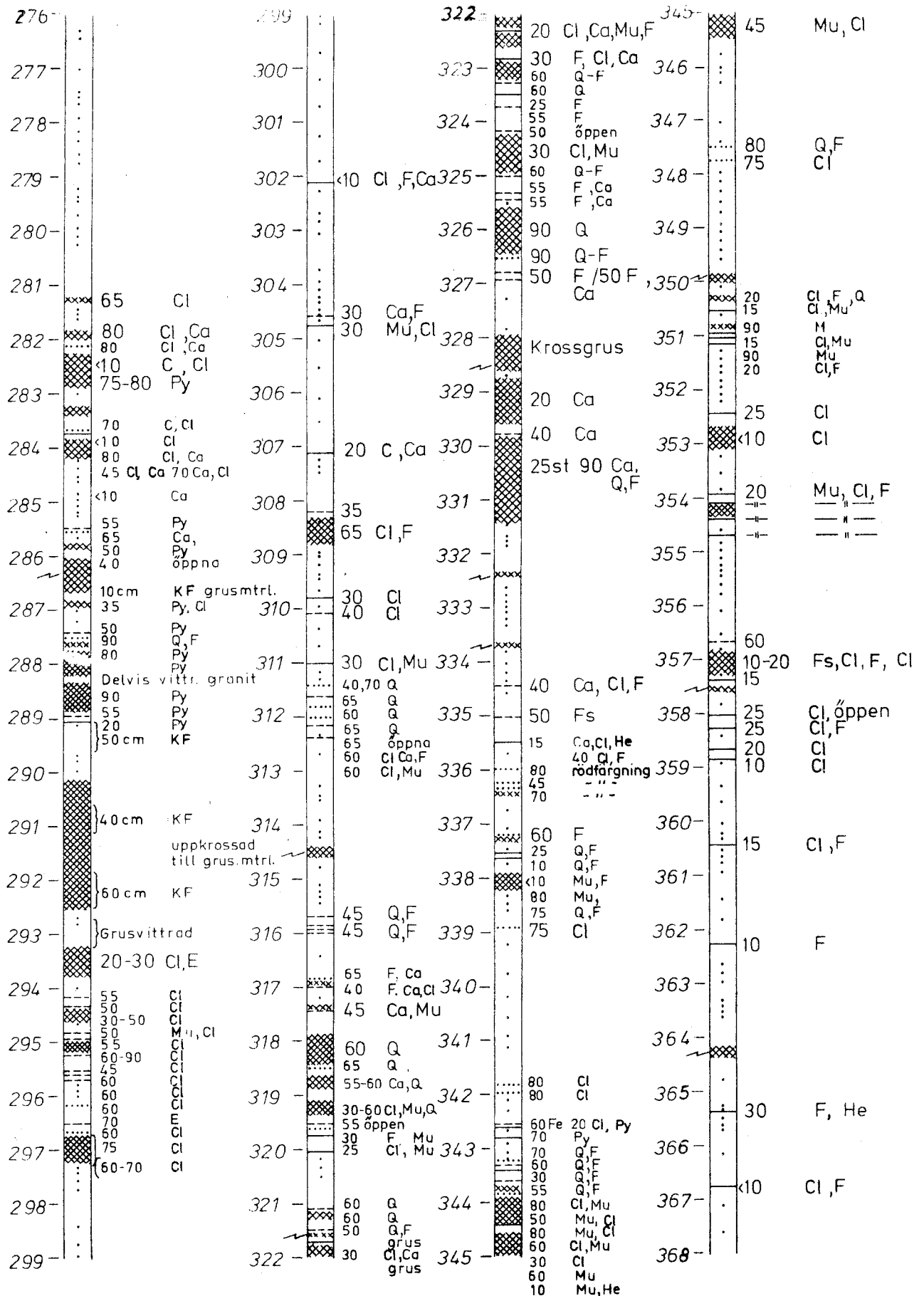


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

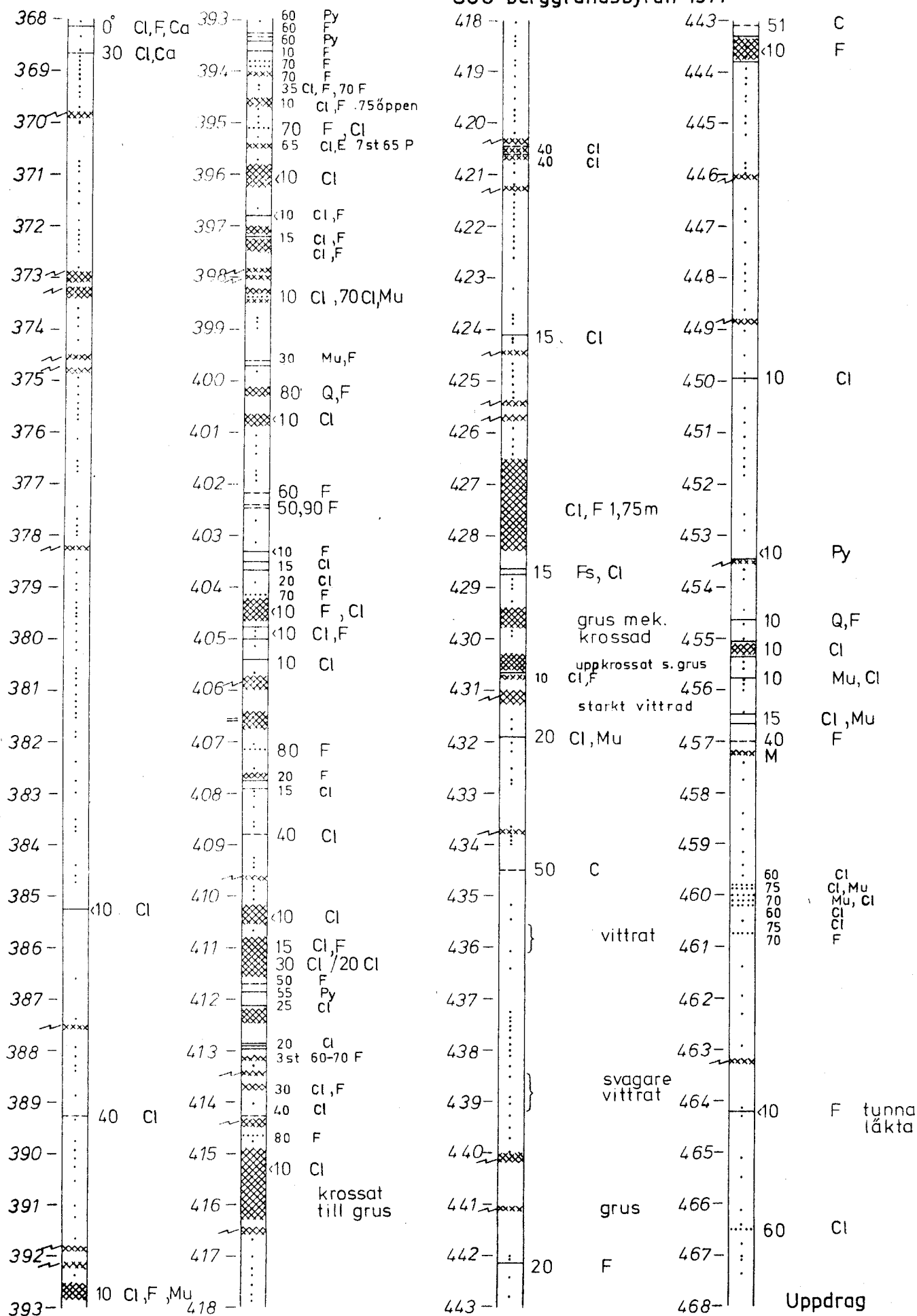


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

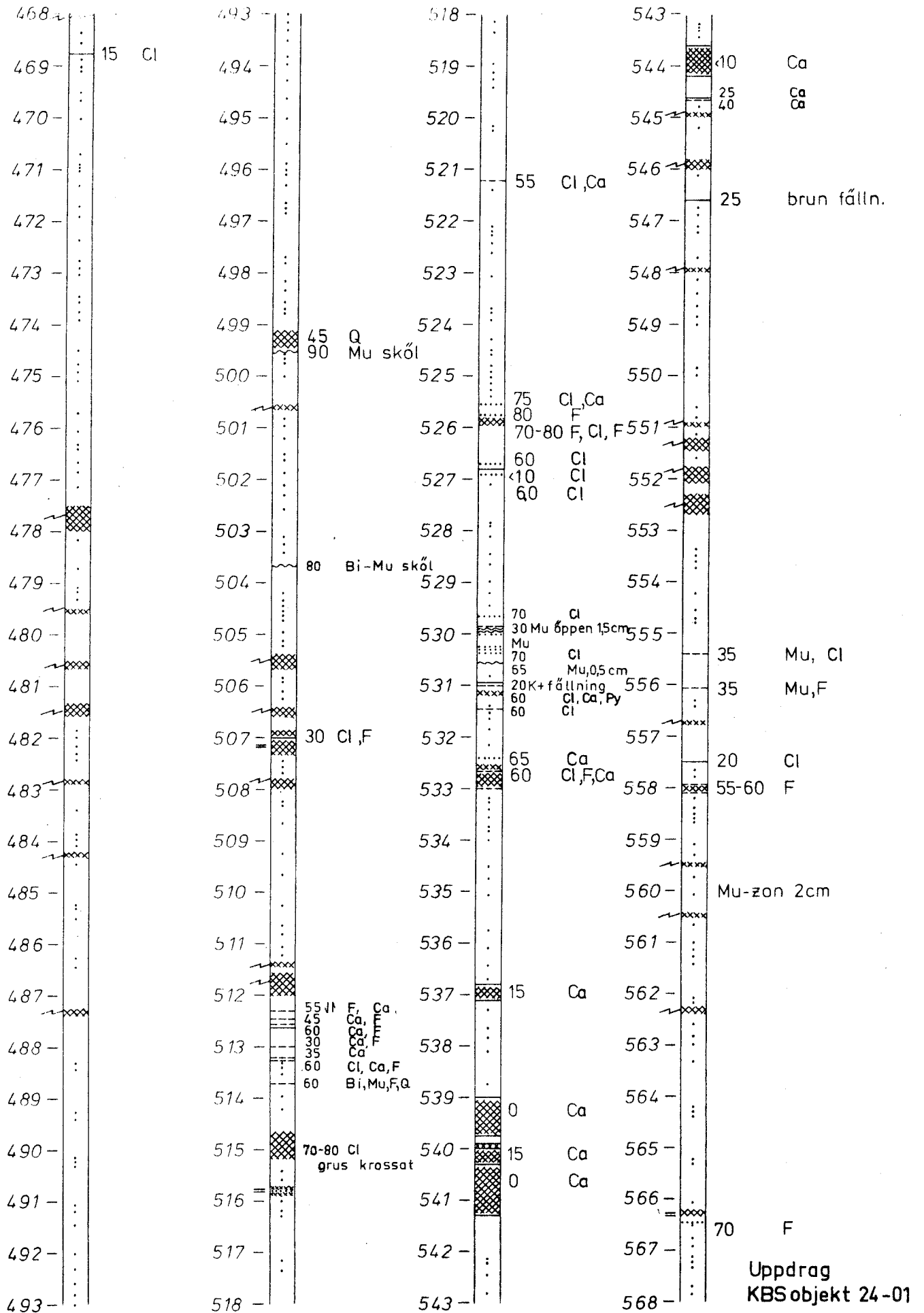


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

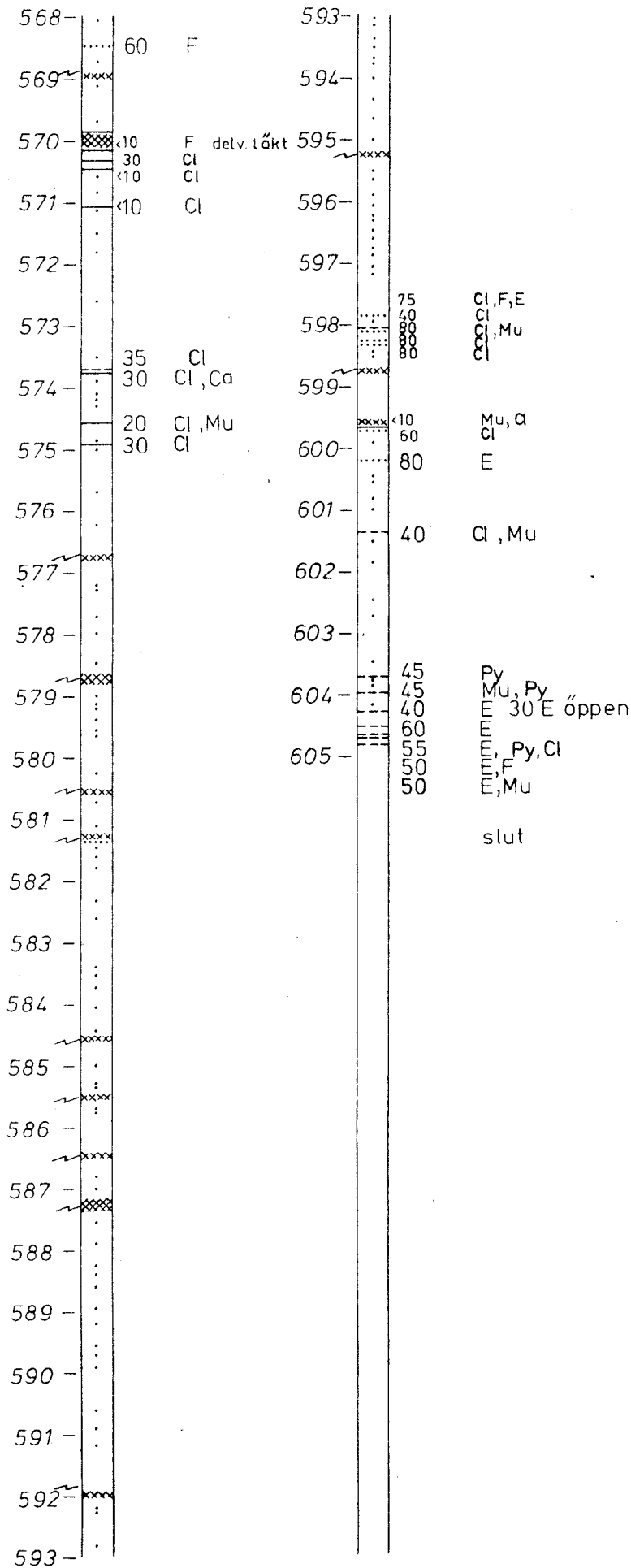


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977



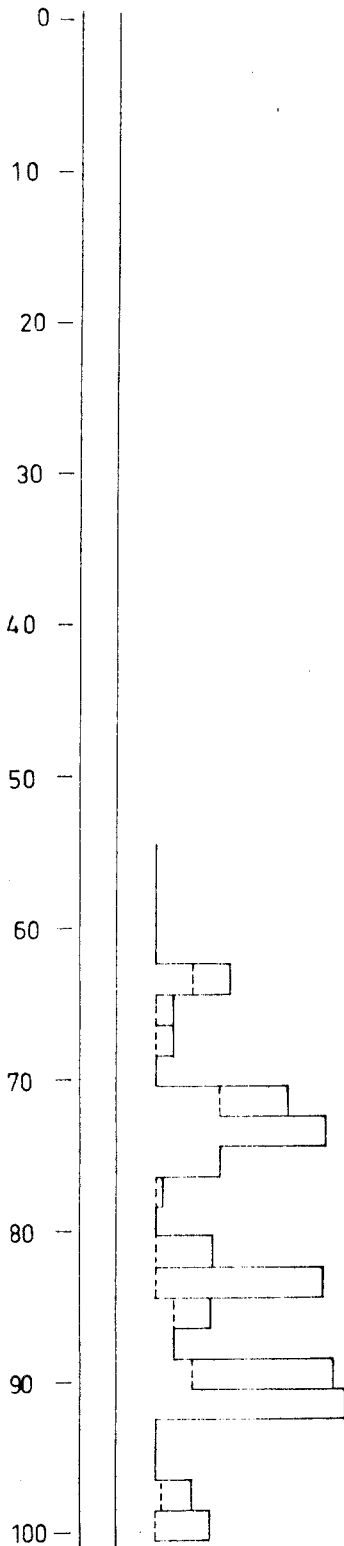
RQD-diagram, K2

Skala 1:500

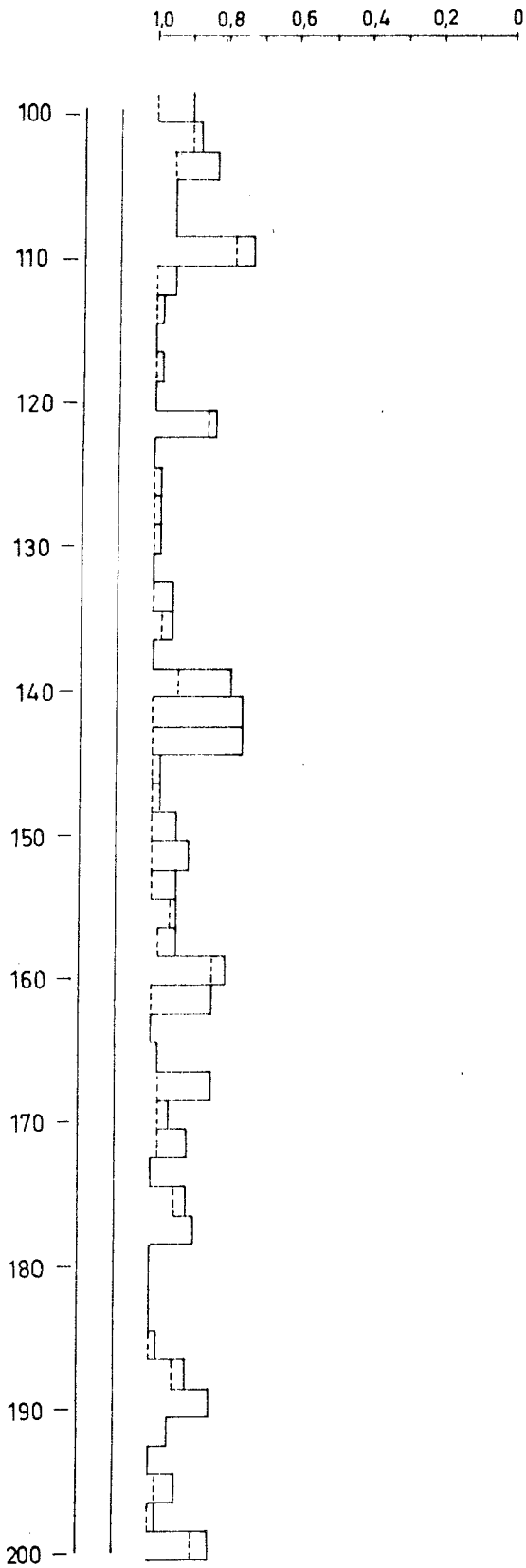
SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor

1,0 0,8 0,6 0,4 0,2 0



RQD-faktor

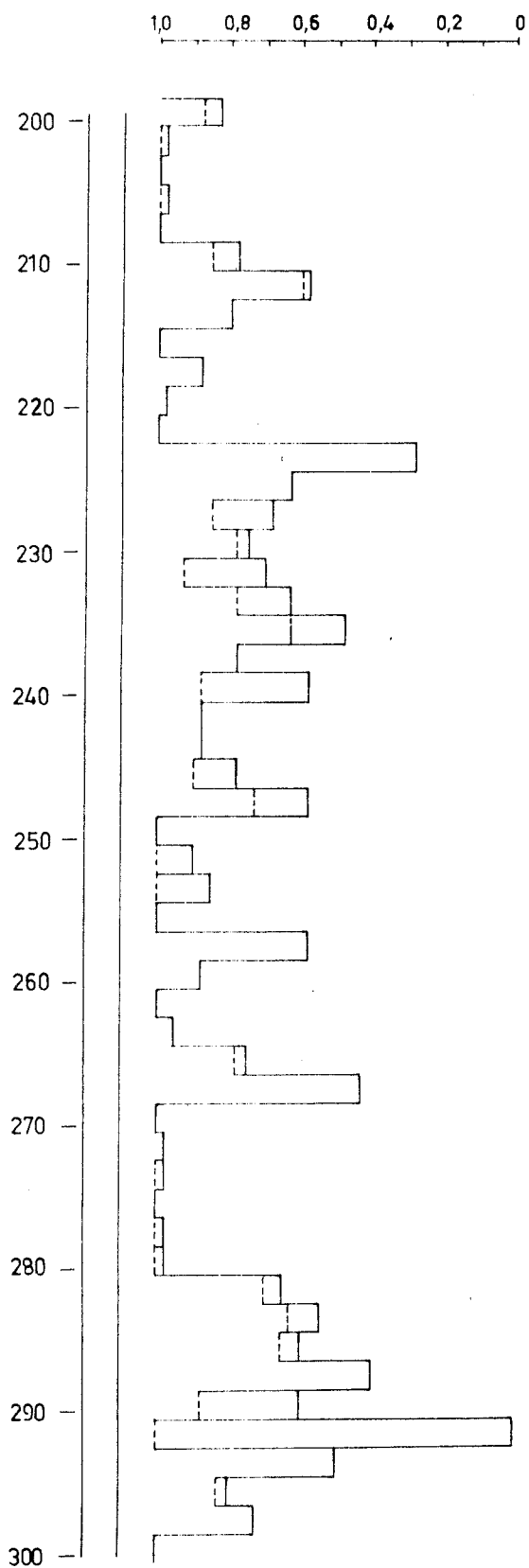


RQD-diagram, K 2

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD

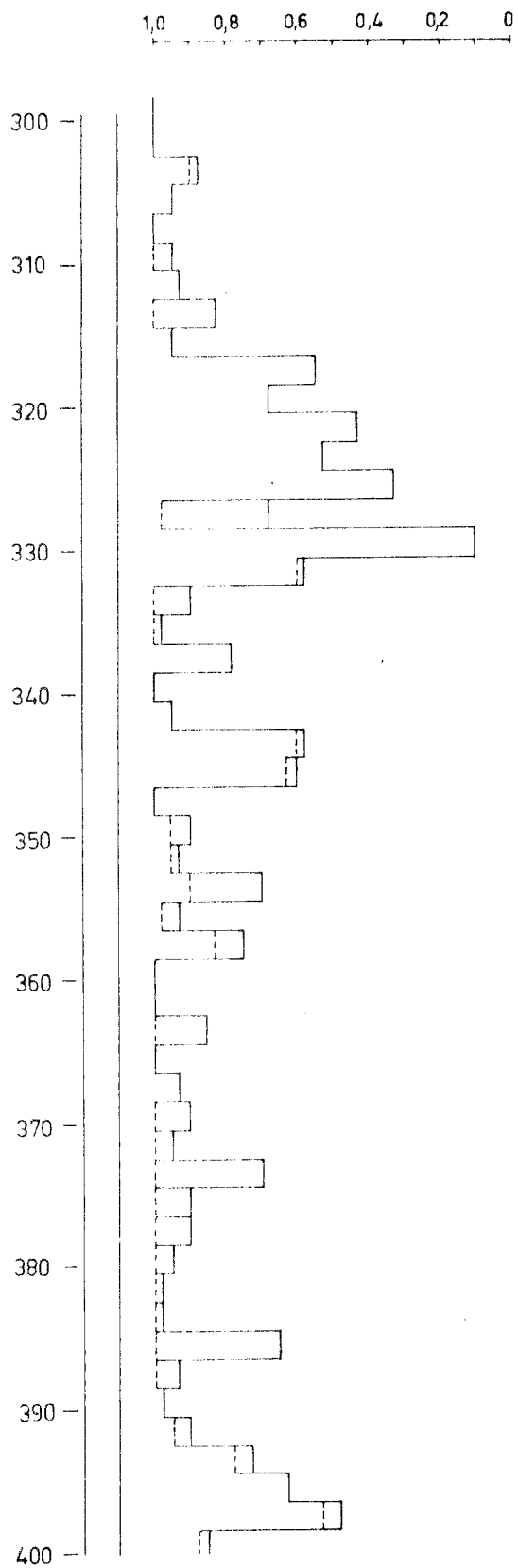


RQD-diagram, K 2

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor

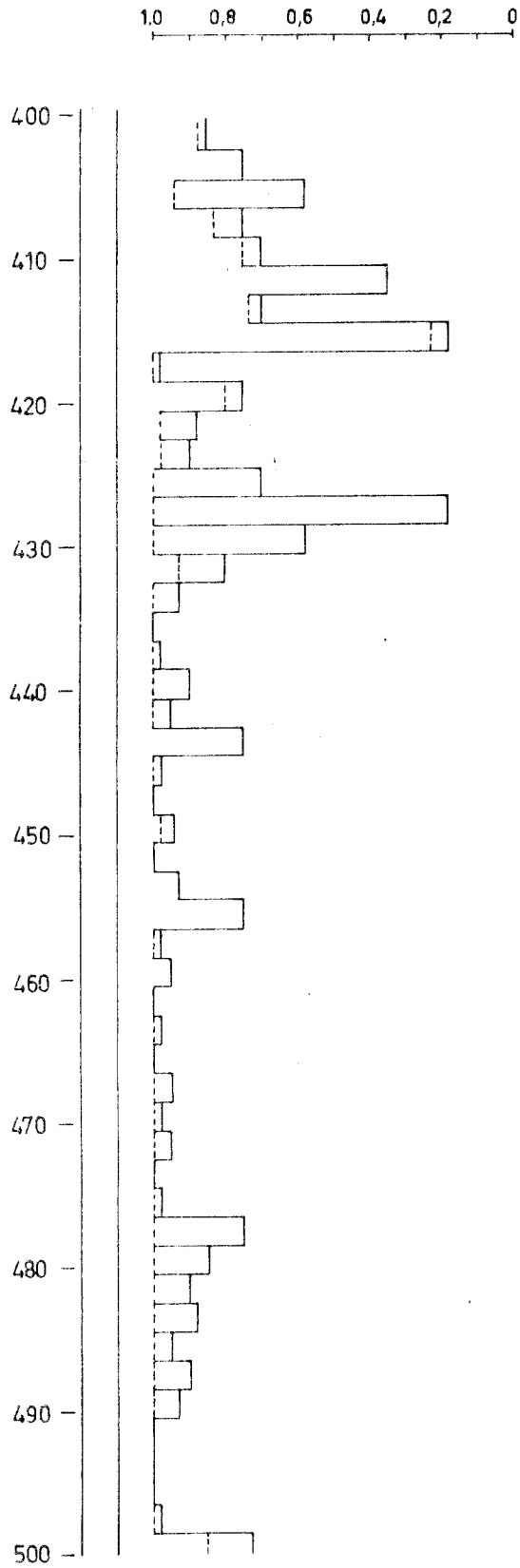


RQD-diagram, K 2

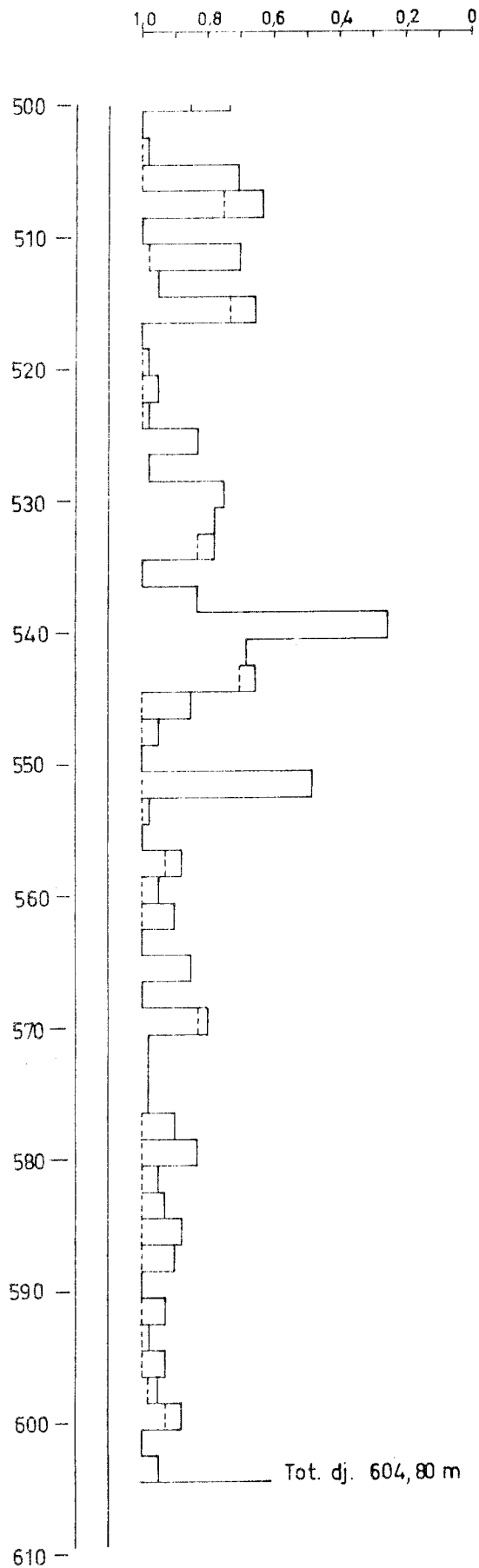
Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor



RQD - faktor



Berggrundsundersökning Kråkemåla, bilaga 8

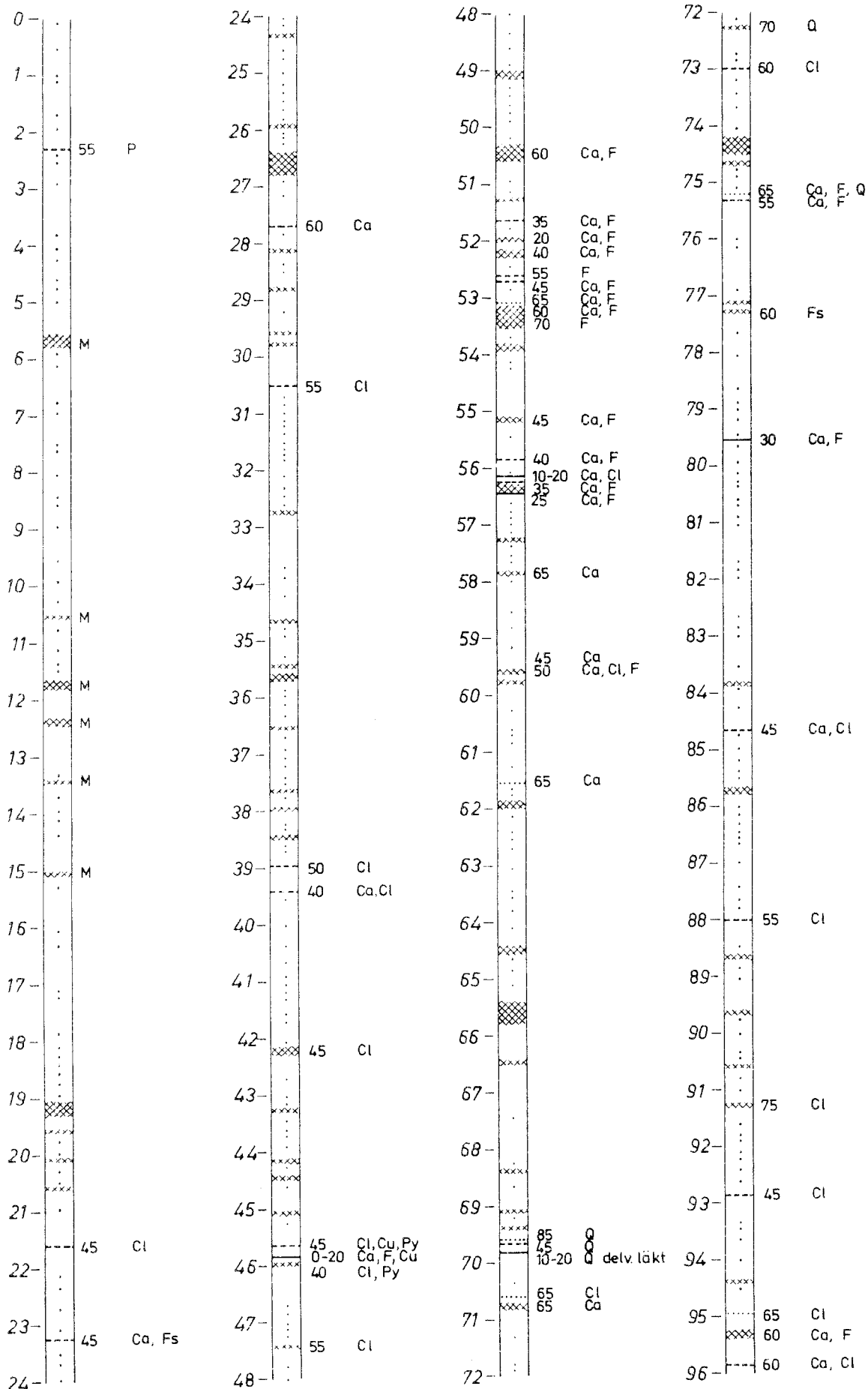
Plats: Kråkemåla Bh.nr K 3
Koordinater: se placering lägeskarta i system:
Lutning: 50 ° mot N
Anm. Borrhålets längd 761,40 m ger vertikalt djup ca 580 m

0,00 - 26,20	Röd, medel - grovkornig massformig granit
26,20 - 31,70	Rödgrå, aplitisk granit.
31,70 - 139,50	Röd, medel - grovkornig, massformig granit smärre inlagringar av grovkornig pegmatit.
139,50 - 140,70	Rödgrå, aplitisk granit.
140,70 - 172,20	Röd, medel - grovkornig massformig granit
172,20 - 172,65	Starkt vittrad granit.
172,65 - 274,00	Röd, medel - grovkornig massformig granit med smärre partier av aplitisk granit.
274,00 - 408,60	Röd, medel - grovkornig massformig granit
408,60 - 761,40	Röd, medel - grovkornig massformig granit med inlagringar av röd, aplitisk granit.

Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA
K3

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

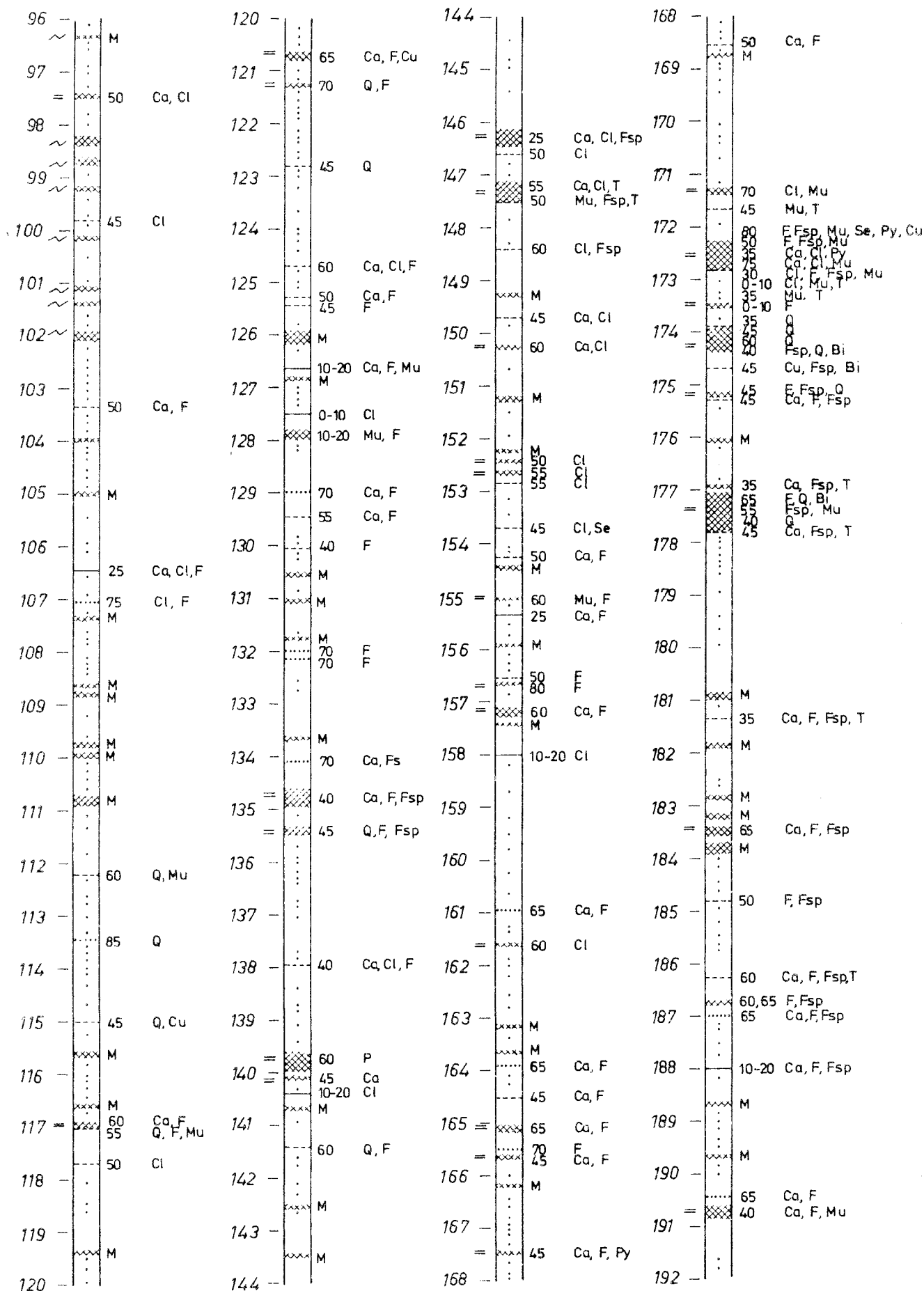


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K3

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

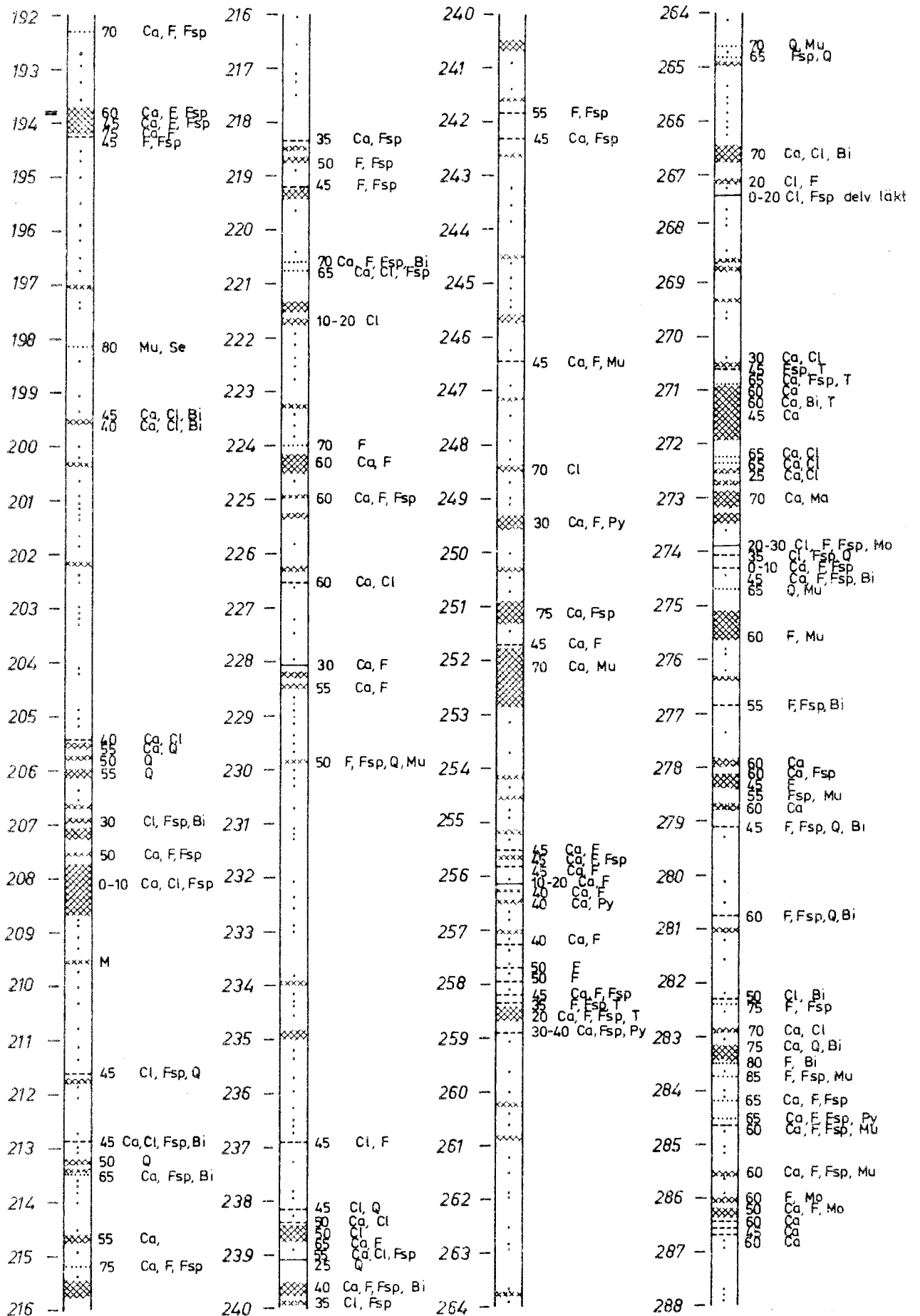


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K3

Djupet i meter

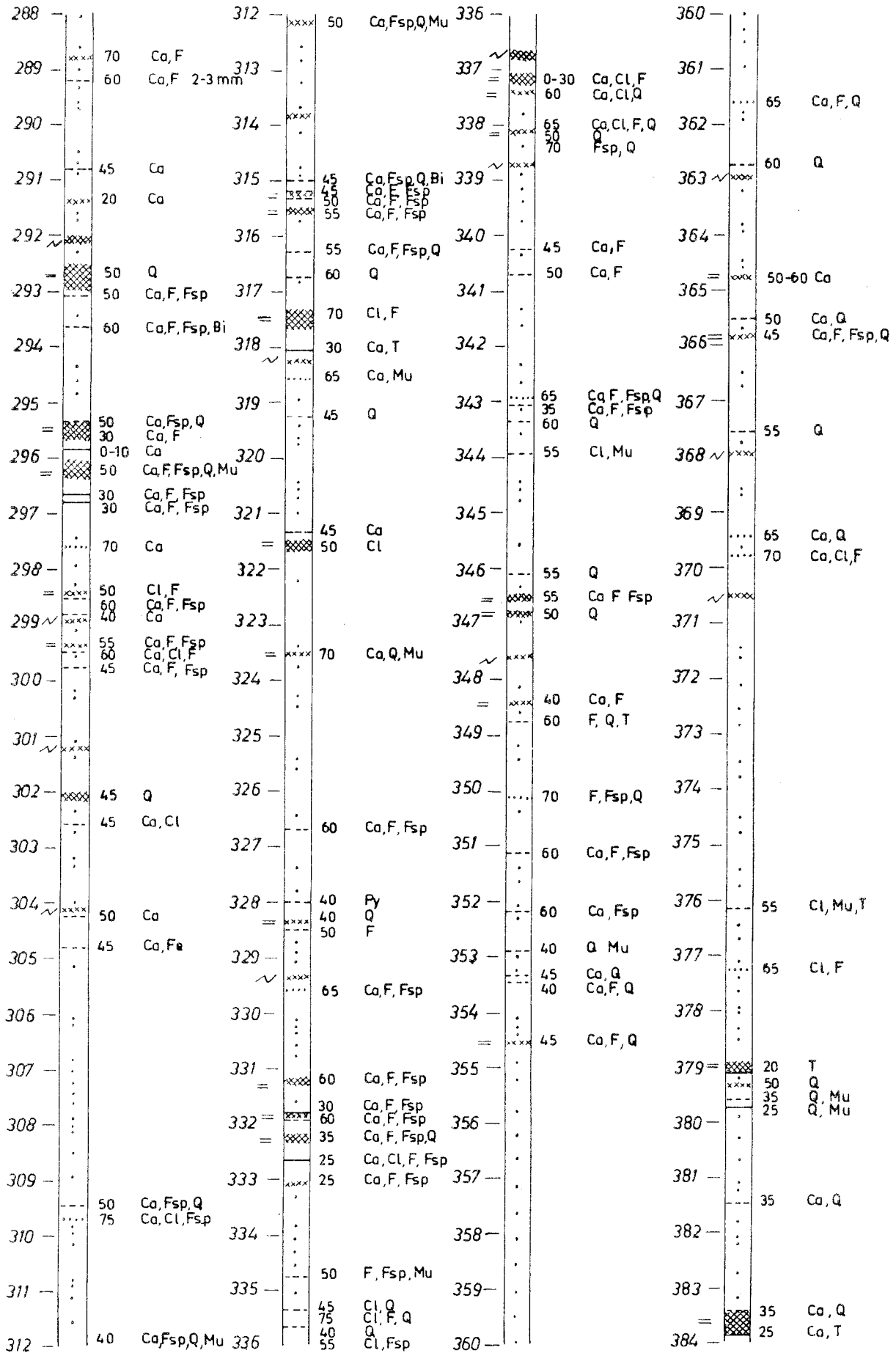
SGU berggrundsbyrån 1978



Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA
K 3

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

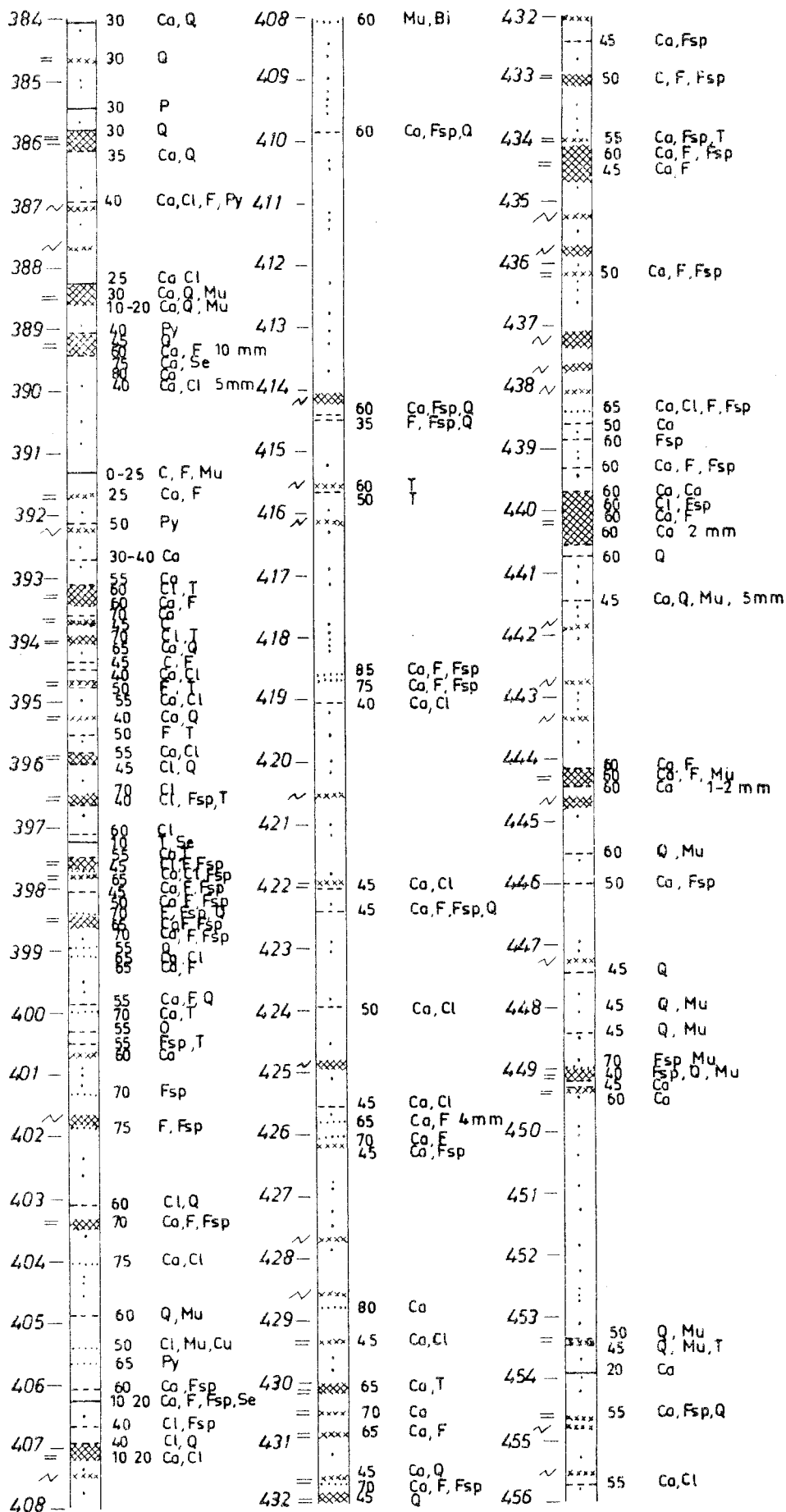


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K3

Djupet i meter

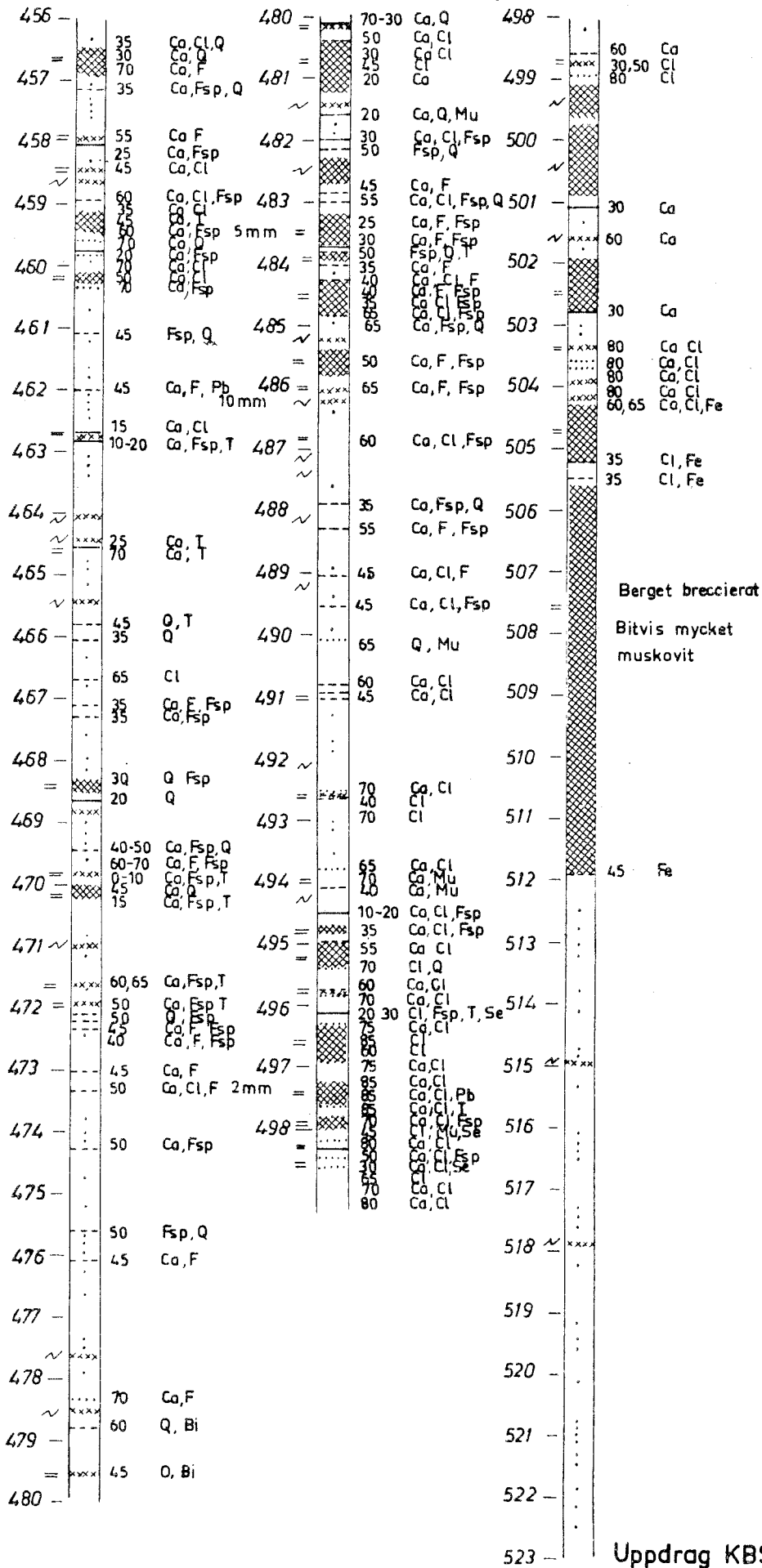
SGU berggrundsbyrån 1978



Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA
K 3

Djupet i meter

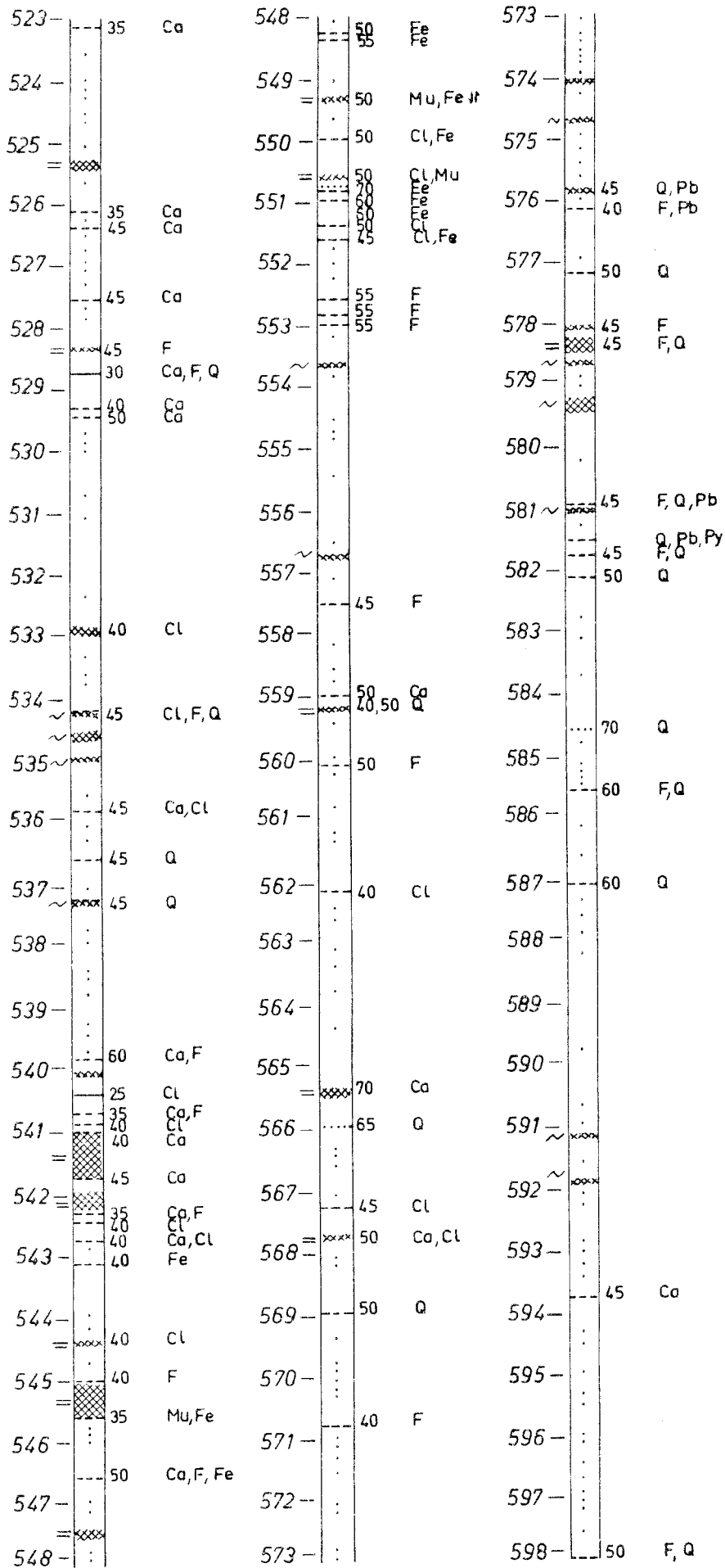
SGU berggrundsbyrån 1978



Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA
K 3

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

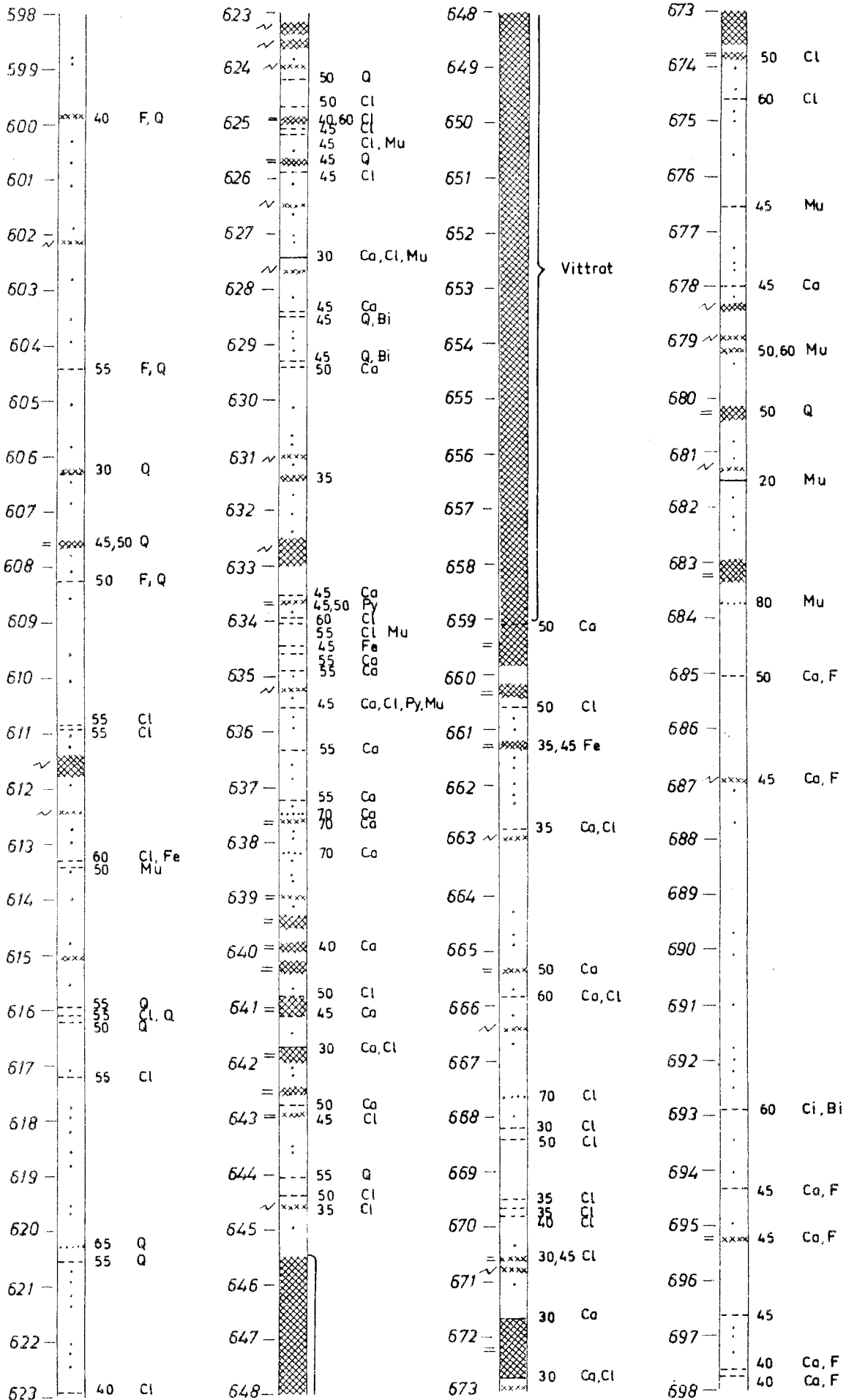


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

K 3

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

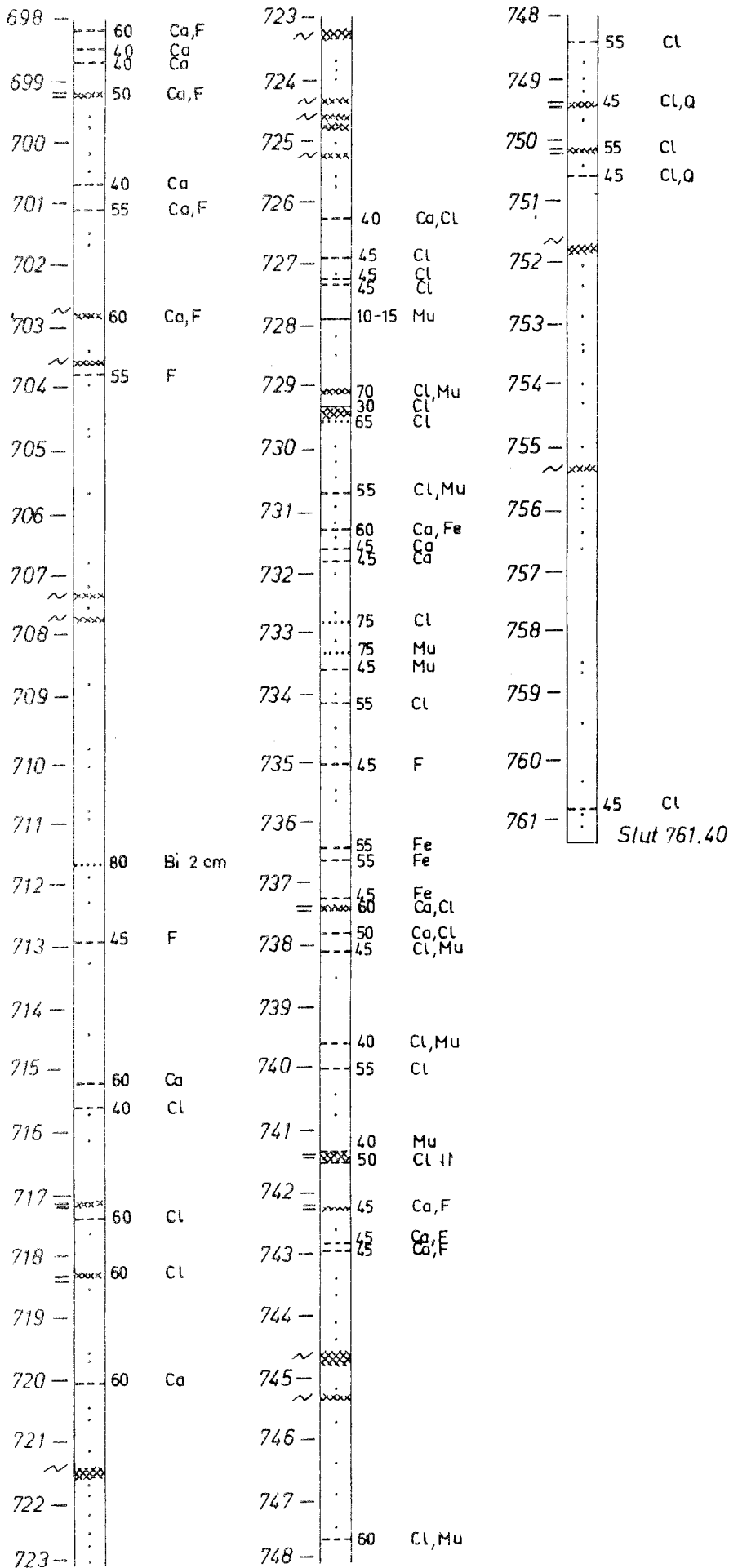


Borrkärnekartering KRÅKEMÅLA

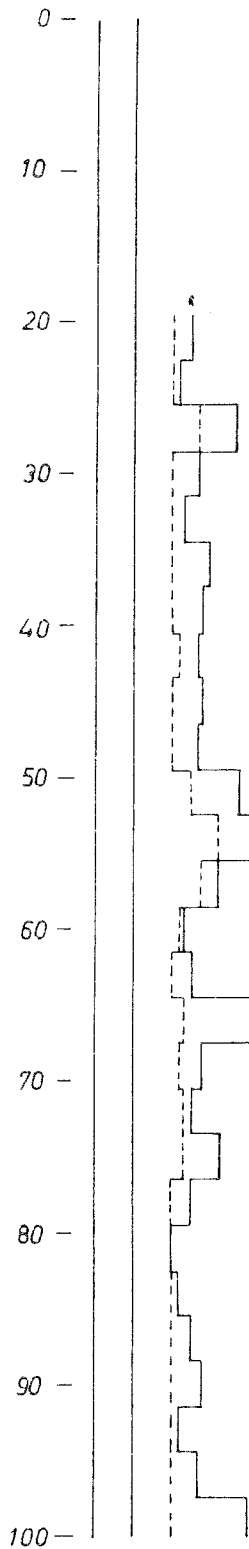
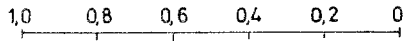
K 3

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

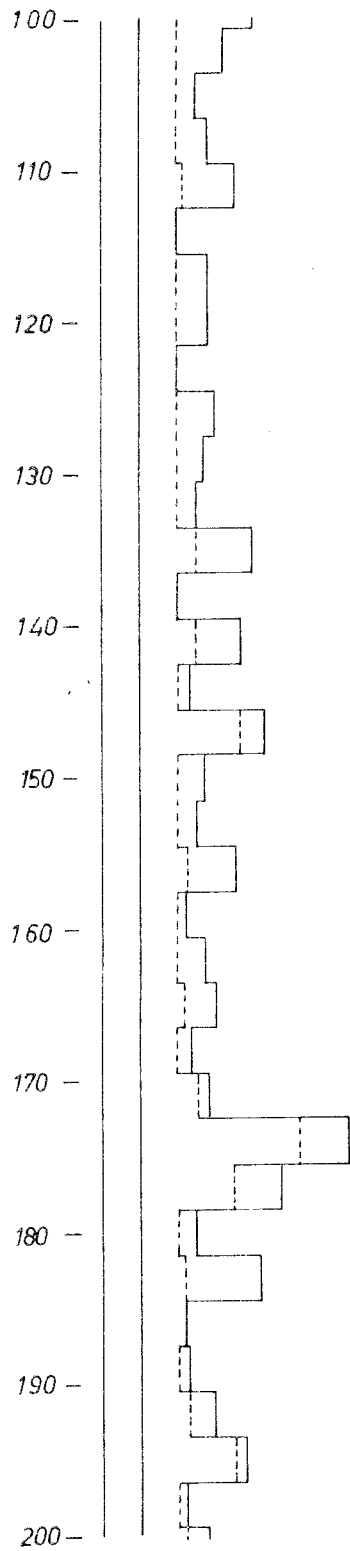
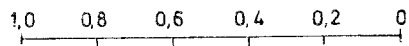


RQD - faktor



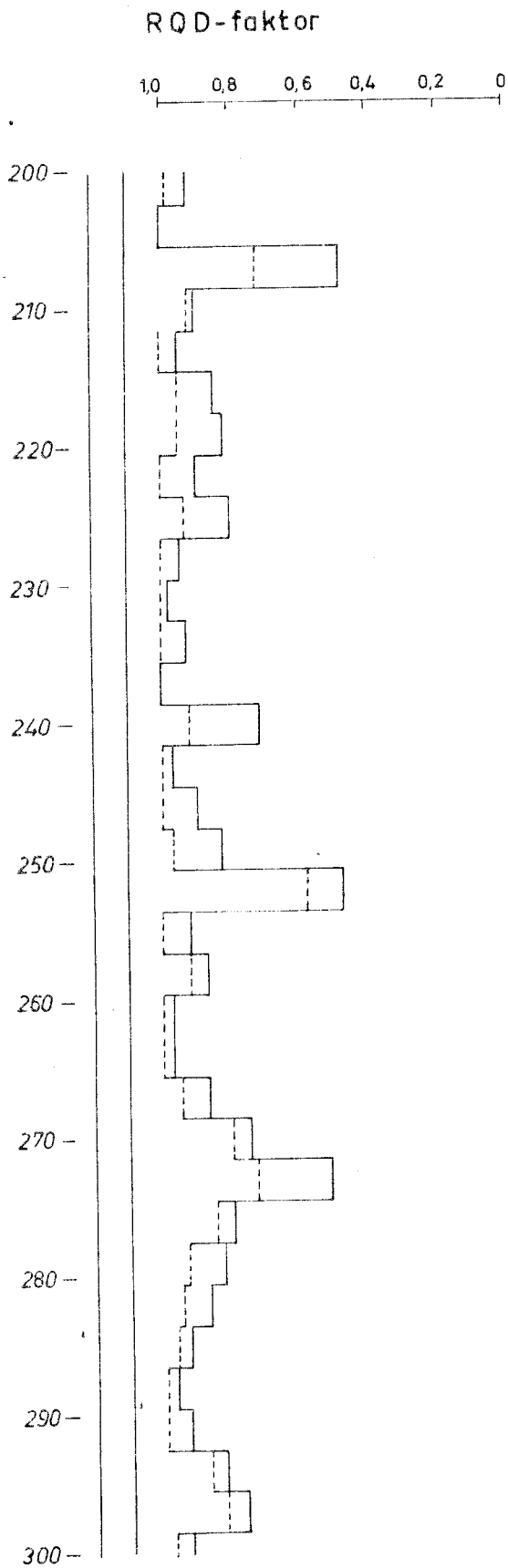
--- RQD med hänsyn till släta
ofta belagda sprickzoner
— RQD med hänsyn till det
totala antalet sprickor

RQD-faktor



Berggrundsundersökning

KRÅKEMÅLA
RQD-diagram K 3
Skala 1:500
SGU berggrundsbyrån 1978



Berggrundsundersökning

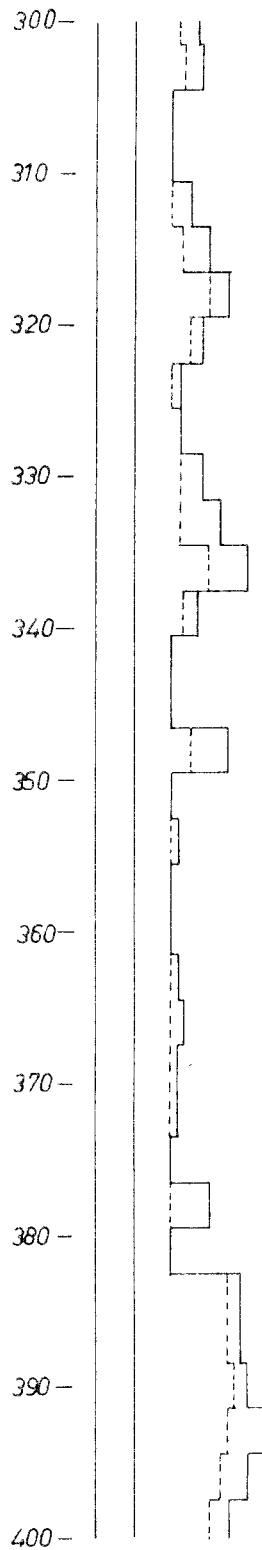
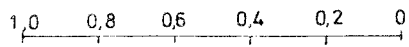
KRÅKEMÅLA

RQD-diagram K3

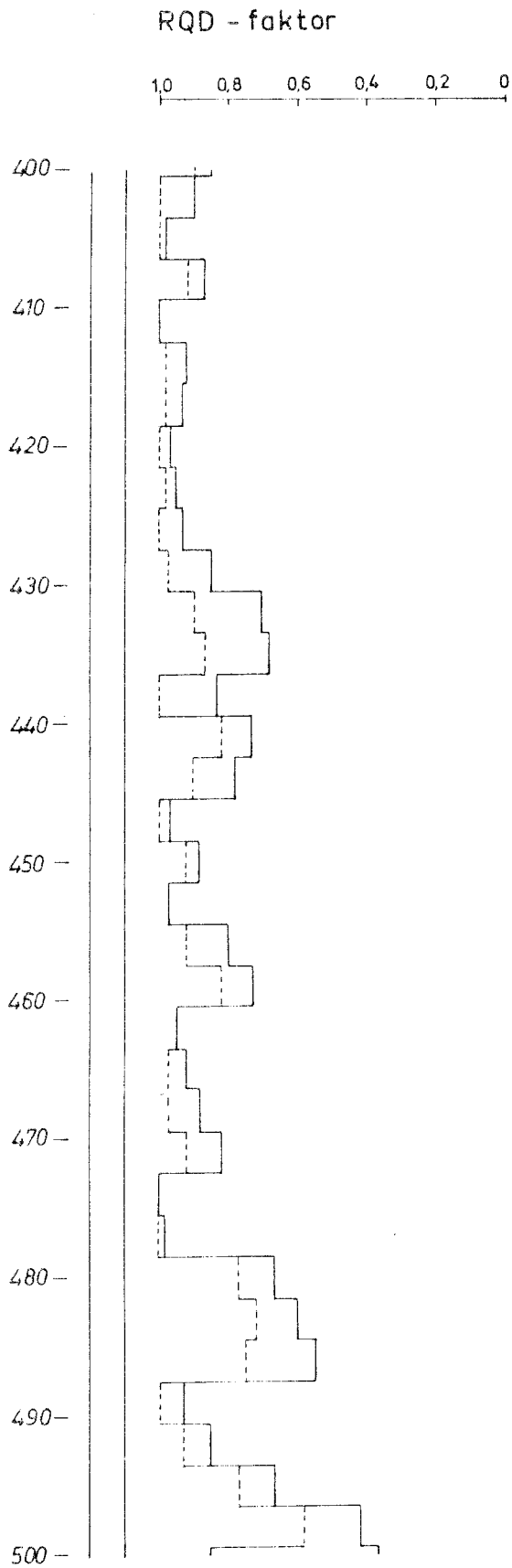
Skala 1:500

SGU berggrundsbyrå 1978

RQD-faktor



Berggrundsundersökning KRÅKEMÅLA
RQD diagram K3
Skala 1:500
SGU berggrundsbyrån 1978



Berggrundsundersökning

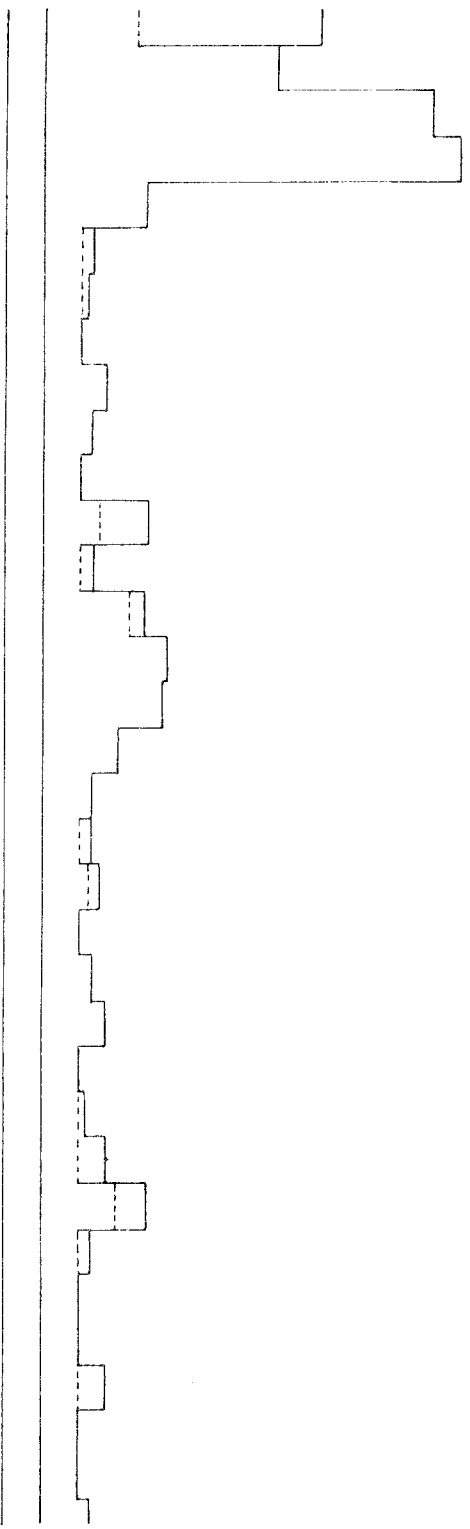
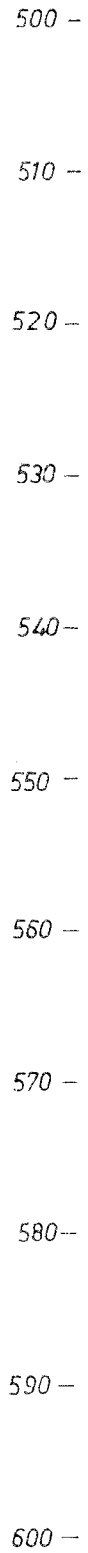
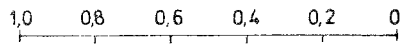
KRÅKEMÅLA

RQD-diagram K3

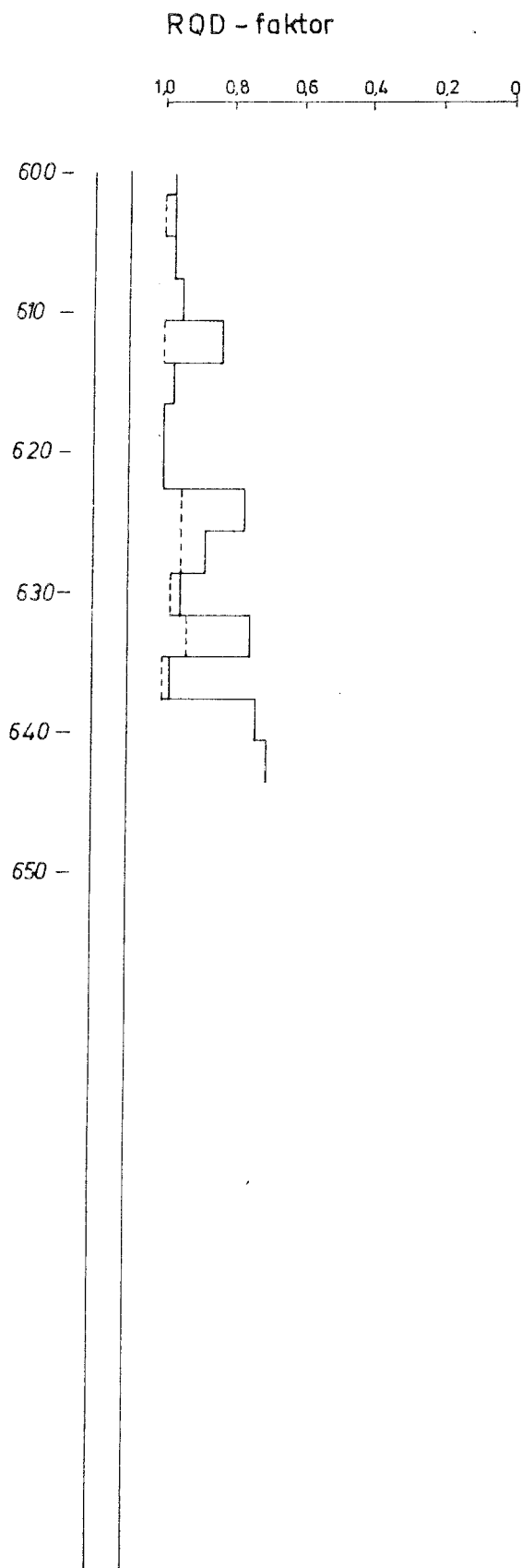
Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1978

RQD - faktor



Berggrundsundersökning KRÅKEMÅLA
RQD diagram K3
Skala 1:500
SGU berggrundsbyrån 1978



4 Markbesiktning och djupundersökning Ävrö

Området som är beläget ca 1,5 km NE om Simpevarp, se översiktskarta fig. 1, uppvisar en berggrund huvudsakligen bestående av en medelkornig röd till grå massformig granit, tillhörande smålandsgraniten, av betydligt högre ålder än den tidigare undersökta götemarggraniten vid Kråkemåla. En ostvästlig brant stående diabas har observerats i en håll.

Topografin i området är klart uttalad med små hållar ofta brutna av mellanliggande jordfyllda sprickdalar. De VLF-mätningar och seismiska undersökningar som är utförda anger också högre sprickintensitet än området vid Kråkemåla.

Ett djupborrhål, benämnt Ä 1 är utsatt i området, borrar vertikalt till 502 meters djup.

Borrkärnan består till största delen av grå till röd medelkornig massformig granit, smålandsgranit, se ovan.

Diabas förekommer på fyra partier, ofta med granitinslag. Ställvis ökar halten av mörka mineral, graniten får då också en uttalad planförskiffring som ofta markeras av de mörka mineralen, se bilaga 1.

Den höga sprickintensiteten på markytan har även visat sig följa granitmassivet i djupled.

Kross- och sprickzoner samt belagda sprickor är rikligt förekommande. Sprickfyllnader av klorit och kalcit är i klar dominans. Förutom ett parti av förhållandevis god bergkvalitet mellan 300 till 375 meters djup ökar uppkrossningen av berget mot djupet, för att de sista 100 metrarna vara starkt uppkrossat, se bilaga 2. Mot bakgrund av dessa resultat bedömdes det inte motiverat att fortsätta undersökningarna på Ävrö.

4.1 Figurer och bilagor

fig.1 Översiktskarta

Bilaga 1 Bergartsfördelning Ä1

" 2 Sprickmönster och sprickfyllnad Ä1

" 3 RQD-diagram Ä1

Berggrundsundersökning ÄVRÖ



Översiktskarta, området
ÄVRÖ

● Undersökningsområde

Plats: Ävrö

Bh.nr. A 1

Koordinater: N 200/ E 880

i system: _____

Lutning 90 ° mot _____

Anm. Borrhålets längd 502,20

Där inget annat anges är graniten medelkornig och massformig

0,00 - 14,10	Grå - gräröd medel- (grov) kornig homogen granit; kvarts, fältspat, hornblände
12,60- 13,00	Breccierat; stora fältspatkristaller genomkorsade med sprickor
12,60- 14,10	Något rödare granit
14,10 - 20,70	Diabas med aggregat av troligtvis klorit
20,70 - 22,00	Röd fin- medelkornig massformig granit; liten mängd mörka mineral.
22,00 - 22,60	Rödgrå granit
22,60 - 25,00	Röd fin- medelkornig massformig granit; liten mängd mörka mineral.
25,00 - 30,60	Rödgrå granit; fältspatvittrade zoner
30,60 - 35,70	Röd fin- medelkornig massformig granit; liten mängd mörka mineral.
35,70 - 42,00	Gräröd granit
42,00 - 49,00	Rödgrå granit
49,00 - 51,70	Röd grov- medelkornig - röd medel- finkornig massformig granit.
51,70 - 62,00	Grå - röd granit
62,00 - 67,00	Röd - grå granit
62,20- 62,50	Förskiffrat
67,00 - 76,70	Grå - röd granit
76,70 - 79,60	Diabas med granitinslag
79,60 - 117,60	Grå - röd granit
80,50- 87,50	Parallellstrukturering av mörka mineral; fältspatporfyroblaster
111,20-113,20	Prallellstrukturering av mörka mineral; röda fältspatporfyroblaster

Plats: Ävrö

Bh.nr Ä 1

Koordinater: N 200/ E 880

i system: _____

Lutning 90 ° mot _____

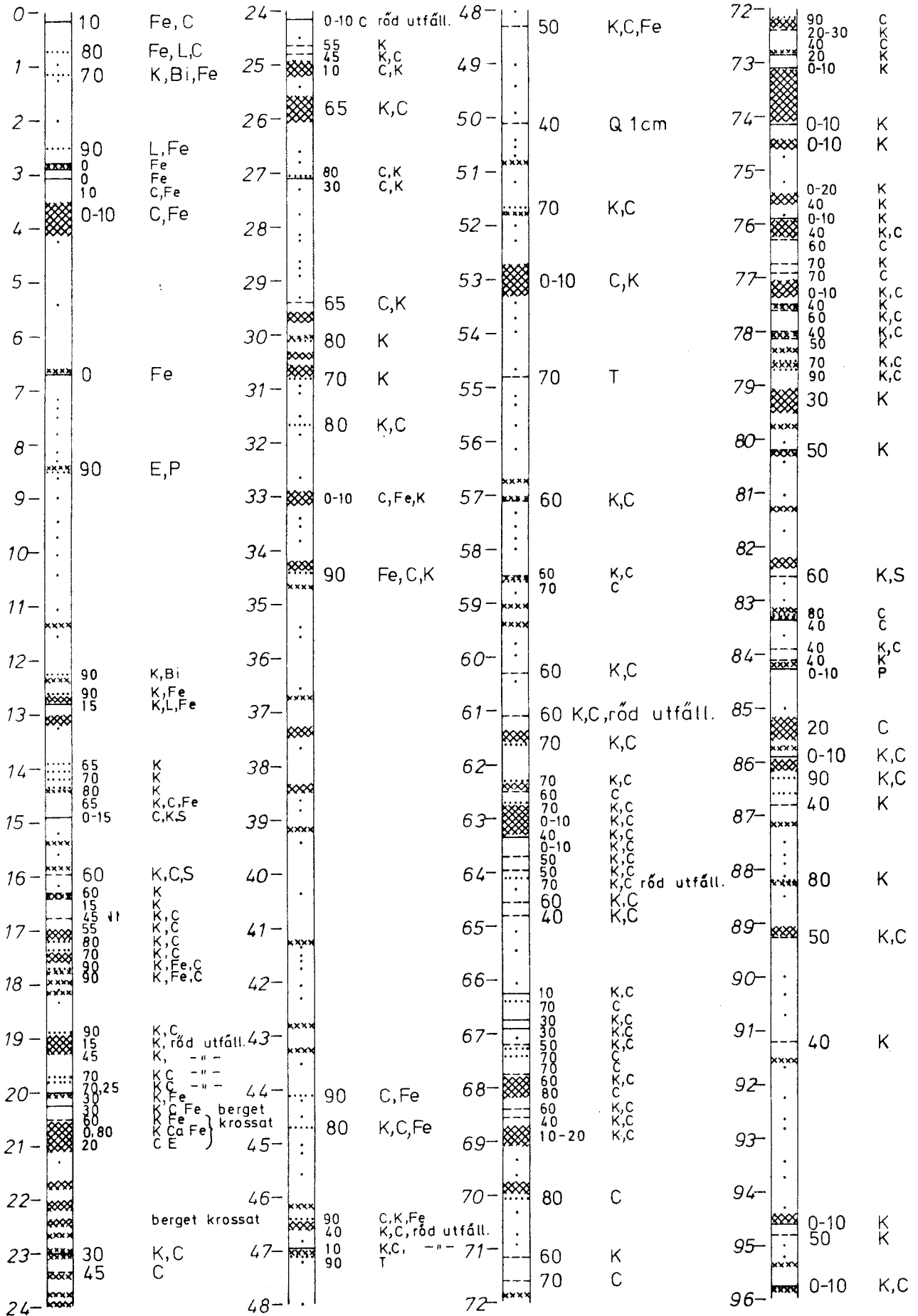
Anm. Borrhålets längd 502,20

117,60 - 118,30	Röd finkornig massformig granit
118,30 - 134,10	Röd - grå granit
134,10 - 150,50	Grå kvartsrik diabas med parallellstruktur; fältspatporfyroblaster.
150,50 - 152,75	Svart finkornig diabas
152,75 - 154,90	Rödgrå granit
154,90 - 159,30	Diabas med fältspat
159,30 - 161,00	Röd granit; svag antydan till parallellstruktur
161,00 - 176,80	Finkornig diabas med klorit och fältspat
176,80 - 176,90	Gråröd granit
176,90 - 182,15	Diabas med körtlar av fältspat
182,15 - 182,60	Röd granit
182,60 - 184,55	Diabas med granitinslag
184,55 - 202,35	Grå - gråröd granit, inslag av rödaktig pegmatitisk granit
202,35 - 208,30	Röd - grå granit
208,30 - 209,00	Röd granit
209,00 - 212,50	Rödgrå granit
212,50 - 213,50	Röd granit
213,50 - 293,10	Grå - röd granit, röda fältspatporfyroblaster
293,90 - 301,00	Röd - grå granit
301,00 - 336,70	Gråröd granit
336,70 - 339,40	Röd aplitliknande granit med stora kvartskristaller
339,40 - 363,50	Gråröd granit

Plats: Ävrö Bh.nr A 1
Koordinater: N 200/ E 880 i system:
Lutning 90 ° mot
Anm. Borrhålets längd 502,20

363,50 - 364,50	Mörk finkornig fältspatrik diabas
364,50 - 392,40	Grå - röd granit
392,40 - 398,00	Mörk delvis granitiserad fin- medelkornig diabas
398,00 - 427,00	Grå- röd granit
427,00 - 428,00	Röd granit
428,00 - 431,00	Gråröd granit
431,00 - 437,90	Röd granit
437,90 - 456,50	Diabas
	439,00-451,00 Breccierat
	442,00-442,10 Röd lera
456,50 - 480,50	Röd granit
480,50 - 489,40	Röd - grå granit
489,40 - 492,70	Röd granit; ytterst liten mängd mörka mineral
492,70 - 502,20	Röd - grå granit
502,20	Slut

Borrkärnekartering ÄVRÖ
 Ä 1
 Djupet i meter
 SGU berggrundsbyrån 1977



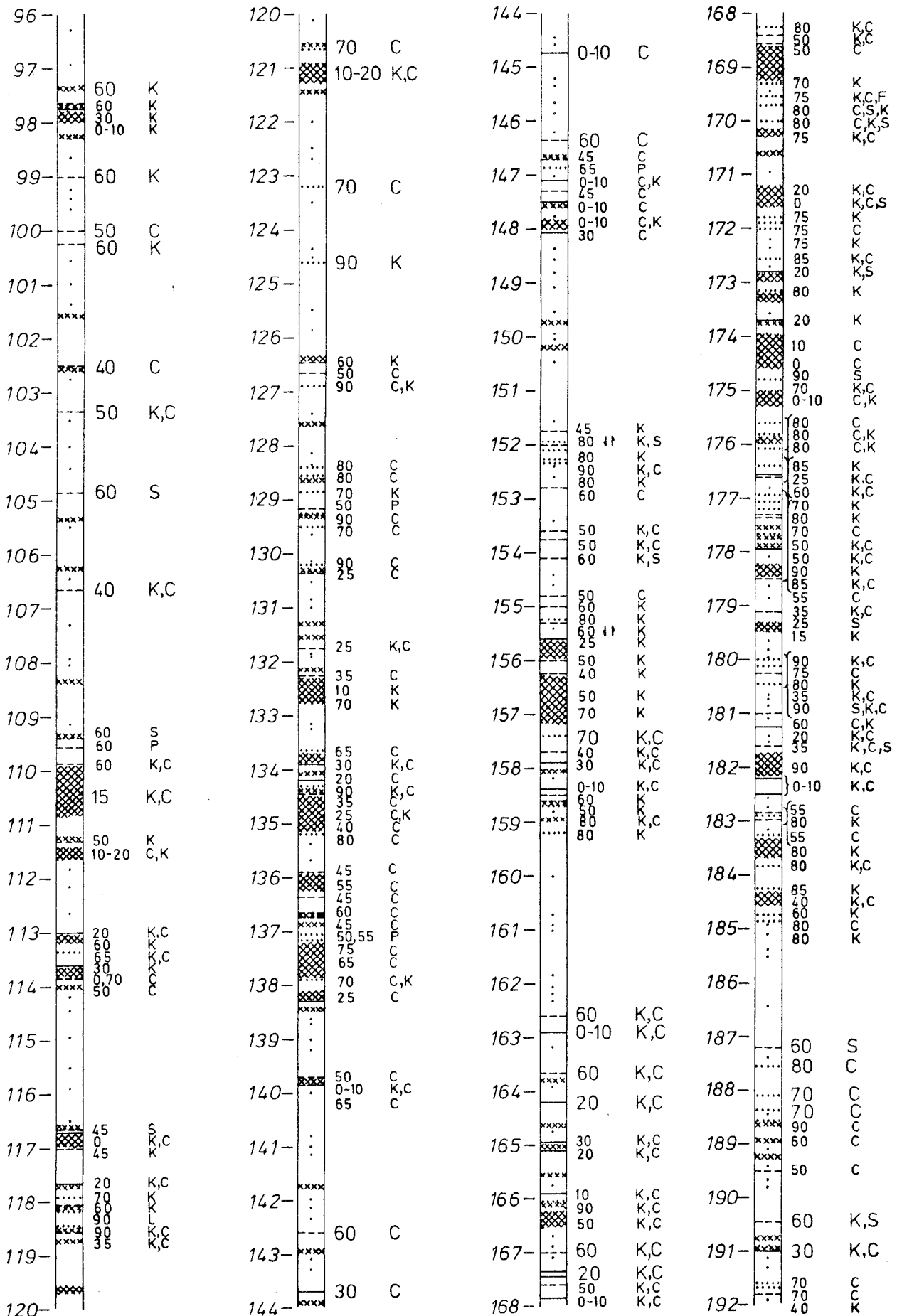
Uppdrag KBS objekt 24-01

Borrkärnekartering ÄVRÖ

Ä 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

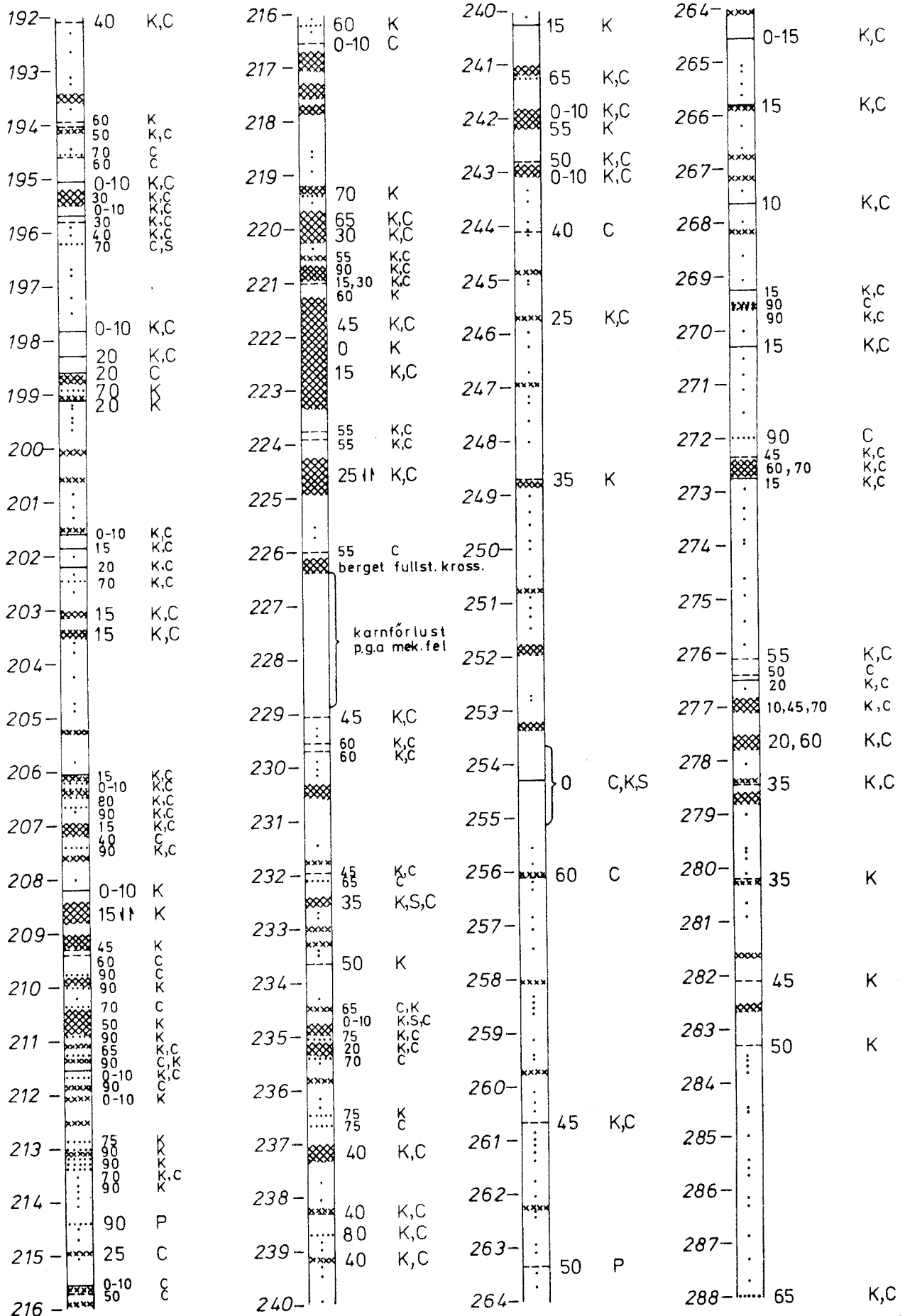


Borrkärnekartering AVRÖ

Ä 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

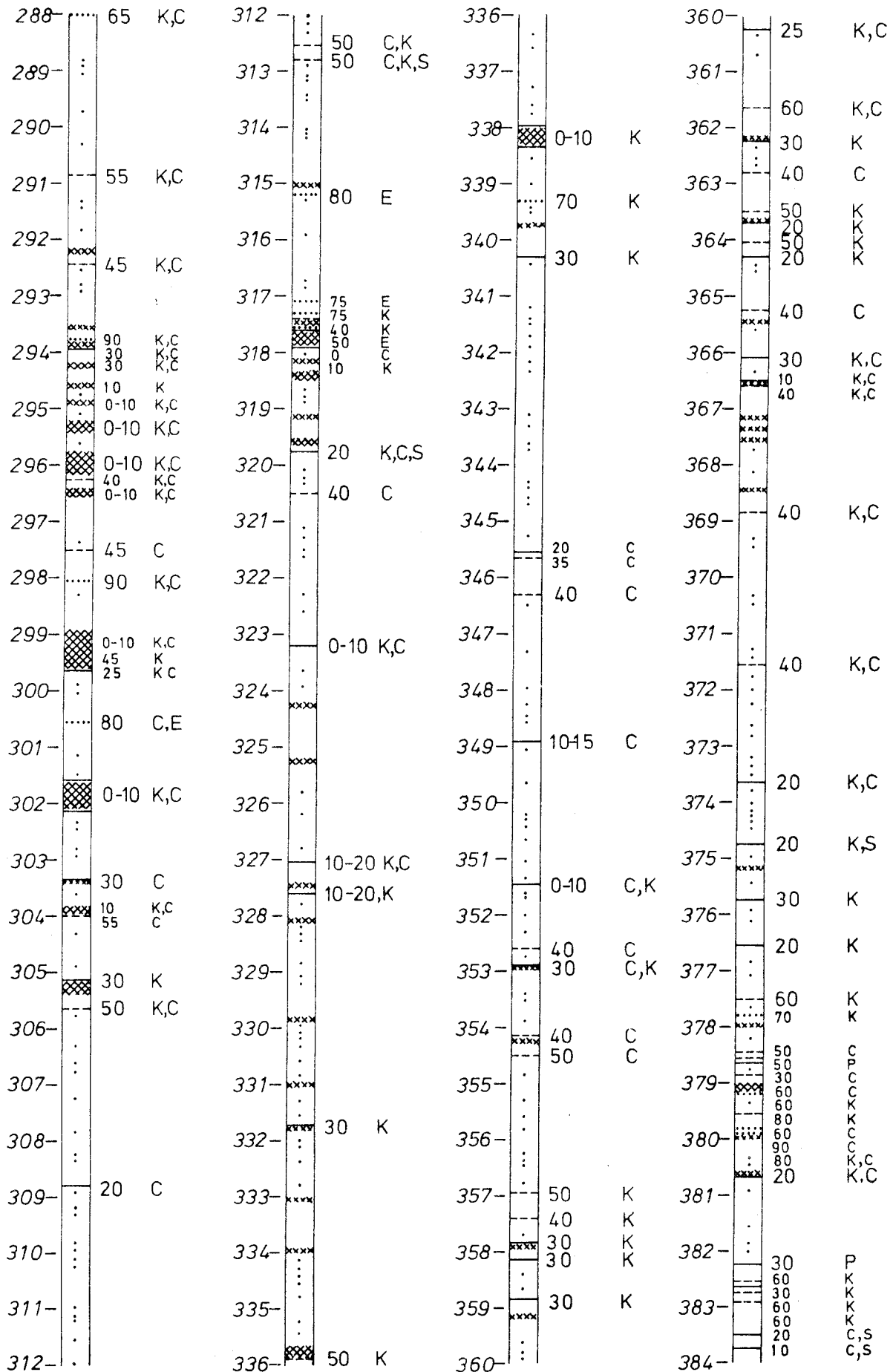


Borrkärtekartering ÄVRÖ

Å 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

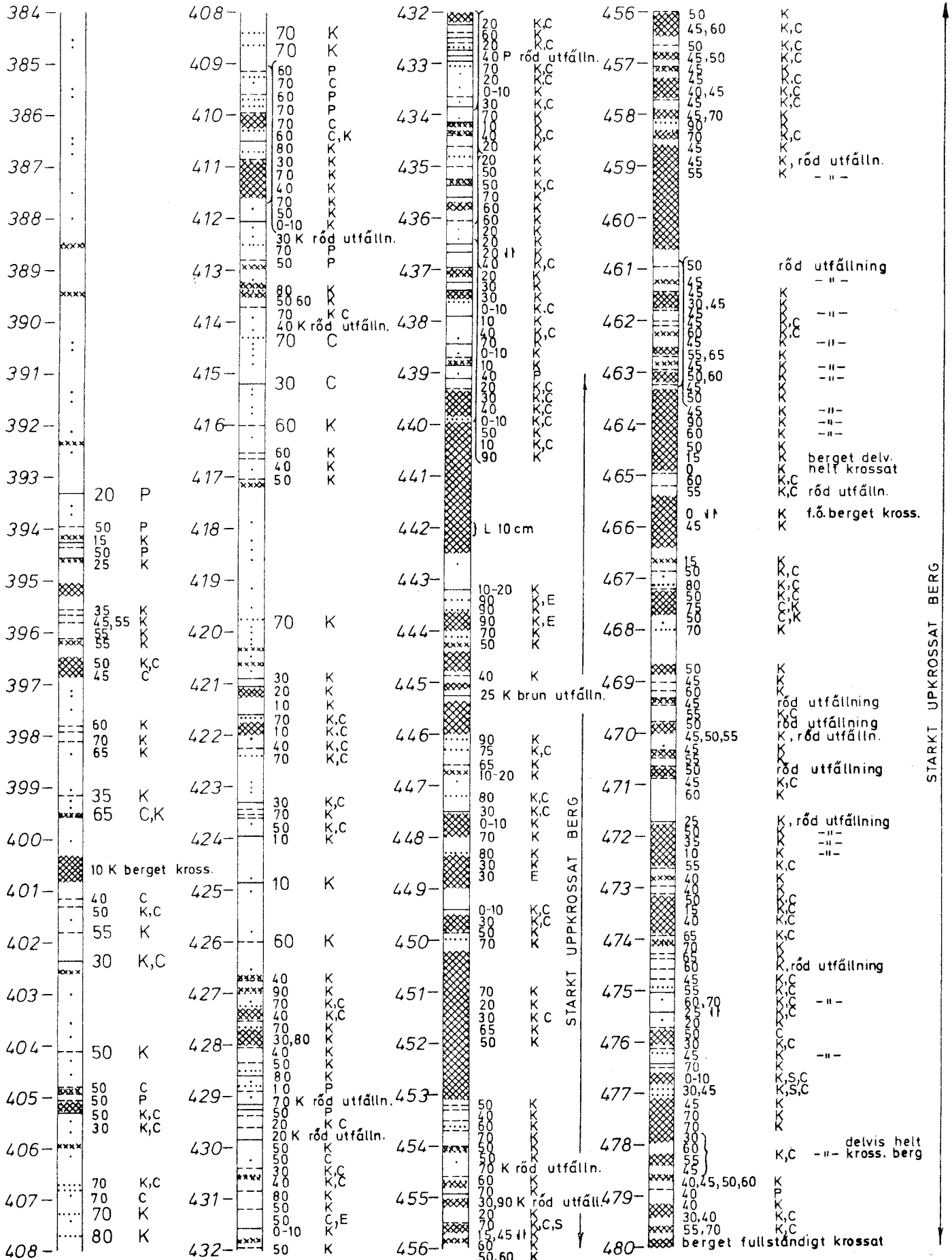


Borrkärnekartering ÄVRÖ

Ä 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

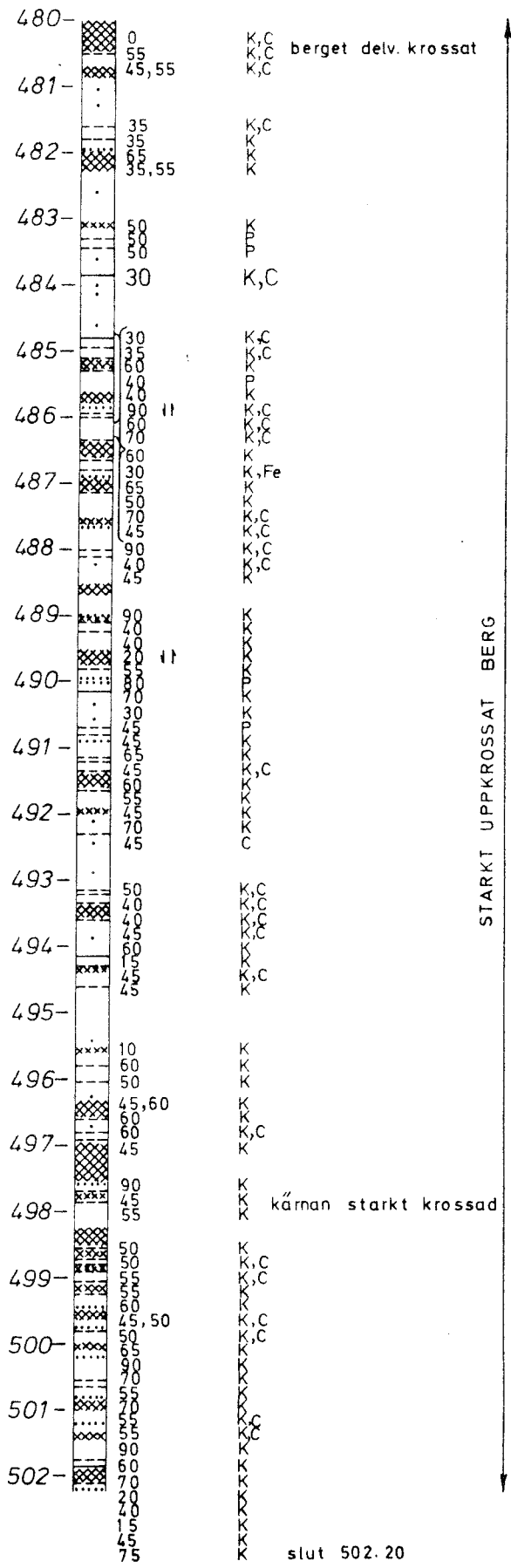


Borrkärnekartering ÄVRÖ

Ä 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977



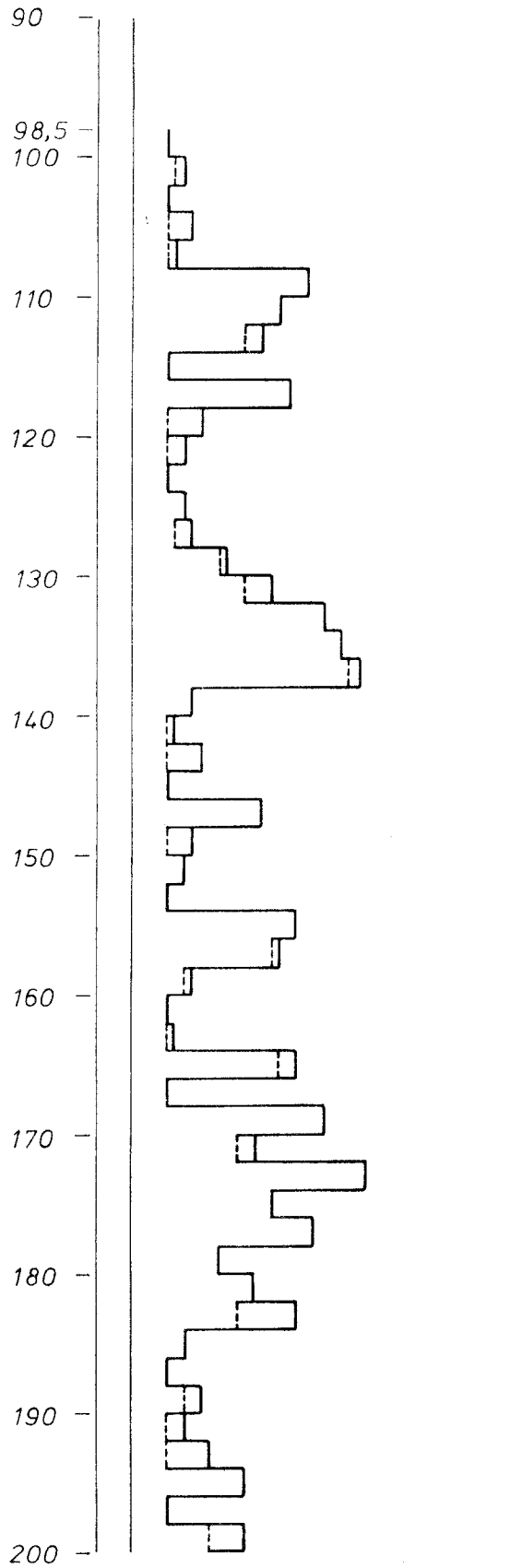
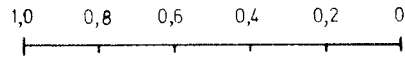
ÄVRÖ

RQD-diagram, Ä 1

Skala 1: 500

SGU berggrundsbyrå 1977

RQD-faktor

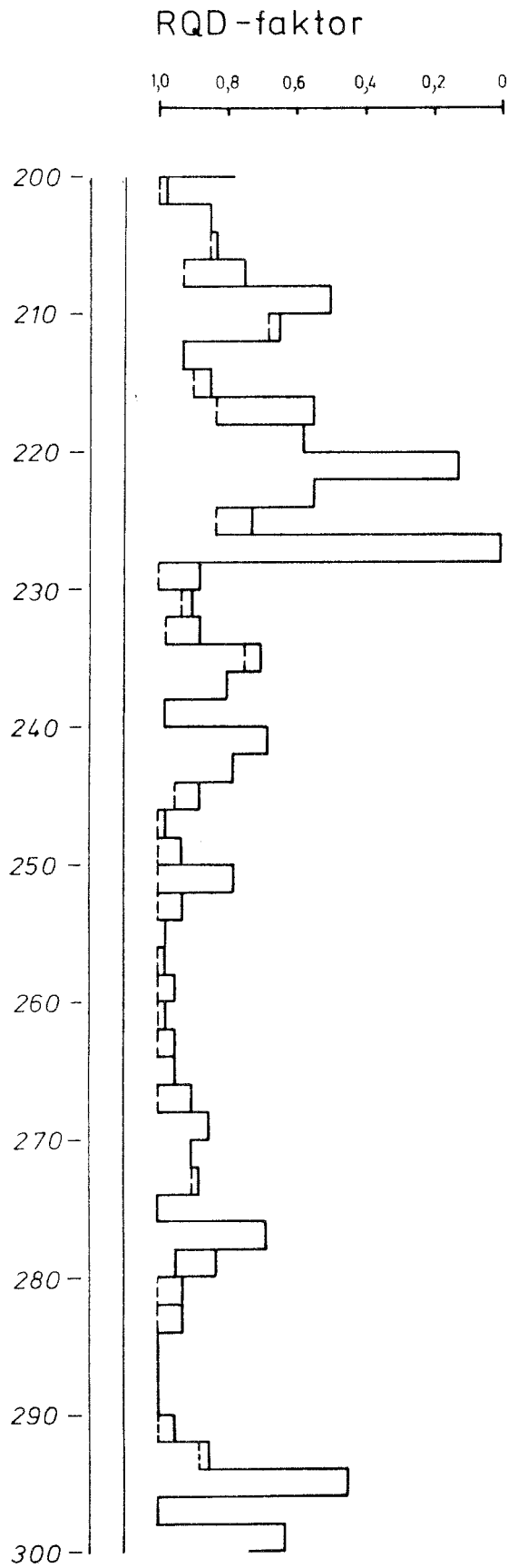


ÄVRÖ

RQD-diagram, Ä 1

Skala 1: 500

SGU berggrundsbyrån 1977



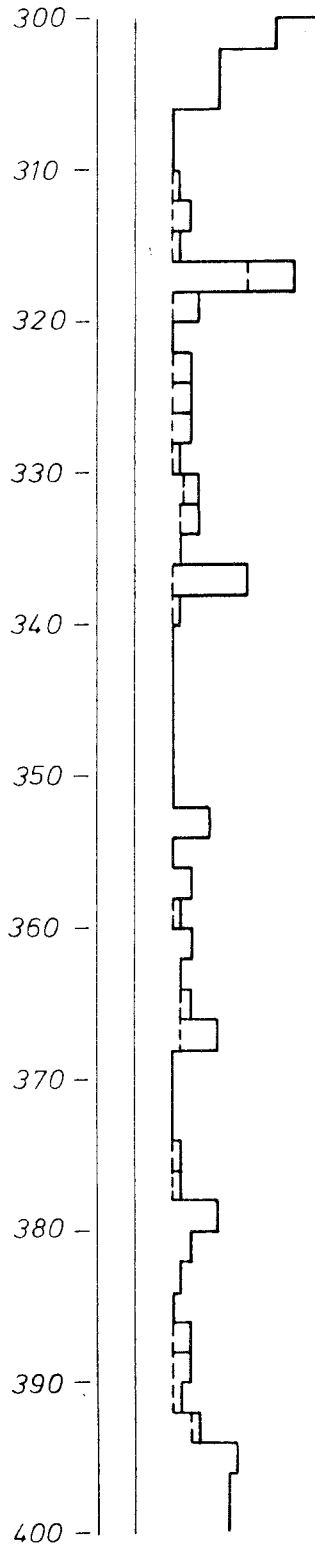
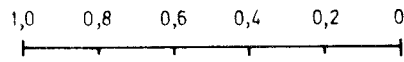
ÄVRÖ

RQD-diagram, Ä 1

Skala 1: 500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor



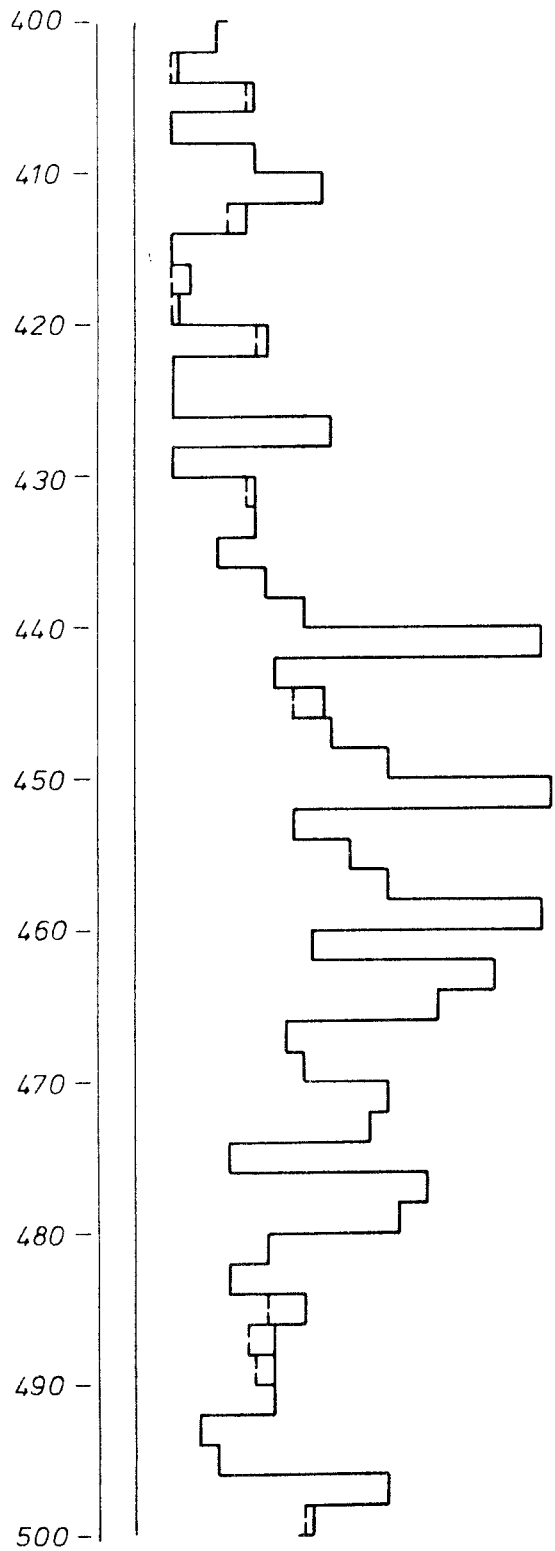
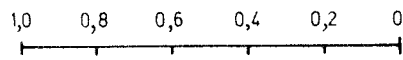
ÄVRÖ

RQD-diagram, Ä 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrå 1977

RQD-faktor



5 Berggrundsundersökning Finnsjön

5.1 Områdesbeskrivning och tidigare arbeten

Det undersökta området är beläget ca 16 km västsydväst Forsmark kärnkraftverk, se översiktskarta fig. 1. Undersökningsområdet upptar en yta av ca 2 km² och ligger inom nordöstra Upplands urgranitområde. Topografin i undersökningsområdet är relativt flack. Hällar dominerar i områdets norra och sydöstra delar. I övriga delar är området mer eller mindre moräntäckt eller utgörs av mossar och sankmark.

Blottningsgraden av berggrunden inom området är medelgod, vilket framgår av hällkartan, fig. 2. Detta ger en god bild av aktuella bergarter och sprickmönster. I områdets nordöstra del finns de största hällarna. I övriga delar av området är hällarna något mindre och ligger glesare. Små uppstickande och vegetationstäckta hällplintar är rikligt förekommande i den sydöstra delen av området.

För en överblick av berggrundsförhållandena inom nordöstra Uppland hänvisas till de geologiska kartbladen Örbyhus och Öregrund från 1869 respektive 1888. En sammanställning av tidigare arbeten samt en sammanfattning av berggrunden görs av R B Sund 1957.

Resultaten visar att berggrunden består övervägande av massformig till tydligt förgnejsad, grå - röd granit. I söder är graniten omgiven av natronrik leptit och i norr av djupgrönsten samt natronrik leptit, se även berggrundskarta fig. 4.

I samband med byggandet av Forsmarks kärnkraftanläggning har A. Carlsson och I. Olsson på Statens Vattenfallsverk utfört geologisk kartering rörande de lokala förhållandena där. Detta med avsikt att utröna vattenläckagens uppträdande, samt dokumentera de geologiska och tektoniska förhållandena.

5.2 Markkartering

5.2.1 Bergartsgeologi

De vanligaste och helt dominerande bergarten i området är den grå, medelkorniga, svagt gnejsiga granodioriten. Bergarten byggs upp av i huvudsak följande mineral: plagioklas, mikroklin, kvarts, hornblände samt biotit. Ställvis övergår den grå granodioriten till en rödgrå, medelkornig, massformig variant, där kvartshalten tycks öka något. Fälthållandena liksom bergartskaraktären visar att granodioriten hör till de s k urgraniterna, med en ålder av minst 1.8 milj. år.

Inom det karterade området påträffades enstaka gånger av en grå-gråbrun, aplitisk granit. Aplitgranitgångarnas bredd överstiger sällan någon decimeter och strykningens riktningarna varierar.

Som körtlar och sprickfyllnadsmaterial finns på ett par ställen i området en röd grovkornig pegmatit med decimeter-stora kvarts- och fältspatkristaller.

Dessutom påträffades på några ställen inom området en mörk, fin-kornig, ställvis förskiffrad bergart, metabasit. Denna slår igenom granithällarna i nord-västlig - sydöstlig riktning och stupar brant. Bergarten byggs i huvudsak upp av amfibol, hornblände och ljus fältspat. I metabasiten finns ofta centimeter-tunna sprickor, fyllda av röd-ljus fältspat och epidot. Små förkastningar och glidningar efter sprickplan, inom metabasiten, tyder på att den kan ha utsatts för rörelser under flera perioder. Inom dessa deformerade metabasiter kan vattengenomsläppligheten i berggrunden öka.

I undersökningsområdets sydöstra del har en 3 m bred mylonitzon påträffats, med nordvästlig strykning. Myloniten slår tvärs genom granithällarna eller utgör begränsningar av hållplintarna. Kontakten mot intilliggande graniter är ofta skarp. Även i områdets nordvästra del påträffades mylonit med ej klart definierade riktningar.

5.2.2 Spricktektonik

I öster begränsas området av en nordvästlig förkastningslinje, i markytan sedd som en mindre dal i anslutning till riksväg 290. Begränsningslinjen i väster utgörs av Finnsjölinjen, en sprickdal i anslutning till Finnsjön.

Inom dessa begränsningslinjer är sprickmönstret påfallande oregelbundet. Detta framgår av sprickkartan i fig. 2 samt av sprickrosen i fig. 3.

Två dominerande sprickgrupper kan dock urskiljas. Den ena stryker nordväst-sydost, en tidigare öppen sprickriktning fylld med ovan omtalade metabasit. Den andra sprickgruppens riktning går ungefär vinkelrätt mot den första, se fig. 5.

Rörelsen i dessa större sprickor har medfört en förskiffring av intilliggande berg. I vissa fall har rörelsen medfört en nedkrossning av granodioriten som sedan läkts till en tät finkornig bergart.

Kontakten till mer ostört bergmaterial synes täta.

Ingen av dessa i håll observerade större sprickorna är av den storleken att de medför strukturer i form av krosszoner.

Dessa zoner markeras i området av markerade hållbegränsningar, jordtäckta stråk etc. och följer i stort tidigare nämnda huvudriktning.

5.3 Djupundersökningar

I området har tre borrhål utförts, benämnda Fi 1, Fi 2 och Fi 3. Fi 1 är borrarat vertikalt till 500 meters djup. Fi 2 och Fi 3 är gradade 50° mot horisontalplanet norrut respektive söderut. Längden av Fi 2 är 698 meter och Fi 3 730 meter. Borrhålens läge anges på fig. 5.

5.3.1 Bergartsgeologi

Bergarten i borrhålen skiljer sig inte nämnvärt ifrån varandra. I stort består bergarten av den i markytan beskrivna granodioriten. I anslutning till kraftigare deformationer i bergmassan är granodioriten kraftigt rödfärgad, speciellt påtagligt är detta i Fi 2 och Fi 3.

Underordnat har också iakttagits metabasit och pegmatit. De sista 200 metrarna i Fi 3 ökar kvartshalten i bergmaterialet och de mörka mineralen minskar. Bergarten består här av en granit.

5.3.2 Kartläggning av sprickor och sprickfyllnader

En överblick av borrhålen ges här nedan. I bilagorna 2, 6 och 10 ges detaljredovisningen.

Borrhål Fi 1

Av karteringen, bilaga 2, framgår att sprickfrekvensen de första 200 m är låg. Därunder börjar på olika nivåer, partier av sprickor eller krosszoner att uppträda. Mellan dessa partier kan berget ånyo vara sprickfattigt. Sprickorna är i stor utsträckning fyllda eller täckta med klorit, kalцит och kvarts.

På 213,5 - 216,5 meters nivå, finns en kraftig krosszon med klorit och kalцит som sprickfyllnadsmaterial.

Mellan 336,0 och 355,0 m uppträder relativt frekvent sprick- och krosszoner av 0,5 - 1,25 m tjocklek.

Sprickfyllnadsmaterialet är här klorit, kalцит, kvarts och fältspat.

En 1 m bred krosszon uppträder mellan 360,2 - 361,4 m. Sprickfyllnadsmaterialet är här mest klorit samt något kalцит.

Borrhål Fi 2

Genom borrhålets riktning och placering korsar borrhålet de nordvästliga sprickzonerna i området. Detta återspeglas i en förhöjd sprickfrekvens åtföljd av rödfärgning av fältspaten. Speciellt är detta påtagligt mellan 36 och 110 m. Mot djupet minskar mäktigheten av rödfärgningen men återfinns i anslutning till metabasit och kloritskölar.

En annan påtaglig bild är en allmän kalcitläkt brecciering av granodioriten och i anslutning till krosszoner och sprickzoner en mylonitisering av berget.

Partier med grå granodiorit uppvisar en hög kvalitet och låg sprickfrekvens.

En en meter mäktig kloritsköl påträffades vid 102,6 meter. Zonen innehåller förutom klorit även något smektit (svällande lermineral), se analysresultat bilaga 4.

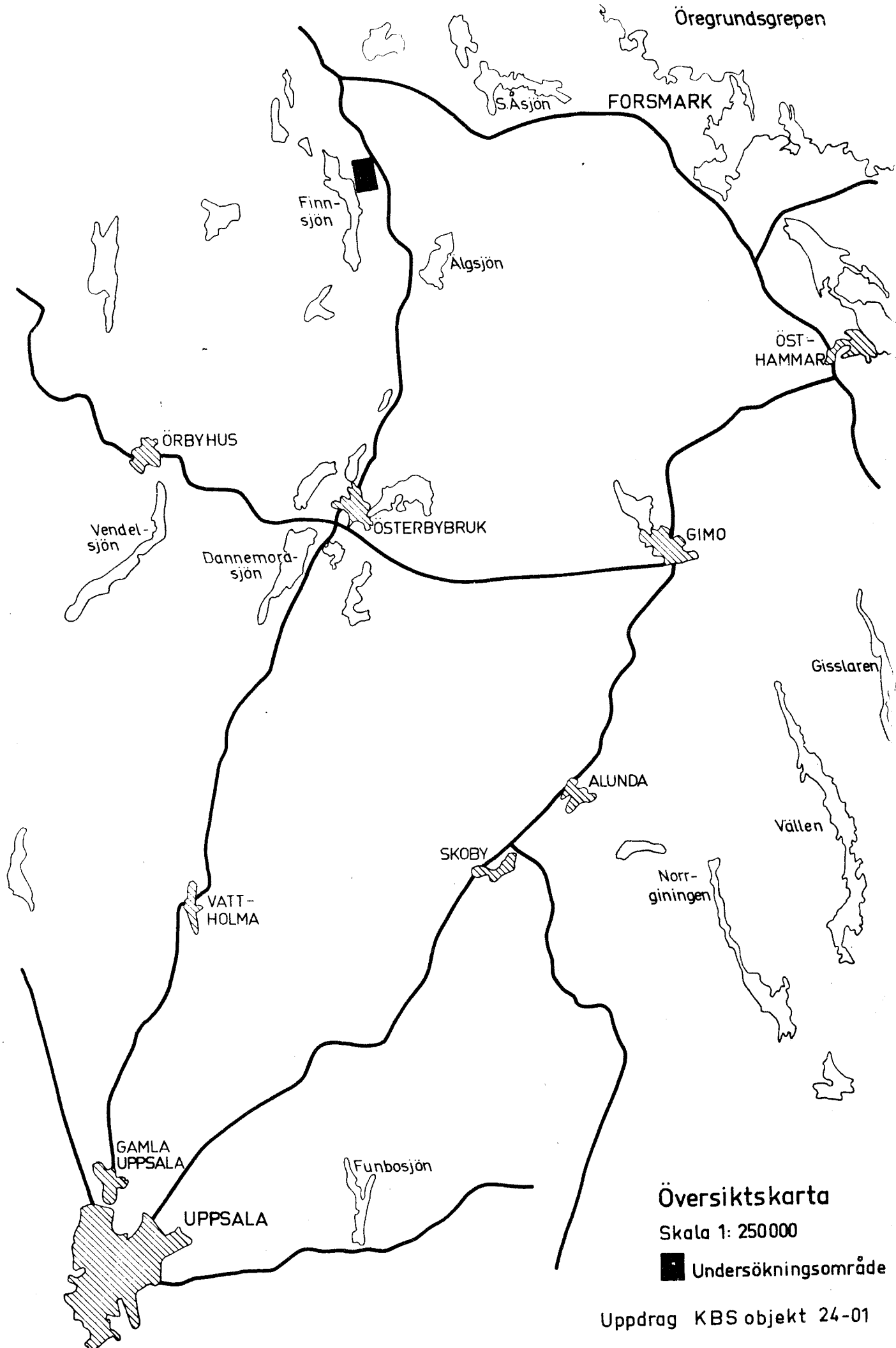
Vid 688 m påborrades i spetsig vinkel (ca 20°) en krosszon som mellan 688,4 och 688,9 m var fylld av en finkornig krossprodukt. Materialet från denna halvmeterbreda zon fyllde 4,5 m kärnrör. Denna anmärkningsvärda volymökning kan indikera närvaron av svällande lermineral, som i sitt ursprungliga läge har låg vattenhalt och därför börjar svälla när de genom borrhållningen får kontakt med spolvattnet och det grundvatten som samlas i borrhålet.

Borrhål Fi 3

Borrkärnan uppvisar en påtaglig likhet med Fi 2 om än något kraftigare uppsprickning och i samband därmed rödfärgning och mylonitisering. Inga skölzoner har påträffats. I anslutning till metabasiten är bergarten ofta kalcitbreccierad och rödfärgad. Förekommande sprickor är mineralfyllda, huvudsakligen av klorit, kalcit och kvarts.

5.4 Figurer och bilagor

Figur 1	Översiktskarta
Figur 2	Hällkarta med inlagda sprickor
Figur 3	Sprickstatistik
Figur 4	Berggrundskarta
Figur 5	Större spricklinjer
Bilaga 1	Bergartsfördelning Fi 1
Bilaga 2	Sprickmönster och sprickfyllnader Fi 1
Bilaga 3	RQD-beräkningar Fi 1
Bilaga 4	Analysprotokoll Fi 1
Bilaga 5	Bergartsfördelning Fi 2
Bilaga 6	Sprickmönster och sprickfyllnad Fi 2
Bilaga 7	RQD-beräkningar Fi 2
Bilaga 8	Analysprotokoll Fi 2 och granodiorit
Bilaga 9	Bergartsfördelning Fi 3
Bilaga 10	Sprickmönster och sprickfyllnad Fi 3
Bilaga 11	RQD-beräkningar Fi 3
Bilaga 12	Markgeofysik Önsbo och Finnsjön



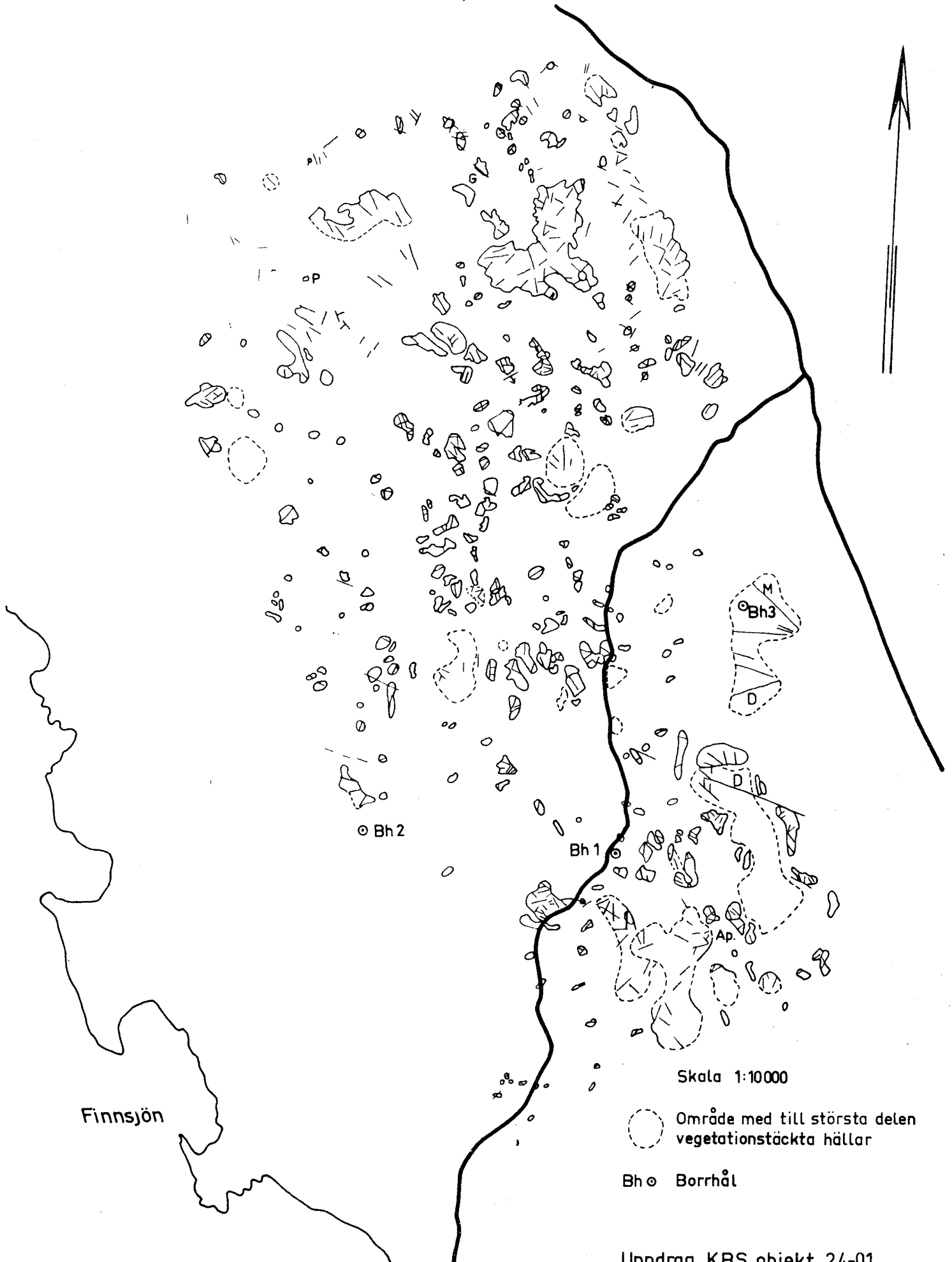
Översiktskarta

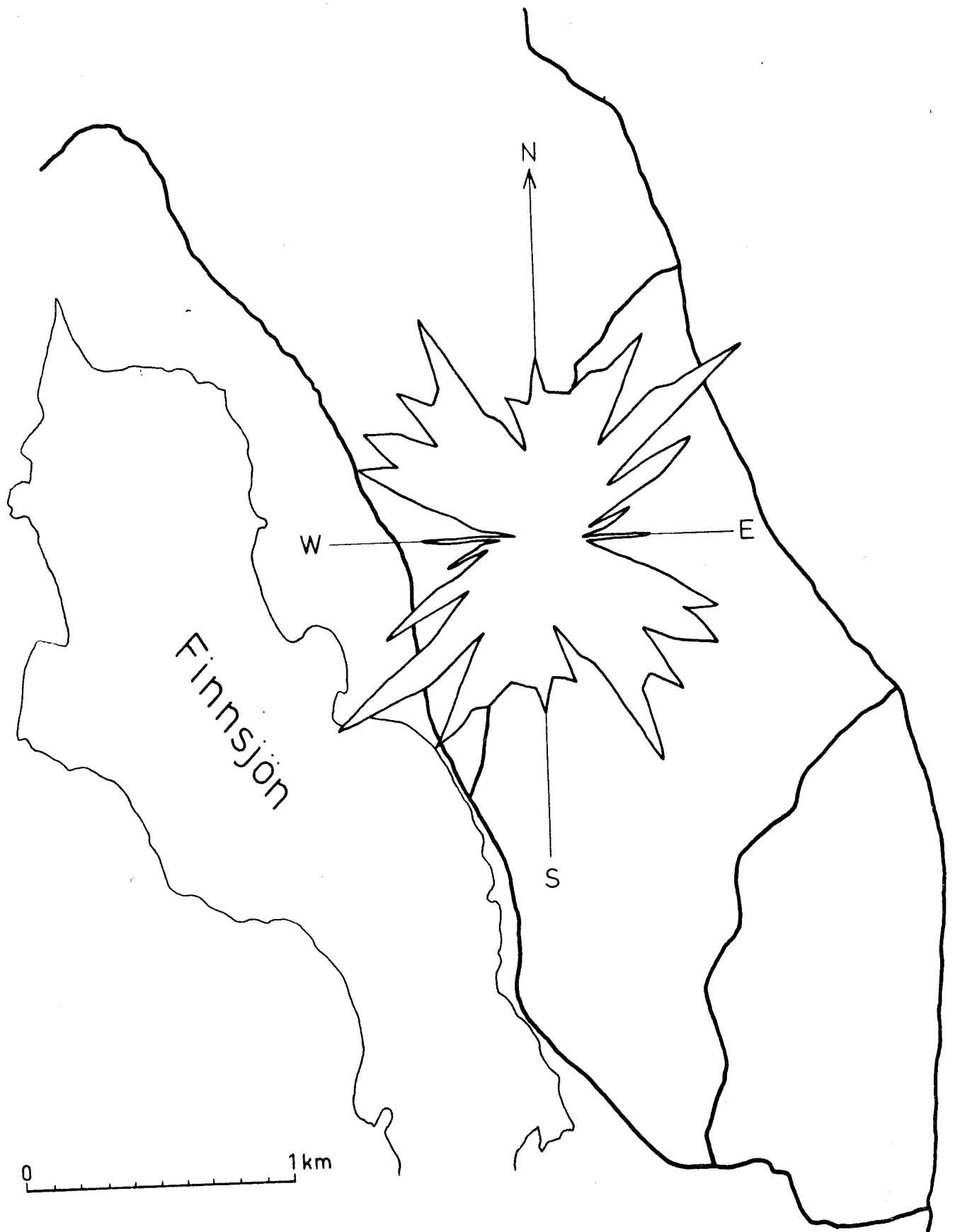
Skala 1: 250000

■ Undersökningsområde

Berggrundsundersökning FINNSJÖN
Hällkarta med inkarterade sprickor

Fig. 2





Sprickros, visande strykningen av 448 sprickor inom karterat område.
1 cm i sprickrosen motsvarar 1% av karterade sprickor.

Berggrundsundersökning FINNSJÖN-FORSMARK

Fig. 4

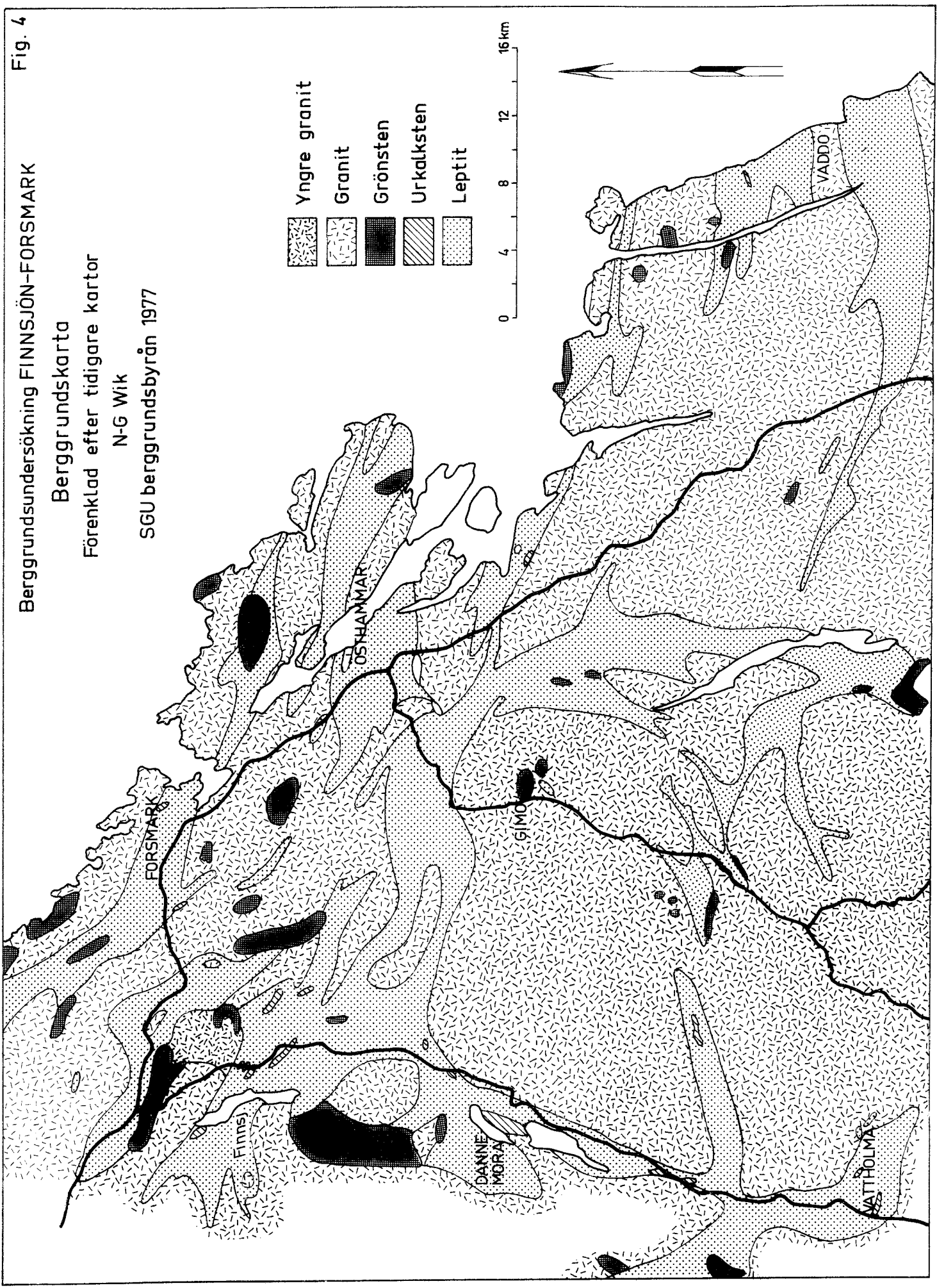
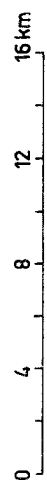
Berggrundskarta

Förenklad efter tidigare kartor

N-G Wik

SGU berggrundsbyrå 1977

- Yngre granit
- Granit
- Grönsten
- Ur-kalksten
- Leptit



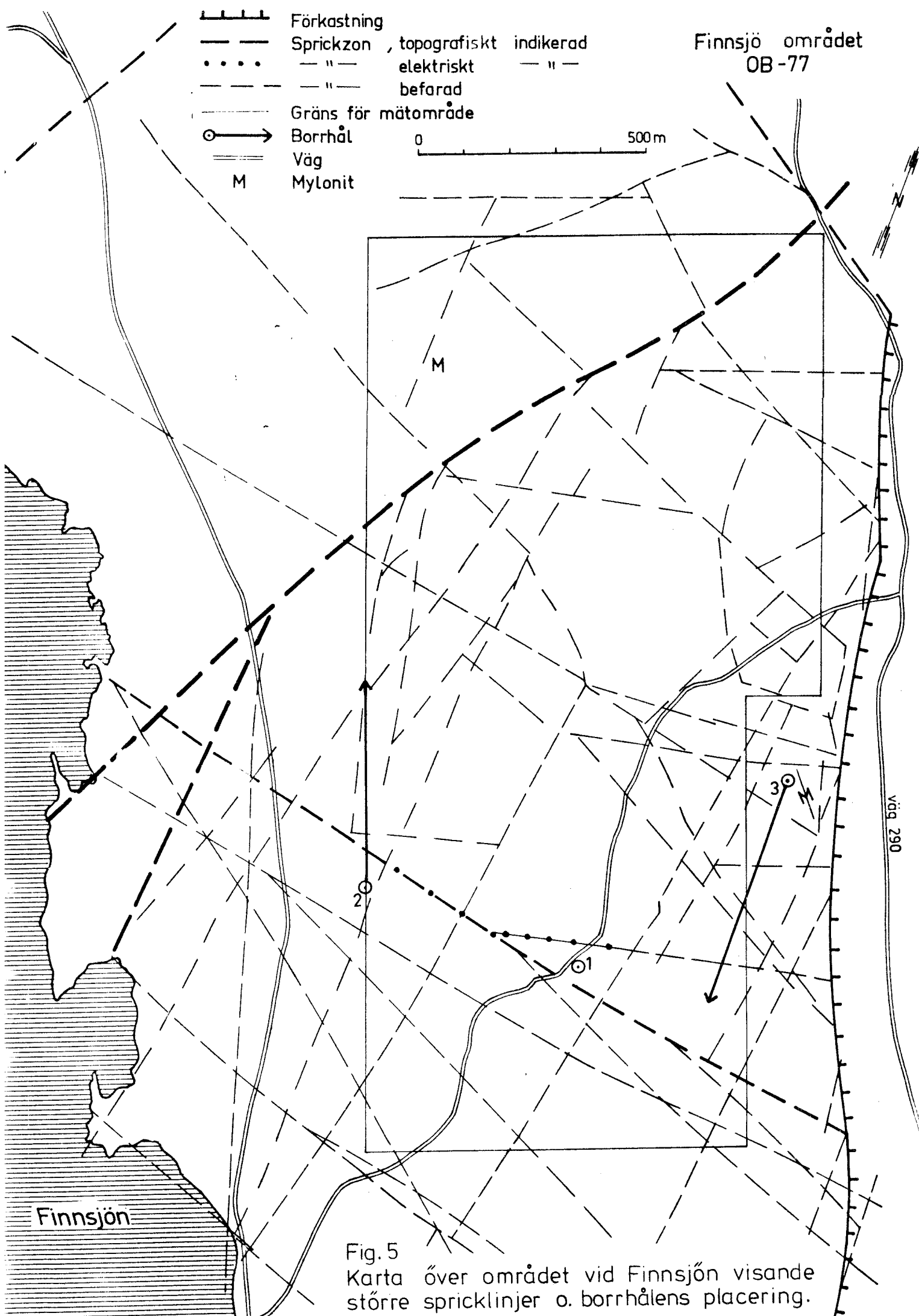


Fig. 5
Karta över området vid Finnsjön visande större spricklinjer o. borrhållens placering.

Berggrundsundersökning, Finnsjön. Bilaga 1

Plats: ... Finnsjön Bh.nr. [Fi]
Koordinater: 1585 S/ 540 W i system: ...
Lutning 90 ° mot
Anrn. Borrhålslängd 500,85 meter

0,00 - 151,90	Ljusgrå medelkornig granodiorit; kvarts, fältspat, biotit.
151,90 - 152,15	Pegmatit.
152,15 - 152,60	Ljusgrå medelkornig granodiorit.
152,60 - 154,05	Mörkgrå finkornig diabas.
154,05 - 195,50	Ljusgrå medelkornig granodiorit.
195,50 - 337,00	Grå - röd medelkornig granodiorit.
337,00 - 338,15	Grå finkornig diabas.
338,15 - 360,25	Grå - röd medelkornig granodiorit.
360,25 - 360,65	Grå finkornig diabas.
360,65 - 360,95	Pegmatit
360,95 - 372,60	Grå - röd medelkornig granodiorit.
372,60 - 431,90	Röd - grå medelkornig granodiorit med pegmatitinslag.
431,90 - 433,90	Grå finkornig diabas.
433,90 - 500,85	Grå - röd medelkornig granodiorit med pegmatitinslag.

Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

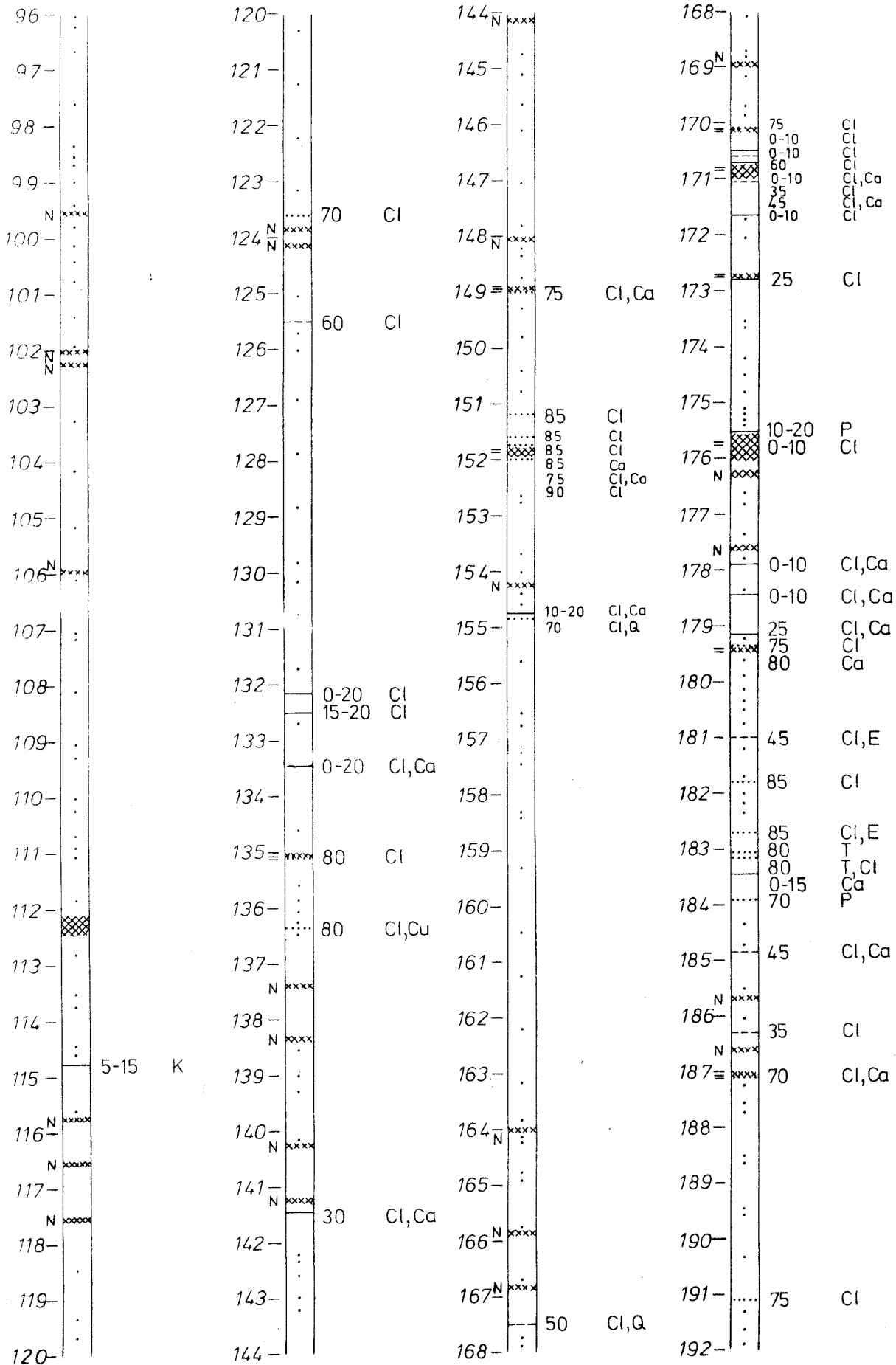


Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

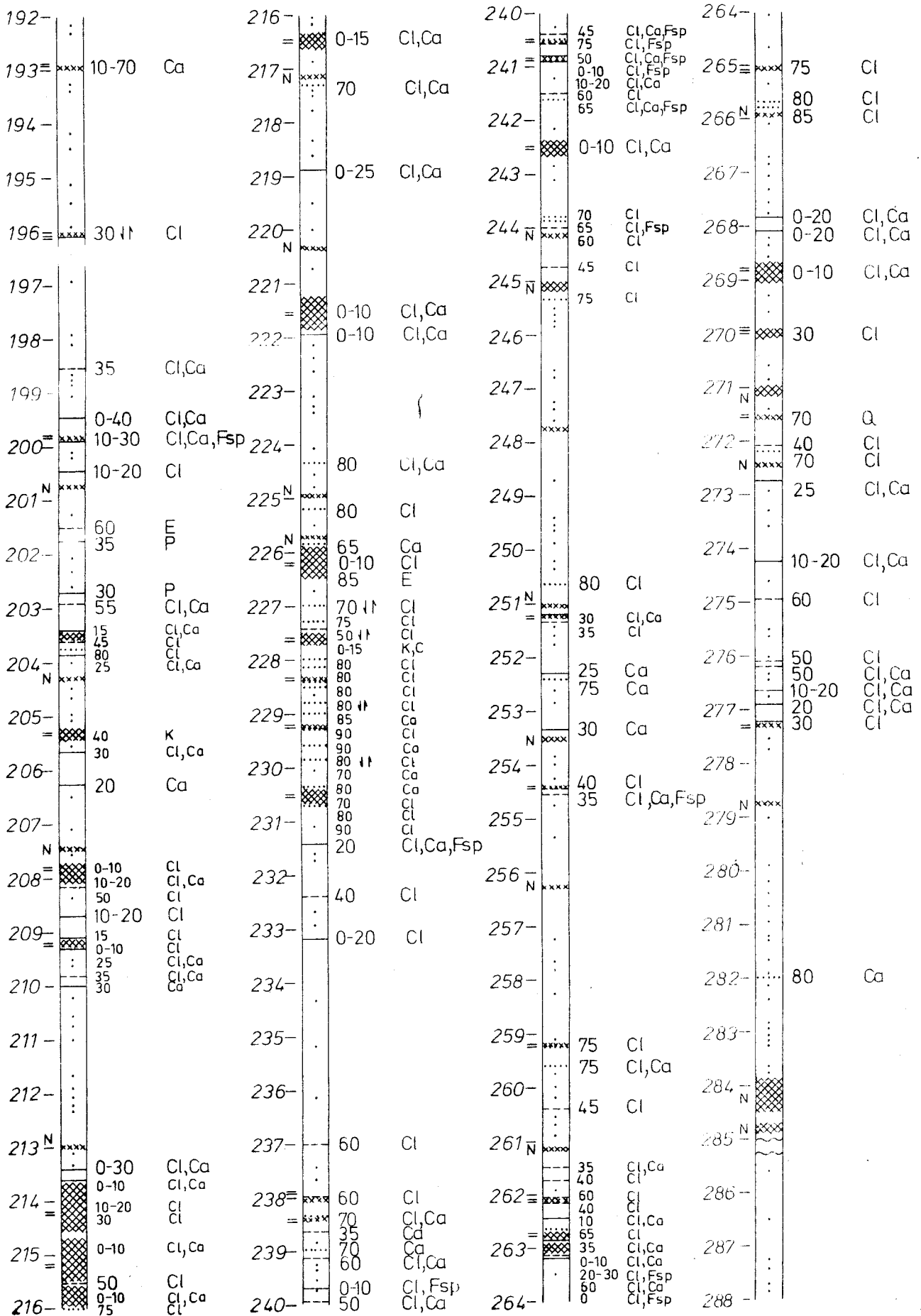


Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

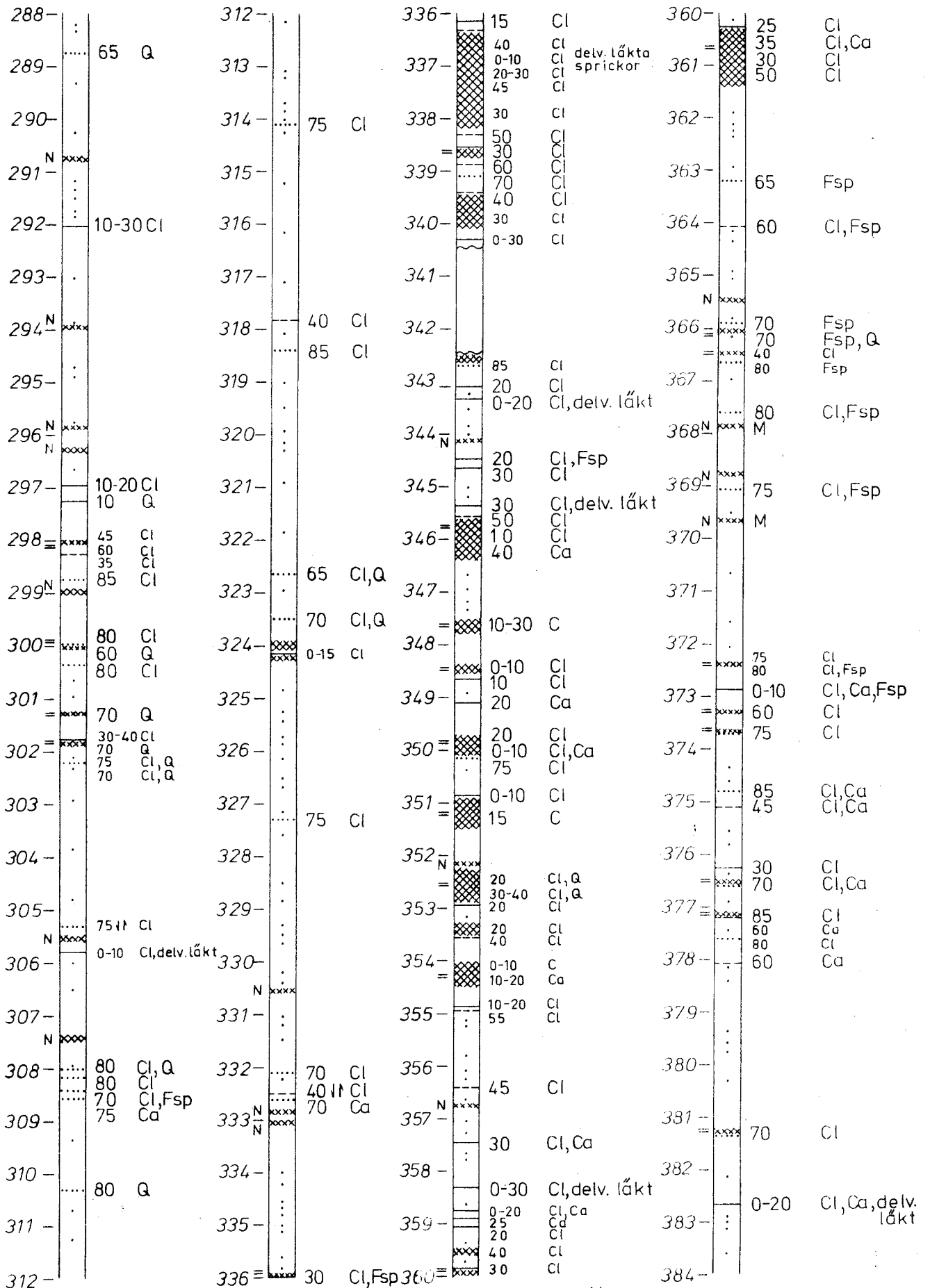


Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrå 1977



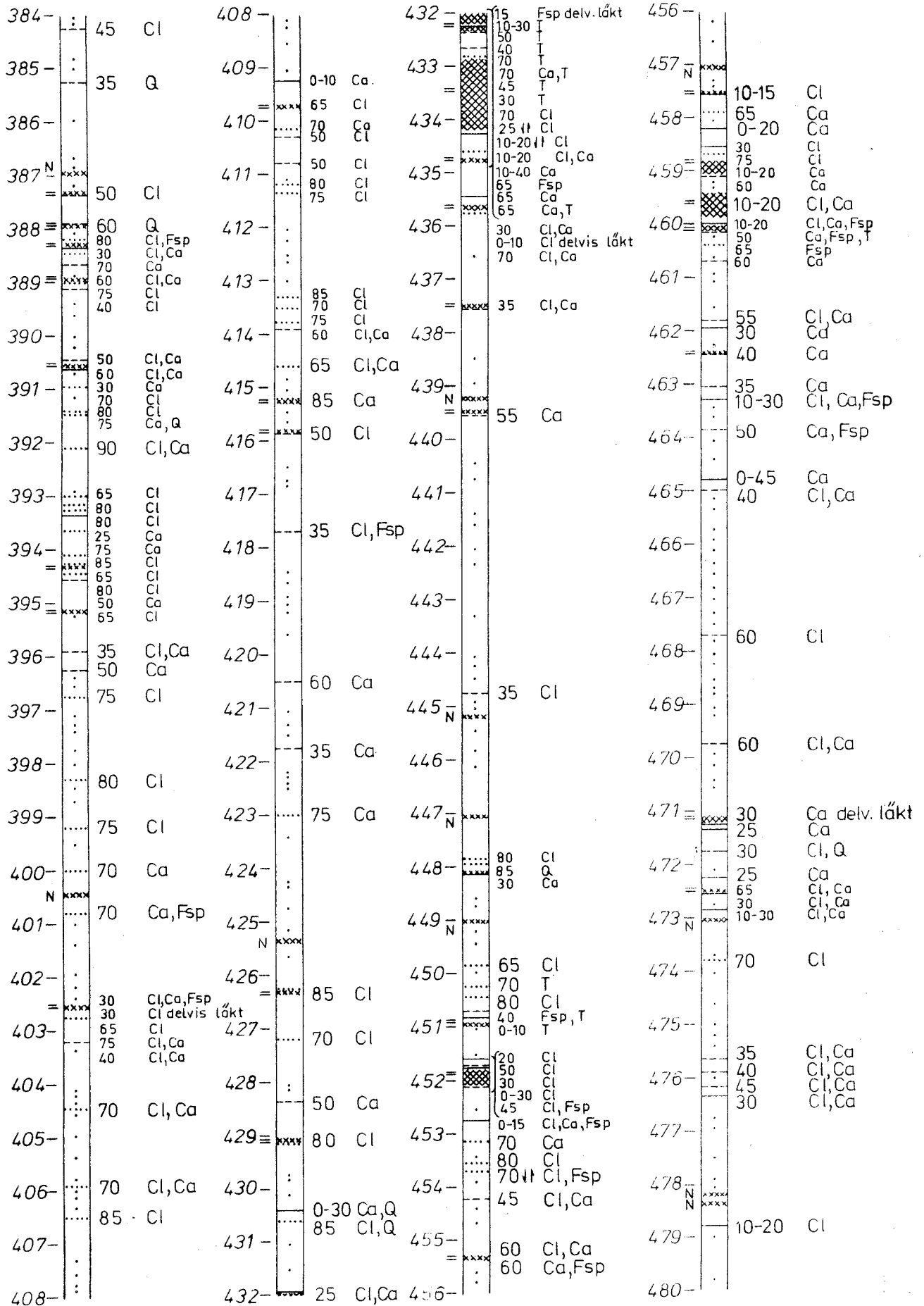
Bilaga 2

Borrkärtekartering FINNSJÖN

Fi 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

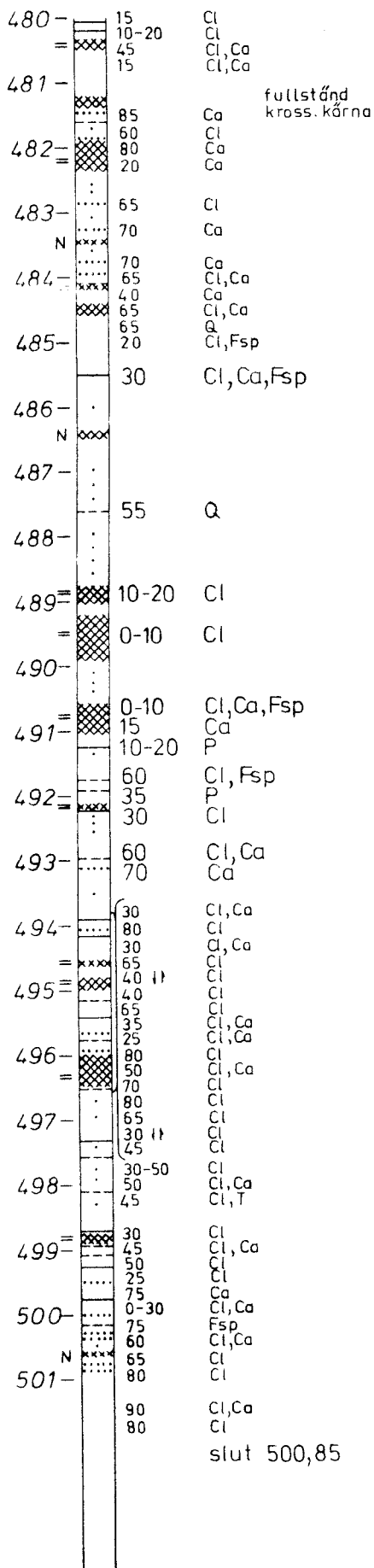


Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrå 1977



Berggrundsundersökning

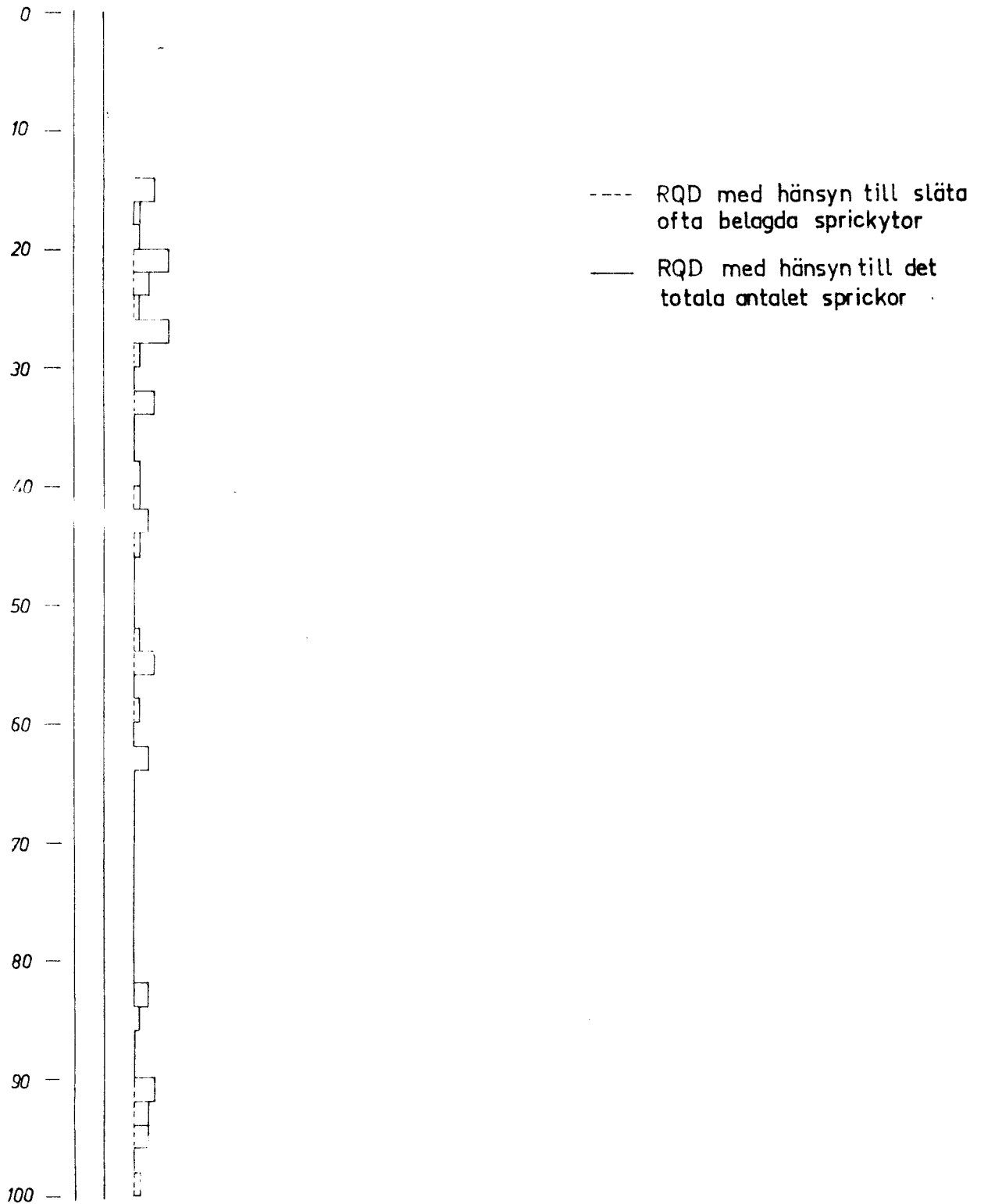
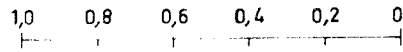
FINNSJÖN

RQD-diagram, Fi 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor

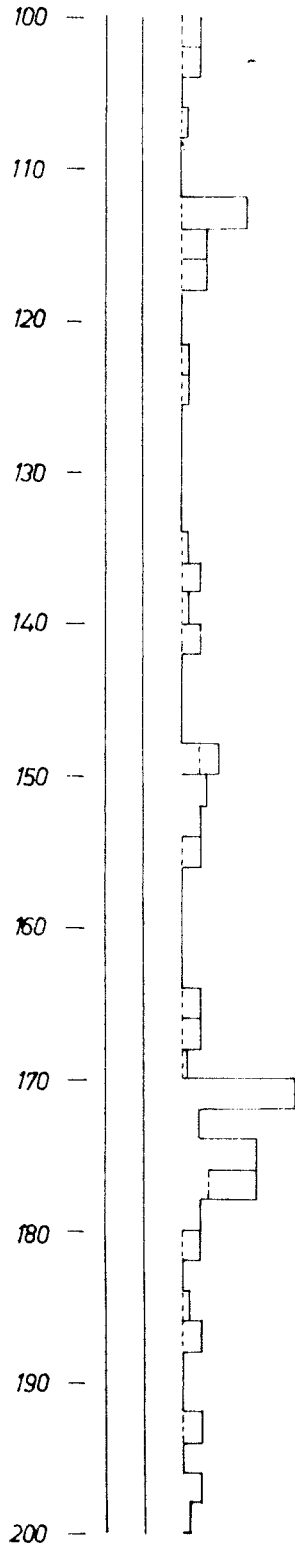
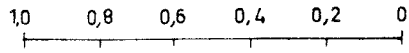


RQD-diagram, Fi 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor

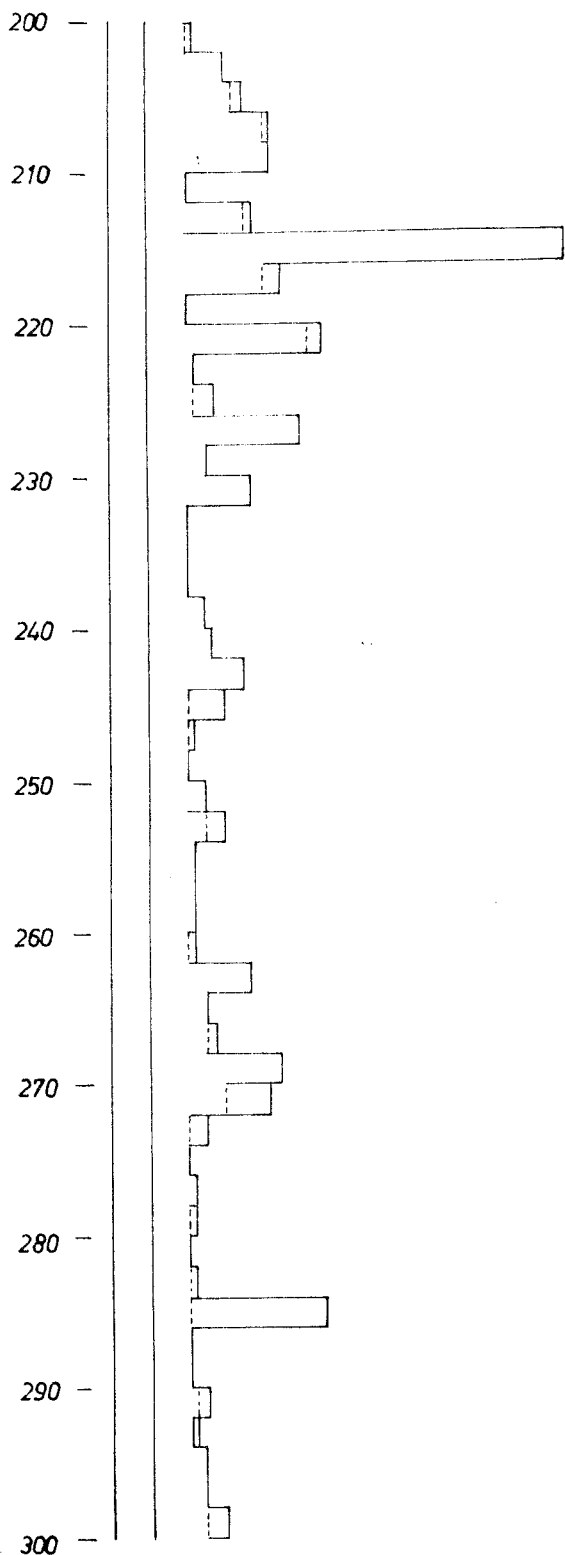
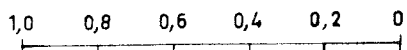


RQD-diagram, Fi 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

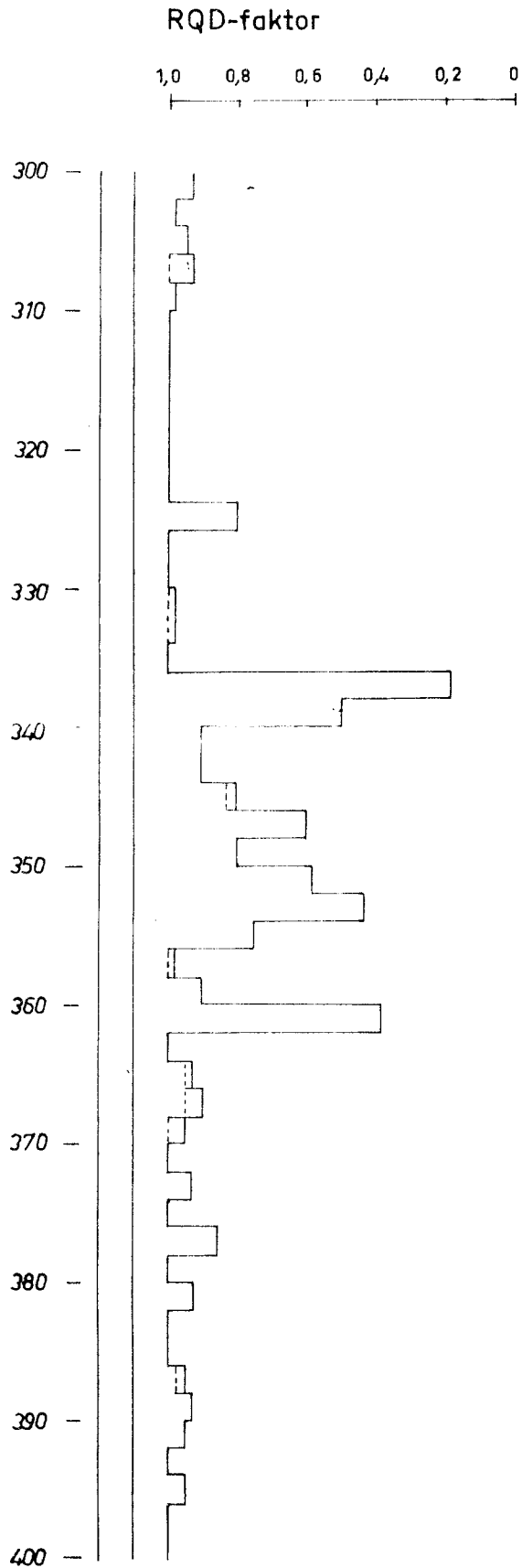
RQD-faktor



RQD-diagram, Fi 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

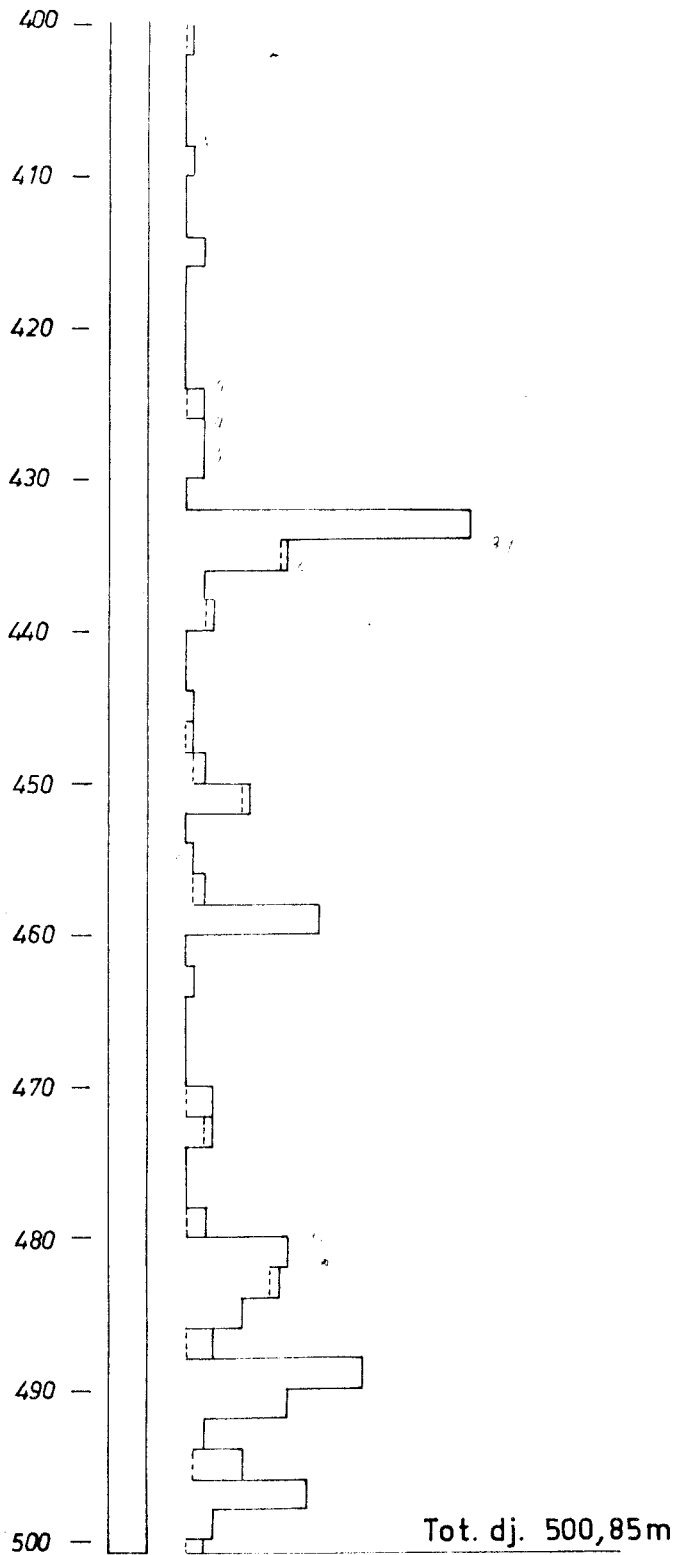
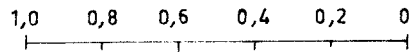


RQD - diagram, Fi 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD-faktor



Sveriges geologiska undersökning
Geokemiska byrån

	FIBH1, 23.20	FIBH1, 189.50	FIBH 228.50
SiO ₂ %	66.6	66.9	68.9
TiO ₂ %	0.59	0.54	0.51
Al ₂ O ₃ %	13.1	12.9	13.3
Fe ₂ O ₃ %	1.4	1.7	1.4
FeO %	3.9	3.7	3.4
MnO %	0.13	0.11	0.15
CaO %	4.9	4.8	2.1
MgO %	2.2	2.0	2.4
Na ₂ O %	2.7	2.6	3.1
K ₂ O %	3.4	3.6	3.7
BaO %	0.14	0.14	0.13
S %	0.02	0.03	0.02
U ppm	50	50	50
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Summa %	99.08	99.02	99.09

Huvudelementkoncentrationerna omräknade till 99 %.

Berggrundsundersökning, Finnsjön. Bilaga 5

Plats: Finnsjön Bh.nr Fi 2

Koordinater: 1480 S 1000 W i system:

Lutning 50 ° mot N

Anm. Borrhålets längd 698,70 ger vertikalt djup ca 535 m.

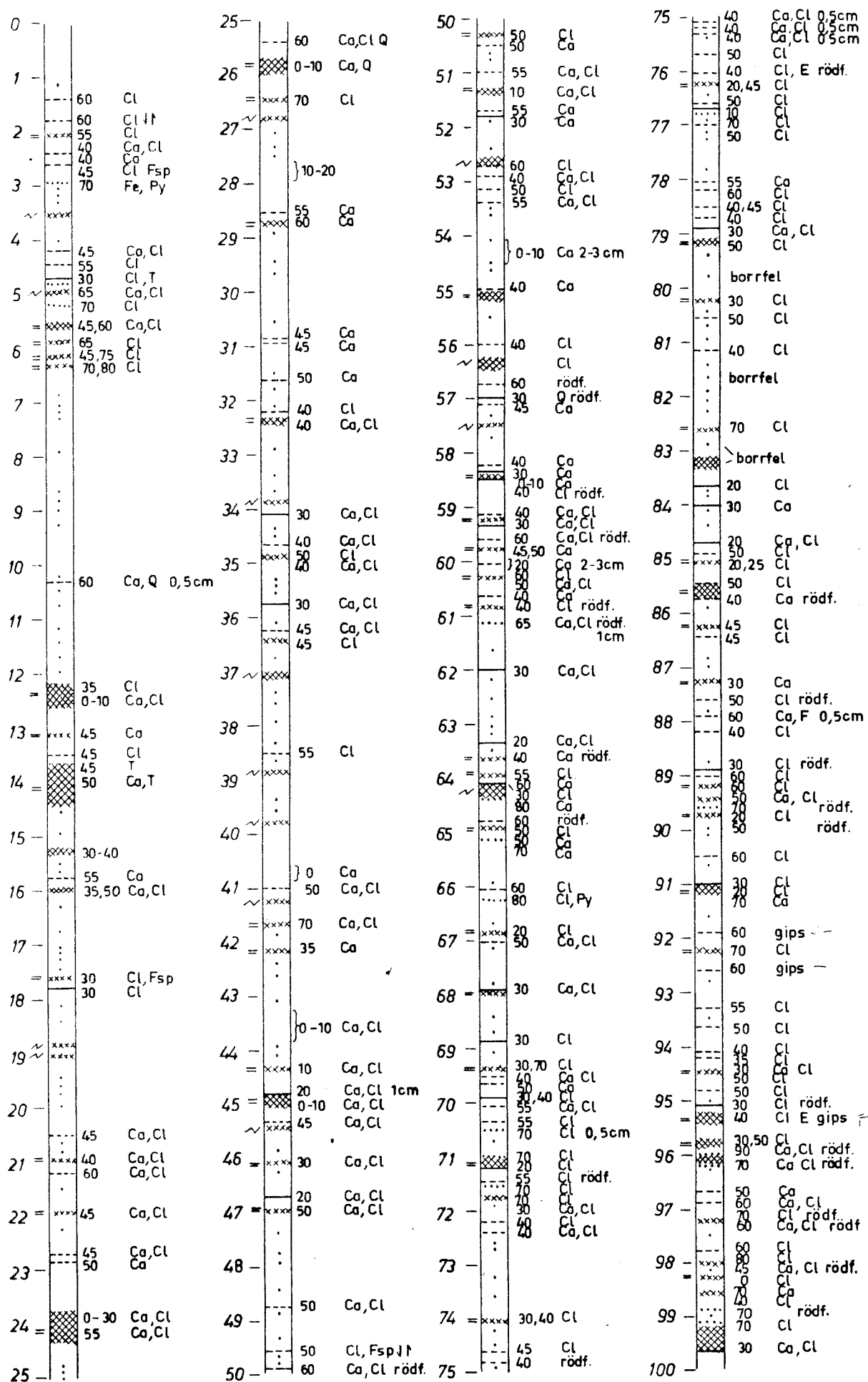
0,00 - 47,00	Grå, medelkornig granodiorit, större ansamlingar av hornblände och biotit. Granodioriten är pressad. Förskiffringen ca 30 ⁰ vinkel mot borraaxeln.
47,00 - 78,20	Rödfärgad, medelkornig granodiorit, i övrigt se ovan.
78,20 - 84,00	Grå, medelkornig granodiorit. Kontakten till röd granodiorit är ej skarp. I övrigt se ovan.
84,00 - 110,00	Rödfärgad, medelkornig granodiorit, strukturellt som ovan.
110,00 - 122,20	Grå, medelkornig granodiorit, förskiffringen 30 ⁰ mot borraaxeln.
122,20 - 395,00	Grå - mörkgrå, medelkornig granodiorit, ställvis starkt förskiffrad.
395,00 - 445,40	Grå - röd, medelkornig granodiorit. Berget något rödfärgat.
445,40 - 445,95	Metabasit.
258,45 - 259,10	Metabasit.
445,95 - 461,85	Grå - röd, medelkornig granodiorit.
461,85 - 464,45	Metabasit. Kontakten med dioriten 50 ⁰ mot basaxeln.
464,45 - 505,40	Grå - röd, medelkornig granodiorit.
505,40 - 506,40	Metabasit, kloritiserat.
506,40 - 536,30	Grå - röd granodiorit.
536,30 - 539,00	Rödfärgad, medelkornig granodiorit.
539,00 - 565,00	Grå, medelkornig granodiorit.
565,00 - 568,00	Rödfärgad, delvis vittrad, medelkornig granodiorit.
568,00 - 588,50	Grå, medelkornig granodiorit.
588,50 - 590,10	Rödfärgad, medelkornig granodiorit, ställvis vittrad.
590,10 - 590,60	Metabasit, kloritiserat.
590,60 - 698,70	Grå, delvis rödfärgad och vittrad granodiorit

Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrå 1978

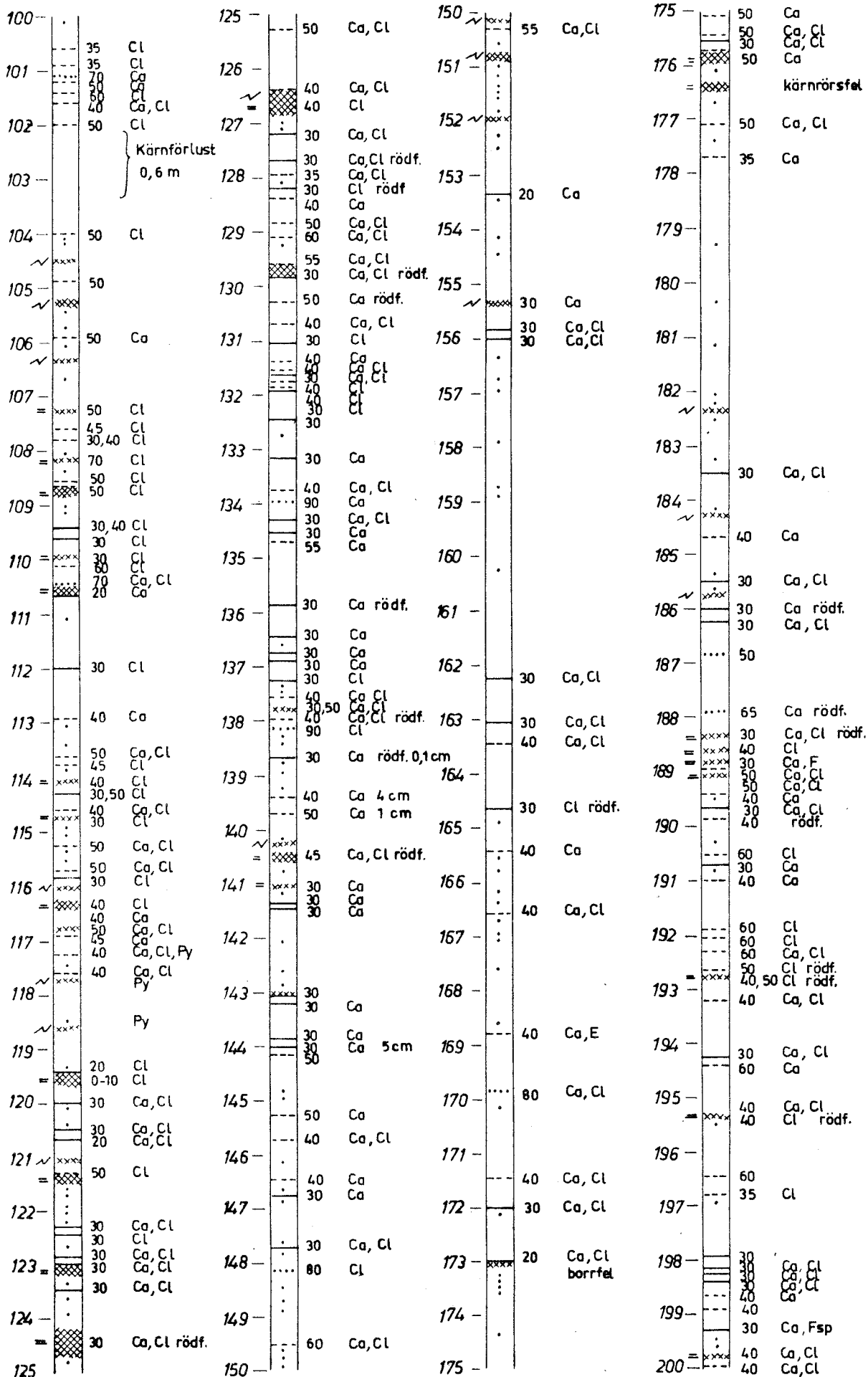


Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

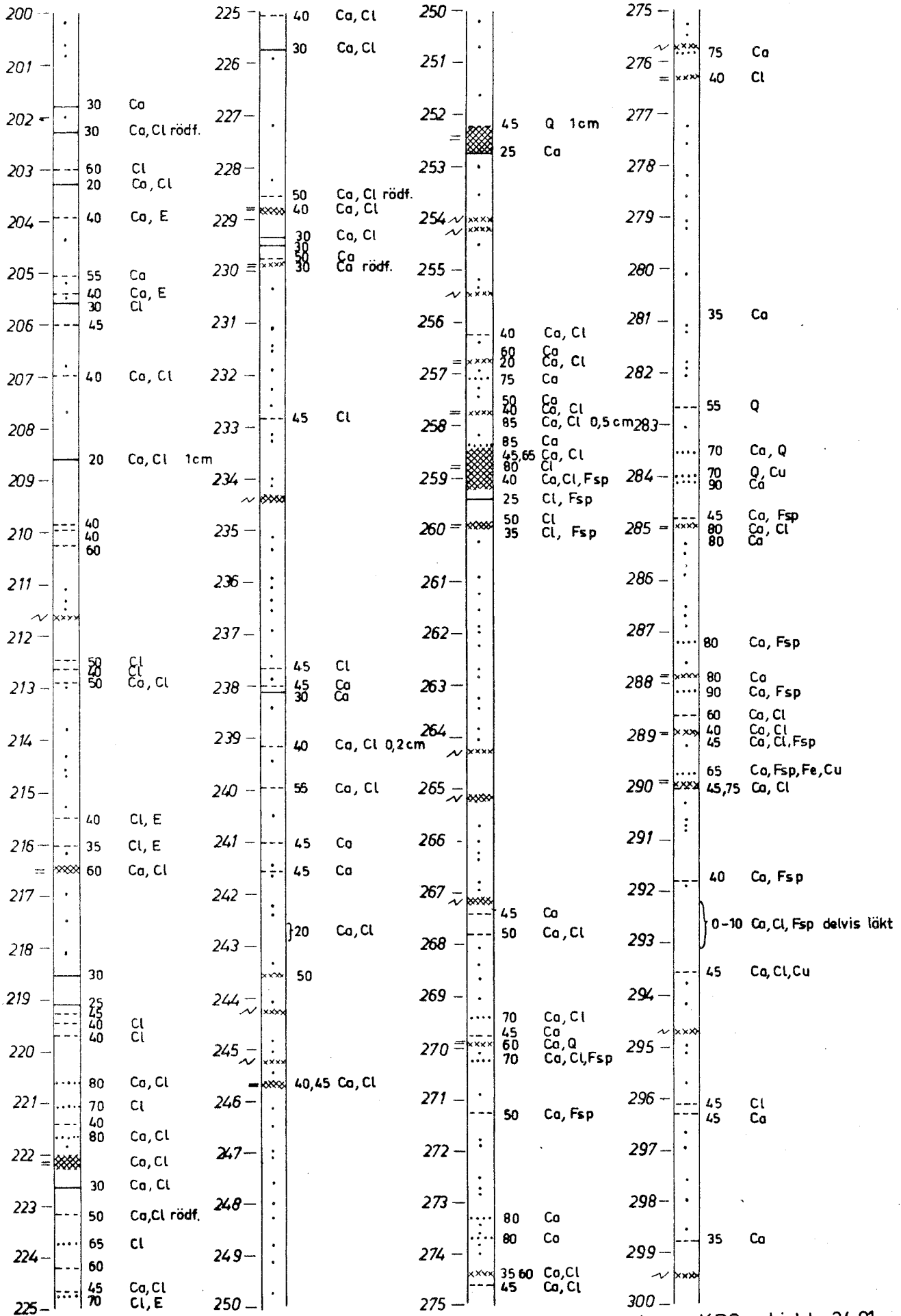


Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978



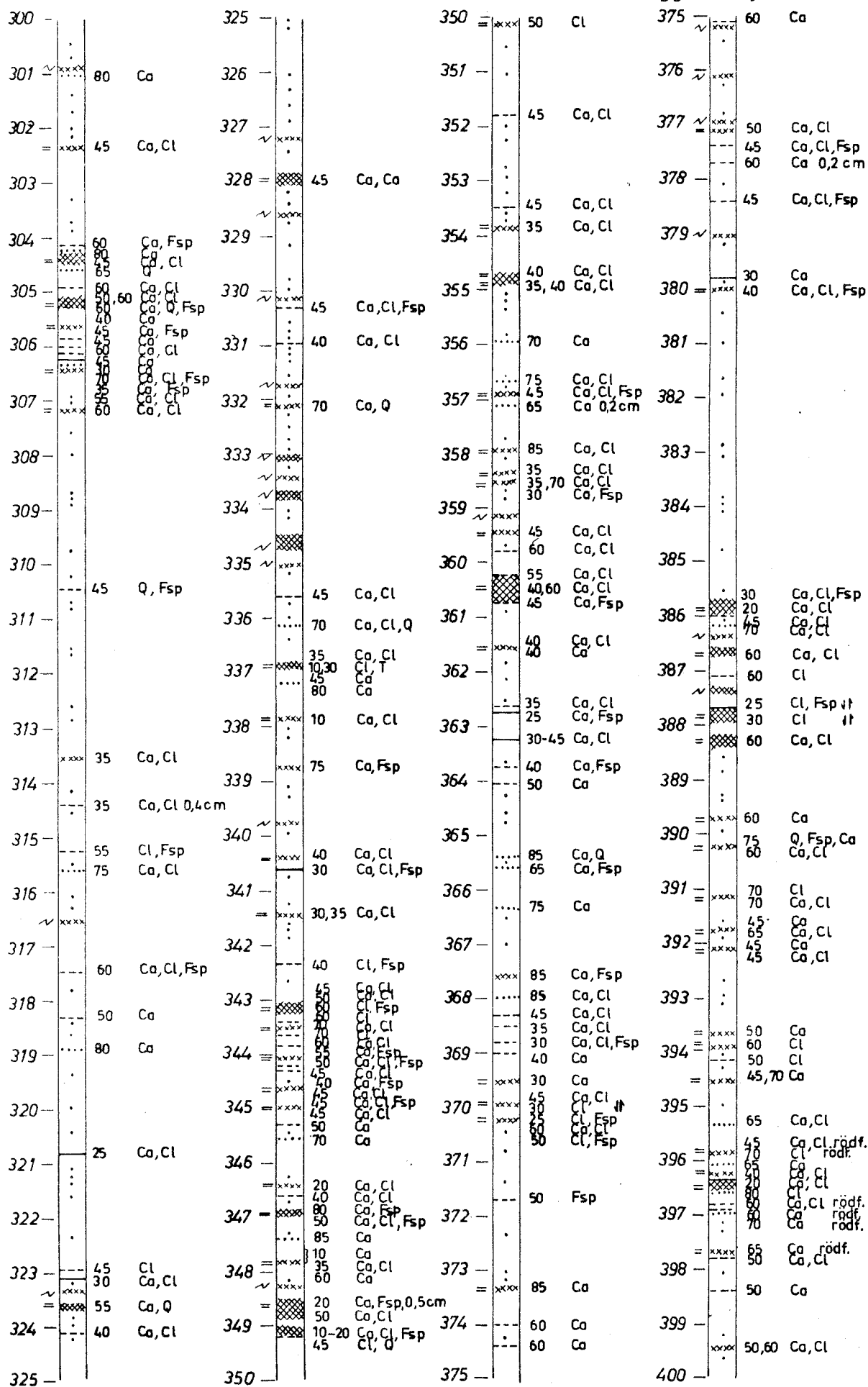
Bilaga 6

Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978



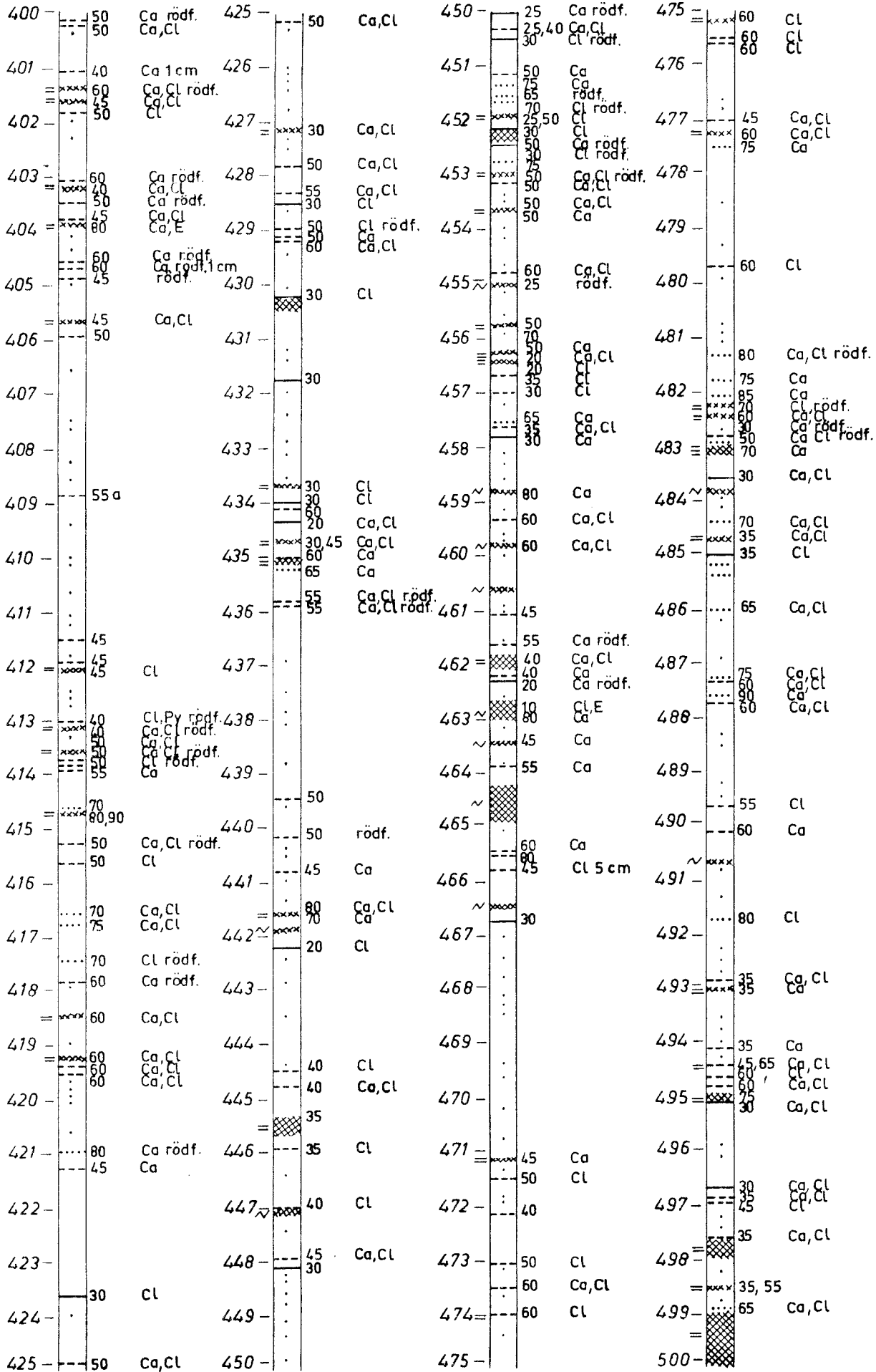
Bilaga 6

Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 2

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

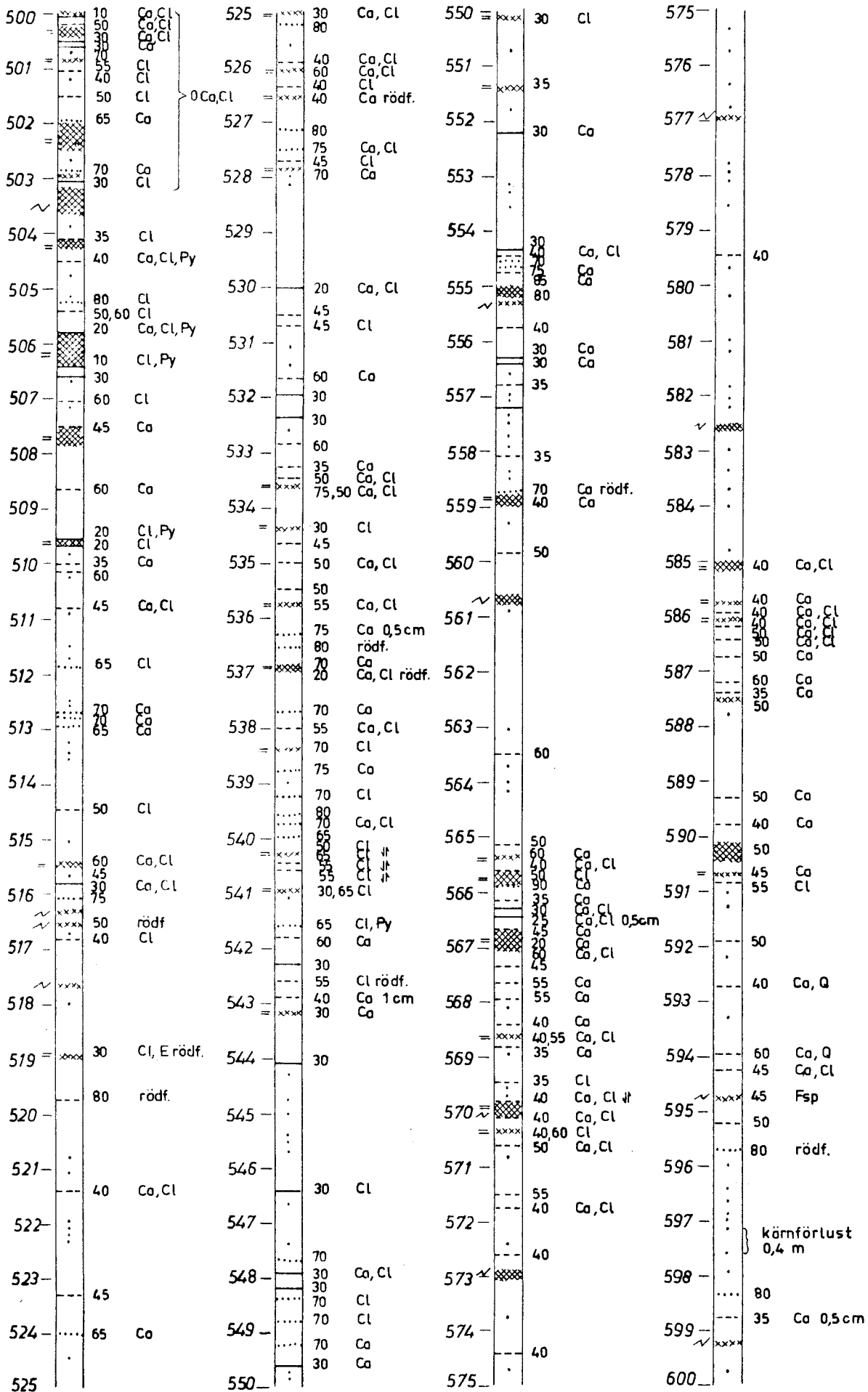


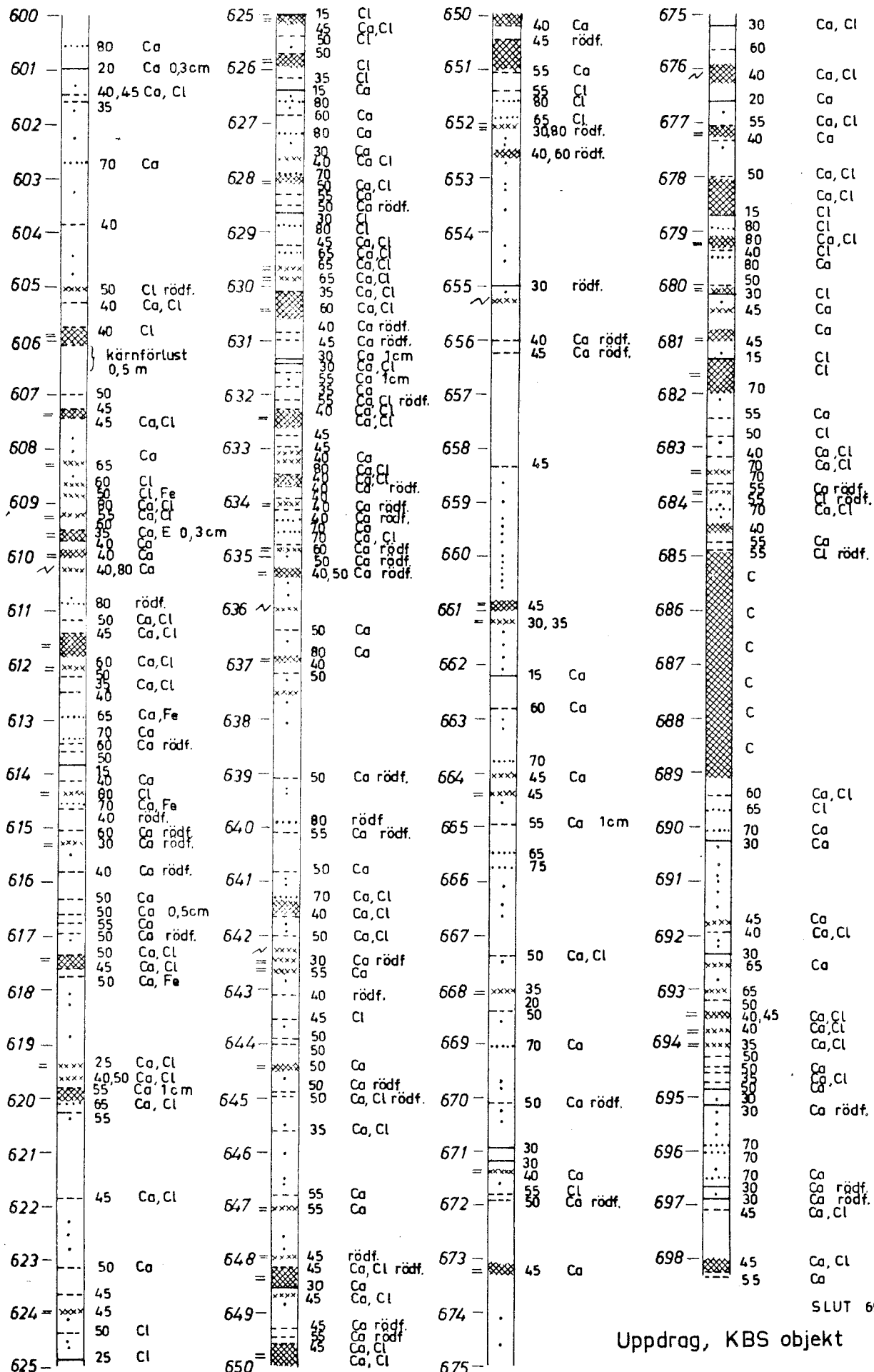
Borrkärnekartering FINNSJÖN

Fi 2

Djupet i meter

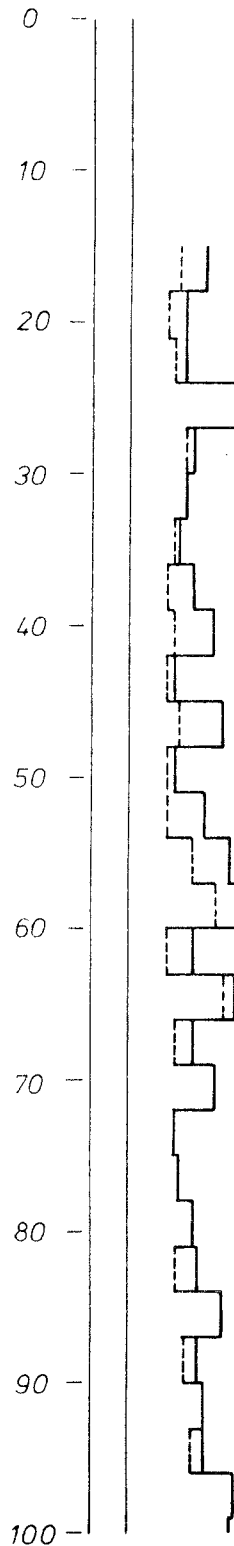
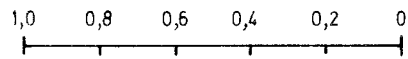
SGU berggrundsbyrån 1978





Berggrundsundersökning FINNSJÖN
RQD-diagram Fi 2
Skala 1:500
SGU berggrundsbyrån 1978

RQD - faktor



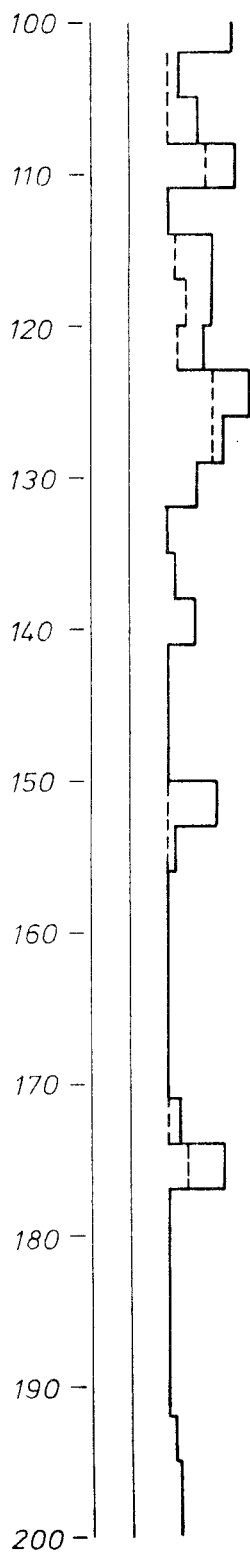
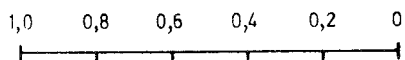
Berggrundsundersökning FINNSJÖN

RQD-diagram Fi 2

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1978

RQD - faktor



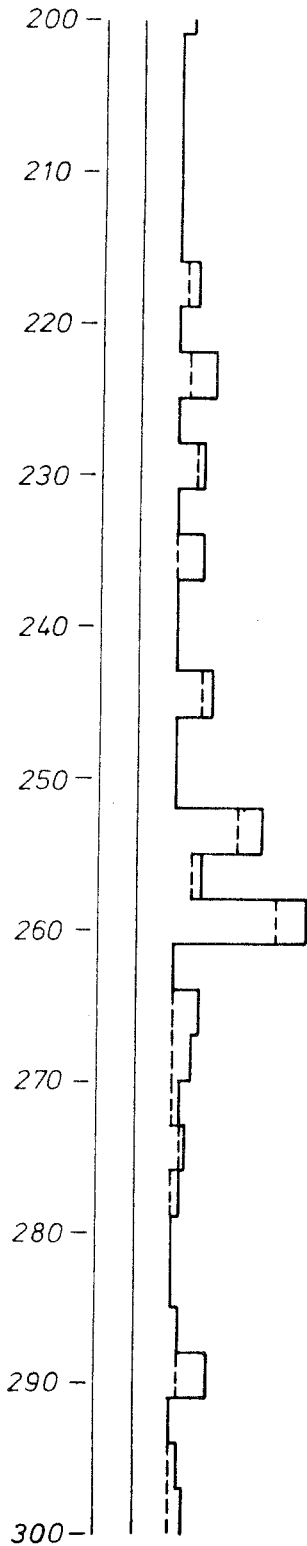
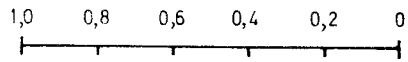
Berggrundsundersökning FINNSJÖN

RQD-diagram Fi 2

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1978

RQD-faktor



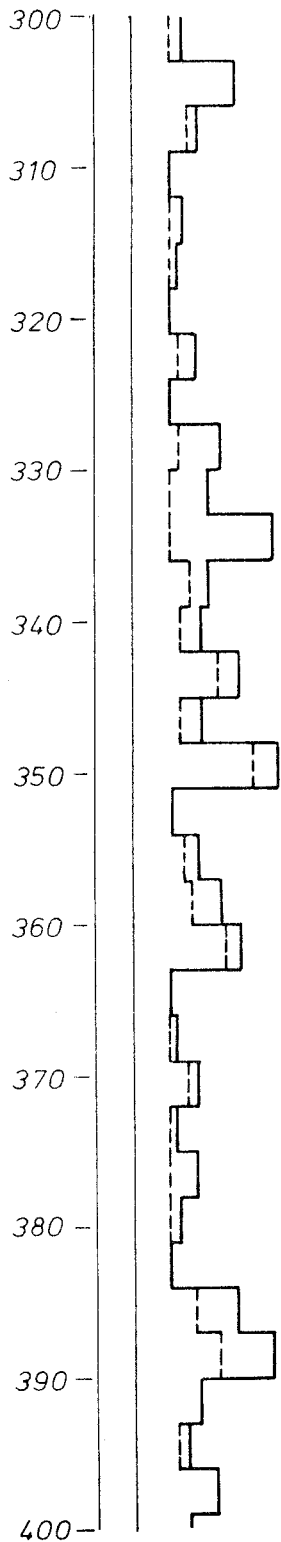
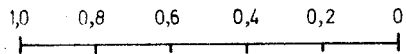
Berggrundsundersökning FINNSJÖN

RQD-diagram Fi 2

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1978

RQD-faktor



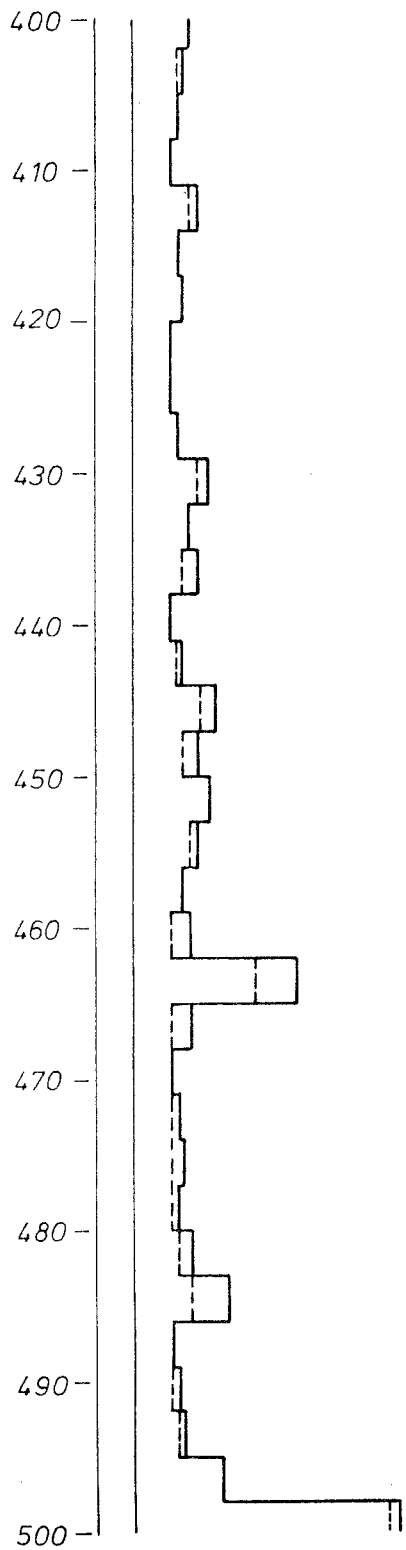
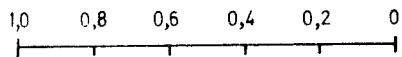
Berggrundsundersökning FINNSJÖN

RQD-diagram Fi 2

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1978

RQD - faktor



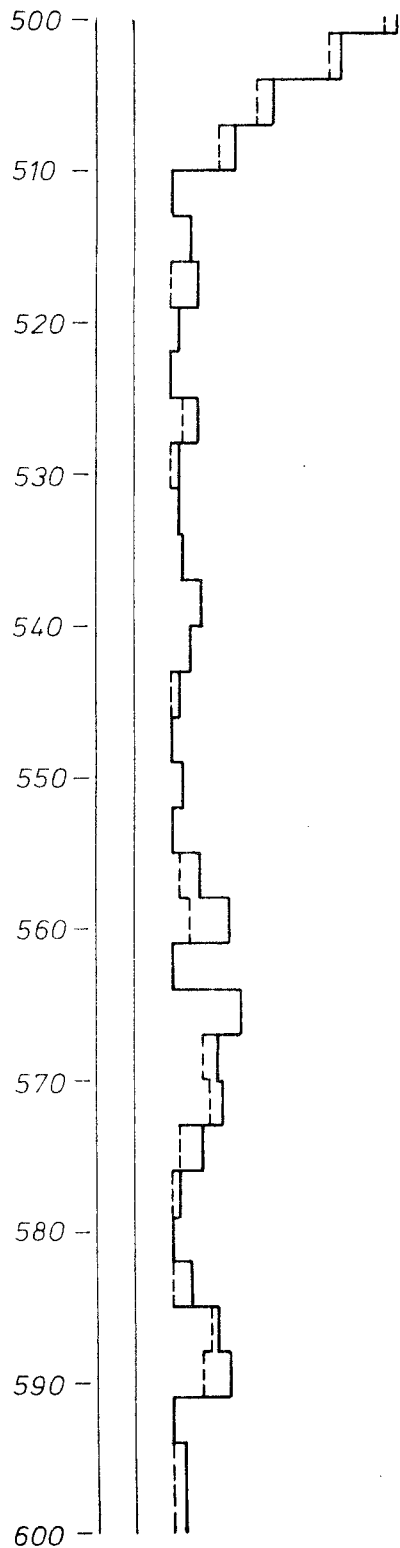
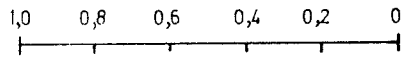
Berggrundsundersökning FINNSJÖN

RQD-diagram Fi 2

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1978

RQD-faktor



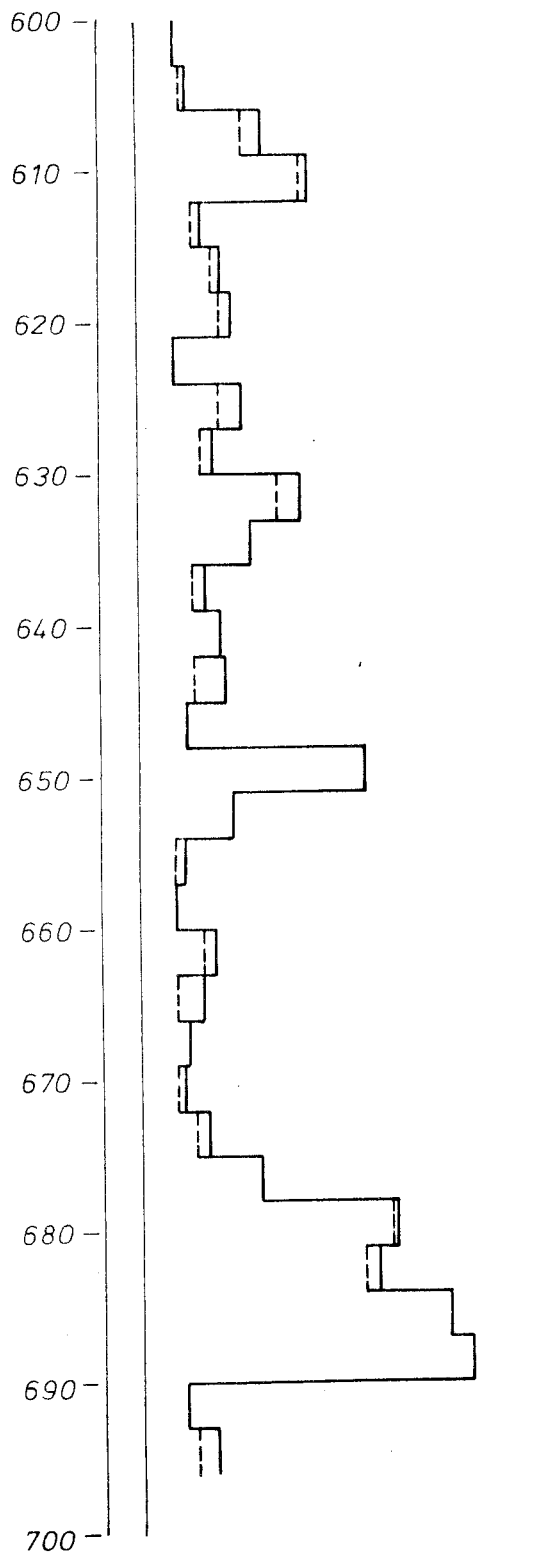
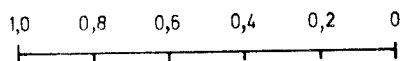
Berggrundsundersökning FINNSJÖN

RQD-diagram Fi 2

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1978

RQD - faktor



Laboratoriearbete för PRAV, KBS

Beställare docent Otto Brotzen

- I Provberedning av 3 st prover (tabell 1)
- II Fasanalys med röntgendiffraction (XRD) (tabell 1)
- III Eh och pH mätningar, preliminära försök (tabell 2)

I Provberedning

1. Granodiorit, Finnsjö, analysnr. 011-(789-791)

Utgångsmaterialet bestod dels av en grövre fraktion, från krossning i tugg, dels en finare som malts i skivsvängkvarn, dels analysmaterialet. De båda första fraktionerna delades var för sig och ena hälften från de tre proven sammanslogs till ett grövre, respektive ett finare prov. Det grövre provet krossades genom försiktig malning i skivsvängkvarn upprepade gånger med mellanliggande siktning genom en 100 μ m sikt tills allt material passerat sikten. Det siktade materialet våtsiktades sedan över siktduk 63 μ m. Finmaterialet (<63 μ m) uppsamlades i bägare, tillsammans ca 6 liter suspension, som senare användes för Eh och pH mätningarna.

Fraktionen 63-100 μ m torkades och torrsiktades sedan över 63 μ m sikten för kontroll. Det som passerade har klassats som \leq 63 μ m.

Den finare fraktionen av utgångsmaterialet våtsiktades över 63 μ m sikten. Fraktionen större än 63 μ m siktades sedan över 100 μ m sikten. Fraktionen större än 100 μ m revs i mortel och siktades. Fraktionen 63-100 μ m kontrollerades och sammanslogs sedan med motsvarande fraktion från det grövre utgångsmaterialet. Detta prov har sänts till dr B. Allard, CTH.

2. Kloritprovet Fi 2

Detta prov krossades i laboratorietugg och delades. Den ena hälften (ca500g) behandlades som granodioriten med omväxlande malning och torrsiktning över 100 μ m sikten. Materialet som passerat sikten våtsiktades sedan över 63 μ m sikten.

Fraktionen mindre än 63 μ m uppsamlades i bägare, ca 4 liter suspension, som senare användes för Eh och pH mätningarna.

Fraktionen 63-100 μ m torkades och kontrollsiktades vid 63 μ m. Materialet som gick igenom sikten utgör provet \approx 63 μ m.

Fraktionen 63-100 μ m har sänts till dr B. Allard, CTH.

3. Slammprovet, Fi 2, 668.4 m

Slammprovet var vått vid inlämnandet och torkades ej före behandling, utan rördes direkt upp med dest vatten och siktades över 63 μ m sikten. Materialet som ej passerade torkades och siktades över 100 μ m sikten och sedan för kontroll över 63 μ m sikten. Materialet större än 100 μ m (lite material) revs för hand i agatmortel och siktades. 63-100 μ m slogs ihop med det tidigare erhållna. Detta material har sänts till dr B. Allard.

Fraktionen mindre än 63 μ m; första siktningen uppsamlades i bägare i ca 4 liter vatten. Suspensionen flockulerade. Vätskan över bottensatsen användes för Eh och pH mätningarna.

Fasanalys med röntgendiffraction

Granodioriten: Röntgendiffraction av analysmaterial 011-791 visar följande kristallina faser, nämligen kvarts, plagioklas, kalifältspat, amfibol och biotit. Försök att närmare bestämma amfibolen har ej gjorts. Klorit har inte påvisats i detta prov.

Materialet från suspensionen av de tre sammanslagna proven 011-(789-791) som fastnat på filtret vid filtreringen för Eh-mätningen röntgades. Vid denna typ av preparat orienteras skiktmineralen parallellt med basytan och 00L-reflexerna förstärks i förhållande till övriga. I denna fraktion finns klorit, biotit och plagioklas samt i lägre halter kalifältspat, kvarts och amfibol.

Kloriten: Fraktionen som ligger närmast under 63 μ m och erhållits vid kontrollsiktningen av 63-100 μ m fraktionen röntgades packat, dvs. med reducerad texturorientering. Amfibol gav de starkaste reflexerna. I provet fanns vidare klorit, plagioklas och kalifältspat. Orienterat preparat av materialet i suspension visade klorit, någon smektit och eventuellt blandskiktmineral. Något amfibol finns även. Smektiten innebär att provet kan vara svällande.

Slammprovet Detta prov håller klorit, fältspater, kvarts och amfibol samt ett svällande mineral med mycket stort skiktavstånd, 37Å i luft som sväller till ca 50Å i etylenglykolånga. Det rör sig troligen om klorit blandskiktad med smektit.

Mätning av Eh och pH (preliminära försök)

Vid försöken användes ett mätinstrument av typ Orion 701, för Eh-mätning med en red-ox kombinationselektrod, modell 96-98. Som referenselektrod-lösning användes 900001, som ger ett Eh värde av +0.245 i förhållande till vätgaselektroden (NHE). Elektroden kontrollerades mot beredda referenslösningar.

För pH-mätningarna användes också en kombinationselektrod, en glaselektrod (91-02) med referenslösning 900004.

Suspensionerna av granodiorit- och klorit proven (prov 1 resp 2) var grumliga, medan slamprovet (prov 3) hade klar lösning ovanför bottensatsen.

7/9 uttogs prov som filtrerades före mätning.

8/9 uttogs prov på nytt och filtrerades ej före mätning; av 1 och 2 relativt ytligt för att ej få alltför grumliga prov.

Prov 3 avgav bubblor från botten när bägaren vidrördes.

Prov uttogs från 3 nivåer av denna lösning. När luft genomblåstes ökade Eh snabbt.

Den första mätningen 7/9 hade positiva värden (i förhållande till den använda referenselektroden) genom att proven blivit genomluftade vid filtreringen.

9/9 500 ml uttogs av de tre suspensionerna och centrifugerades 7.500 varv/min under 25 min vid 20 °C. Proven kyldes dock ned till under 20 °C, då de efter centrifugeringen lämnades i centrifugen. Proven mättes om efter att ha stått tillslutna ca 2 timmar i rumstemperatur (22 °C).

12/9 Mätningar gjordes på nytt på samma lösningar som stått tillslutna från fredag till måndag, (18 °C.)

Resultaten från undersökningen har sammanfattats i tabellerna.

Vid dessa första orienterade mätningar har inga försök gjorts att utestänga luften. Av värden framgår också tydligt dess inverkan på mätningarna. Värdena för vatten skiljer sig och kan bero på om vattnet är nydestillerat eller stått en tid i förvaringskärlet.

Kommentar Arbetssättet har beskrivits utförligt så att man vid senare tillfälle, om det skulle visa sig nödvändigt, kan spåra hur de olika fraktionerna har framtagits.

Stockholm 13/9 1977

Gunnar Karlén 18 museim

Tabell 1

Provberedning, Fe-best. samt fasanalys

Bestämnings- metod	Preparat typ	Granodiorit 011-(789-791)	Kloriten Fi 2	Slamprov Fi 2 688.4
Provberedning	arkiv material grövre + finare	600g	500g	-
	fraktion 63-100 μm sönt till dr Allard	169g	130g	3.2g
	$\approx 63 \mu\text{m}$	107	137(XRD)	-
	$\approx 63 \mu\text{m}$ i suspension	325g/6000 ml	230g/4000ml	180g/4000ml
	ursprungl. $> 100 \mu\text{m}$ rivet, siktat, $\approx 63 \mu\text{m}$ + $\approx 63 \mu\text{m}$ från 1sta siktn.	-	-	A 2.5g (XRD, Fe best)
ör Fe-analys	63 - 100 μm	-	C (0.6g)	-
	$\approx 63 \mu\text{m}$ + $\approx 63 \mu\text{m}$	-	-	A (0.7g)
	$\approx 63 \mu\text{m}$ från siktn. av utgångsmat. = torkat från suspensionen	-	D (2.8g)	B(12g)(XRD)
Fe-best.	Fe_2O_3 %		C D	A B
			9.59 11.20	6.66 6.41
material se ovan	FeO % $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ (atomprop.)		7.05 8.37	4.75 4.40
			1.22 1.20	1.26 1.31
Fasanalys	<u>packat prep.</u> 011-791, analysmat.	Q, pl, or, Hb Bi	-	-
D	$\approx 63 \mu\text{m}$	-	Hb, kl, pl, or	-
Q=kvarts pl=plagioklas or=kalifältspat am=amfibol kl=klorit Bi=biotit py=pyrit Ca=kalcit sm=smektit ill=illit	fraktion (A) se ovan	-	-	Ca, Q, pl, or kl, (Hb)(Bi) (blandskikt)
	finmaterial (B) se ovan	-	-	Q, kl, pl, or Hb(Ca)
	<u>Sedimenterat prep.</u> från filtrering av suspension i samb. med Eh mätningar	kl, Bi, pl (or, Q, Hb) (ill)	kl, sm + ev. blandskikt	kl, pl, Or Q, Hb, Ca + sväll. min. av blandskikt typ, stor kantlängd

Tabell 2

Eh och pH mätningar (olika tillfällen). För uppslamningarna har destillerat vatten använts, framställt genom destillation i kvartsapparat. Vattnet håller en viss halt av CO_2 , som kan variera genom att vattnet förvarats olika länge i förrådsflaskan. Eh-värdena ges i mV med vätgaselektroden som referens, E_{NHE} . Mätningarna har utförts med kalomelelektrod som referens och omräknats.

Mätlösning		granodiorit 011-(789-791)	kloriten Fi 2	slammprov Fi 2 688.4m	dest H_2O
7/9 filtrerad lösning	Eh	+472	+373	+359	+610
	pH	7.5	9.1	7.8	5.6
8/9 pipetterad från suspensionen	Eh	+462	+358	yta + 140 mellan + 124 botten + 87	
	pH	ej mätt ^{x)}	ej mätt ^{x)}	8.1-8.2	
9/9 efter centrifugering i slutna rör temp 20°C	Eh	+315	+267	+84	
	pH	8.9	9.2	8.4	
2 timmar senare temp ca 22°C	Eh	+298	+256	+105	
12/9 centrifugrören har stått tillslutna ca 3 dygn	Eh	+415	+365	+422	+493
	pH	8.9	9.3	8.3	5.5

x) på grund av grumlighet.

Berggrundsundersökning Finnsjön, bilaga 9

Plats: Finnsjön Bh.nr Fi 3

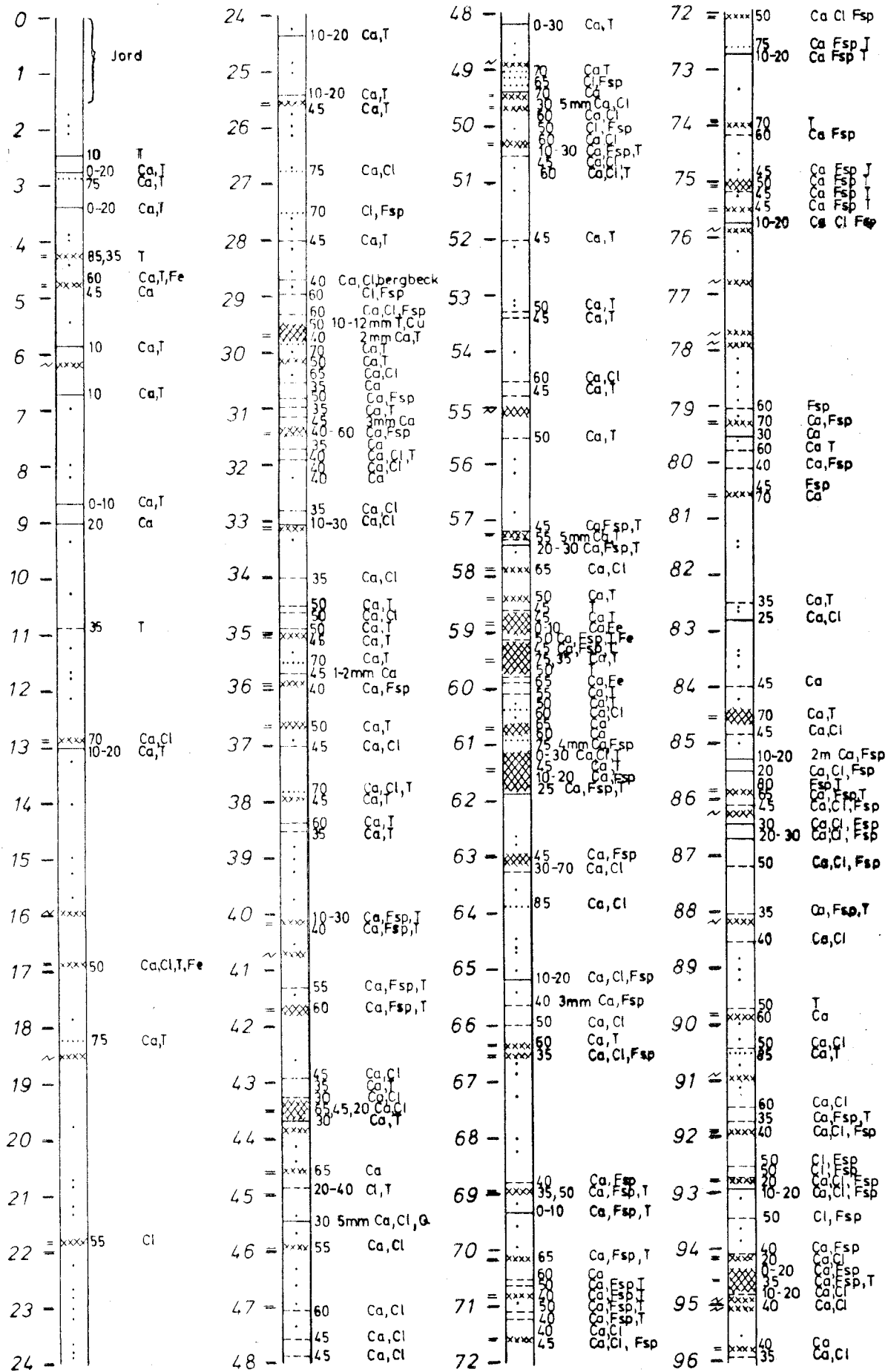
Koordinater: 105 W/ 1220 S i system:

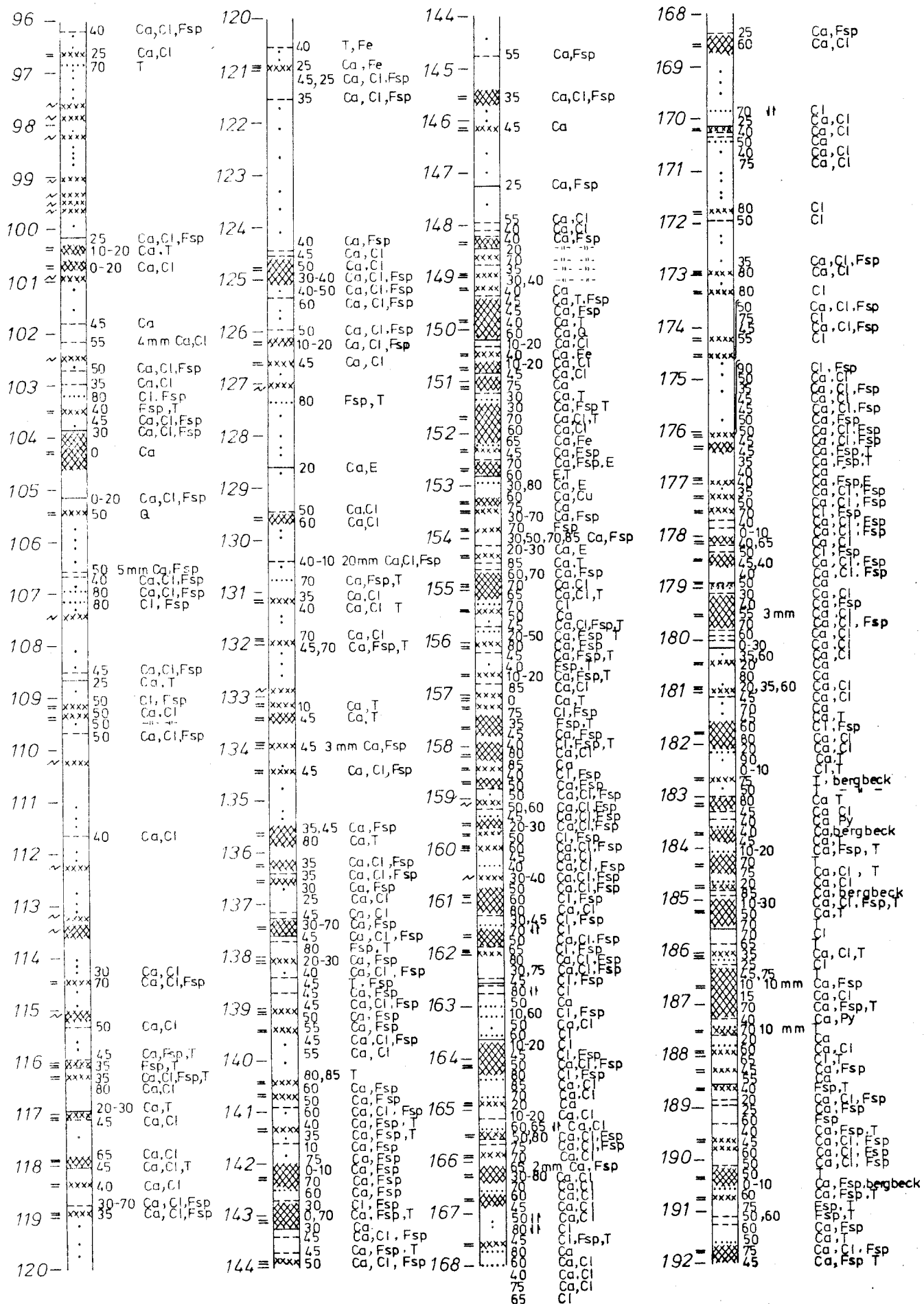
Lutning 50 ° mot S

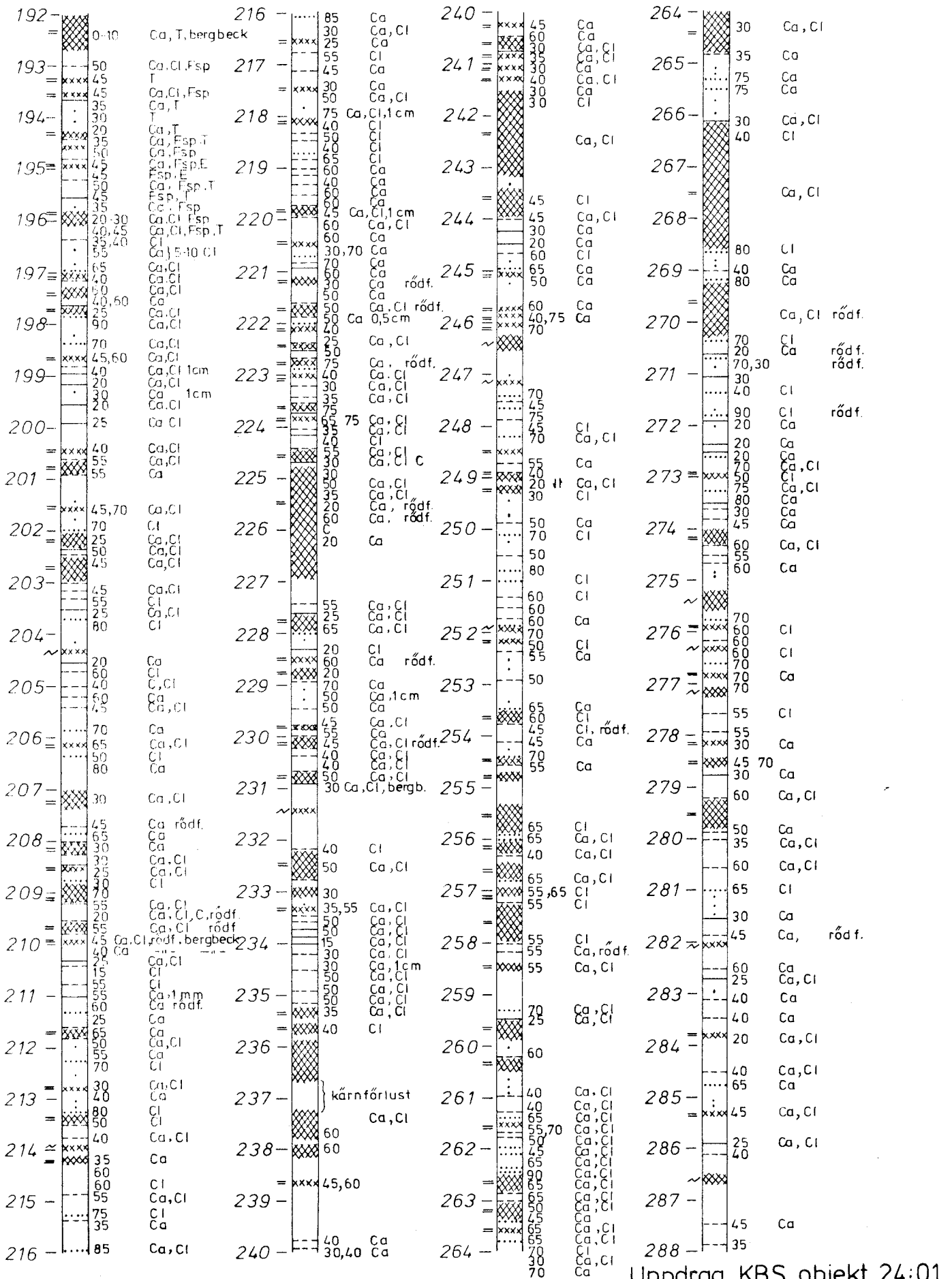
Anm. Borrhålets längd 730,70 m ger vertikalt djup ca 560 m.

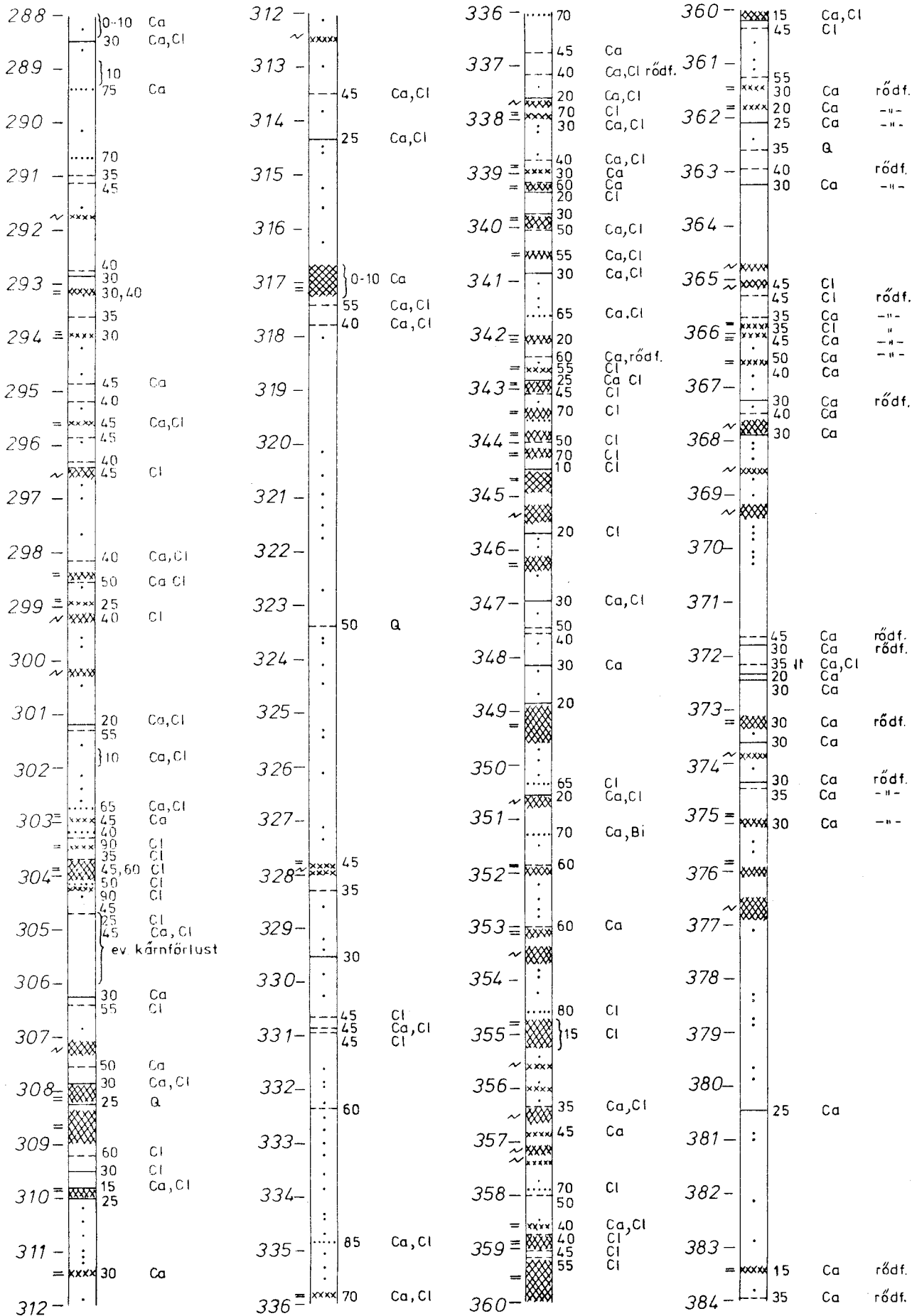
- 1,00 - 28,00 Grå medelkornig svagt gnejsig granodiorit.
- 28,00 - 29,50 Metabasit med brottstycken av granodiorit.
- 29,50 - 57,15 Grå till röd medelkornig svagt gnejsig granodiorit.
- 57,15 - 59,75 Metabasit.
- 59,75 - 263,60 Grå rödfärgad granodiorit, stundtals kalcitbreccierad och mylonitisk.
- 263,60 - 300,30 Grå medelkornig svagt gnejsig granodiorit.
- 300,30 - 342,60 Grå till rödlätt svagt gnejsig granodiorit.
- 342,60 - 509,65 Kvartsrik röd mylonitiserad granit.
- 509,65 - 617,50 Grå medelkornig svagt gnejsig granodiorit.
- 617,50 - 730,70 Kvartsrik grå till rödlätt medelkornig granit.

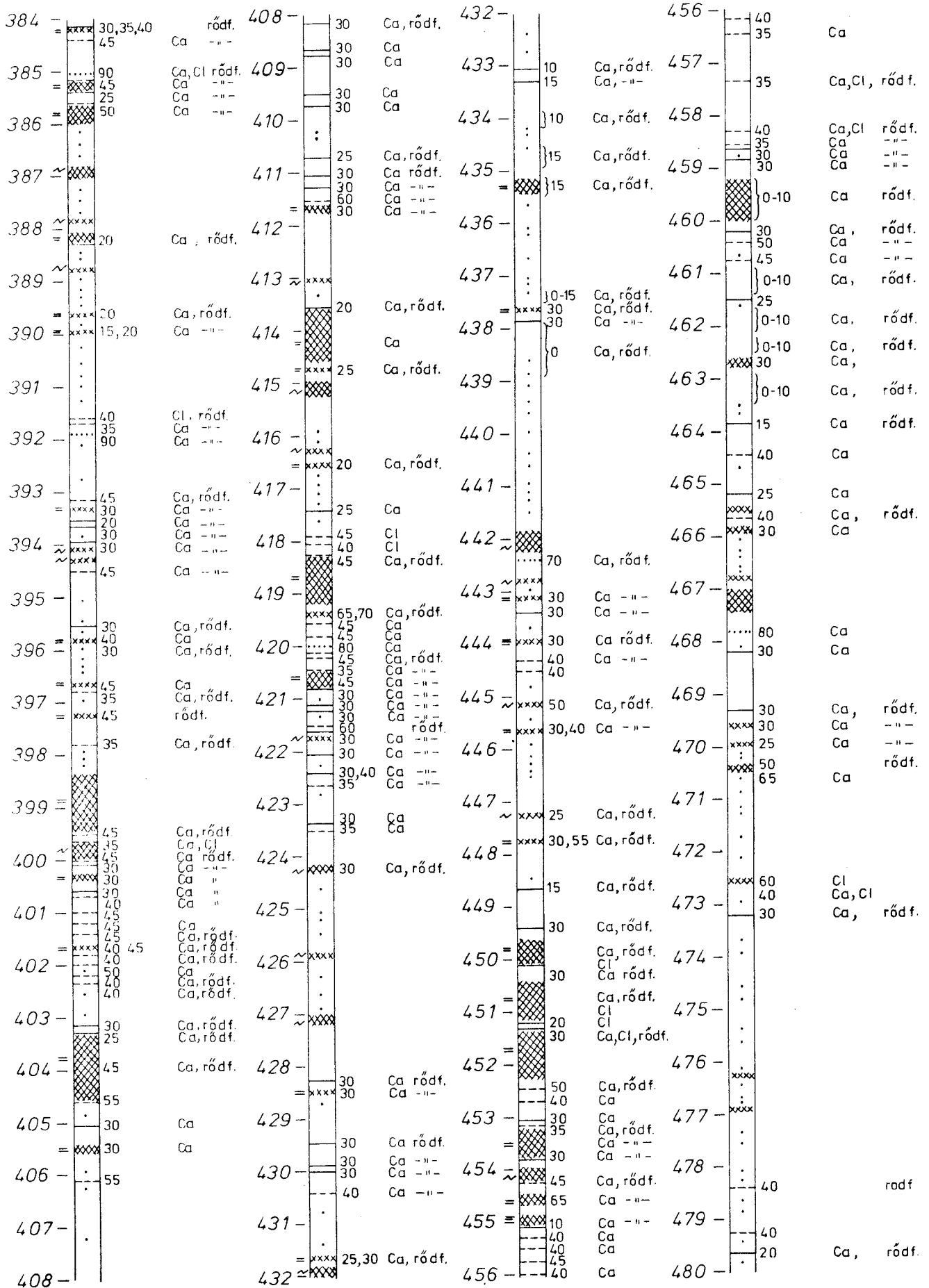
Bilaga 10
 Borrkärnekartering Finnsjön
 Fi 3
 SGU berggrundsbyrå 1978

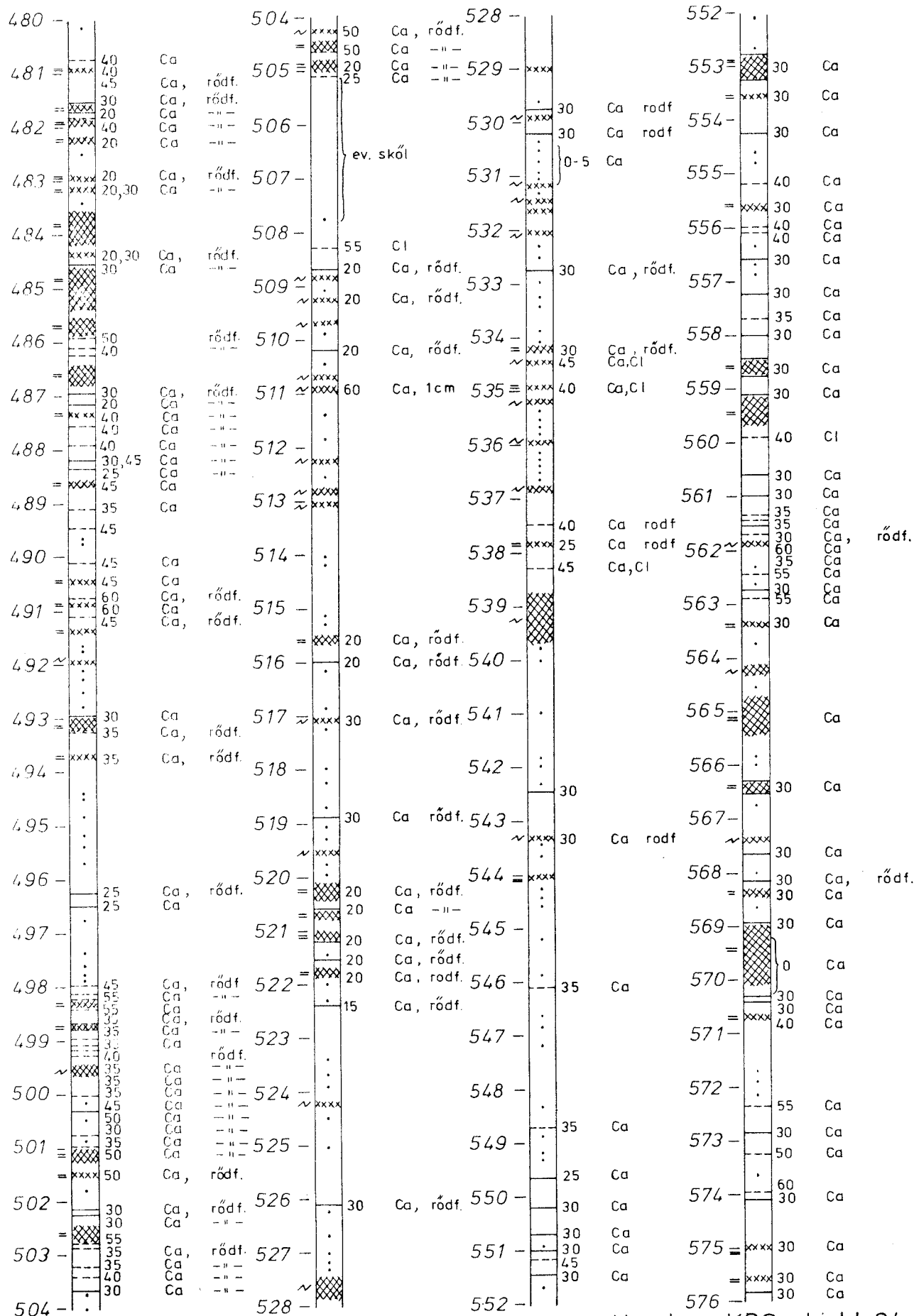


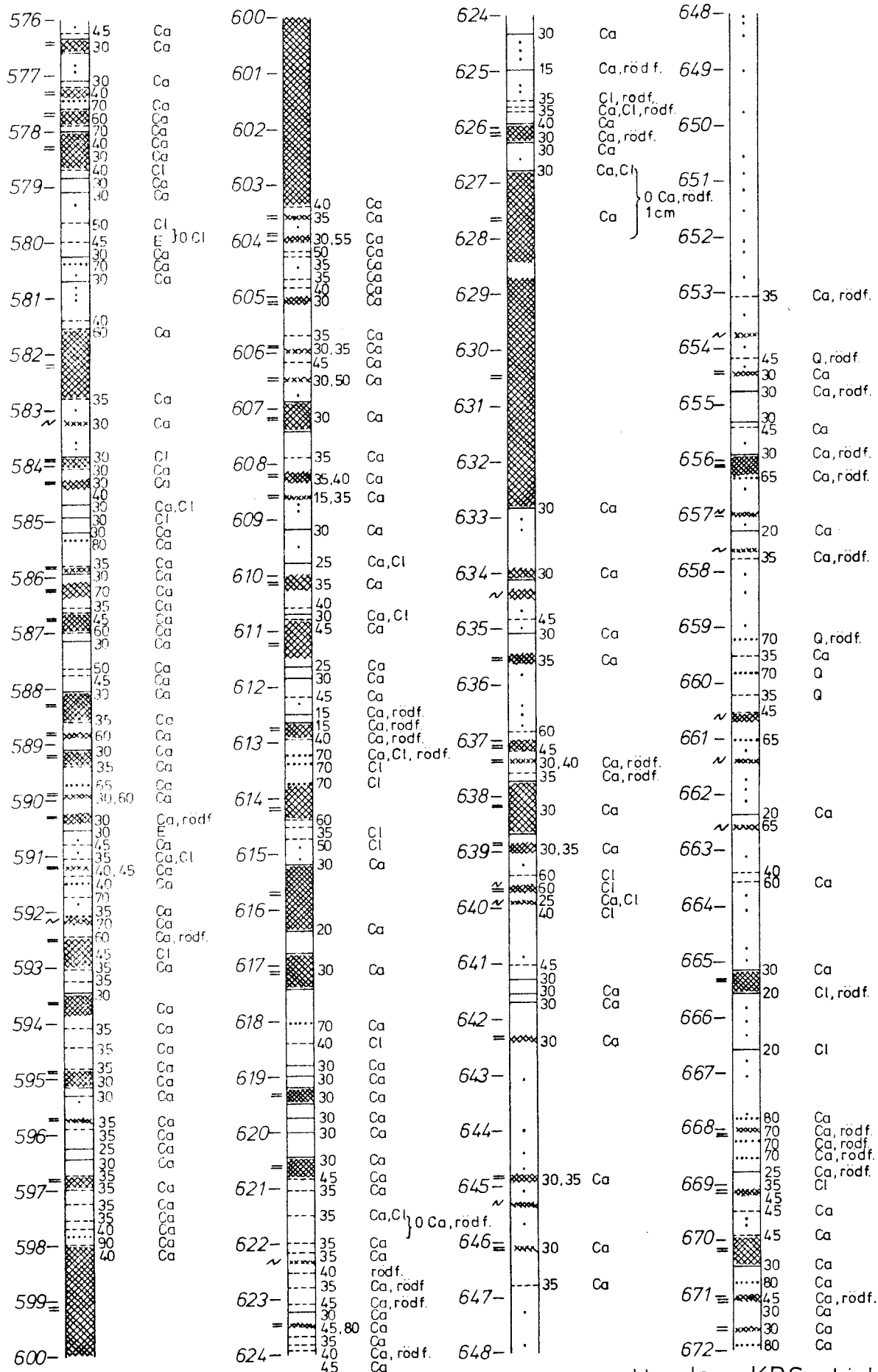


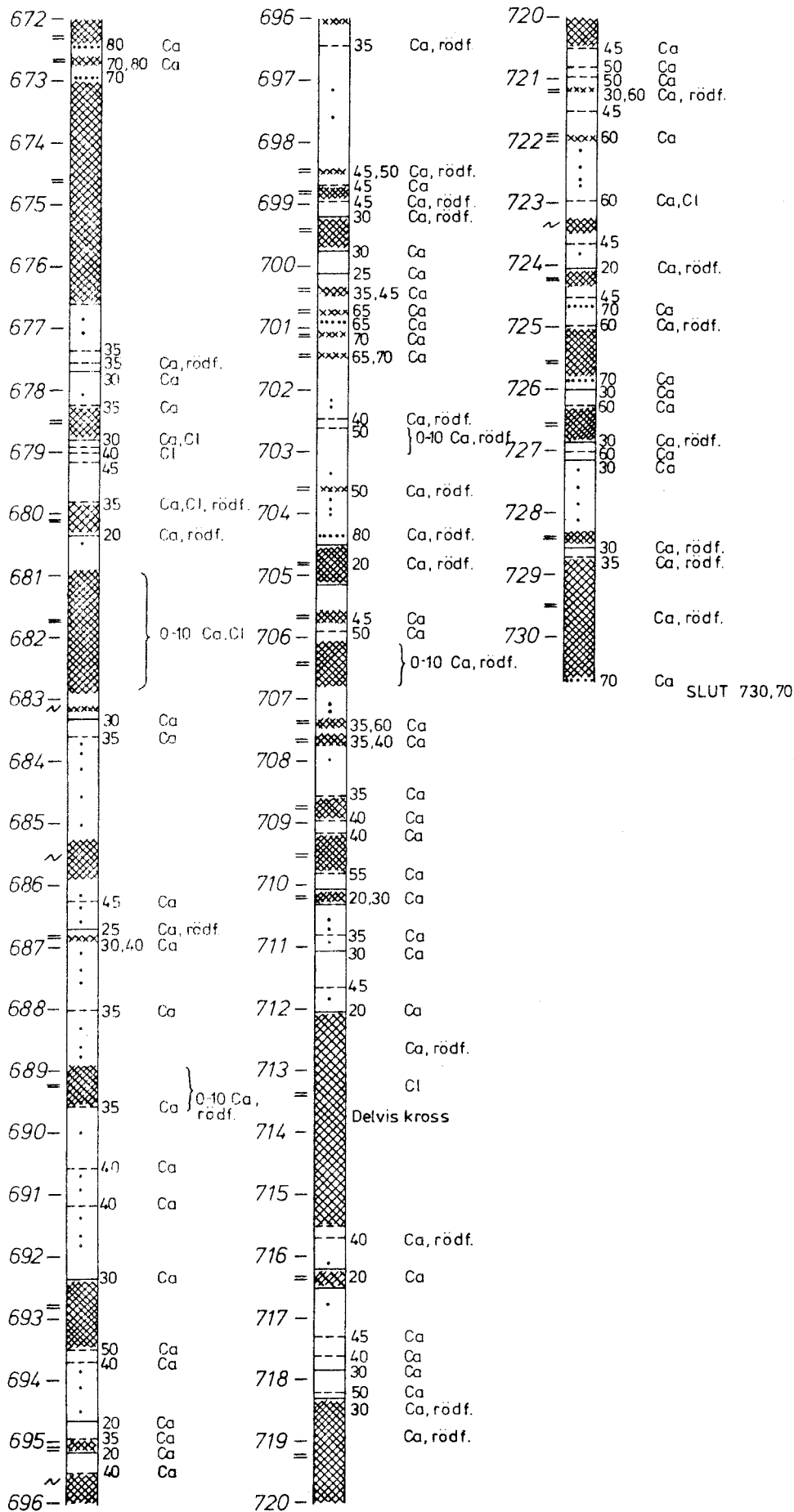


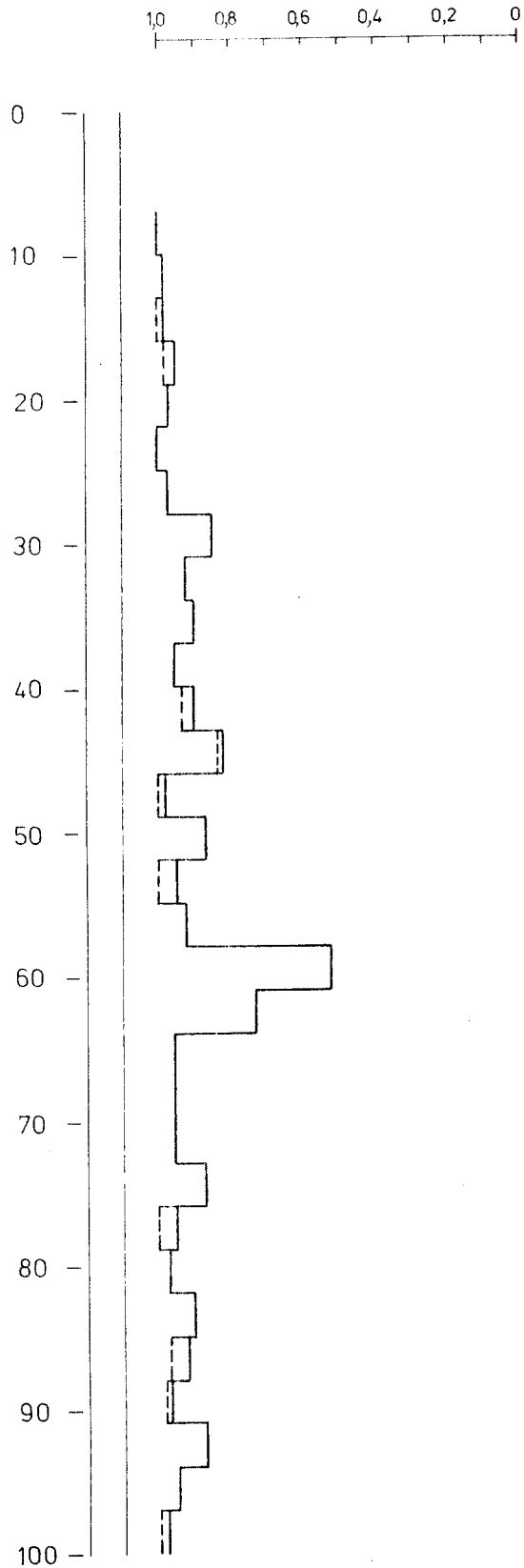


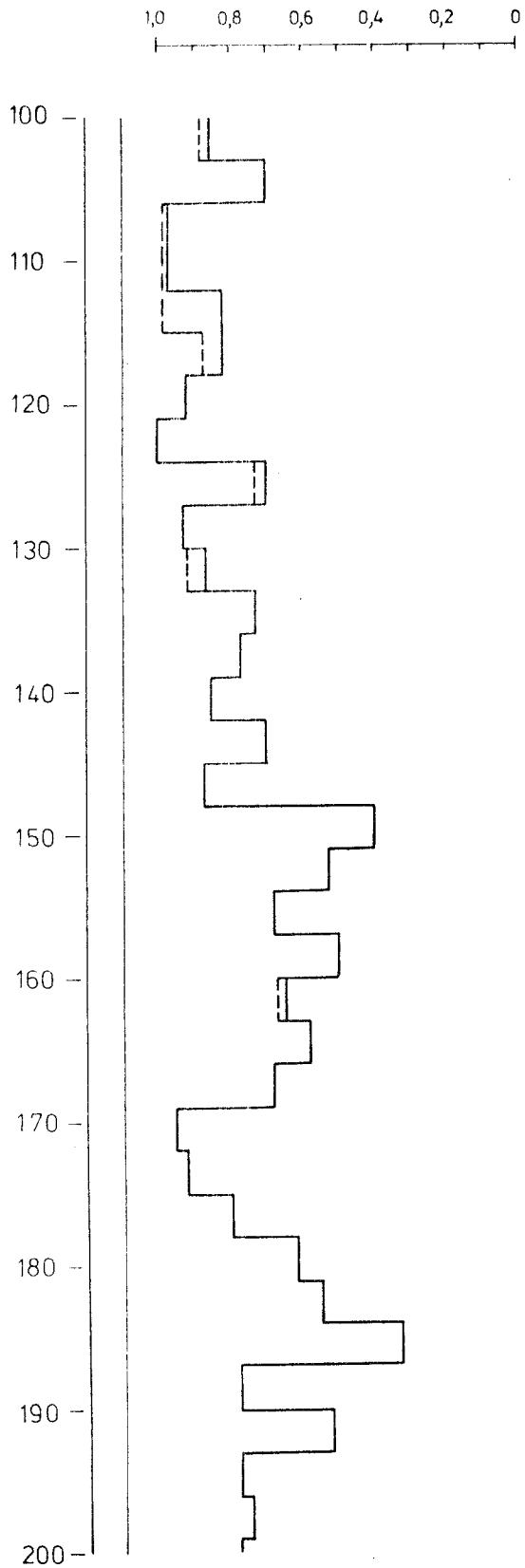


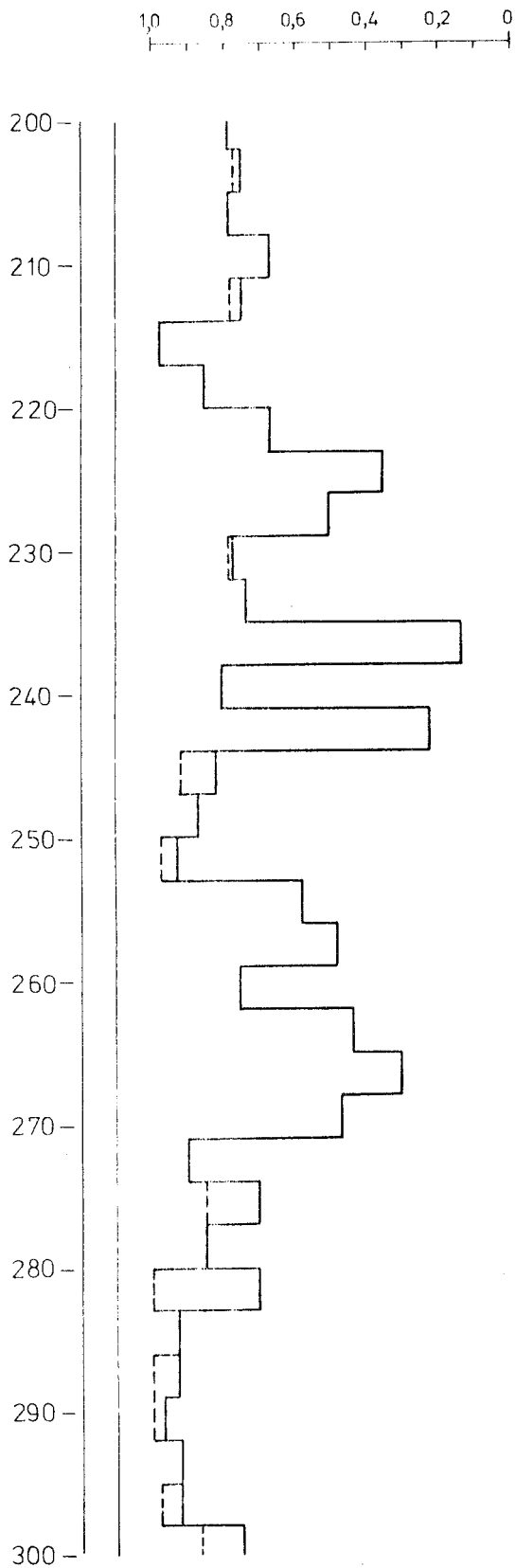


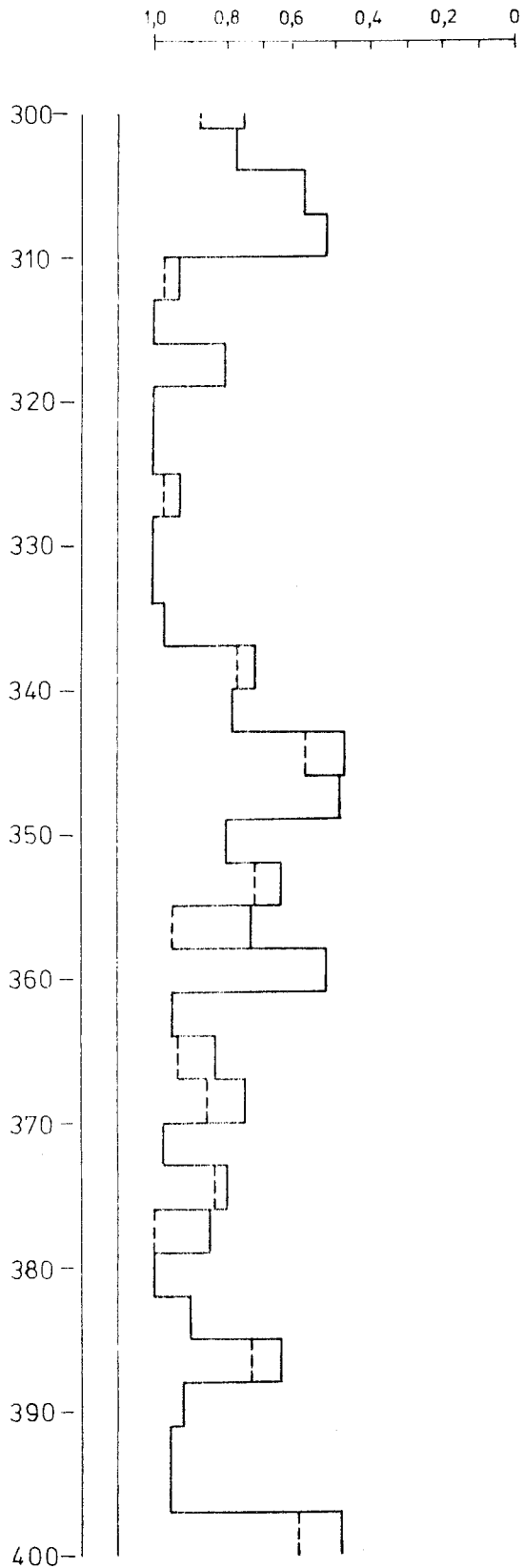


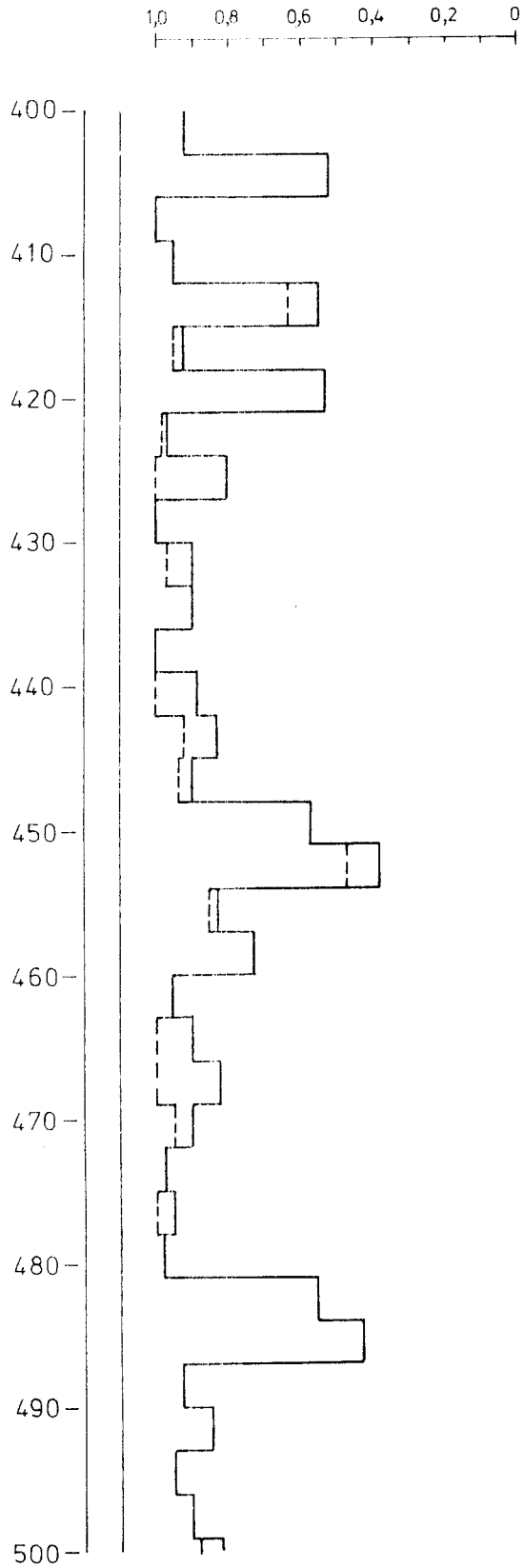


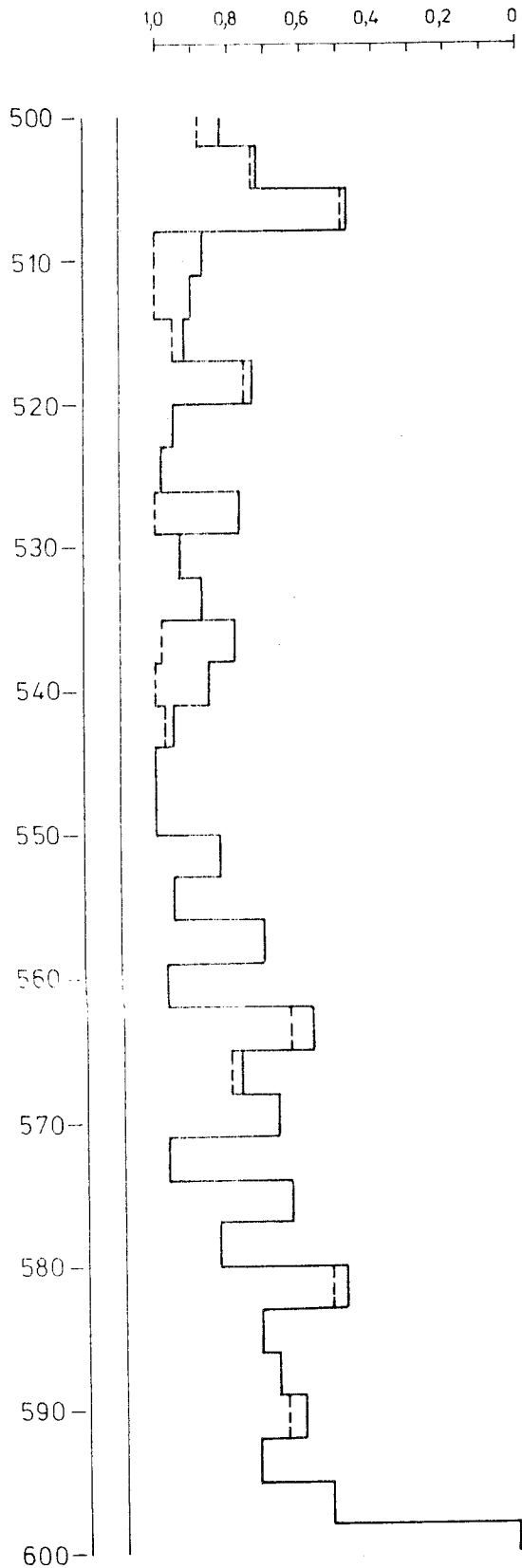


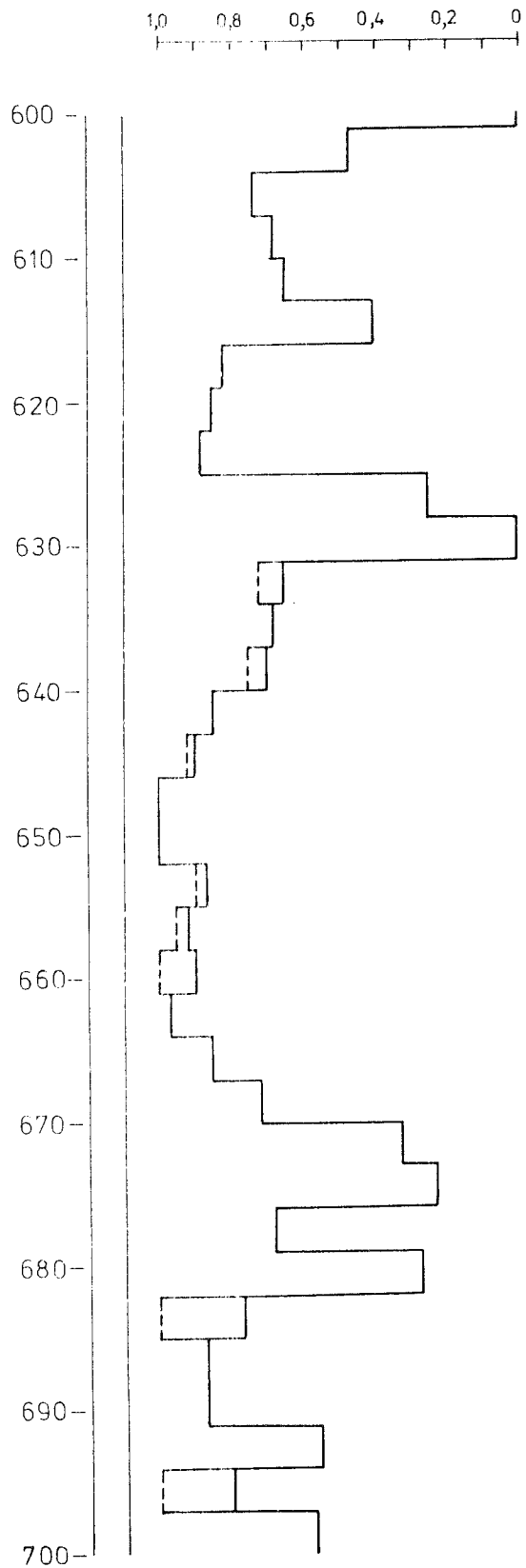


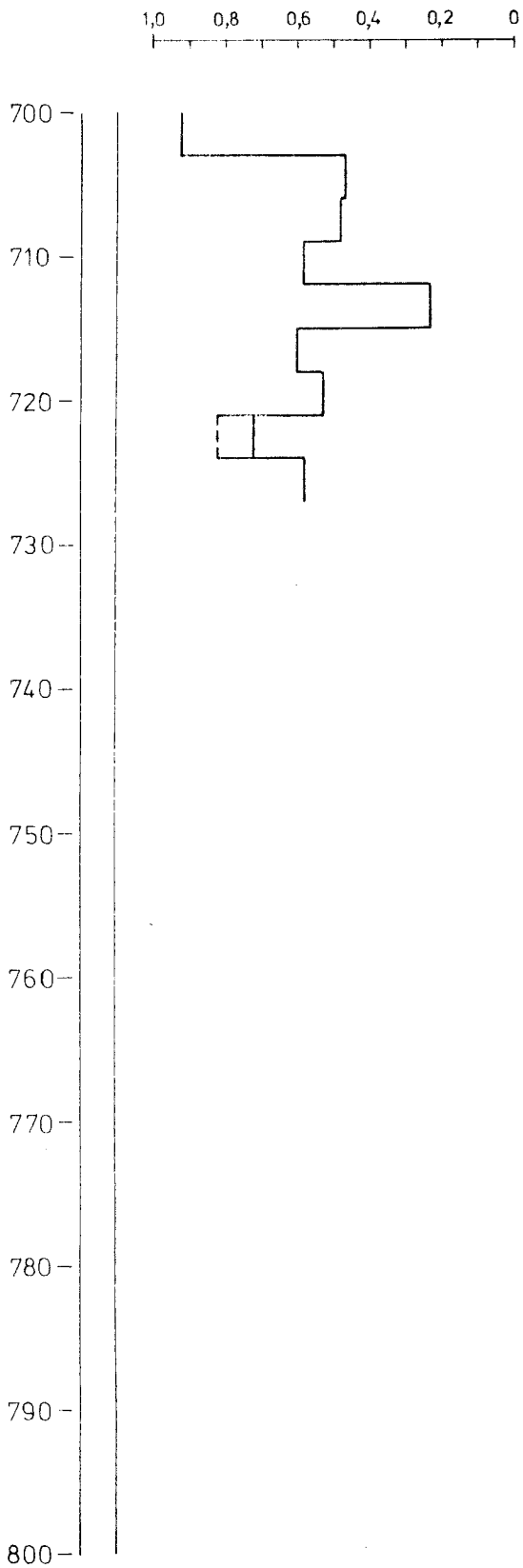












1978-01-24

ÖNSBO OCH FINNSJÖN, GRUNDUNDERSÖKNING MED SLINGRAM OCH MAGNETO-
METER

Under våren 1977 har utförts slingram och magnetometermätning inom två vardera 2 km² stora områden i trakten av Forsmark. Avsikten med mätningarna har varit att för KBS räkning, detaljstudera de nämnda områdena med hjälp av geofysik för att kartlägga eventuellt förekommande sprickzoner och då framför allt oläka vattenförande sprickor.

För en mer allmän diskussion av den geofysika problematiken i samband med vattenförande sprickzoner hänvisas till:

Eriksson, L., Elektriska och magnetiska metoder för påvisande av svaghetszoner i berg. BeFo-rapport, Bergmekanikdag 1974.

s 64-80

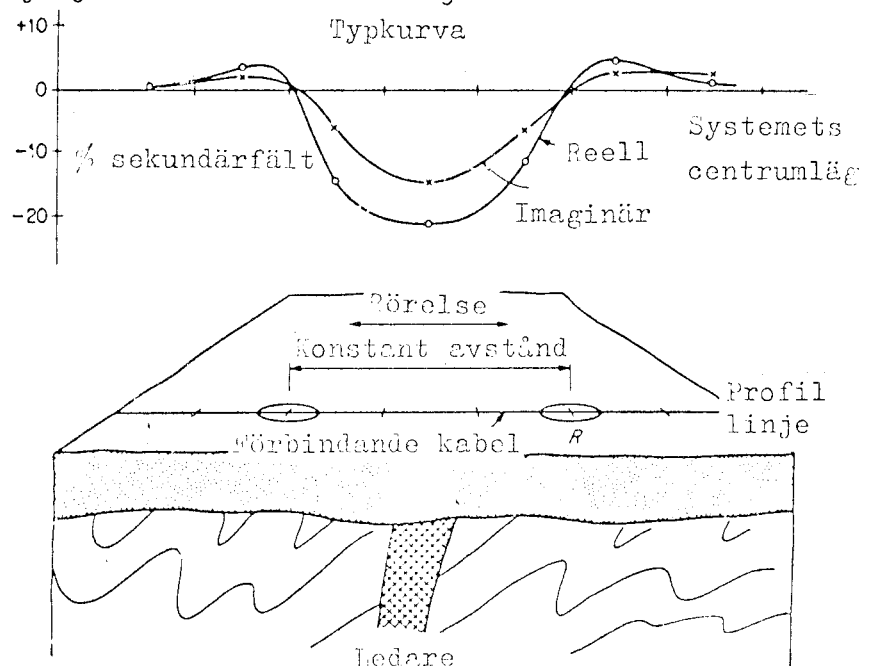
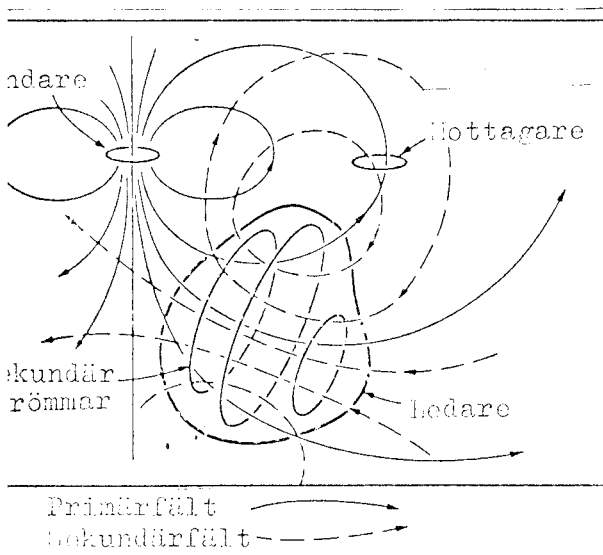
Brotzen, O., Eriksson, L., Metodstudier för att påvisa grundvattenförande zoner i berggrunden. SOU 1976:41

Bilaga 7. s 173-195

Eftersom jordtäcket i dessa områden kan vara åtskilliga meter till sin tjocklek och dessutom bedömts kunna variera till sin ledningsförmåga beroende på om vi har myrmark eller fast morän, begränsade vi oss här till elektromagnetiska mätningar med slingram av högfrekvenstyp och uteslöt till att börja med resistivitet-

smätningar av den typ som gett intressanta resultat i Oskarshamns-områdena.

Vid slingramsmätningen uppmäts styrkan och fasförskjutningen i det magnetfält, som bildas kring elektriska ledare i berggrunden genom induktion från växelströmmen i en bärbar spole på markytan. Vattenförande zoner utgör en typ av sådana ledare. Vid tunnelarbeten har svaghetszoner i berggrunden, som påvisats av slingramsmätningar på markytan återfunnits på 300 m djup och där varit vattenförande. Andra ledande ståk i berggrunden kan innehålla elektriskt ledande mineral. Detta utnyttjas bl.a för malmletning.



SLINGRAMENS FUNKTION framgår av bilden ovan. Det variabla primära magnetfältet, som alstras i sändarspolen, inducerar strömmar i närvarande elektriska ledare. Dessa strömmar ger i sin tur upphov till ett sekundärt magnetfält som uppmätes i mottagarspolen, och som an-

ges i % av det ostörda primära fältet. (Det som erhålles då inga elektriska ledare förekommer). För att kunna åskådliggöra sekundärfältets fasläge, jämfört med primärfältets, avläses såväl den reel komponenten (i fas med primärfältet) som den imaginära komponenten (90° ur fas med primärfältet). Normalt är avståndet mellan sändare och mottagare, det s.k. mätavståndet, 40 m, och en punkt mitt emellan sändare och mottagare anses som mätpunkt. Mätningen utföres med punktavstånd 20 m i långa profiler med 80 m mellanrum. Profilerna orienteras tvärs emot styrkningsriktningen, för att ge bästa möjlighet att från deras karaktär tolka fram strykning, stupning, ledningsförmåga m.m.

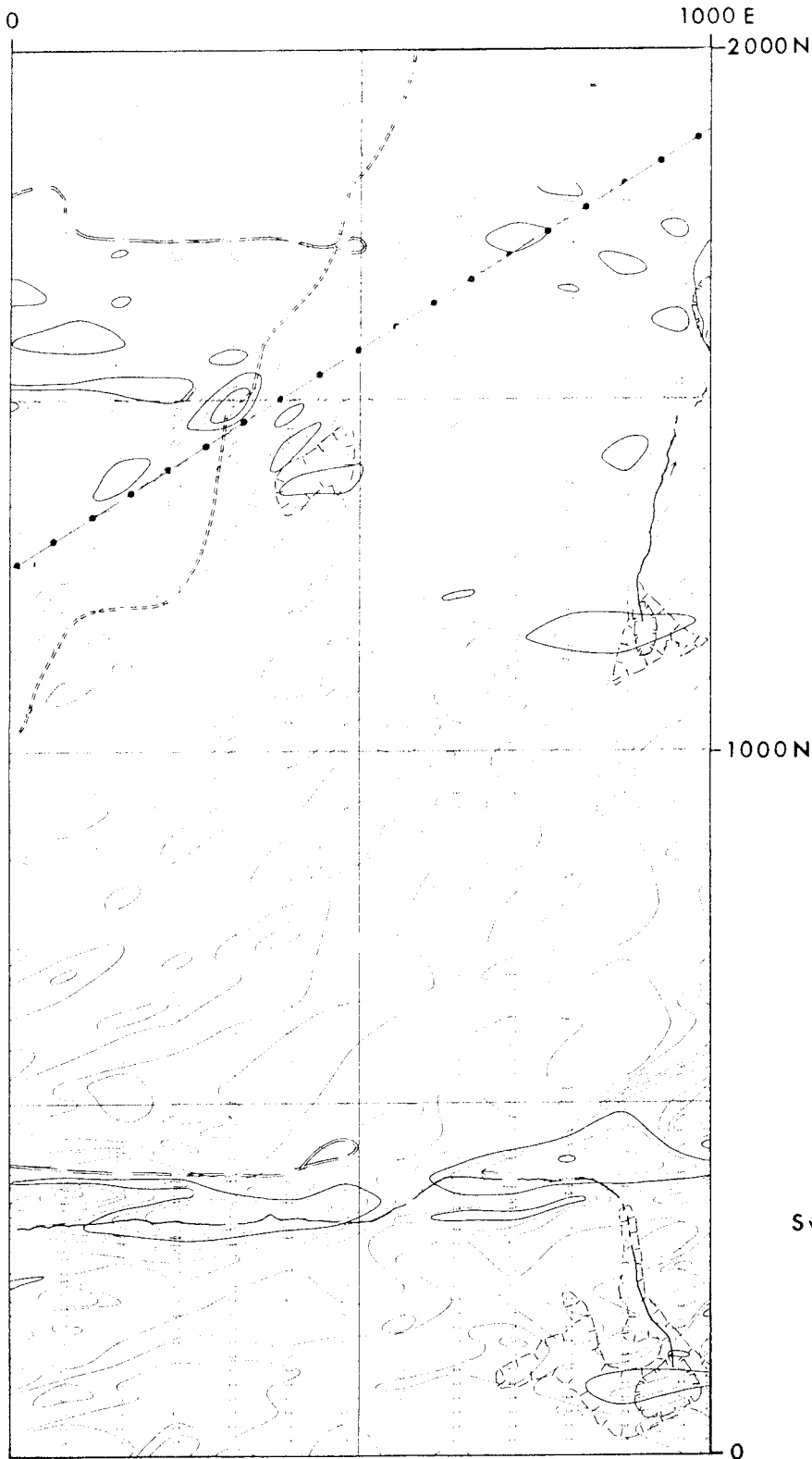
Resultaten redovisas i uppfärgade kartor i skala 1:5 000. I båda områdena förekommer ett par negativa indikationer på slingramens imaginära komponent. Dessa indikationer motsvaras med största sannolikhet av vattenförande sprickzoner, och framgår också av bifogade förminskningar till skala 1:10 000.

Med hjälp av magnetometer registreras avvikelser från det normala jordmagnetiska fältet. Uppmätningarna av dessa variationer ger en bild av fördelningen av magnetiska mineral, magnetit och magnetkis, i berggrunden. Ofta förekommer dessa i mer eller mindre samhängande stråk eller skikt. Avbrott deformationer och sidoförskjutningar i dessa kan vara tecken på motsvarande störningar i berggrunden.

I Önsboområdet förekommer mindre variationer i de magnetiska egenskaperna som bekräftar de elektromagnetiska resultaten och som vidare lämnar kompletterande information om strukturer i bergarten. I Brändan förekommer inga tydliga variationer i bergartens magnetiska egenskaper.

För att kontrollera de erhållna indikationerna genomfördes i varder området två profillinjer med en alternativ elektromagnetisk metod - VLF - mätning. Vid VLF - mätning registreras den elektriska och den magnetiska komponenten av den elektromagnetiska signalen från avlägset belägna radiosändare inom VLF - bandet. Dessa signaler ger upphov till störningsfält särskilt i långsträckta elektriskt ledande kroppar eller krosszoner inom en ganska bred sektor kring sändarfältets utbredningsriktning. Profilmätningarna, sammanlagt 4 längdkilometer bestyrker ytterligare tidigare nämnda slingramsresultaten och visar samtidigt på möjligheter att genom kompletterande yttäckande mätningar enligt VLF - metoden, eller alternativt med kombinerade potentialmätningar, få ett bättre grepp om de smärre sprickzoner som har registrerats vid den geologiska karteringen men som givit mycket svaga eller inga indikationer vid slingramsmätningen.

Leif Eriksson



ÖNSBO

Slingram 18 kc/60m

Imaginär

Skala 1:10 000

Anomali i %
av normalfältet

+	-
1	1
3	3
5	5
7	7
10	10
15	15
20	20
30	30
40	40
50	50
60	60
70	70
80	80
90	90
100	100

Sveriges Geologiska Undersökning
Geofysiska byrån,
Leif Eriksson

1000 W

0
0

FINNSJÖN (BRÄNDAN)

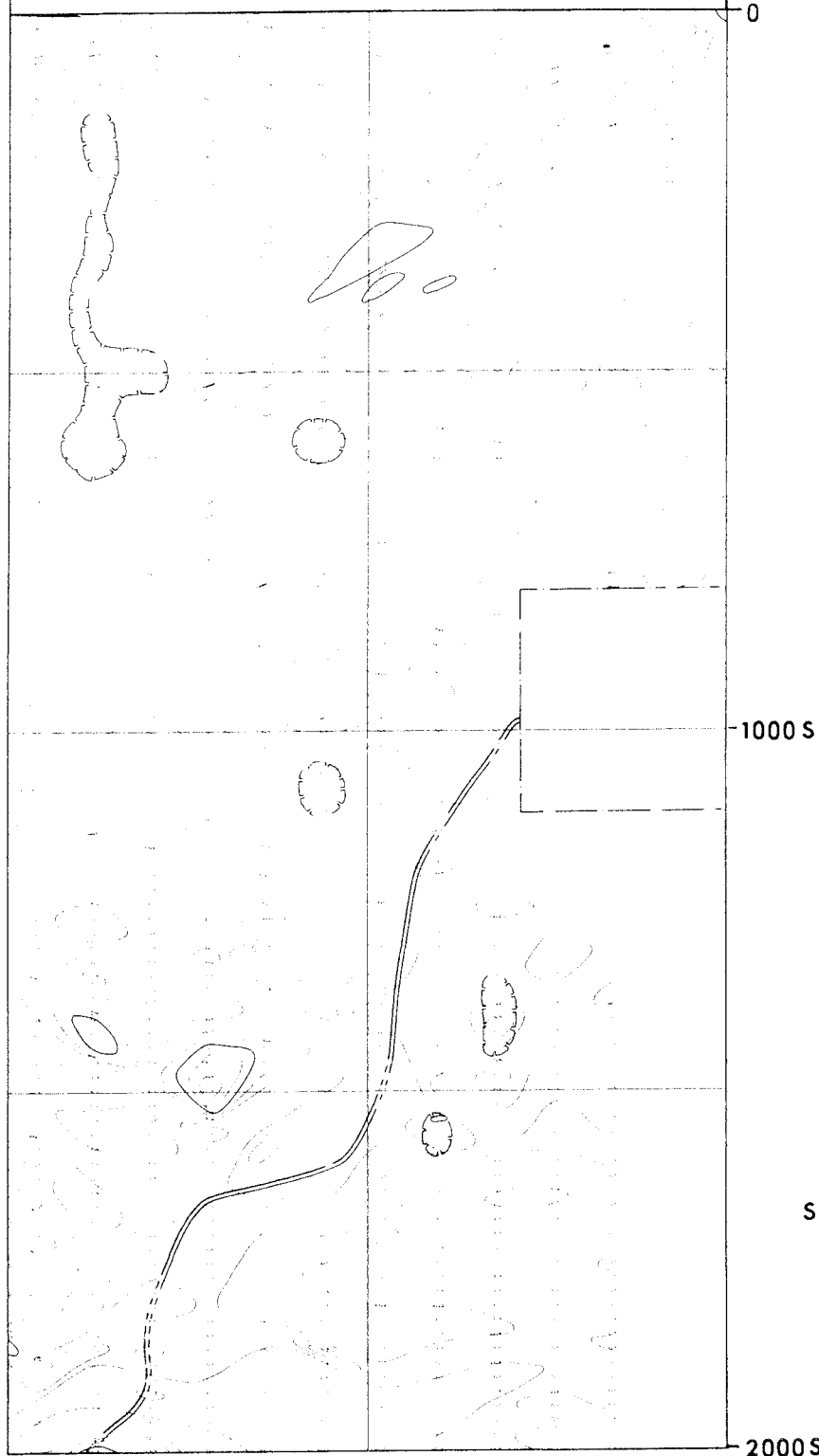
Slingram 18 kc/60m

Imaginär

Skala 1:10 000

Anomali i %
av normalfältet

+	-
1	1
3	3
5	5
7	7
10	10
15	15
20	20
30	30
40	40
50	50
60	60
70	70
80	80
90	90
100	100



Sveriges Geologiska Undersökning
Geofysiska byrån,
Leif Eriksson

6 Djupundersökning Forsmark

Inom urgranitområdet vid Upplandskusten, norr om Forsmark, se översigtskarta fig. 1, har borrhningar utförts för att utröna frekvensen av sprickor i berggrunden. Enligt R B Sunds: "Nyare undersökningar inom nordöstra Upplands berggrund" (1957) utgörs berggrunden av en sur urgranit, se karta fig. 2. Denna karaktäriseras främst av en viss gnejsighet omväxlande med mer eller mindre granitoida partier. I söder bergränsas urgraniten av en natronrik leptit med pegmatitliror och i norr av djupgrönsten.

Borrkärnan, se bilaga 1, uppvisar en från början dominerande grå, glimmerrik, svagt förskiffrad dioritisk bergart. Inslag av granitiska partier ökar mot djupet, samtidigt som dioriten förlorar något i kornstorlek och halten av mörka mineral minskar. De granitoida partierna utgörs huvudsakligen av en rödlätt-rödvit gnejsgranit. Vidare förekommer på några ställen inslag av en röd-grå, medelkornig pegmatit.

Enligt borrhkärnekarteringen, se bilaga 2, är frekvensen av sprickor och krosszoner låg de första 290 m. Därunder ökar inslaget av framför allt krosszoner. Enstaka partier av krosszoner av upp till 3 m längd förekommer, för att avbrytas av partier med mer eller mindre helt berg.

Sprickfyllnadsmaterialet består till övervägande delen av klorit, kalцит och fältspat. Underordnat kan i sprickorna förekomma hämatit, pyrit, kvarts samt epidot.

Mot djupet försämras bergets kvalitet. Den ökande uppkrossningen av berget, samt en ökning av pegmatitinslaget och en viss leptitbandning bedömes som mindre lämpliga ur förvaringssynpunkt. Därför avslutades borrhningarna på 479,30 m djup.

6.1 Figurer och bilagor

Figur 1 Översiktskarta

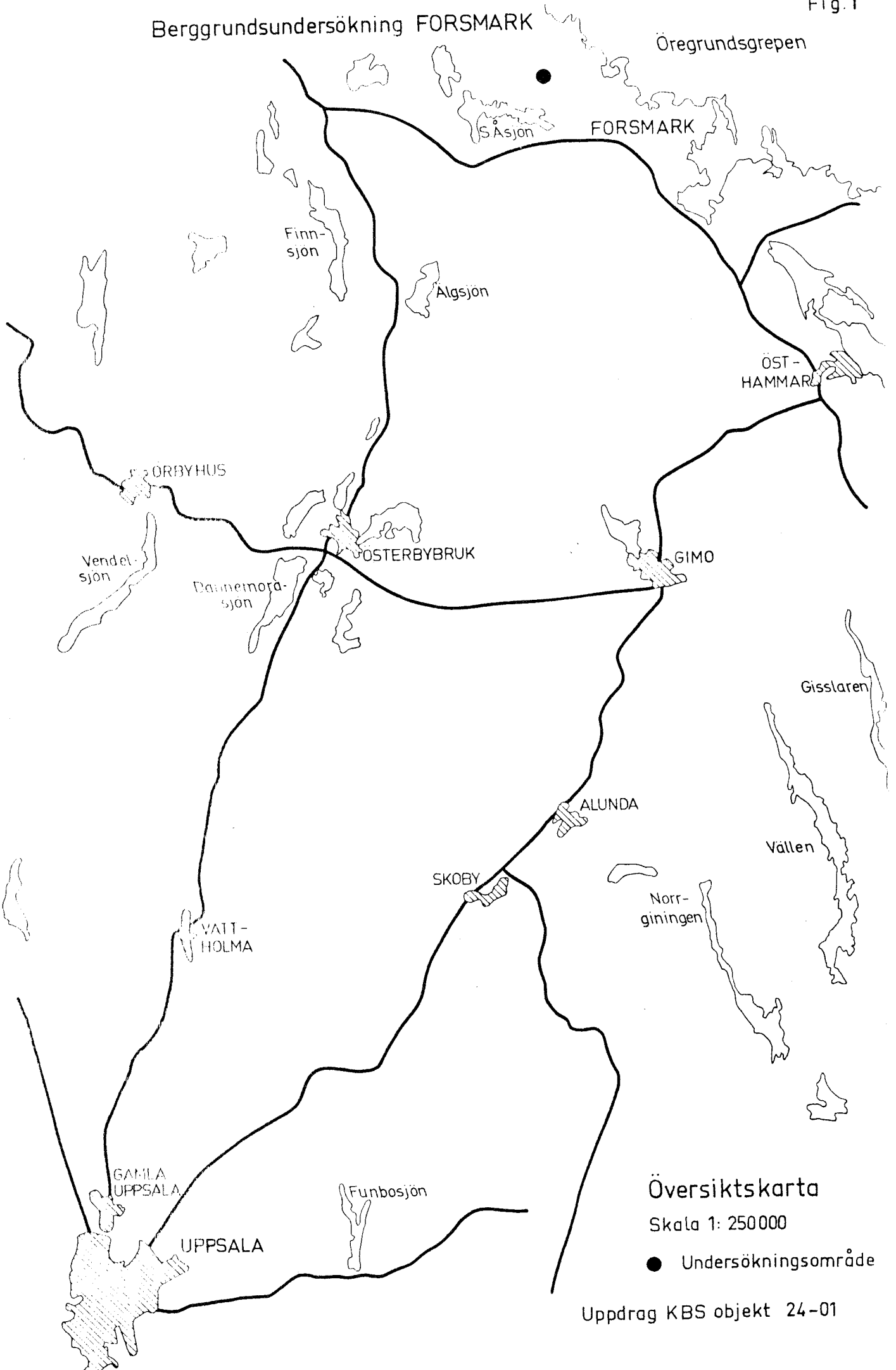
Figur 2 Berggrundskarta

Bilaga 1 Bergartsfördelning Fo 1

Bilaga 2 Sprickmönster och sprickfyllnader Fo 1

Bilaga 3 RQD-beräkningar Fo 1

Berggrundsundersökning FORSMARK



Översiktskarta

Skala 1: 250 000

● Undersökningsområde

Uppdrag KBS objekt 24-01

Berggrundsundersökning, Forsmark. Bilaga 1

1/2

Plats: Forsmark Bh.nr Fo 1

Koordinater: i system:

Lutning 90 ° mot

Anm. Borrhålets längd 478,30 meter

0,00 - 12,50	Gråsvart medelkornig svagt förskiffrad glimmerrik diorit. Huvudmineralen är biotit, hornblände, fältspat.
12,50 - 14,95	Röd medelkornig pegmatit; breccierad
14,95 - 42,90	Glimmerrik diorit, jfr 0,00 - 12,50
42,90 - 45,70	Rödlätt - vit pegmatit
45,70 - 55,80	Glimmerrik diorit, jfr 0,00 - 12,50
55,80 - 58,00	Aplitgranit
58,00 - 153,70	Glimmerrik diorit, jfr 0,00 - 12,50
153,70 - 156,00	Vit - rödlätt pegmatit
156,00 - 218,80	Glimmerrik diorit, jfr 0,00 - 12,50
218,80 - 227,00	Rödlätt - gråvit gnejsgranit
227,00 - 244,20	Glimmerrik diorit, jfr 0,00 - 12,50
224,20 - 248,70	Rödlätt - gråvit gnejsgranit
248,70 - 267,70	Glimmerrik diorit, svagt förskiffrad
267,70 - 270,70	Rödlätt pegmatit
270,70 - 348,90	Grå biotitrik - röd fältspatrik gnejs
348,90 - 353,40	Rödgrå gnejsgranit
353,40 - 375,60	Grå gnejsgranit
375,60 - 388,70	Grå gnejs med pegmatitinslag; bandad
388,70 - 410,50	Rödgrå gnejs med pegmatitinslag; bandad
410,50 - 417,55	Grå kvartsrik biotitgnejs; delvis bandad
417,55 - 418,80	Rödlätt pegmatit

Plats: ... Forsmark

Bh.nr ... Fo 1

Koordinater: ...

i system: ...

Lutning ... 90 ° mot

Anm. Borrhålets längd 478,30 meter

418,80 - 420,00 Kvartsrik biotitgnejs

420,00 - 458,00 Biotitgnejs med pegmatitinslag

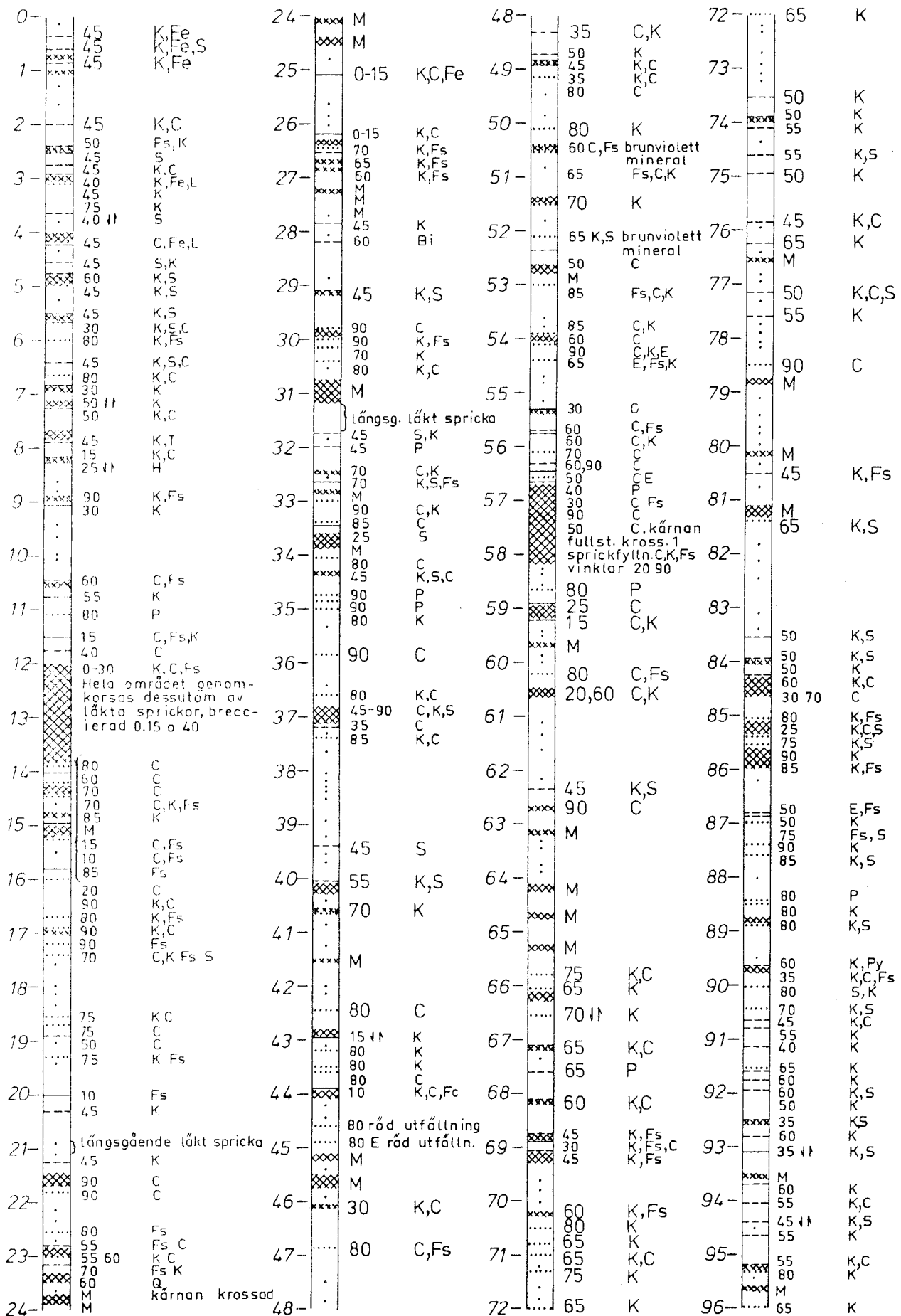
458,00 - 478,30 Röd - vit gnejs med pegmatitinslag

Borrkärnekartering FORSMARK

Fo 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

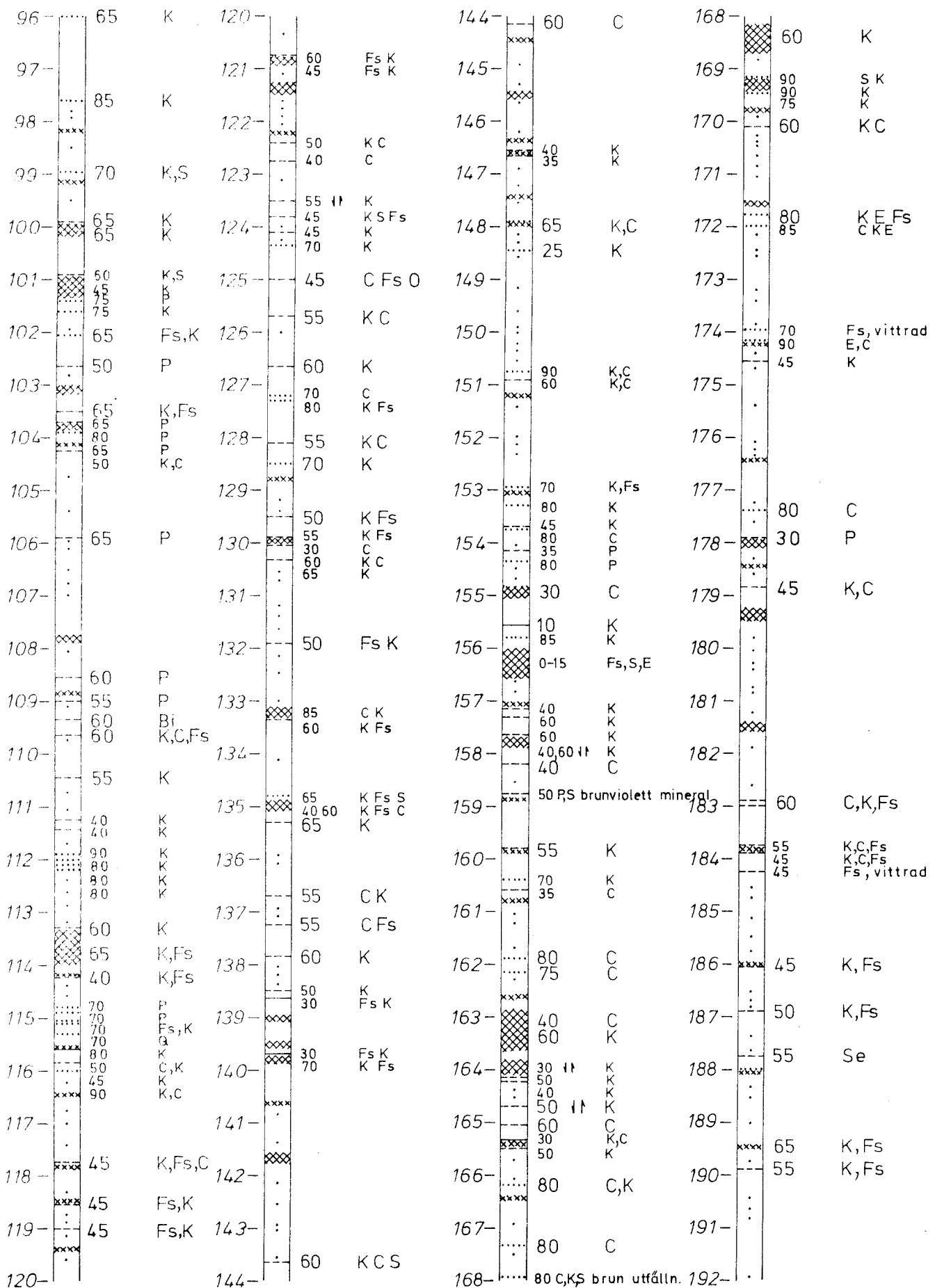


Borrkärnekartering FORSMARK

Fo 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

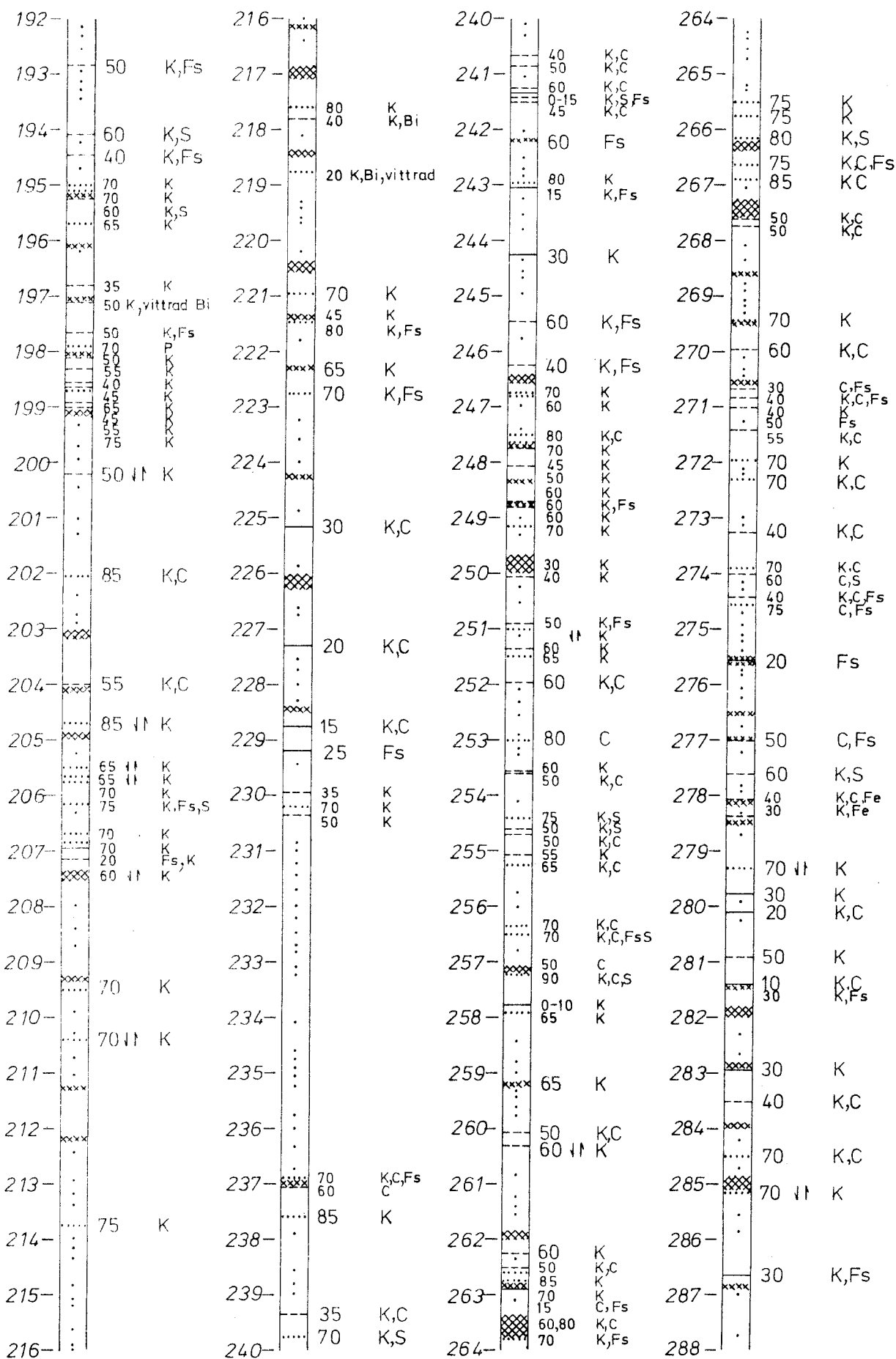


Borrkärnekartering FORSMARK

Fo 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977



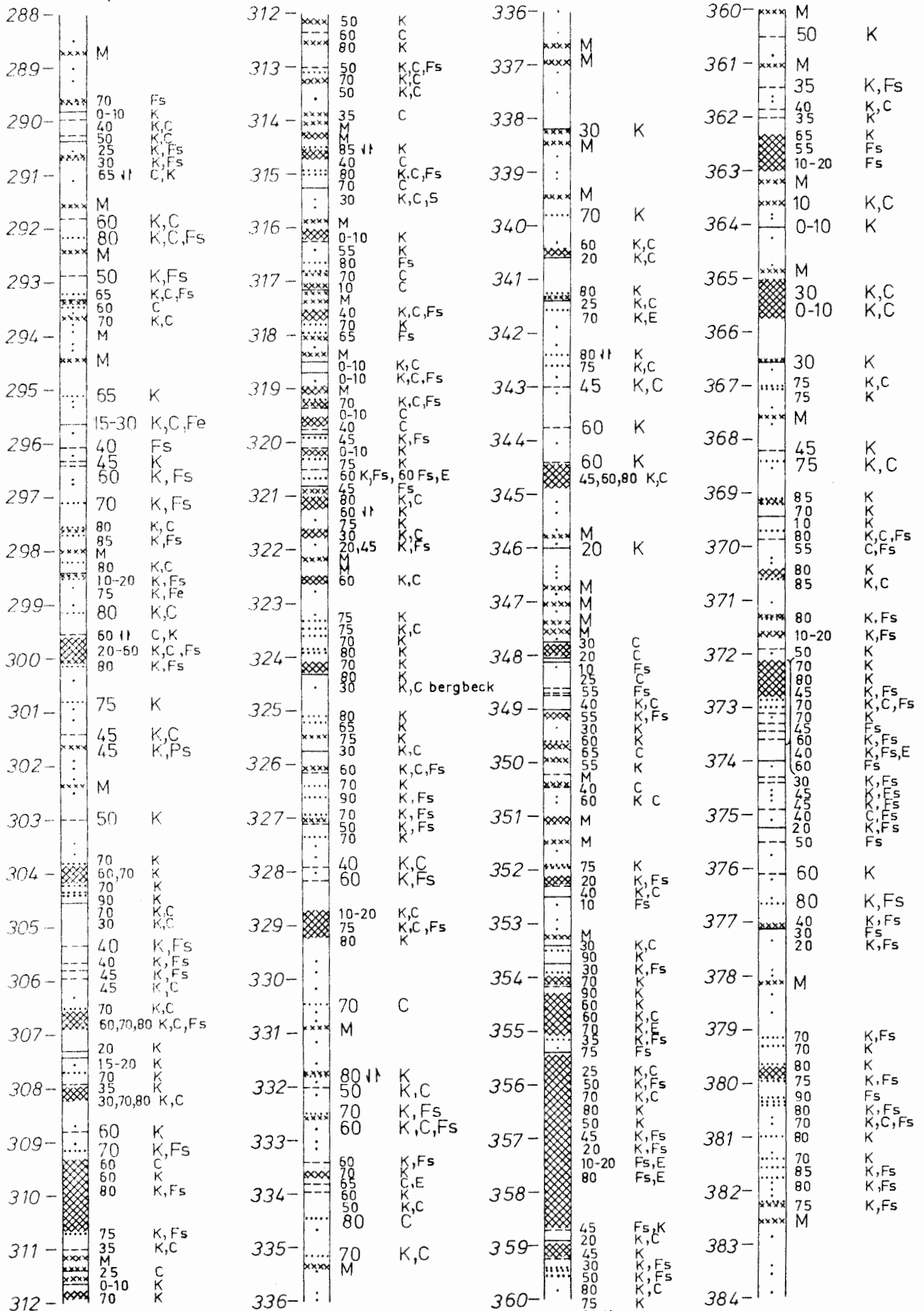
Bilaga 2

Borrkärnekartering FORSMARK

Fo 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

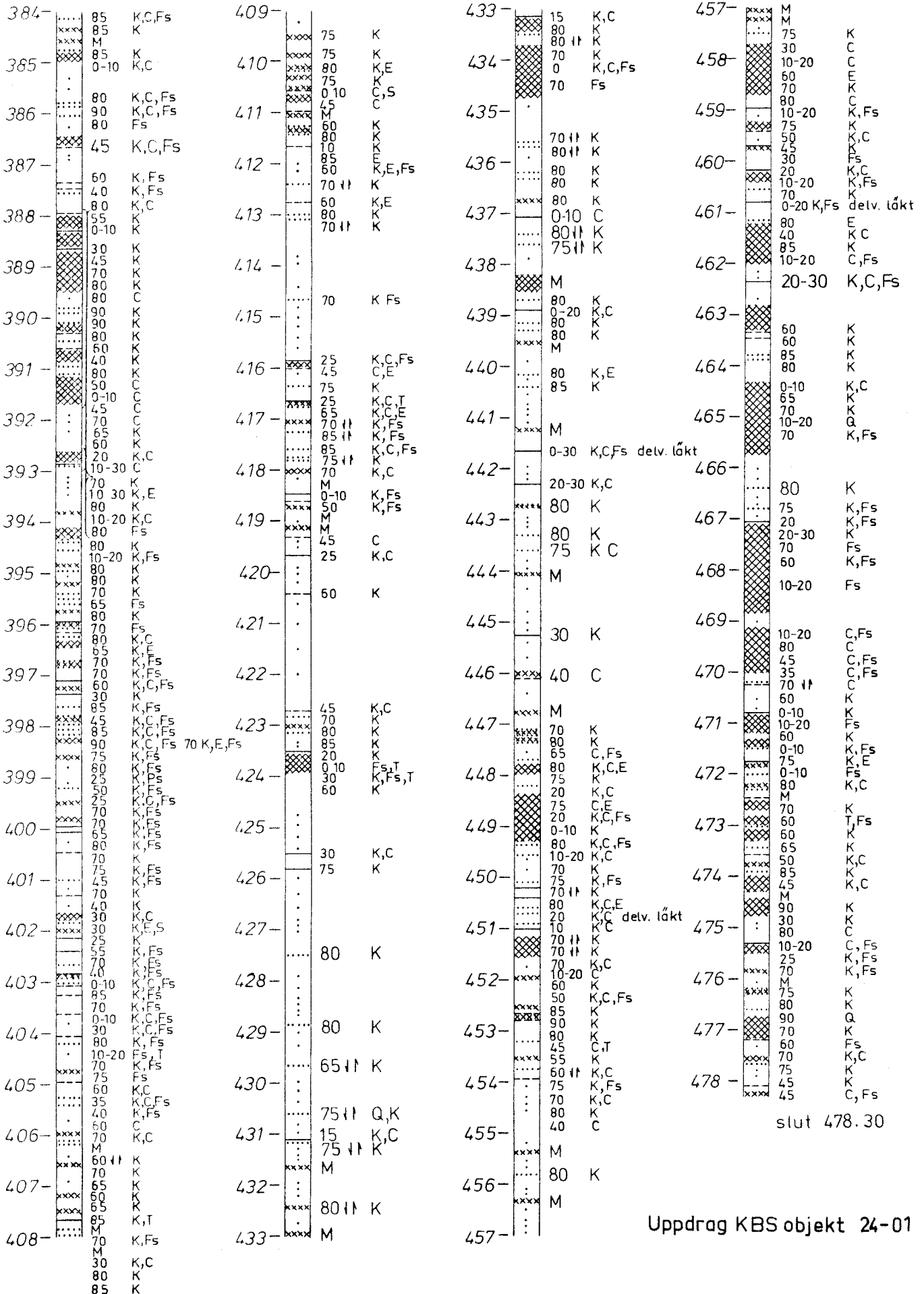


Borrkärnekartering FORSMARK

Fo 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1977

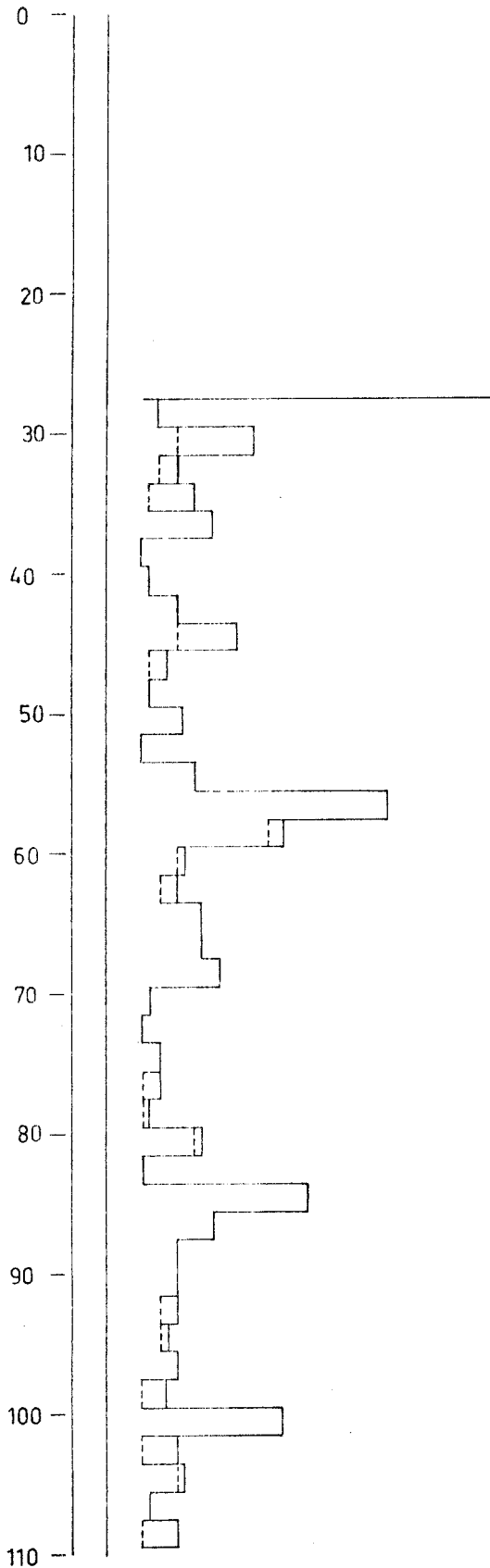
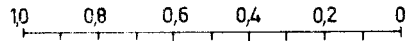


RQD - diagram, Fo 1

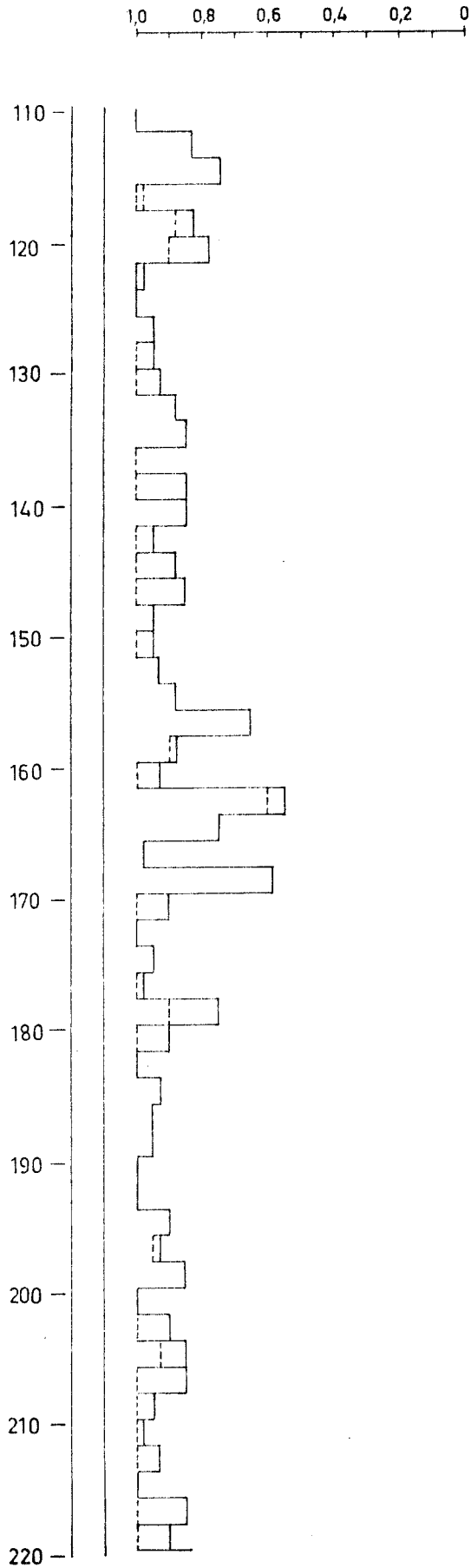
Skala 1: 500

SGU berggrundsbyrå 1977

RQD-faktor



RQD-faktor

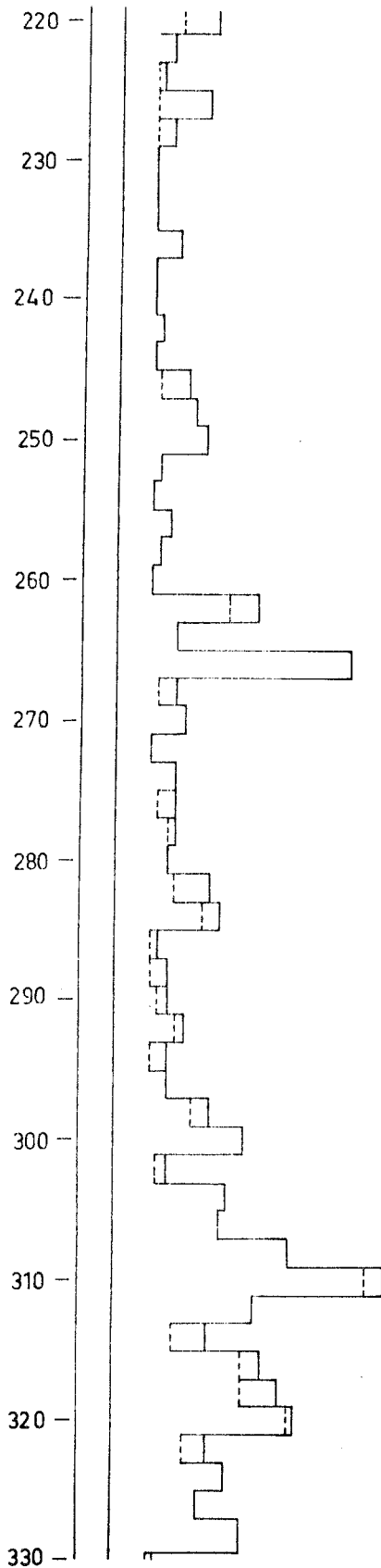
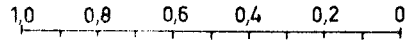


RQD - diagram, Fo 1

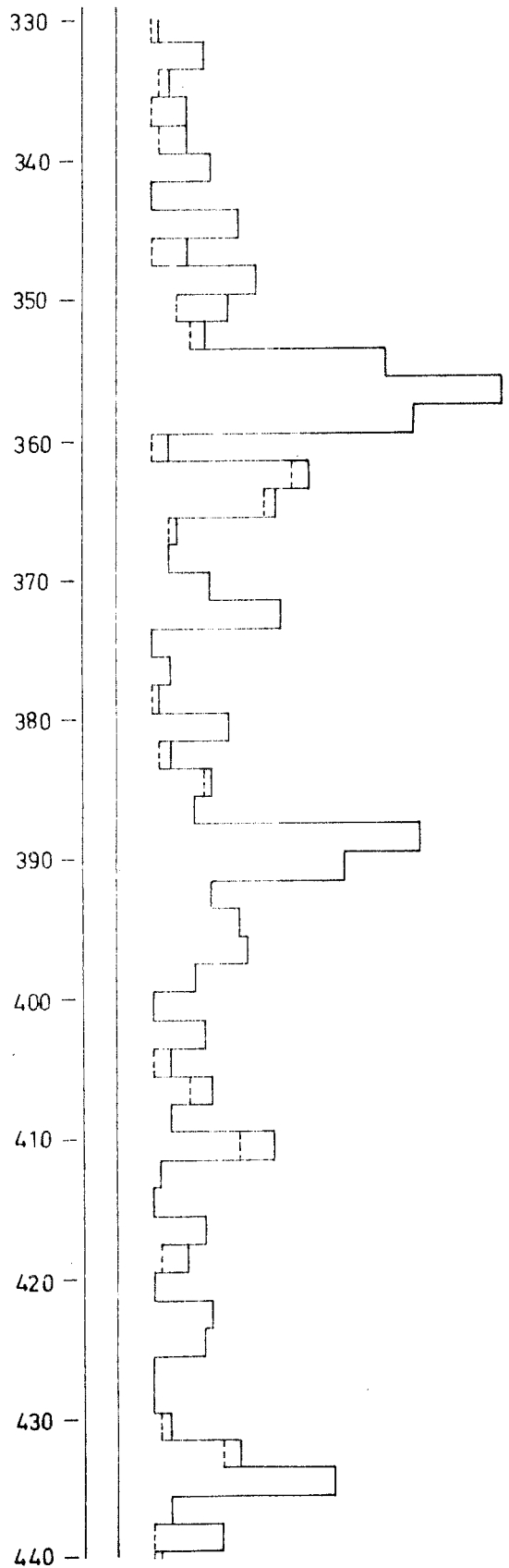
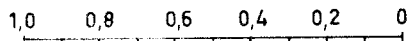
Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

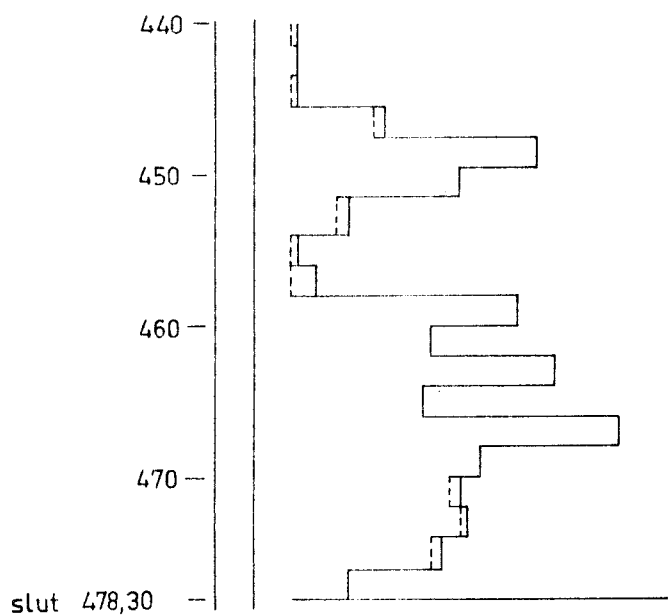
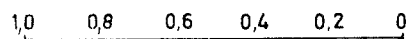
RQD-faktor



RQD-faktor



RQD-faktor



7 Djupundersökning Karlshamnsområdet

7.1 Inledning

Tidigare undersökningar och observationer i befintliga berggrum gör att Karlshamnsområdet kan anses vara det geologiskt bäst kända av de tre undersökningsområdena. En redogörelse för traktens berggrunds- och grundvattenförhållanden lämnas i KBS tekniska rapport 25.

Området uppbyggs av Blekinge kustgnejs, som utbreder sig söder och väster om Karlshamn. Bergarten kännetecknas av stor täthet och ringa vattenförekomst. Den utgöres av en grå, små- till fin-kornig, otydligt bandad gnejs, som i huvudsak består av plagioklas, mikroklin, kvarts och biotit. Denna gnejs är ofta nära förbunden med likaledes grå och förgnejsade granitoida bergarter. I gnejsen uppträder många små gångar av pegmatit. Gnejsen uppvisar på många håll en skivighet med över stora områden flack lagerställning. I Karlshamnsområdet begränsas kustgnejserna mot öster av ett stort massiv av grovkristallin Karlshamns-granit. Dess utbredning på större djup är okänd.

7.2 Kärnborrhål

Borrhålet som är placerat på KKAB:s område på Sternö söder om Karlshamn är borrarat till 500 meters djup, ca 80⁰ mot öster.

7.2.2 Bergartsgeologi

Bergarten, som helt domineras av Blekinge kustgnejs är enhetlig genom hela borrhålet. Inlagring av grovkornigt material på mäktigheter upp till 10 cm förekommer. En viss förgrovnig av kalifältspaten kan iakttagas mellan 400 och 500 meters djup, vilket kan förklaras genom närheten till den intilliggande Karlshamns-graniten.

7.2.3 Kartläggning av sprickor och sprickfyllnader

Sprickfrekvensen som kan studeras i detaljredovisningen i bilaga 1 är mycket låg. Sprickorna ligger flackt ofta parallellt med den mer eller mindre horisontella förskiffringen. Sprickorna är vanligtvis ofyllda, men kalцит och biotit förekommer som sprickfyllnad.

7.3 Figurer och bilagor

Bilaga 1 Sprickmönster och sprickfyllnader Ka 1

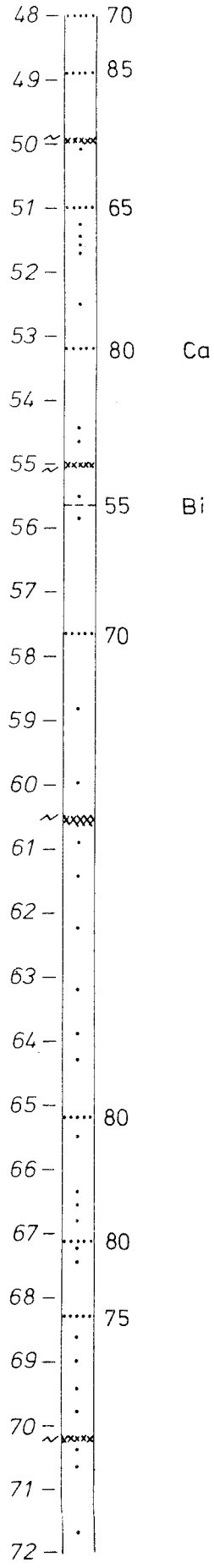
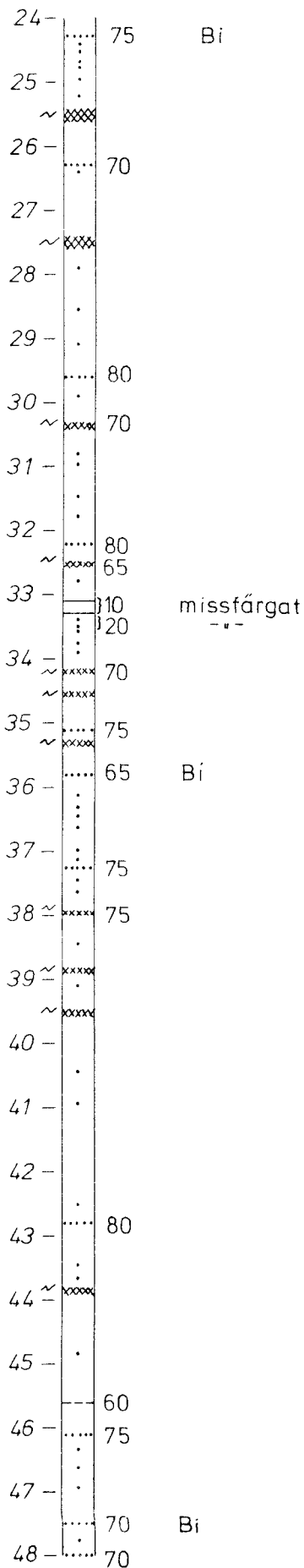
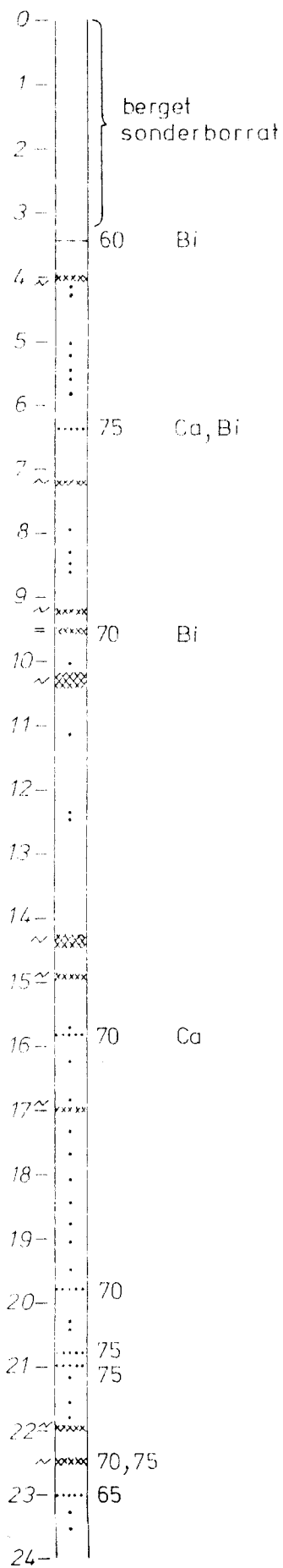
Bilaga 2 RQD-diagram Ka 1

Borrkärnekartering KARLSHAMN

Ka 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrå 1978

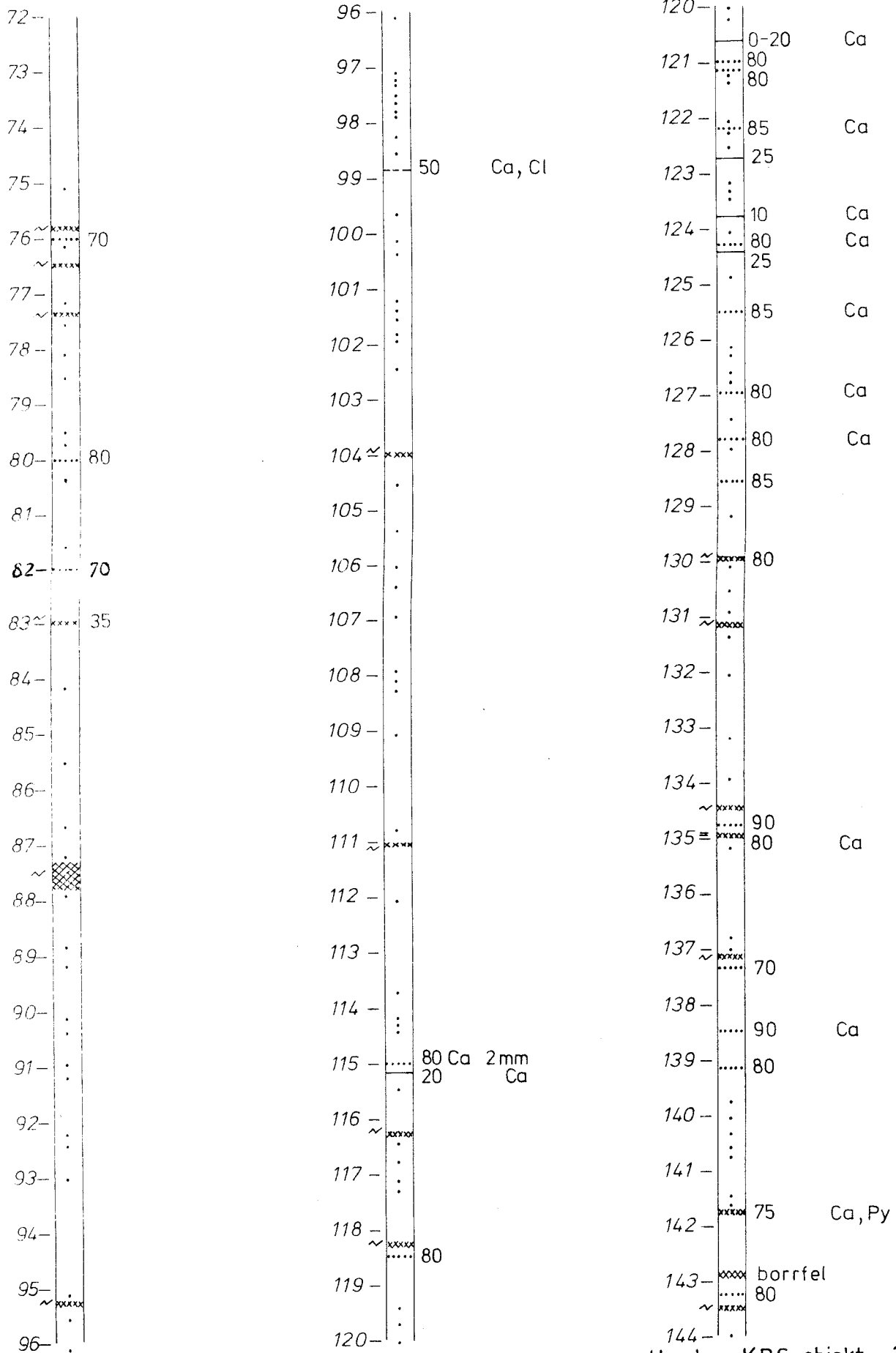


Borrkärnekartering KARLSHAMN

Ka 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrå 1978



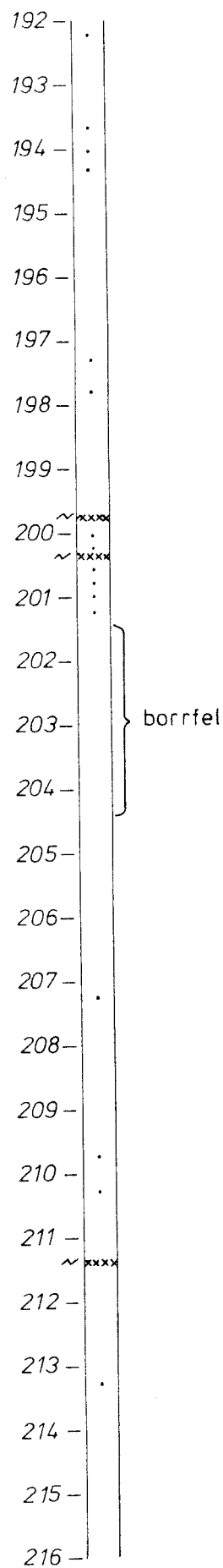
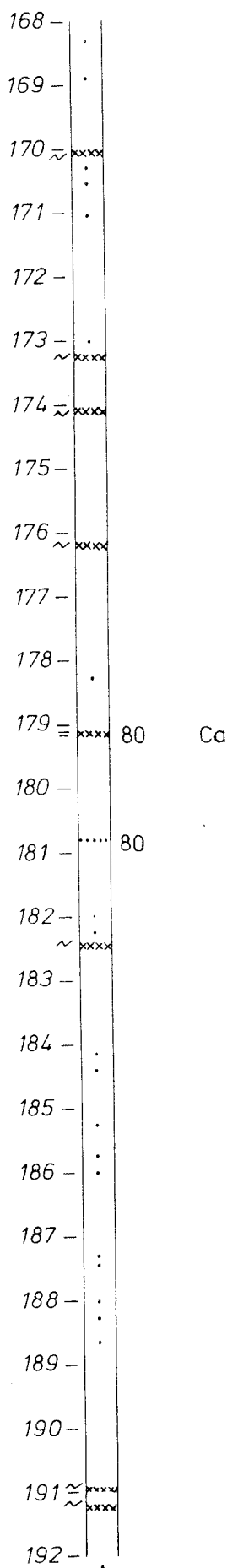
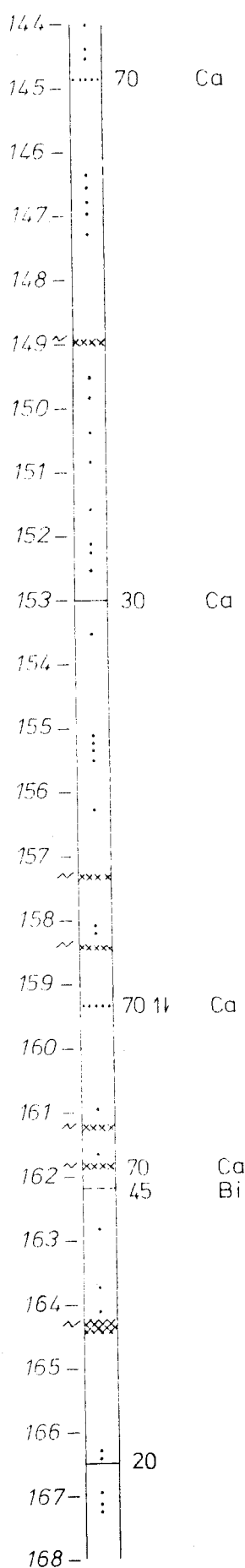
Bilaga 1

Borrkärnekartering KARLSHAMN

Ka 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrå 1978

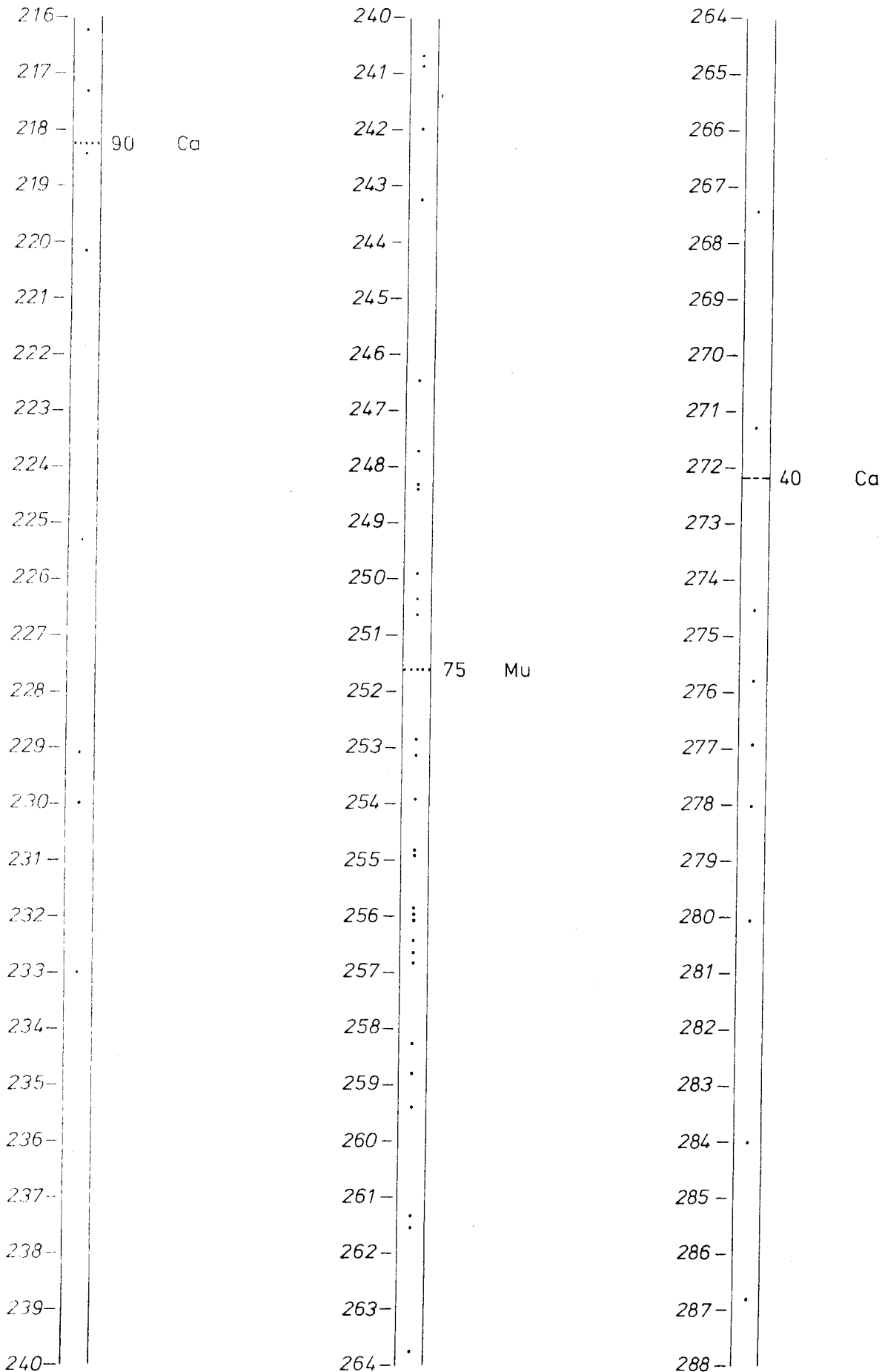


Borrkärnekartering KARLSHAMN

Ka1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

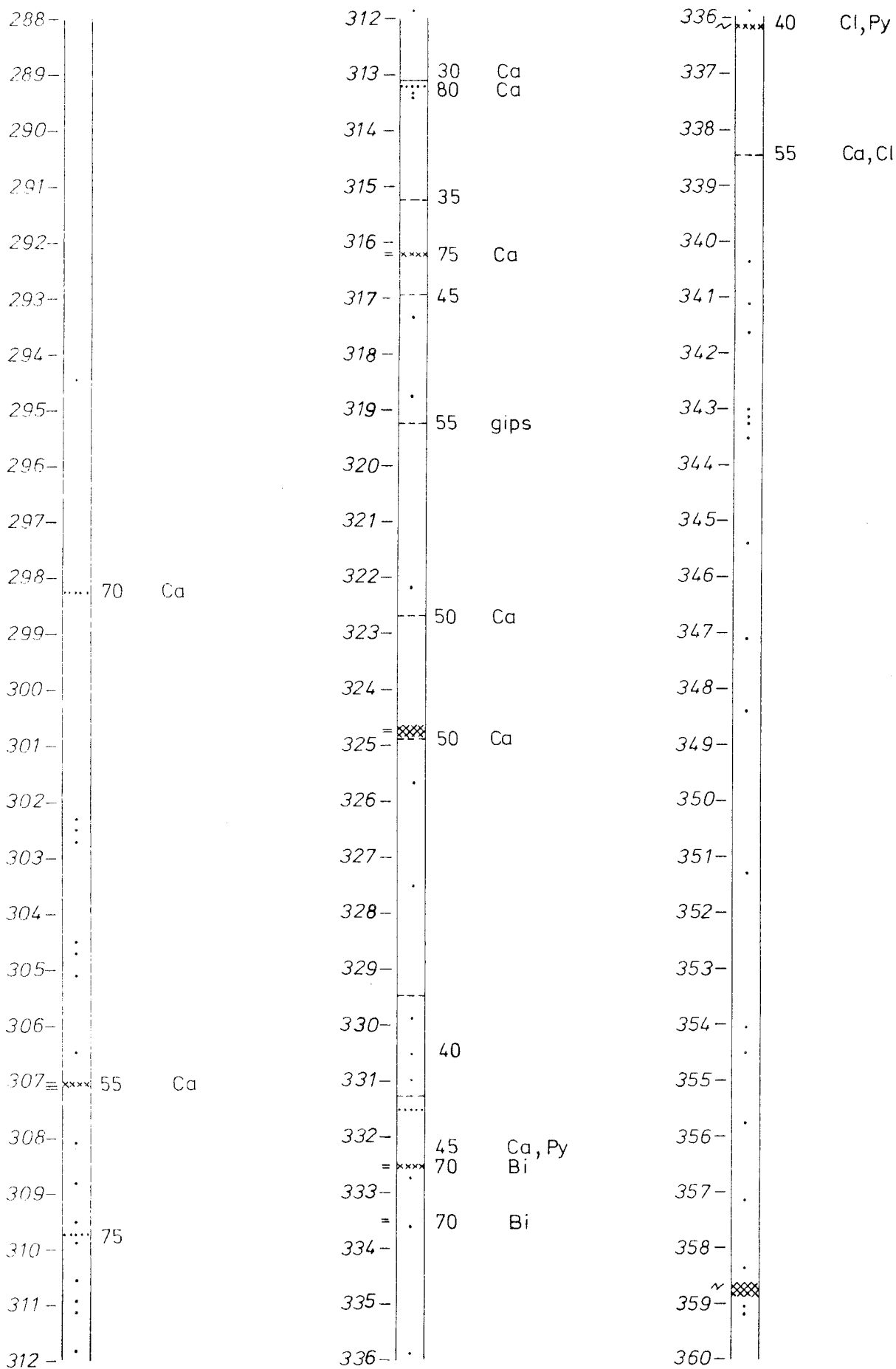


Borrkärnekartering KARLSHAMN

Ka 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

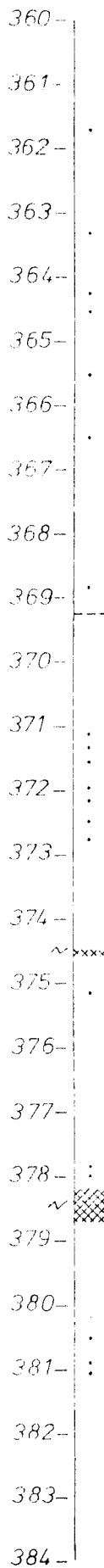


Borrkärnekartering KARLSHAMN

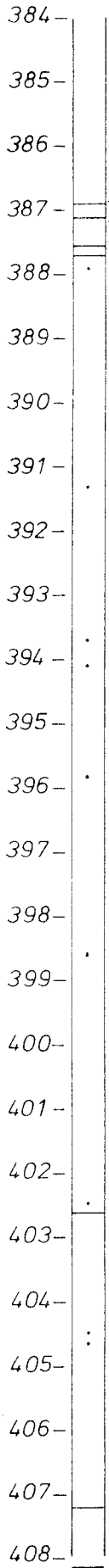
Ka 1

Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978



45 Bi

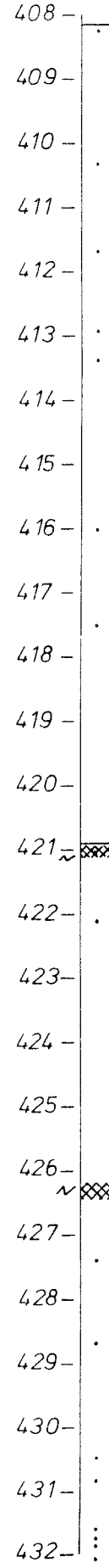


10-15 Ca

10 Ca

30

10 Ca



10 Ca

15 Ca

10 Ca

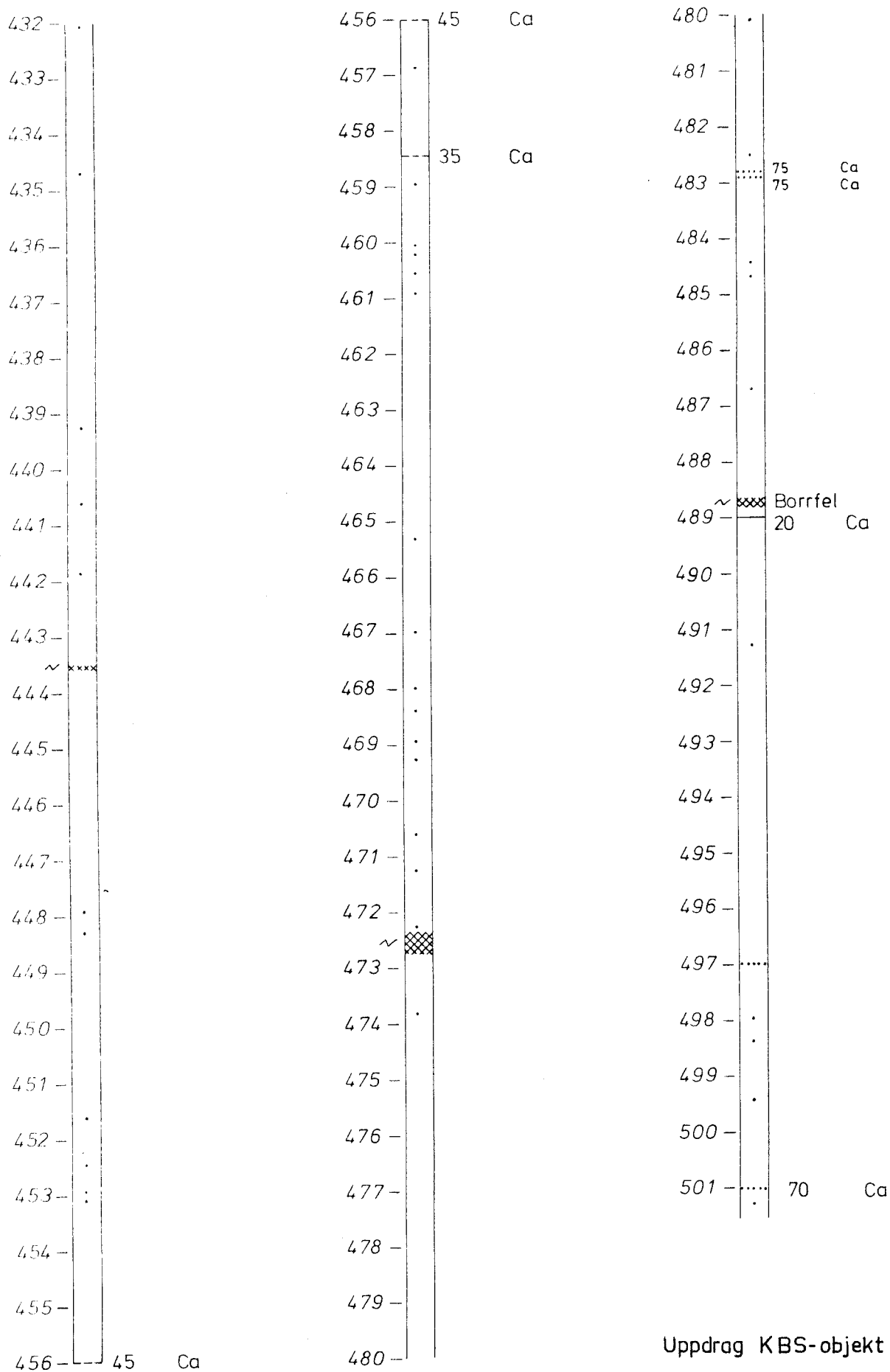
Bilaga 1

Borrkärnekartering KARLSHAMN

Ka 1

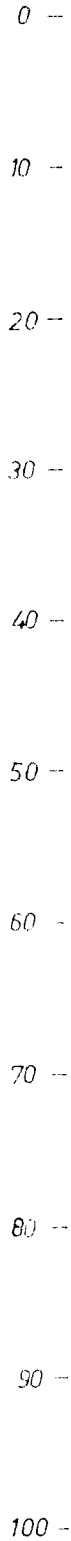
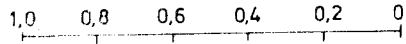
Djupet i meter

SGU berggrundsbyrån 1978

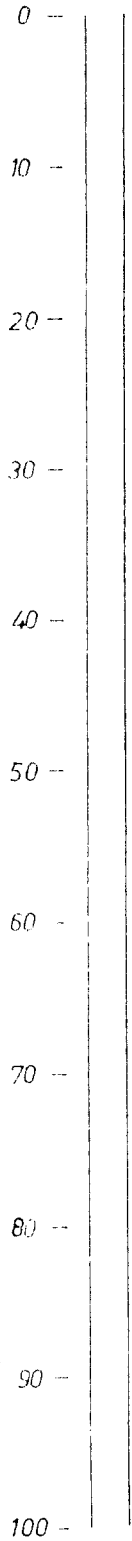


Berggrundsundersökning KARLSHAMN
RQD-diagram Ka 1
Skala 1:500
SGU berggrundsbyrån 1978

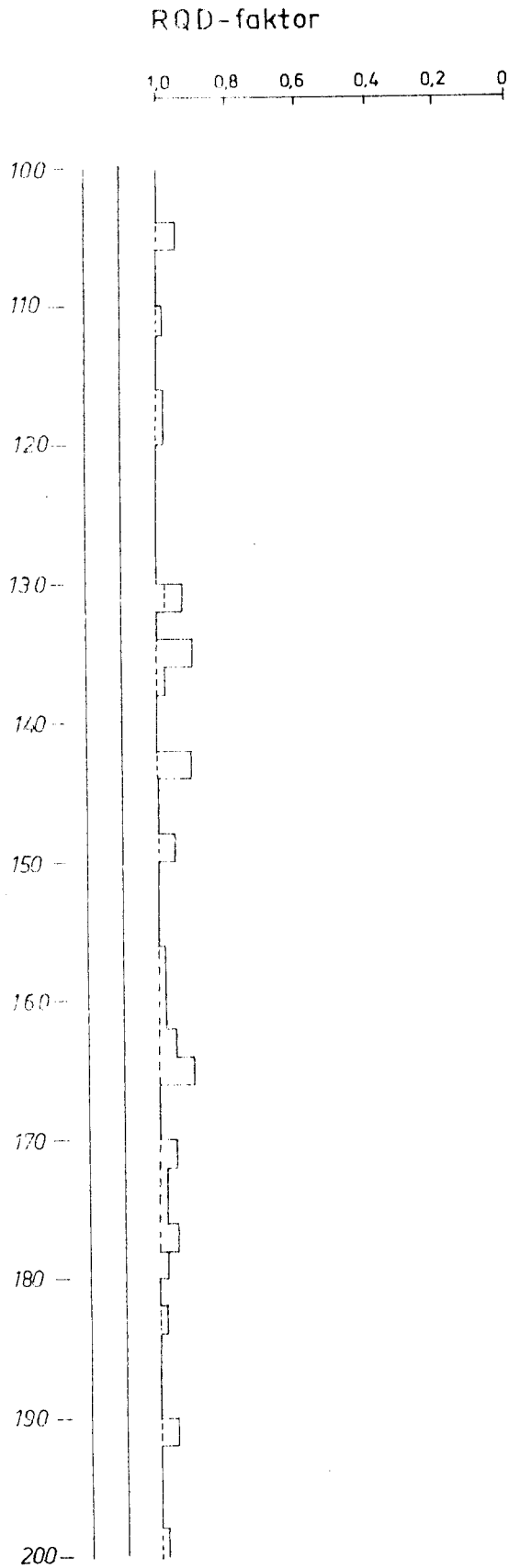
RQD - faktor



---- RQD med hänsyn till släta
ofta belagda sprickytor
— RQD med hänsyn till det
totala antalet sprickor



Berggrundsundersökning KARLSHAMN
RQD-diagram Ka 1
Skala 1:500
SGU berggrundsbyrån 1978



Berggrundsundersökning

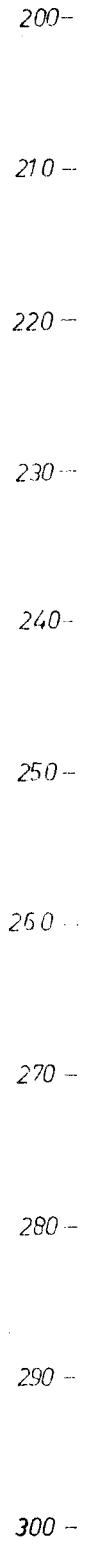
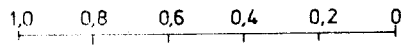
KARLSHAMN

RQD - diagram Ka 1

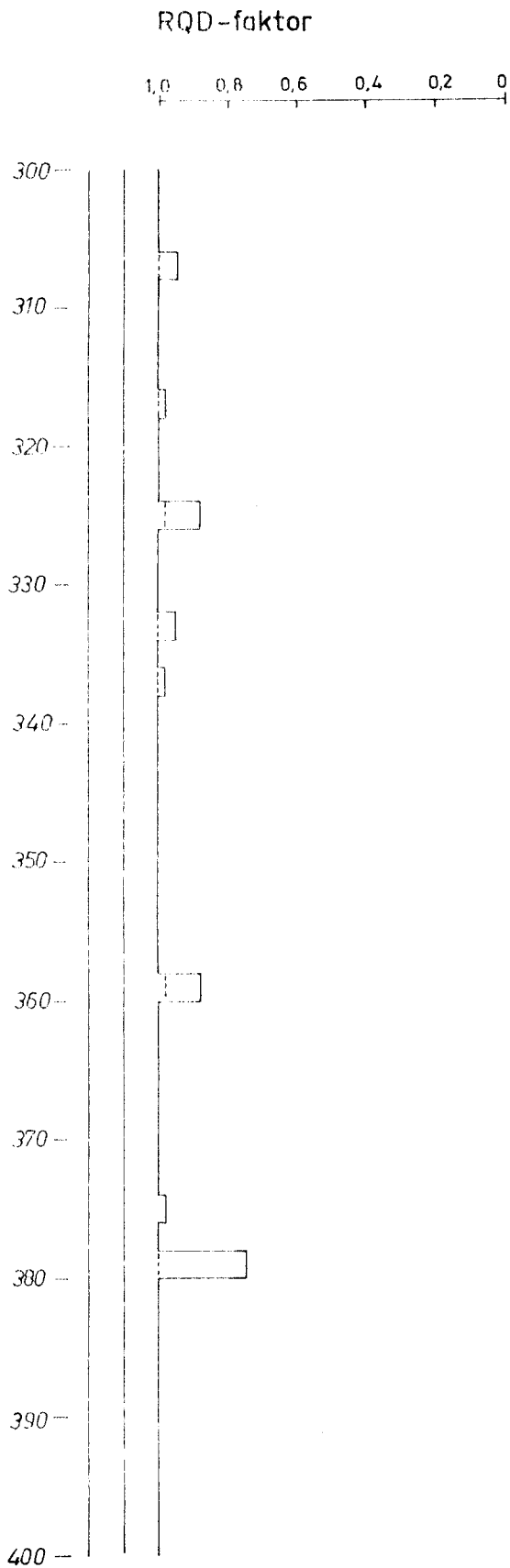
Skala 1:500

SGU berggrundsbyrå 1978

RQD - faktor



Berggrundsundersökning KARLSHAMN
RQD-diagram Ka1
Skala 1:500
SGU berggrundsbyrån 1978



Berggrundsundersökning

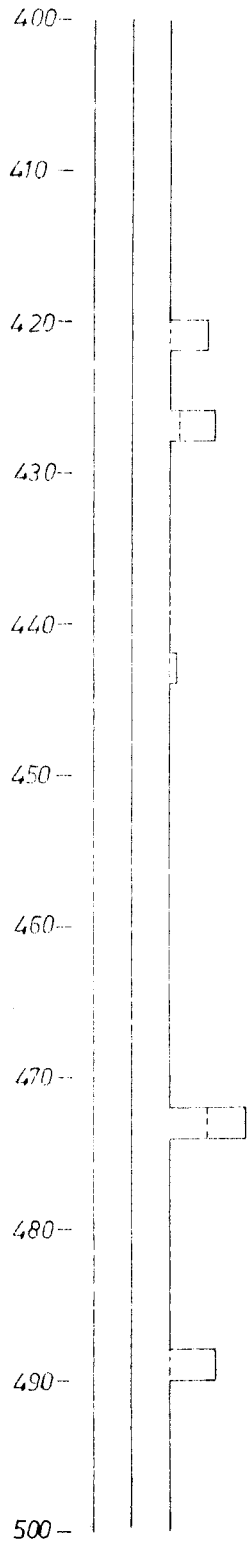
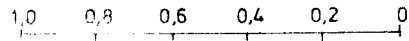
KARLSHAMN

RQD-diagram Ka 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrå 1978

RQD-faktor



8 Resultatsammanfattning

Det syns ganska entydigt, att de mönster i sprickbilden, vilka kan avläsas i berggrundens plastiska och rupturella strukturer samt av markytans topografi, kan följas mot djupet.

Goda exempel på detta erbjuder borrhningarna vid Finnsjön där yt-indikerade zoner har påträffats på stora djup. Detta förhållande verifierar delvis de förutsättningar vilka ställdes upp vid områdesvalet. Berggrundsförhållandena på stora djup kan i viss mån förutses genom kartläggning av markytan.

Lokala variationer mot djupet kan förekomma, speciellt i områden med en horisontell uppsprickning. Området i Kråkemåla illustrerar väl det förhållandet.

Kartläggningen av upptagna borrhärdar anger att berggrundens sprickighet inte entydigt avtar med djupet. I samtliga borrhål förutom hålet i Karlshamn synes sprickfrekvensen i borrhärdarna mot djupet vara oförändrad och i vissa fall t.o.m. peka på en ökning.

De undersökningar med TV-loggning och geofysiska mätningar som utförts verifierar väl den ovan beskrivna bilden.

Resultaten av permeabilitetsmätningarna har jämfört med sprickigheten ej alltid gett entydiga korrelationer. Som exempel kan nämnas att hög sprickighet inte alltid har gett mätbara flöden. Detta visar att en sprickrik berggrund inte alltid behöver favorisera en ökad permeabilitet. Möjligheten finns att mineraliseringen, främst då lera, kan täta enskilda sprickor, vilka annars skulle gett ett flöde. Förhållandet kan också förklaras av mättekniken vid kärnkartering, vilken kan ge förskjutningar vid jämförelser av resultaten.

En ökning av flödet i en till synes odeformerad berggrund kan förutom ovan nämnda felkällor också bero på läckage runt de tätande manschetterna i apparaturen för permeabilitetsmätning. I de avslutande 75 metrarna i borrhål Ka 1 registrerades en ökning av vattenflödet. Bergarten uppvisar ingen höjning i sprickfrekvens men en viss förgrovning av kalifältspaterna. En förklaring till detta kan vara gnejsens närhet till mer granitiska

bergarter och därigenom en ännu ej påträffad kontakt, vilket kan tänkas påverka tätheten ogynnsamt.

BLOMBERG A

Beskrivning till kartbladet Öregrund; SGU ser Aa, 101, Stockholm 1886.

CARLSSON A och OLSSON T

Water leakage in the Forsmark tunnel, Uppland, Sweden; SGU, ser C 734, Stockholm 1977.

ERIKSSON L, MAGNUSSON K Å

Geofysisk undersökning i Oskarshamn, SGU, PRAV, 1977.

HAST N

The State of Stress in the Upper Part of the Earths Crust as Determined by Measurements of Absolute Rock Stress, Naturwissenschaften 61, pp 468-475, 1974.

KRESTEN P och CHYSSLER J

The Götömar massif in south-eastern Sweden; Geol Fören Förh, Stockholm, 98, p 155-161, 1976

LARSSON I, LUNDBERG T och WIKLANDER U

Blekinge kustgnejs, geologi och hydrogeologi, KBS Teknisk rapport 25, 1977.

LUNDEGARDH, P H

Berggrunden i Gävleborgs län; SGU ser Ba 22, Stockholm 1967.

MAGNUSSON K Å

In situ determination of elastic constants in rock, using a hammer seismograph. Geol Fören Förh, Stockholm, 98, p 244-250, 1976.

RUDBERG S

Geomorfologi, Pl 5-6

Atlas över Sverige, Sv Sällskap Antropol Geogr, Generalstabens, Stockholm, 1970.

STEPHANSSON O

Deformationer i sprickigt berg, Högskolan i Luleå, KBS Teknisk rapport 29, 1977.

STOLPE M

Bladet Örbyhus; SGU 32, Stockholm, 1869.

SUND B

Nyare undersökningar inom nordöstra Upplands berggrund; SGU ser C 552, Stockholm 1957.

SVEDMARK E

Beskrivning till kartbladet Oskarshamn; SGU ser Ac 5, Stockholm 1904.

WELIN E

Uranium mineralizations and age relationships in the precambrian bedrock of central and southeastern Sweden; Geol Fören Förh, Stockholm, 88, p 34-67, 1966.

ÅBERG G

Muntligt meddelande, planer publ i Geol Fören Förh, Stockholm, 1978.

BERGGRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN I
FINNSJÖOMRÅDETS NORDÖSTRA DEL

C-E KLOCKARS
O PERSSON

INNEHÅLL

1. Områdesbeskrivning
2. Permeabilitetsbestämningar och piezometriska tryckmätningar i borrhål.
 - 2.1 Borrhål G 1
 - 2.2 "- G 2 och G 3
 - 2.3 "- G 4
 - 2.4 "- G 5
 - 2.5 "- G 6
 - 2.6 "- G 7
3. Provpumpning för att utröna hydrauliska samband mellan borrhålen.
4. Sprickbetingad permeabilitet och dess betydelse för en brunns kapacitet.

1. Områdesbeskrivning

I anslutning till Finnsjöområdet, närmare bestämt den förkastningsdal som begränsar området mot nordost, har ett antal sänkhammarborrade hål upptagits. Fig 1 visar plintens begränsning, samt placeringen av de hammarborrade hålen G 1 - G 7 och kärnborrhålet Fi 3.

I fig 2 ges ett schematiskt längdsnitt över markytans topografi i riktningen G 2 - G 4. Första delsektionen (P 1) domineras av skogsplanterad åkermark. Övriga sektioner utgöres av skogbevuxen morän med partier av berg i dagen.

Vid bäcken utfördes en jord - berg sondering, vilken visar ett jorddjup på ca 5 m. Berget överlagras av ett drygt metertjockt moränlager, därpå ca 2 m lera med skikt av grövre material. Resterande lager består av en blandning svall- och svämsediment samt kulturpåverkad mark.

Seismiska undersökningar längs sektionen företogs för att om möjligt fastställa huruvida förkastningen utgjordes av en distinkt zon. Undersökningen kunde ej påvisa detta, däremot framkom att bergkvaliteten kontinuerligt försämras ner mot dalsänkan. Den seismiska bergvåghastigheten fastställdes för profilerna, se fig 2:

Profil 1:	3 600 m/s
Profil 2:	3 700 m/s
Profil 3:	5 200 m/s
Tvärprofil Tp I i nordlig riktning:	3 000 m/s
Tvärprofil Tp II i nordlig riktning:	5 000 m/s

2. Permeabilitetsbestämningar och piezometriska tryckmätningar

2.1

Borrhål G 1 är gradat ca 60° mot horisontalplanet i riktning N85⁰W, och har en längd av ca 105 m. Markytan är belägen + 23,6 m ö.h. vilket ger borrhålet ett absolut djup av 67,4 m under havsytan. Borrhålets utsträckning i horisontalplanet är ca 52 m.

Permeabilitetsmätningen (se fig 3) visar att sprickigheten tilltar mot djupet, vilket tyder på närhet till förkastningszonen. Sprickigheten är hög, men större sprickzoner saknas.

Vid bergborrning punkteras sprickor innehållande olika piezometriska tryck. Den fria grundvattenytan är ett jämviktsläge i ett borrhål mellan samtliga piezometriska tryck i sprickorna. För borrhål G 1 ligger den fria grundvattenytan ca 1,0 m över markytan. Artesiska förhållanden råder alltså. Det piezometriska trycket för de större sprickorna har bestämts.

<u>Sektion</u>	<u>Piezometriskt tryck</u>
38,8 - 40,8	+ 1,6 m över markytan
66,8 - 68,8	+ 1,6 m "-
100,8 - 102,8	+ 1,2 m "-
102,8 - 104,8	+ 0,8 m "-

En tolkning av resultatet, är att betrakta det berörda området som ett lokalt utströmningsområde, eftersom trycket i sprickorna avtar med djupet. På vilket djup strömningslinjerna planar ut går dock ej att förutsäga.

2.2

Borrhål G 2 är vertikalt borrarat till ca 94 m djup under markytan. Markytan är belägen 26,9 m ö.h.

Permeabilitetsbestämningarna (se fig 4) ger att berget är tämligen uppsprucket ned till ca 67 m djup. Ett flertal mycket kraftiga sprickzoner finns. Mellan de kraftiga sprickzonerna på 65 - 67 m och 91 - 93 m djup är berget tätt. Den fria grundvattenytan ligger ca 1,8 m under markytan.

Piezometriska tryckhöjden för de större sprickorna har uppmätts. Samtidigt mättes den "fria grundvattenytan" ovanför den aktuella sprickan. Tryckhöjden för sprickzonen på 39 - 41 m djup kunde ej fastställas, emedan denna zon har god kontakt med övriga hålet.

<u>Sektion</u>	<u>Piezometriskt tryck</u>	<u>"Fria grundvattenytan"</u>
31 - 33 m	1,8 m under markytan	1,6 m under markytan
65 - 67 m	1,9 m "-"	1,7 m "-"
91 - 93 m	2,3 m "-"	1,8 m "-"

Borrhål G 3 är vertikalt borrarat till ca 99 m djup under markytan. Markytan är belägen 27,1 m ö.h., på ca 2 m avstånd från G 2. Den fria grundvattenytan samt de piezometriska tryckytorna överensstämmer väl med de i G 2. Dock bör observeras att den kraftiga sprickzonen i G 2 på 91 - 93 m djup ej står att återfinna i G 3 (se fig 5).

2.3

Borrhål G 4 är vertikalt borrarat till ca 98 m djup under markytan. Markytan är belägen 27,6 m ö.h. Permeabilitetsmätningarna (se fig 6) visar att borrhålet är tätt, förutom sektionerna 70 - 76 m. Den fria grundvattenytan är belägen 2,1 m under markytan.

2.4

Borrhål G 5 är vertikalt borrarat till ca 95 m djup under markytan. Markytan är belägen 26,8 m ö.h. Permeabilitetsmätningar har ej utförts i detta hål, emedan risk för fastsättning förelåg. Enligt

uppgift från borrhörmannen finns en mycket kraftig sprickzon med god vattenföring på ca 36 - 40 m djup under markytan. Den fria grundvattenytan är belägen 1,6 m under markytan.

2.5

Borrhål G 6 är vertikalt borrarat till 95 m djup under markytan. Markytan är belägen 32,7 m ö.h. Den fria grundvattenytan befinner sig 6,0 m under markytan. Permeabilitetsmätningen kunde ej påvisa någon sprickförande sektion. Samtliga sektioner hade en permeabilitet som var lägre än 7×10^{-9} m/s.

2.6

Borrhål G 7 är vertikalt borrarat till 99 m djup under markytan. Markytan är belägen 33,1 m ö.h. Permeabilitetsbestämningarna (se fig 7) visar att berget är relativt sprickfattigt, förutom på sektionerna 70 - 76 m. Den "fria grundvattenytan" är belägen 5,9 m under markytan. Piezometriska trycket för de större sprickorna har bestämts. Den fria grundvattenytan ovan aktuella sprickor mättes samtidigt.

<u>Sektion</u>	<u>Piezometriskt tryck</u>	<u>"Fria grundvattenytan"</u>
6 - 8 m	2,3 m under markytan	
60 - 62 m	6,4 m "-"	5,7 m under markytan
70 - 72 m	6,0 m "-"	5,5 m "-"
74 - 76 m	5,9 m "-"	5,6 m "-"

3. Provpumpning för att utröna hydrauliska samband mellan borrhålen

3.1

En sänkpump har placerats i borrhål G 1. En stegprovpumpning utfördes för att utröna den hydrauliska kontakten mellan borrhålen. Pumptiden var 1 timme under varje pumpsteg.

Under första steget pumpades med en kapacitet av 0,1 l/s. Under andra steget 0,2 l/s. Efter dessa två steg var trycksänkningen i pumphålet 3 meter v.p. I borrhål G 2 var en enkel manschett placerad på 90 meters djup. Sprickan under manschetten reagerade momentant på trycksänkningen i borrhål G 1 med en trycksänkning på 15 cm v.p. Samtidigt sjönk den fria grundvattenytan i G 2 och G 3 7 cm. Grundvattenytan i G 5 sjönk 3 cm, i de övriga hålen var den konstant.

Vid tredje pumpsteget (0,4 l/s) tömdes det kvartära grundvattenmagasinet. Grundvattenytan i G 1 sjönk snabbt och var efter 1 timme fortfarande sjunkande. Då pumpkapaciteten ökades ytterligare (0,8 l/s), överskreds bergakvifärens kapacitet och stegprovpumpningen avbröts.

Pumpkapaciteten ändrades därefter till 0,43 l/s. Efter 20 timmar var trycksänkningen i borrhålen:

<u>Borrhål</u>	<u>Trycksänkning</u>
G 1	47,4 m v.p.
G 2	2,95 m v.p. (nivå 91 - 93 m)
G 2	1,09 m v.p. (ovan manschett)
G 3	0,94 m v.p.
G 4	0,72 m v.p.
G 5	0,86 m v.p.
G 6	0,30 m v.p.
G 7	0,25 m v.p.

Då avsänkningen bedömdes störa strömningsbilden alltför mycket, minskades kapaciteten till 0,2 l/s. Efter 10 dagar var trycksänkningen i G 1 27,1 m.

En teoretisk beräkning baserad på vattenförlustmätningarna gav en trycksänkning av 34,5 m vid detta flöde. Denna ansågs fortfarande för stor, varför kapaciteten minskades till 0,1 l/s. Detta ger en teoretisk trycksänkning på 17,3 m. Denna nivå har ännu inte uppnåtts.

4. Sprickbetingad permeabilitet och dess betydelse för en
brunnskapacitet

Utgående från grundekvationen:

$$(1) \quad L \times k_s = \frac{Q}{2 \pi (P_0 - P_1)} \times \ln \left(\frac{r_1}{r_0} \right) \quad \text{MAINI 1972}$$

där, L = mätvåningens längd
 k_s = sektionpermeabilitet
 Q = flöde
 r_0 = borrhålsradie
 P_0 = trycket vid mätsektionen
 r_1 = visst avstånd från borrhålet
 P_1 = trycket på avståndet r_1 från borrhålet

Ekvation (1) är tillämpbar vid både inpressning av vatten och vid pumpning från sektionen. Vid pumpning sättes Q negativ.

Vid permeabilitetsbestämning erhålles ett värde på k_s för varje sektion: $k_{s_1}, k_{s_2}, \dots, k_{s_n}$. Vid uttag från en brunn ger varje sektion ett mot sektionpermeabiliteten direkt proportionellt tillflöde. Detta flöde kan tecknas:

$$Q_1 = \frac{k_{s_1} \times L \times 2 \pi (P_0 - P_1)}{\ln \left(\frac{r_1}{r_0} \right)}$$

$$Q_2 = \frac{k_{s_2} \times L \times 2 \pi (P_0 - P_1)}{\ln \left(\frac{r_1}{r_0} \right)}$$

$$Q_n = \frac{k_{s_n} \times L \times 2 \pi (P_0 - P_1)}{\ln \left(\frac{r_1}{r_0} \right)}$$

Vid konstant pumpkapacitet Q och stationära förhållanden ges:

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n.$$

$$-Q = \frac{(k_{s_1} + k_{s_2} + \dots + k_{s_n})(L \times 2\pi (P_0 - P_1))}{\ln\left(\frac{r_1}{r_0}\right)}$$

$$(2) \quad -Q = \frac{\sum_{i=1}^n k_{s_i} (L \times 2\pi (P_0 - P_1))}{\ln\left(\frac{r_1}{r_0}\right)}$$

Ekvation (2) kan tecknas:

$$-(P_0 - P_1) = \frac{Q \times \ln\left(\frac{r_1}{r_0}\right)}{\sum_{i=1}^n k_{s_i} \times L \times 2\pi}$$

Tillämpad på borrhål G 1 för beräkning av den teoretiska avsänkningen ges numeriskt:

$$Q = 2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\sum_{i=1}^n k_{s_i} = 4,52 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$r_0 = 0,055 \text{ m}$$

$$r_1 = 1\,000 \text{ m (influensradie)}$$

$$L = 2 \text{ m}$$

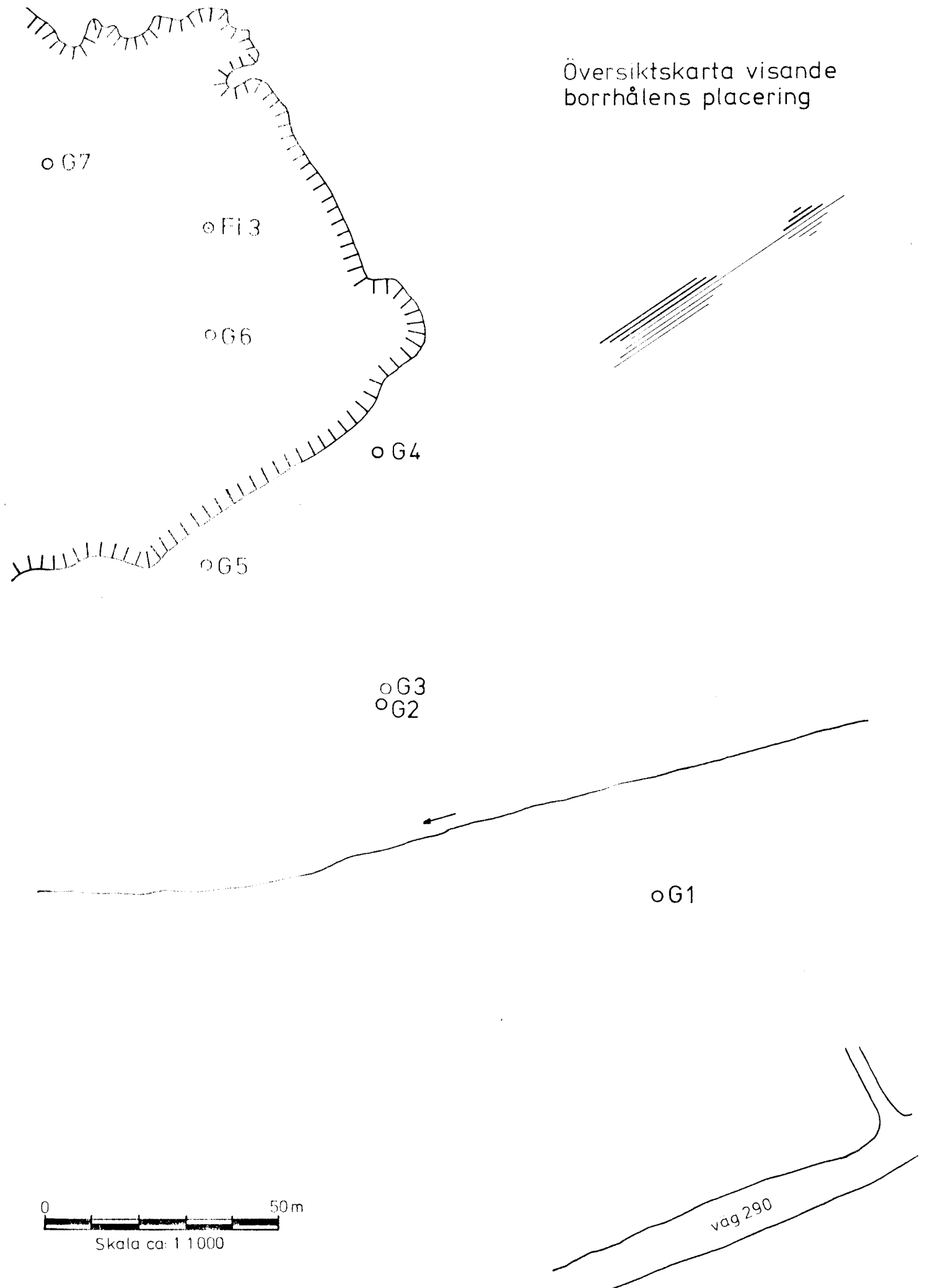
Trycksänkningen $(P_0 - P_1)$ blir 34,5 m. Efter 10 dagars pumpning i G 1 under givna förhållanden uppmättes en trycksänkning på 27,1 m.

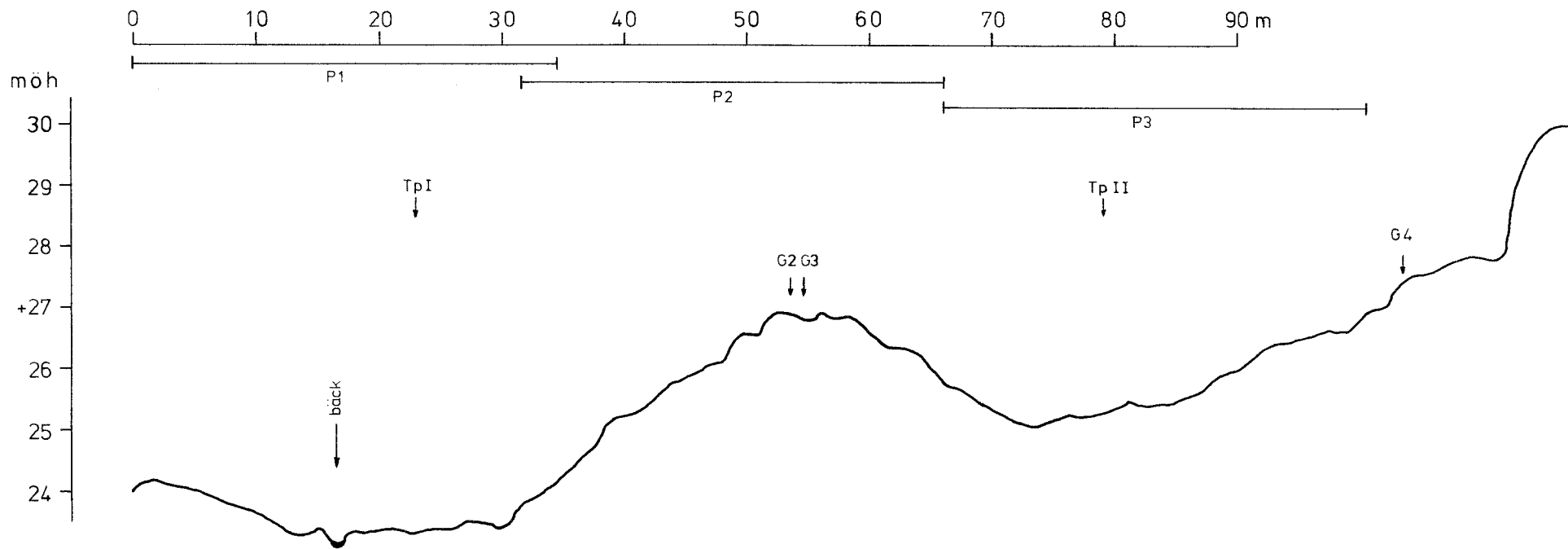
Vid tillämpning av ekvation (2) måste hänsyn tas till vilka ytligt liggande spricksystem, som kan tänkas tömmas efter längre tids pumpning.

Tillflödet från sektioner med stor permeabilitet i % av uttagen
vattenmängd gällande G 1 vid givna förutsättningar

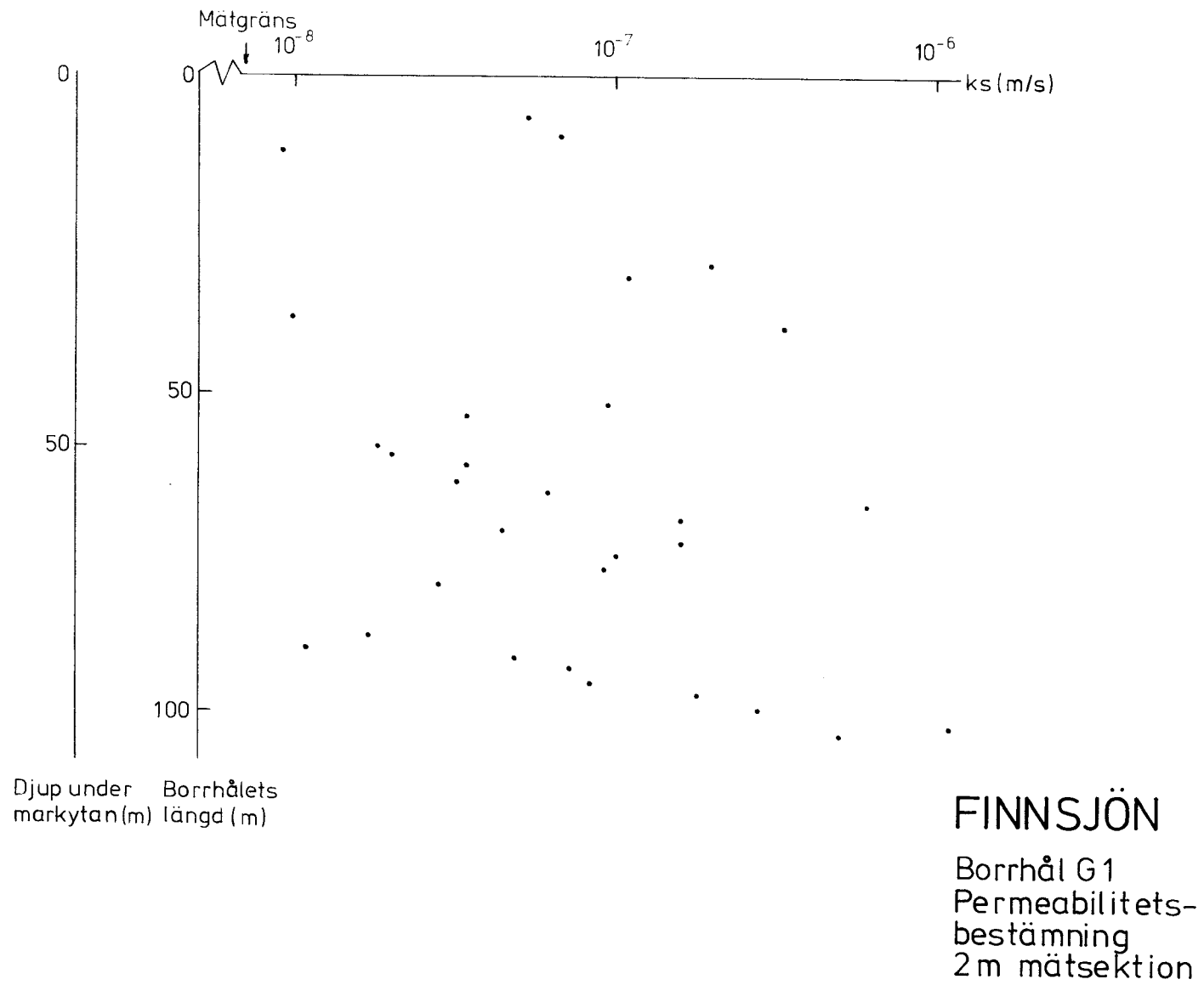
<u>Sektion</u>	<u>Tillflöde</u>
38,8 - 40,8	8 %
66,8 - 68,8	13 %
100,8 - 102,8	24 %
102,8 - 104,8	11 %

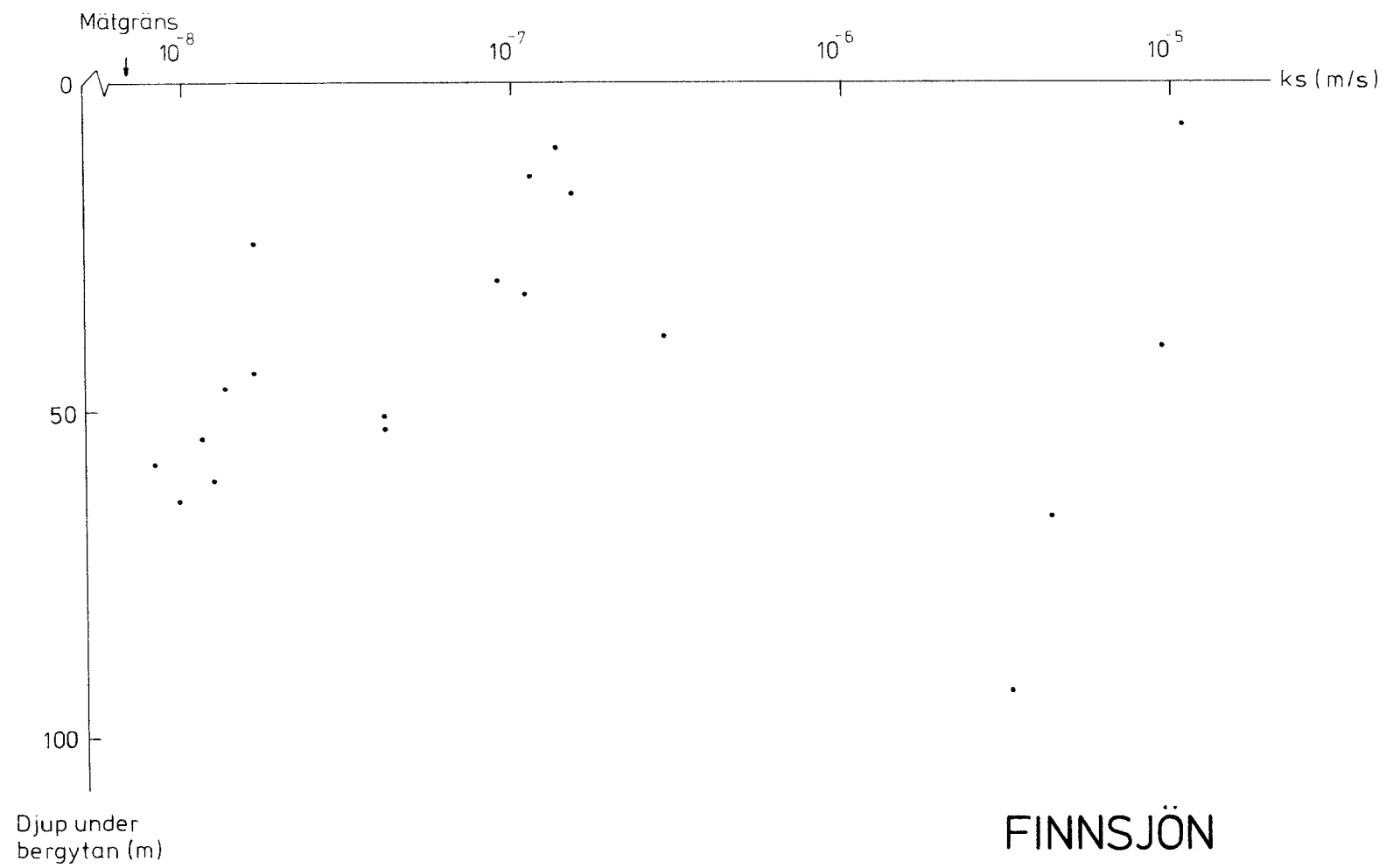
Översiktskarta visande
borrhålens placering





Schematiskt längdsnitt över en linje med riktningen G2-G4 och förlängning i bägge riktningar





FINNSJÖN
 Borrhål G2
 Permeabilitets-
 bestämning
 2 m mätsektion

Fig. 4

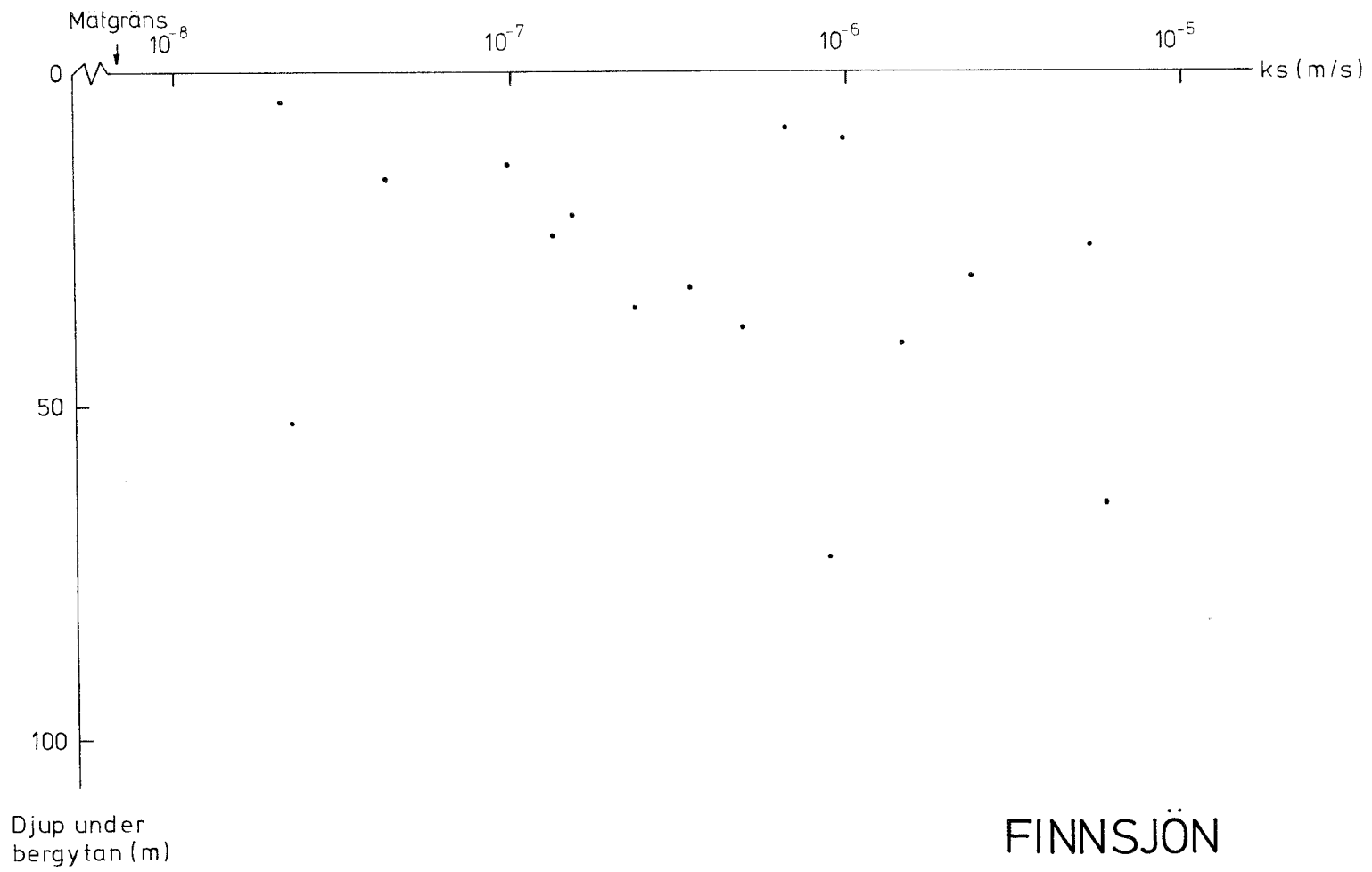
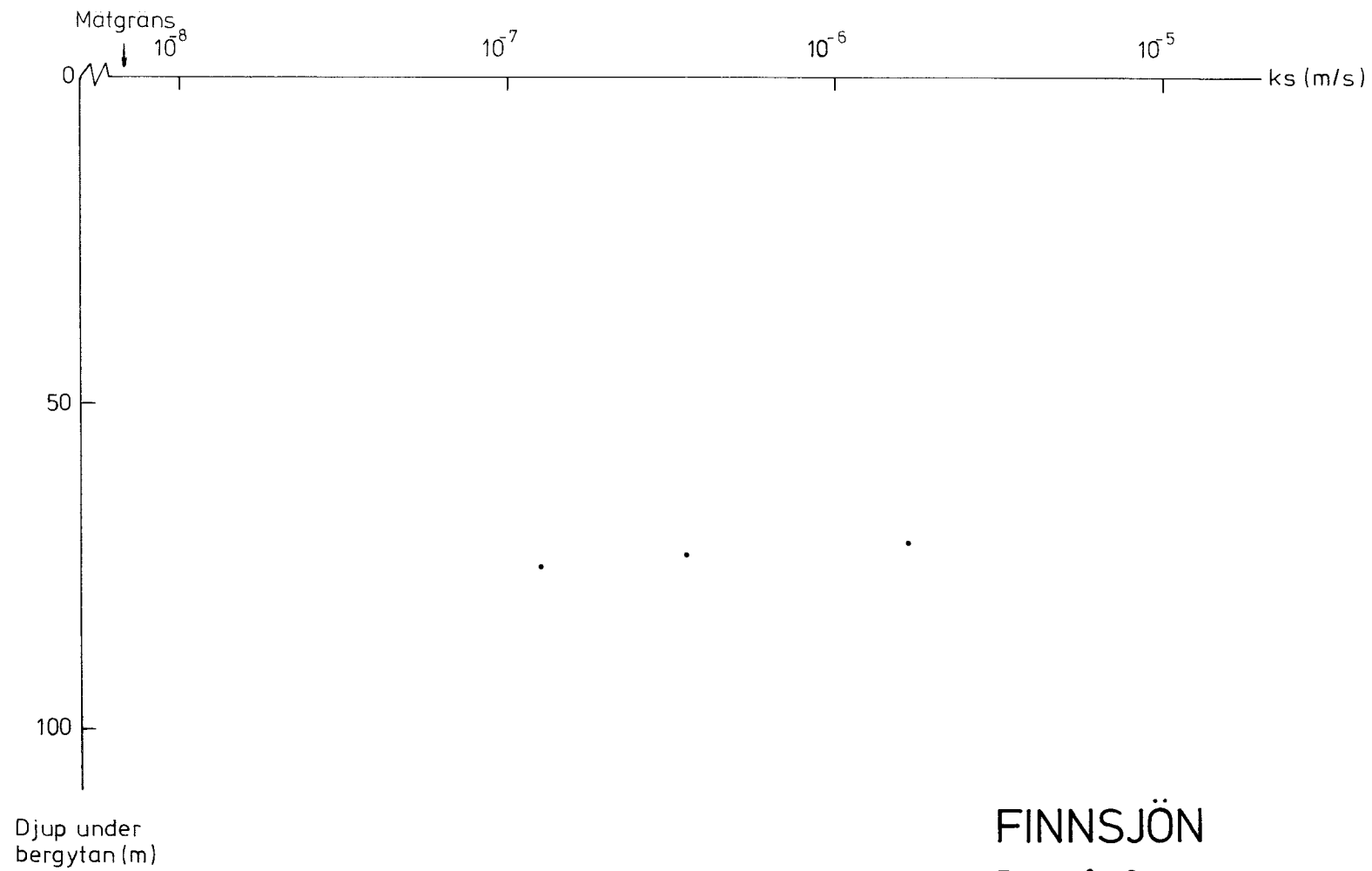


fig. 5



FINNSJÖN

Borrhål G4
Permeabilitets-
bestämning
2 m mätsektion

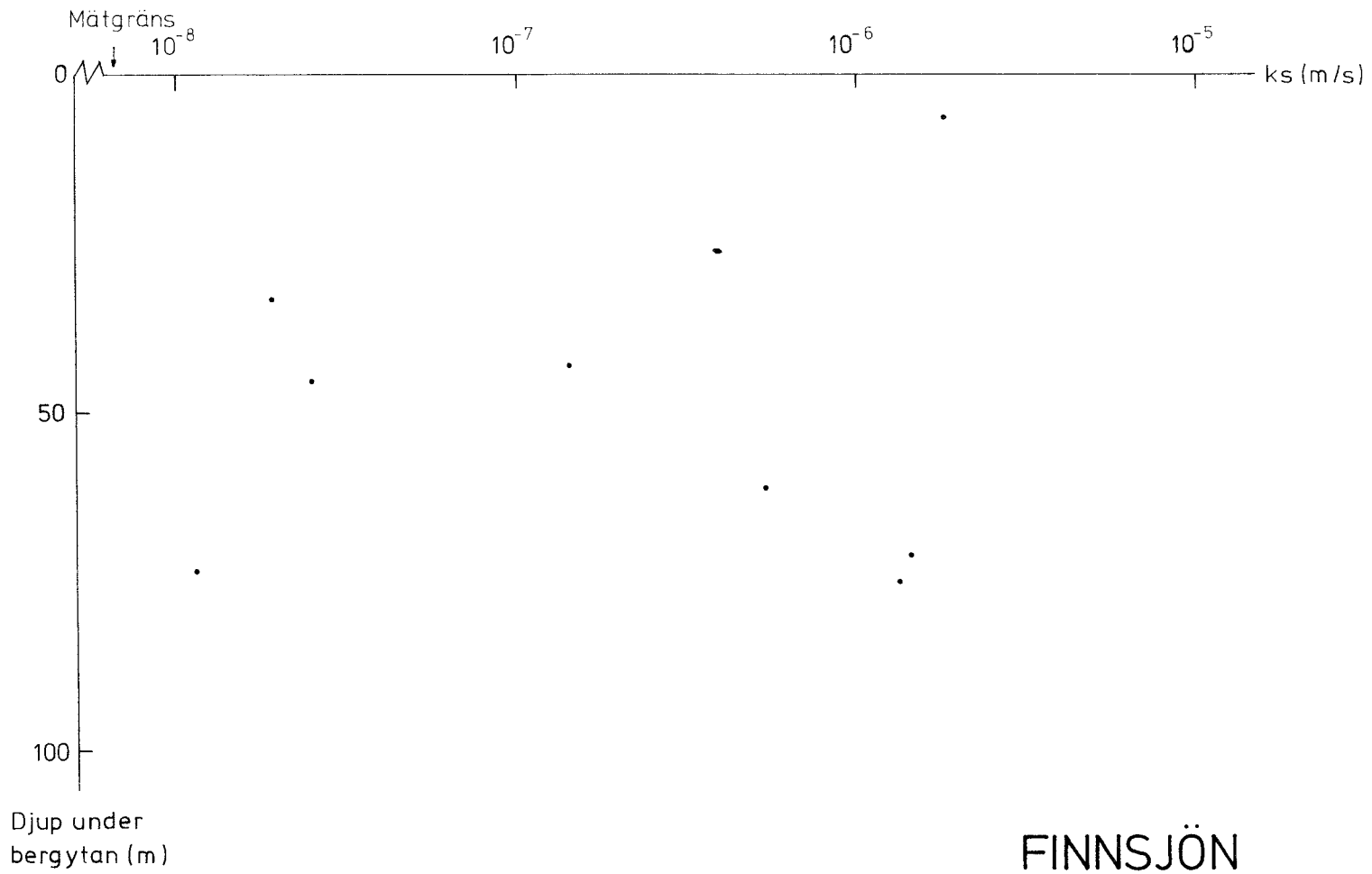


fig.7

FÖRTECKNING ÖVER KBS TEKNISKA RAPPORTER

- 01 Källstyrkor i utbränt bränsle och högaktivt avfall från en PWR beräknade med ORIGEN
Nils Kjellbert
AB Atomenergi 77-04-05
- 02 PM angående värmeledningstal hos jordmaterial
Sven Knutsson
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 77-04-15
- 03 Deponering av högaktivt avfall i borrhål med buffertsubstans
Arvid Jacobsson
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 77-05-27
- 04 Deponering av högaktivt avfall i tunnlar med buffertsubstans
Arvid Jacobsson
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 77-06-01
- 05 Orienterande temperaturberäkningar för slutförvaring i berg av radioaktivt avfall, Rapport 1
Roland Blomqvist
AB Atomenergi 77-03-17
- 06 Groundwater movements around a repository, Phase 1, State of the art and detailed study plan
Ulf Lindblom
Hagconsult AB 77-02-28
- 07 Resteffekt studier för KBS
Del 1 Litteraturgenomgång
Del 2 Beräkningar
Kim Ekberg
Nils Kjellbert
Göran Olsson
AB Atomenergi 77-04-19
- 08 Utlakning av franskt, engelskt och kanadensiskt glas med högaktivt avfall
Göran Blomqvist
AB Atomenergi 77-05-20

- 09 Diffusion of soluble materials in a fluid filling a porous medium
Hans Häggblom
AB Atomenergi 77-03-24
- 10 Translation and development of the BNWL-Geosphere Model
Bertil Grundfelt
Kemakta Konsult AB 77-02-05
- 11 Utredning rörande titans lämplighet som korrosionshårdig kapsling för kärnbränsleavfall
Sture Henriksson
AB Atomenergi 77-04-18
- 12 Bedömning av egenskaper och funktion hos betong i samband med slutlig förvaring av kärnbränsleavfall i berg
Sven G Bergström
Göran Fagerlund
Lars Rombén
Cement- och Betonginstitutet 77-06-22
- 13 Urlakning av använt kärnbränsle (bestrålad uranoxid) vid direktdeponering
Ragnar Gelin
AB Atomenergi 77-06-08
- 14 Influence of cementation on the deformation properties of bentonite/quartz buffer substance
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 77-06-20
- 15 Orienterande temperaturberäkningar för slutförvaring i berg av radioaktivt avfall
Rapport 2
Roland Blomquist
AB Atomenergi 77-05-17
- 16 Översikt av utländska riskanalyser samt planer och projekt rörande slutförvaring
Åke Hultgren
AB Atomenergi augusti 1977
- 17 The gravity field in Fennoscandia and postglacial crustal movements
Arne Bjerhammar
Stockholm augusti 1977
- 18 Rörelser och instabilitet i den svenska berggrunden
Nils-Axel Mörner
Stockholms Universitet augusti 1977
- 19 Studier av neotektonisk aktivitet i mellersta och norra Sverige, flygbildsgenomgång och geofysisk tolkning av recenta förkastningar
Robert Lagerbäck
Herbert Henkel
Sveriges Geologiska Undersökning september 1977

- 20 Tektonisk analys av södra Sverige, Vättern - Norra Skåne
Kennert Röshoff
Erik Lagerlund
Lunds Universitet och Högskolan Luleå september 1977
- 21 Earthquakes of Sweden 1891 - 1957, 1963 - 1972
Ota Kulhánek
Rutger Wahlström
Uppsala Universitet september 1977
- 22 The influence of rock movement on the stress/strain situation in tunnels or bore holes with radioactive constituents embedded in a bentonite/quartz buffer mass
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 1977-08-22
- 23 Water uptake in a bentonite buffer mass
A model study
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 1977-08-22
- 24 Beräkning av utlakning av vissa fissionsprodukter och aktinider från en cylinder av franskt glas
Göran Blomqvist
AB Atomenergi 1977-07-27
- 25 Blekinge kustgnejs, Geologi och hydrogeologi
Ingemar Larsson KTH
Tom Lundgren SGI
Ulf Wiklander SGU
Stockholm, augusti 1977
- 26 Bedömning av risken för fördröjt brott i titan
Kjell Pettersson
AB Atomenergi 1977-08-25
- 27 A short review of the formation, stability and cementing properties of natural zeolites
Arvid Jacobsson
Högskolan i Luleå 1977-10-03
- 28 Värmeledningsförsök på buffertsubstans av bentonit/pitesilt
Sven Knutsson
Högskolan i Luleå 1977-09-20
- 29 Deformationer i sprickigt berg
Ove Stephansson
Högskolan i Luleå 1977-09-28
- 30 Retardation of escaping nuclides from a final depository
Ivars Neretnieks
Kungliga Tekniska Högskolan Stockholm 1977-09-14
- 31 Bedömning av korrosionsbeständigheten hos material avsedda för kapsling av kärnbränsleavfall. Lägesrapport 1977-09-27 samt kompletterande yttranden.
Korrosionsinstitutet och dess referensgrupp

- 32 Long term mineralogical properties of bentonite/quartz
buffer substance
Preliminär rapport november 1977
Slutrapport februari 1978
Roland Pusch
Arvid Jacobsson
Högskolan i Luleå
- 33 Required physical and mechanical properties of buffer masses
Roland Pusch
Högskolan Luleå 1977-10-19
- 34 Tillverkning av bly-titan kapsel
Folke Sandelin AB
VBB
ASEA-Kabel
Institutet för metallforskning
Stockholm november 1977
- 35 Project for the handling and storage of vitrified high-level
waste
Saint Gobain Techniques Nouvelles October, 1977
- 36 Sammansättning av grundvatten på större djup i granitisk
berggrund
Jan Rennerfelt
Orrje & Co, Stockholm 1977-11-07
- 37 Hantering av buffertmaterial av bentonit och kvarts
Hans Fagerström, VBB
Björn Lundahl, Stabilator
Stockholm oktober 1977
- 38 Utformning av bergrumsanläggningar
Arne Finné, KBS
Alf Engelbrektson, VBB
Stockholm december 1977
- 39 Konstruktionsstudier, direktdeponering
ASEA-ATOM
VBB
Västerås
- 40 Ekologisk transport och stråldoser från grundvattenburna
radioaktiva ämnen
Ronny Bergman
Ulla Bergström
Sverker Evans
AB Atomenergi
- 41 Säkerhet och strålskydd inom kärnkraftområdet.
Lagar, normer och bedömningsgrunder
Christina Gyllander
Siegfried F Johnson
Stig Rolandson
AB Atomenergi och ASEA-ATOM

- 42 Säkerhet vid hantering, lagring och transport av använt kärnbränsle och förglasat högaktivt avfall
Ann Margret Ericsson
Kemakta november 1977
- 43 Transport av radioaktiva ämnen med grundvatten från ett bergförvar
Bertil Grundfelt
Kemakta november 1977
- 44 Beständighet hos borsilikatglas
Tibor Lakatos
Glasteknisk Utveckling AB
- 45 Beräkning av temperaturer i ett envånings slutförvar i berg för förglasat radioaktivt avfall Rapport 3
Roland Blomquist
AB Atomenergi 1977-10-19
- 46 Temperaturberäkningar för använt bränsle
Taivo Tarandi
VBB
- 47 Teoretiska studier av grundvattenrörelser
Preliminär rapport oktober 1977
Slutrapport februari 1978
Lars Y Nilsson
John Stokes
Roger Thunvik
Inst för kulturteknik KTH
- 48 The mechanical properties of the rocks in Stripa, Kråkemåla, Finnsjön and Blekinge
Graham Swan
Högskolan i Luleå 1977-09-14
- 49 Bergspänningsmätningar i Stripa gruva
Hans Carlsson
Högskolan i Luleå 1977-08-29
- 50 Lakningsförsök med högaktivt franskt glas i Studsvik
Göran Blomqvist
AB Atomenergi november 1977
- 51 Seismotectonic risk modelling for nuclear waste disposal in the Swedish bedrock
F Ringdal
H Gjöystdal
E S Hysebye
Royal Norwegian Council for scientific and industrial research
- 52 Calculations of nuclide migration in rock and porous media, penetrated by water
H Häggblom
AB Atomenergi 1977-09-14

- 53 Mätning av diffusionshastighet för silver i lera-sand-blandning
Bert Allard
Heino Kipatsi
Chalmers tekniska högskola 1977-10-15
- 54 Groundwater movements around a repository
- 54:01 Geological and geotechnical conditions
Håkan Stille
Anthony Burgess
Ulf E Lindblom
Hagconsult AB september 1977
- 54:02 Thermal analyses
Part 1 Conduction heat transfer
Part 2 Advective heat transfer
Joe L Ratigan
Hagconsult AB september 1977
- 54:03 Regional groundwater flow analyses
Part 1 Initial conditions
Part 2 Long term residual conditions
Anthony Burgess
Hagconsult AB oktober 1977
- 54:04 Rock mechanics analyses
Joe L Ratigan
Hagconsult AB september 1977
- 54:05 Repository domain groundwater flow analyses
Part 1 Permeability perturbations
Part 2 Inflow to repository
Part 3 Thermally induced flow
Joe L Ratigan
Anthony S Burgess
Edward L Skiba
Robin Charlwood
- 54:06 Final report
Ulf Lindblom et al
Hagconsult AB oktober 1977
- 55 Sorption av långlivade radionuklider i lera och berg
Del 1 Bestämning av fördelningskoefficienter
Del 2 Litteraturgenomgång
Bert Allard
Heino Kipatsi
Jan Rydberg
Chalmers tekniska högskola 1977-10-10
- 56 Radiolys av utfyllnadsmaterial
Bert Allard
Heino Kipatsi
Jan Rydberg
Chalmers tekniska högskola 1977-10-15

- 57 Stråldoser vid haveri under sjötransport av kärnbränsle
Anders Appelgren
Ulla Bergström
Lennart Devell
AB Atomenergi 1978-01-09
- 58 Strålrisker och högsta tillåtliga stråldoser för människan
Gunnar Walinder
FOA 4 november 1977
- 59 Tectonic lineaments in the Baltic from Gävle to Simrishamn
Tom Flodén
Stockholms Universitet 1977-12-15
- 60 Förarbeten för platsval, berggrundsundersökningar
Sören Scherman
- Berggrundvattenförhållande i Finnsjöområdet nordöstra del
Carl-Erik Klockars
Ove Persson
Sveriges Geologiska Undersökning januari 1978
- 61 Permeabilitetsbestämningar
Anders Hult
Gunnar Gidlund
Ulf Thoregren
- Geofysisk borrhålmätning
Kurt-Åke Magnusson
Oscar Duran
Sveriges Geologiska Undersökning januari 1978
- 62 Analyser och åldersbestämningar av grundvatten på stora djup
Gunnar Gidlund
Sveriges Geologiska Undersökning 1978-02-14
- 63 Geologisk och hydrogeologisk grunddokumentation av
Stripa försöksstation
Andrei Olkiewicz
Kenth Hansson
Karl-Erik Almén
Gunnar Gidlund
Sveriges Geologiska Undersökning februari 1978
- 64 Spänningsmätningar i Skandinavisk berggrund - förutsättningar,
resultat och tolkning
Sten G A Bergman
Stockholm november 1977
- 65 Säkerhetsanalys av inkapslingsprocesser
Göran Carleson
AB Atomenergi 1978-01-27
- 66 Några synpunkter på mekanisk säkerhet hos kapsel för
kärnbränsleavfall
Fred Nilsson
Kungl Tekniska Högskolan Stockholm februari 1978

- 67 Mätning av galvanisk korrosion mellan titan och bly samt mätning av titans korrosionspotential under γ -bestrålning.
3 st tekniska PM.
Sture Henrikson
Stefan Poturaj
Maths Åsberg
Derek Lewis
AB Atomenergi januari-februari 1978
- 68 Degraderingsmekanismer vid bassänlagring och hantering av utbränt kraftreaktorbränsle
Gunnar Vesterlund
Torsten Olsson
ASEA-ATOM 1978-01-18
- 69 A three-dimensional method for calculating the hydraulic gradient in porous and cracked media
Hans Häggblom
AB Atomenergi 1978-01-26
- 70 Lakning av bestrålat UO_2 -bränsle
Ulla-Britt Eklund
Ronald Forsyth
AB Atomenergi 1978-02-24
- 71 Bergspricktätning med bentonit
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 1977-11-16
- 72 Värmeledningsförsök på buffertsubstans av kompakterad bentonit
Sven Knutsson
Högskolan i Luleå 1977-11-18
- 73 Self-injection of highly compacted bentonite into rock joints
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 1978-02-25
- 74 Highly compacted Na bentonite as buffer substance
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 1978-02-25
- 75 Small-scale bentonite injection test on rock
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 1978-03-02
- 76 Experimental determination of the stress/strain situation in a sheared tunnel model with canister
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 1978-03-02
- 77 Nuklidvandring från ett bergförvar för utbränt bränsle
Bertil Grundfelt
Kemakta konsult AB, Stockholm
- 78 Bedömning av radiolys i grundvatten
Hilbert Christenssen
AB Atomenergi 1978-02-17