

**Geologisk och hydrogeologisk grund-
dokumentation av Stripa försöks-
station**

Andrei Olkiewics
Kenth Hansson
Karl-Erik Almén
Gunnar Gidlund

Sveriges Geologiska Undersökning
februari 1978

GEOLOGISK OCH HYDROGEOLOGISK GRUND-
DOKUMENTATION AV STRIPA FÖRSÖKSSTATION

Andrei Olkiewicz
Kenth Hansson
Karl- Erik Almén
Gunnar Gidlund

Sveriges Geologiska Undersökning
Februari 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.

Denna rapport är gjord i samarbete med geologerna
T Grahn, M Hammargren, L Ekman och J-Å Jacobsson.
Kapitel 2 är skrivet av l. statsgeolog G Petersson
och geolog P Hammergren.

Professor P Fritz, vilken är ansluten till
LBL-programmet i Stripa, har som ett led i
det svensk-amerikanska samarbetet ställt
hydrokemiska analysresultat till förfogande
för utarbetandet av denna rapport.

ABSTRACT

Chapter 1 - 7

At the request of the KBS (Nuclear Fuel Safety), the Swedish Geological Survey has carried out a geological documentation of the Stripa Test Station.

This report comprises: a summary of previous work; geological and joint mapping of the granite on the surface as well as in tunnels at the level of 330 and 360 m; mapping of 3 drillcores and TV-inspection of one drillhole regarding change in fissure frequency caused by blasting of a tunnel in the close neighbourhood.

The results of mapping of the granite in the investigated areas show that they are dominated by reddish, medium-grained, massive monzogranite, but that they show different degrees of tectonisation.

The granite on the surface, in the ventilation tunnel and in the northern part of the lower tunnel (360 m level) is, in contrast to the upper tunnel (330 m level), partly strongly crushed and sometimes also brecciated.

The orientation of the joints is similar in all investigated areas.

There is an absolute dominance of north- and almost vertical-dipping fractures. However the northern part of the upper tunnel is an exception as south-dipping fractures are more numerous than the north-dipping ones. Two strike directions dominate: one with a rather even distribution from N to E and the second concentrated in a smaller sector from NW to W.

Most of the joints are closed. They are mostly lined with chlorite, occasionally with calcite. Water leakage is very low - only drop or moisture surfaces.

The mapping of the 3 drillcores shows that they are dominated by reddish, medium-grained, massive monzogranite. The frequency of joints and joint sets is relatively high and unevenly distributed.

The joints are usually lined with chlorite, occasionally with calcite. TV-inspection of the drillhole did not yield satisfactory results due to technical reasons.

Chapter 8

The hydrogeological investigations have included the following:

Water injection tests in Dbh 2 before and after driving a drift parallel to the borehole

Hydrostatic pressure tests in Dbh 2

Determination of permeability in DbhV 1

Water chemistry and water datings in Dbh 2 and DbhV 1

The results of the water injection tests in Dbh 2 before and after driving the drift proved to be difficult to evaluate. The borehole had an inclination upwards, which made it impossible to evacuate the air during water injection. The effects of fractures, that may be induced after driving the drift will be completely covered by the effects of air compression in the hole.

The hydrostatic pressure tests in Dbh 2 were made in 3,71 m long sections in that part of the borehole, which is situated beyond the drift(45 - 97 m).

Most of the pressure curves were difficult to interpret. The hydrostatic pressure in the section 89 - 97 m (end of the hole) was calculated to 1,67 MPa. Near the end of the drift (46,00 - 49,71 m) the pressure was 0,22 MPa.

The borehole DbhV 1 is drilled vertically from the 410 m level, far below the groundwater level. Therefore there is a hydrostatic overpressure around the hole, and water is continuously flowing out from it.

The permeability tests were performed by measuring the waterflow and hydrostatic pressure in different levels. Sections of 6,68 m were isolated by two packers, and a plastic tube conducted the water from each section up to the 410 m level. A pressure transducer with a monitor and recorder registered the hydrostatic pressures after the plugging of the tube.

The calculated average permeability was $6,5 \times 10^{-10}$ m/s.

Chapter 9

Professor Peter Fritz, who is connected with the LBL-program at Stripa, has kindly made available the results of some hydrochemical analyses for our use in this report. The water samples have been taken from surface waters, shallow groundwater and deep groundwater. Specific intervals have been packed off giving a major part of the samples a well defined sampling depth.

The number of water samples is limited. There has been no time available for making a study of the change of chemical composition of the groundwater through time. Therefore the results must be regarded as preliminary.

pH, Na and Cl increase with depth.

Extremely high concentrations of Rn have been measured in the deep groundwater. Contents in the order of 2 u Ci/l have been noticed.

The tritium concentrations show a significant decrease with depth. A content of less than 1 TU has been measured in samples of deep groundwater. This might indicate that the groundwater is not contaminated by cooling water from the drilling process.

The ^{14}C -analyses of the deep groundwater indicate an age of 30 600 years at a depth of 360 m and 23 300 years at a depth of 410 m. After "correction" for the ^{13}C -content, these ages are reduced to 27 000 years and 23 300 years respectively.

The values of the quotient $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ are such that the groundwater seems to have been infiltrated during an age with an active vegetation cover.

The ^{18}O -content of the deep groundwater can be interpreted in two ways. One alternative is that the recharge of the water occurred 600 m higher than the elevation of Stripa. Another, and perhaps better explanation, is that the precipitation infiltrated locally during a climatic period with an average air temperature 1 or 2 $^{\circ}\text{C}$ below the present one. The different dating methods of the deep groundwater may, taken together, indicate, that the water infiltrated during an interstadial period of the latest ice age, the so-called Yngre Dösebacka-period between Weichsel II and Weichsel III.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING
2. STRIPA GRUVAS GEOLOGI
3. MARKKARTERING
4. KARTERING UNDER JORD
 - 4.1 Kartering av ventilationsorten
 - 4.2 Kartering av övre orten
 - 4.3 Kartering av undre orten
5. SAMMANFATTNING
6. BORRKÄRNEGRANSKNING
 - 6.1 Bergartsfördelning
 - 6.2 Kartering av sprickor
 - 6.3 RQD-beräkning
 - 6.4 Beskrivning av borrhärnan Dbh 1
 - 6.5 Beskrivning av borrhärnan Dbh 2
 - 6.6 Beskrivning av borrhärnan DbhV 1
7. UNDERSÖKNING AV DIAMANTBORRHÄL Dbh 2 FÖRE OCH EFTER SPRÄNGNING AV ORTEN
8. HYDROGEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR
 - 8.1 Vattenförlustmätningar i Dbh 2 före och efter ortdrivning
 - 8.2 Hydrostatiska tryckmätningar i Dbh 2
 - 8.3 Permeabilitetsbestämningar i DbhV 1
9. VATTNETS KEMI OCH ÅLDER
 - 9.1 Allmän orientering
 - 9.2 Allmän kemi
 - 9.3 Radon
 - 9.4 Tritium
 - 9.5 ^{18}O

- 9.6 ^{13}C och ^{14}C
- 9.7 Sammanfattning
- 10. REFERENSER

Bilageförteckning

- 1.1 Översiktsskiss
- 2.1 Stripa Gruva, Dagblad
- 2.2 Stripa Gruva, 310 m:s nivå
- 2.3 Stripa Gruva, 360 m:s nivå
- 2.4 Stripa Gruva, 410 m:s nivå
- 2.5 Stripa Gruva, Tvärprofil 14
- 2.6 Stripa Gruva, Tvärprofil 67
- 2.7 Stripa Gruva, Tvärprofil 42
- 3.1 Sprickros. Sprickor uppmätta inom hällområdet
- 4.1 Bergarts- och sprickfördelning i ventilationsorten, 360 m:s nivå
- 4.2 Bergarts- och sprickfördelning i Övre orten, ca 330 m:s nivå
- 4.3 Bergarts- och sprickfördelning i Undre orten, ca 360 m:s nivå
- 4.4 Övre orten. Stereografiskt punktdiagram över sprickor i zonerna 1 t.o.m. 8 samt grenorter ÖV1 och ÖH1
- 4.5 Övre orten. Stereografiskt punktdiagram över sprickor i zonerna 9 t.o.m. 12 samt grenorter ÖV2 och ÖH2
- 4.6 Undre orten. Stereografiskt punktdiagram över sprickor
- 4.7 Ventilationsorten. Stereografiskt punktdiagram över sprickor
- 4.8 Förteckning över tagna bergartsprover
- 4.9 Kemiska analyser av Stripa graniten
- 4.10 CIPW-norm av Stripa graniten
- 4.11 Stripa granitens normativa q:or:ab+an-sammansättning
- 6.0 Teckenförklaring för sprickkartering av borrhävar
- 6.1 Bergartsfördelning, Dbh 1
- 6.2 Bergartsfördelning, Dbh 2
- 6.3 Bergartsfördelning, DbhV 1

- 6.4 Sprickkartering, Dbh 1
- 6.5 Sprickkartering, Dbh 2
- 6.6 Sprickkartering, DbhV 1
- 6.7 RQD-beräkning, Dbh 1
- 6.8 RQD-beräkning, Dbh 2
- 6.9 RQD-beräkning, DbhV 1
- 8.1 Vattenförlustmätningar i Dbh 2
- 8.2 Hydrostatisk tryckfördelning i Dbh 2
- 8.3 Hydrostatiskt övertryck i DbhV 1
- 8.4 Permeabilitetsbestämning i DbhV 1

1. INLEDNING

Sveriges geologiska undersökning fick 1977-02-15 i uppdrag av Kärnbränslesäkerhet att utföra en grunddokumentation inom Stripa gruva.

Denna dokumentation skulle omfatta geologisk sammanställning, geologisk kartering, sprickkartering, borrhärnekartering, studier av ett borrhål före och efter ortsprängning samt hydrogeologiska undersökningar.

Föreliggande rapport omfattar således geologisk sammanställning, markkartering av graniten, kartering av ventilationsorten, undre orten och av övre orten, borrhärnekartering av 3 st kärnor Dbh 1 och 2 samt DbhV 1. TV-granskning av borrhålet Dbh 2 med avseende på eventuella förändringar av sprickfrekvensen som förorsakats av sprängningar.

Från de hydrogeologiska undersökningarna redovisas vattenförlustmätningar i Dbh 2 före och efter ortdrivningen samt hydrostatiska tryckmätningar. Berggrundens permeabilitet vid DbhV 1 har bestämts. Analys av grundvattnets kemi och ålder har utförts.

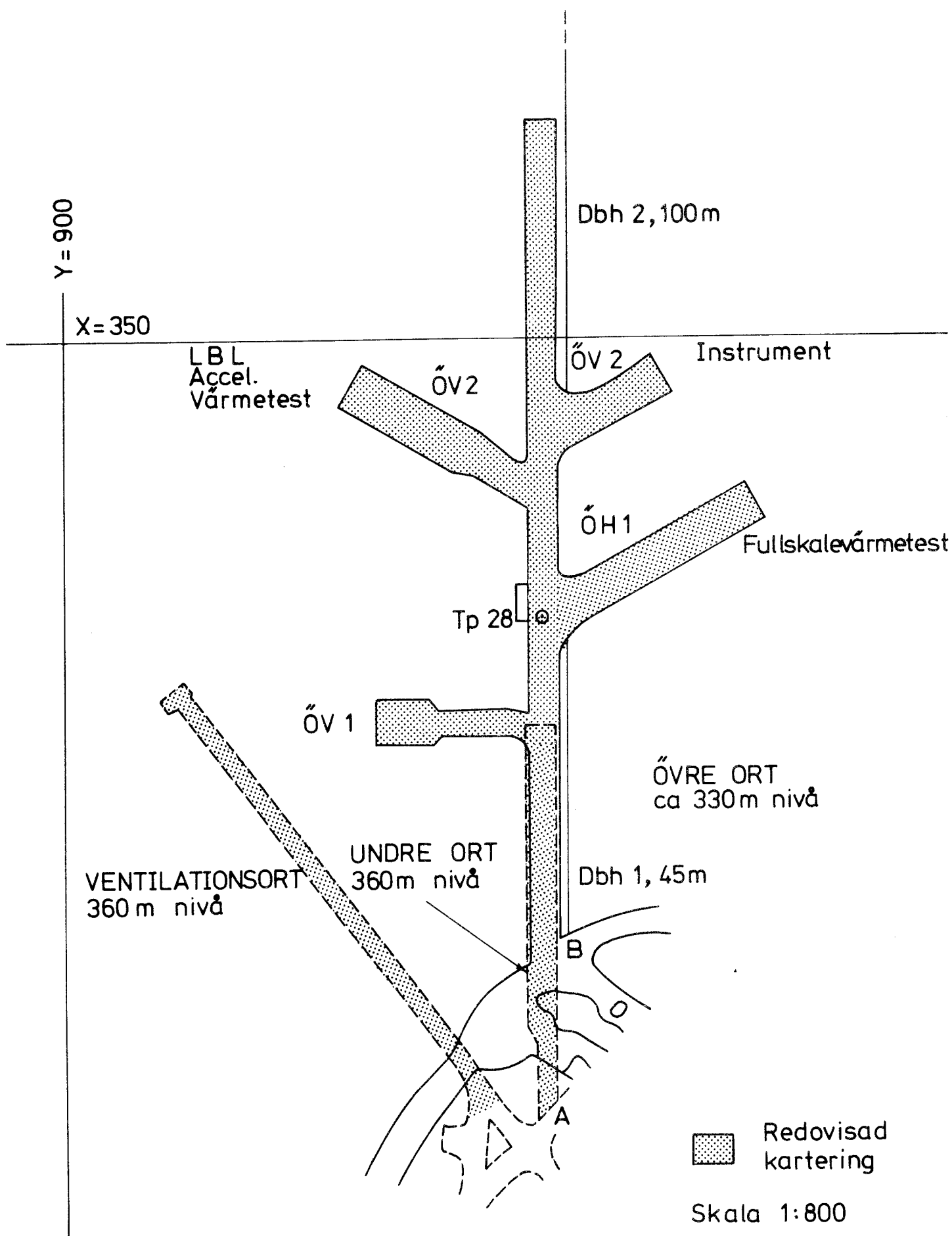
Beträffande placeringen av undersökta områden se översiktsskissen bilaga 1.1. (DbhV 1 återfinns ej på denna skiss eftersom borrhålet är placerat på en annan nivå).

STRIPA. Geologisk grunddokumentation

KBS objekt P 23:02

Översiktsskiss

SGU berggrundsbyrådn 1977



2. STRIPA GRUVAS GEOLOGI

I kortfattade drag lämnas en beskrivning över Stripa Gruvas geologi. Sammanställningen, som utförts under några veckor, baseras på tillgängligt material i gruvans arkiv och någon egen kartering har ej utförts. Underlaget har på grund av gruvans långa produktions-tid haft varierande betydelse för sammanställningen och för att möjliggöra en konnektering mellan nivåerna har vissa antaganden och generaliseringar måst göras.

Vägledande arbeten vid upprättande av vertikalfiler och nivå-blad har varit P Geijers monografi över Stripa, 1938, A Weeléns gruvfältkartering 1956 samt S Ljungs gruvkarteringar 1966. Vertikalprofiler har lagts i anslutning till det aktuella undersökningsområdet och vidare presenteras nivåerna 310, 360 och 410 samt presenteras även ett geologiskt dagblad när jorden är borttagen. Efterkontroll har ej helt medgivits på grund av begränsad tillgänglighet till de utbrutna malmområdena.

Stripafyndigheten utgöres i huvudsak av en kvartsrandig hematitmalm med partier av magnetit. Malmen har en relativt hög järnhalt och låg fosforhalt, är stratiformt inlagrad i leptitserien och bildar med denna en synklinalform (skålform) med veckaxeln stupande flackt mot ONO.

Parallellt med huvudmalmen uppträder, stratigrafiskt under densamma, en mindre malmkropp, som benämns parallellmalmen. Över 200 m:s nivå samt på denna saknar parallellmalmen sin södra veckskänkel, medan den under denna nivå uppvisar bägge veckskänklarna.

Som äldsta bergartsled inom gruvan uppträder en serie gråa leptiter med en tämligen uthållig horisont av brunaktig, skiktad leptit.

Uppåt, mot parallellmalmen, är den grå leptiten tydligt skiktad, medan den omedelbart ovanför parallellmalmen ej uppvisar någon lagringsstruktur. Samma förhållande råder vid huvudmalmen, där leptiten närmast under malmen är skiktad, medan den på leptiten följer sedan, som yngsta led inom detta avsnitt av leptitserien, en brunaktig, massformig leptit. Inom gruvan uppträder ett antal amfibolitgångar. Dessa återfinns ej på tvärprofilerna utan finns endast med-

tagna på nivåkartorna. De är äldre än den mot norr i gruvan uppträdande grå till rödglädda medelgrova och massformiga graniten, där de aktuella undersökningsområdena är belägna. Till graniten knyts en serie av pegmatit- och aplitgångar, som på grund av sitt oregelbundna uppträdande endast redovisats på nivåbladen. Som yngsta bergartsled förekommer slutligen några diabasgångar som är brantstående och med i huvudsak NNO-lig utsträckning.

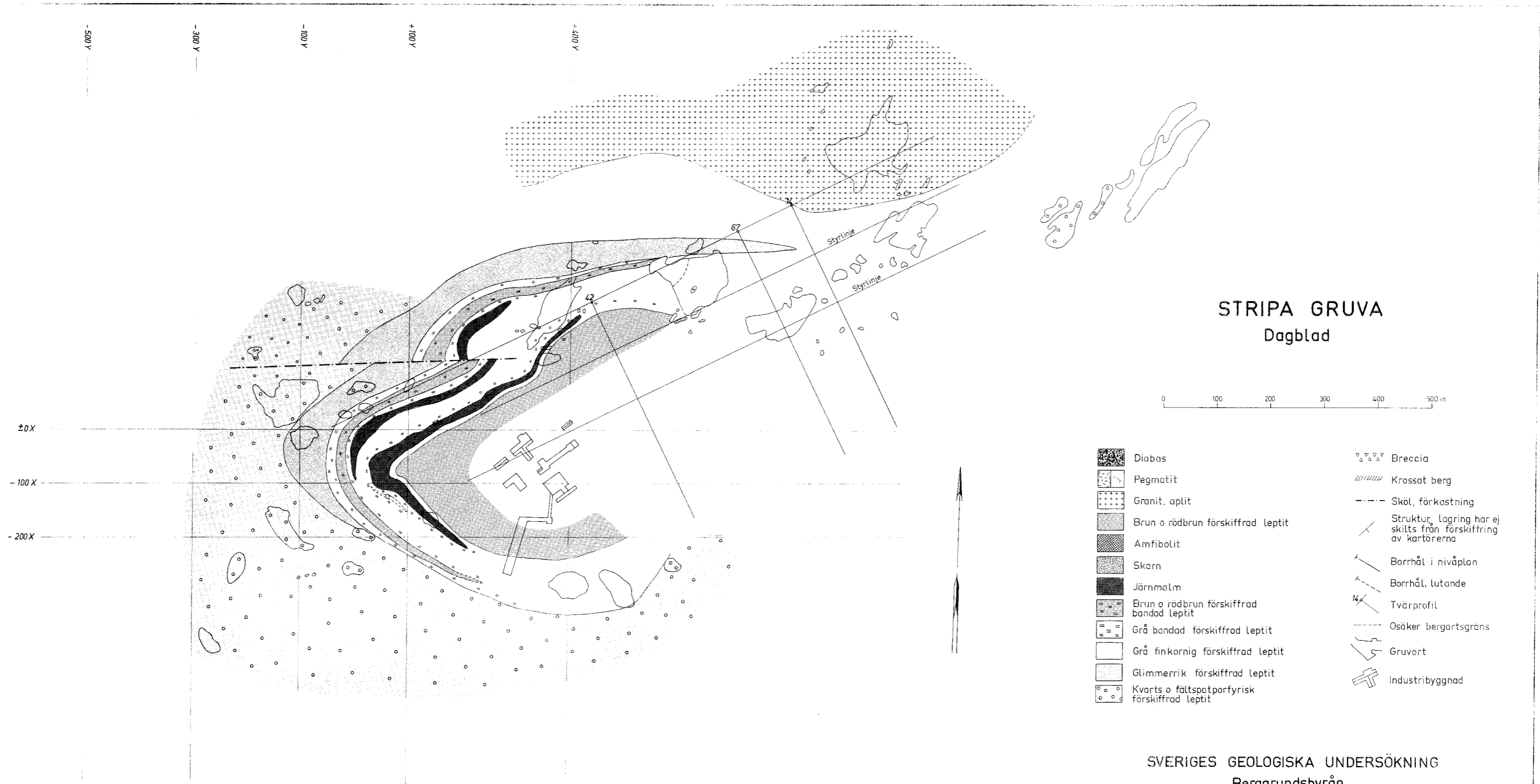
Ljung uppger i sin rapport om Stripa Gruvas geologi förekomsten av en intrusiv kvartsporfyr. Den skall enligt honom bl.a. avskära parallellmalmen och på 260 m:s nivå föra en inneslutning (xenolit) av porfyrit. Kvartsporfyren berör icke här redovisade nivåer, men uppträder på dagbladet. I de hållar den finns företrädd, visar den tydlig förskiffring och måste av allt att döma inplaceras i leptitserien som inom andra delar av Bergslagen tämligen allmänt även innefattar kvartsporfyr. Dess intrusiva karaktär kan genom denna begränsade sammanställning ej föras till diskussion men som Ljung bl.a. påpekar, förekommer inom det närbelägna Ställbergsfältet kvartsporfyrgångar, som genomslår järnmalmen.

Gruvan uppvisar en rad förkastningar, som studerats av Geijer. Han skiljer mellan brantstående yngre förkastningar och veckförkastningar, som knyts till veckningsdeformationen. Den senare typen indelas i två grupper: "dels sådana förskjutningar, som syns stå i mera direkt anknytning till själva veckningsdeformationen, --dels åter till sin utbildning mera ordinära förkastningar, vilkas samband med veckningen dock framgår av den med vecken gemensamma strykningen sam bekräftas av åldern, i det att även de ifrågakvarande rörelserna äro äldre än apliterna".

Veckningsförkastningarna är i allmänhet brantstående och orienterade i ONO-lig riktning, men även i det närmaste horisontella förkastningar föreligger.

Den mest framträdande förkastningen inom gruvan är den s.k. Otterskölen, som påträffas förkastande huvudmalm på bl.a. nivåerna 260 och 310. Den stryker mot ONO och stupar 65° mot SSO.

Geologisk sammanställning presenteras i bilagor: 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7.



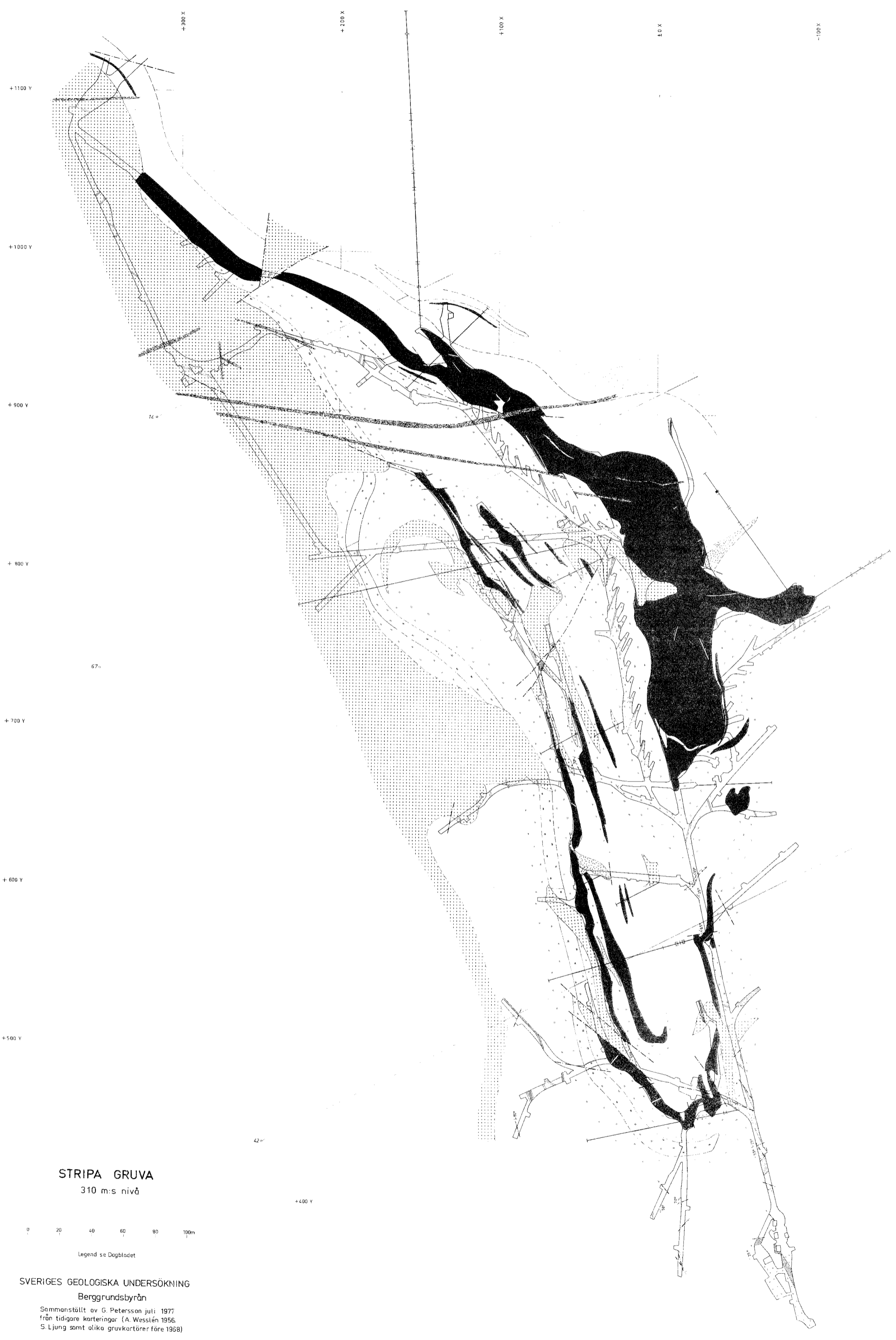
STRIPA GRUVA Dagblad



- | | |
|---|---|
| Diabas | Breccia |
| Pegmatit | Krossat berg |
| Granit, aplit | Sköl, förkastning |
| Brun o rödbrun förskiffrad leptit | Struktur, lagring har ej skilts från förskiffring av kartörerna |
| Amphibolit | Borrhål i nivåplan |
| Skarn | Borrhål, lutande |
| Järnmalm | Tvärprofil |
| Brun o rödbrun förskiffrad bandad leptit | Osäker bergartsgräns |
| Grå bandad förskiffrad leptit | Gruvort |
| Grå finkornig förskiffrad leptit | Industribyggnad |
| Glimmerrik förskiffrad leptit | |
| Kvarts o fältspatporfyrisk förskiffrad leptit | |

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Berggrundsbyrån

Sammanställt av G. Petersson juli 1977
från tidigare karteringar (A. Wesslén 1956,
S. Ljung samt olika gruvkartörer före 1968)



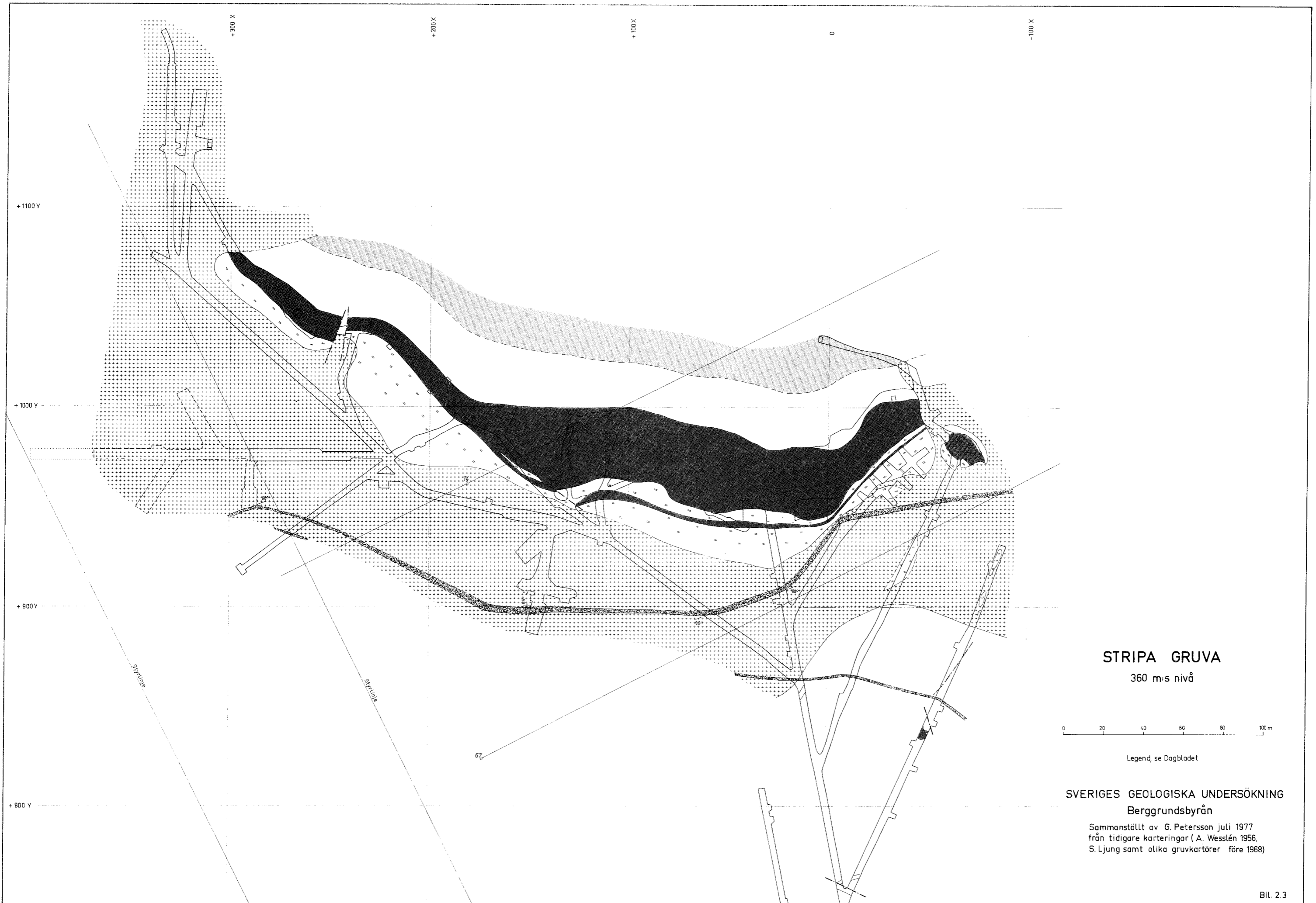
STRIPA GRUVA
310 m:s nivå



Legend se Dagbladet

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Berggrundsbyrån

Sammanställt av G. Petersson juli 1977
från tidigare karteringar (A. Wesslén 1956,
S. Ljung samt olika gruvkartörer före 1958)



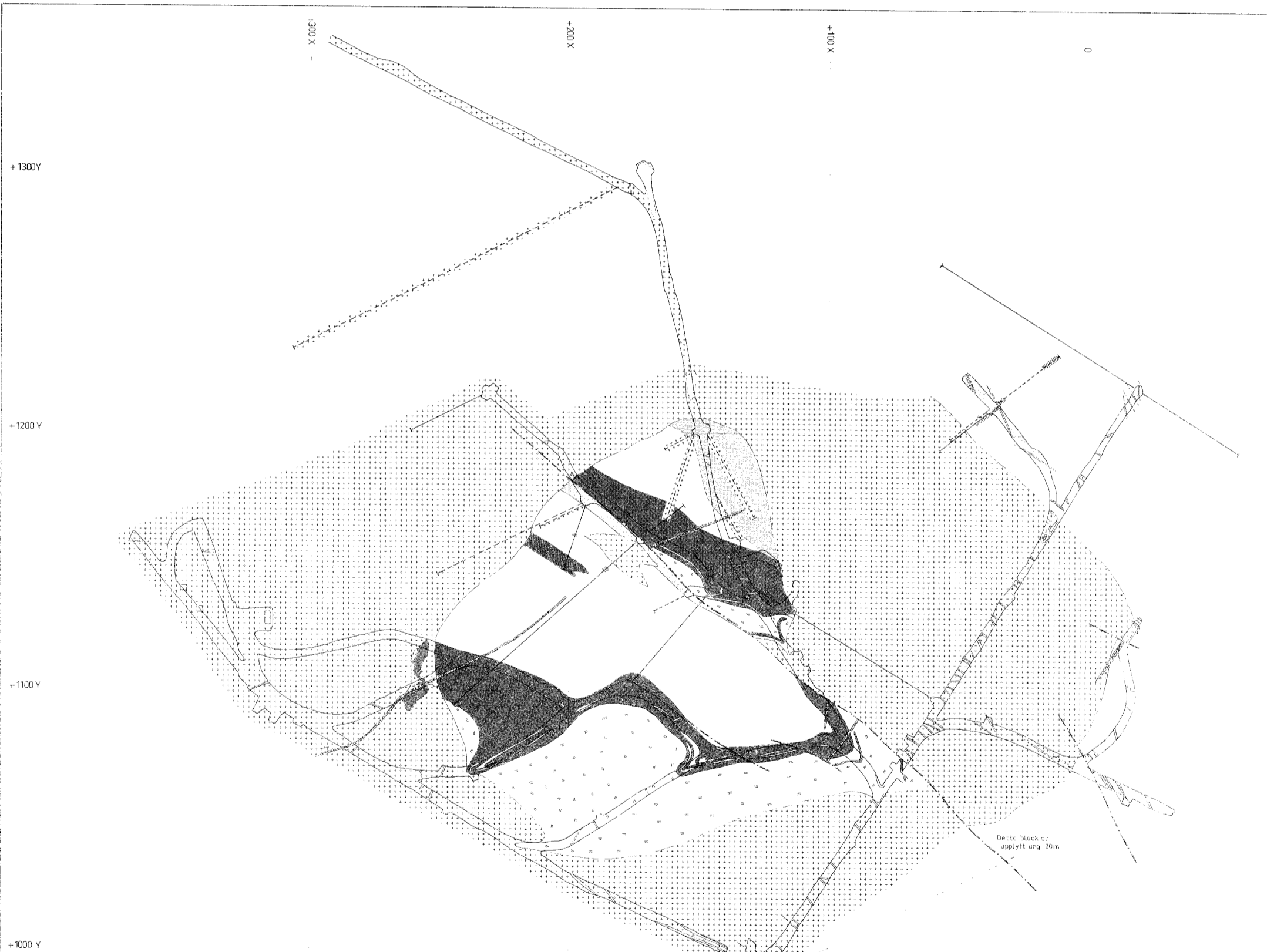
STRIPA GRUVA
360 m:s nivå



Legend, se Dagbladet

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Berggrundsbyrån

Sammanställt av G. Petersson juli 1977
från tidigare karteringar (A. Wesslén 1956,
S. Ljung samt olika gruvkartörer före 1968)



STRIPA GRUVA
410 m:s nivå



Legend, se Dagbladet

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Berggrundsbyrån

Sammanställt av G. Petersson juli 1977
från tidigare karteringar (A. Westén 1956,
S. Ljung samt olika gruvkartörer före 1968)

Gruvnivå
100

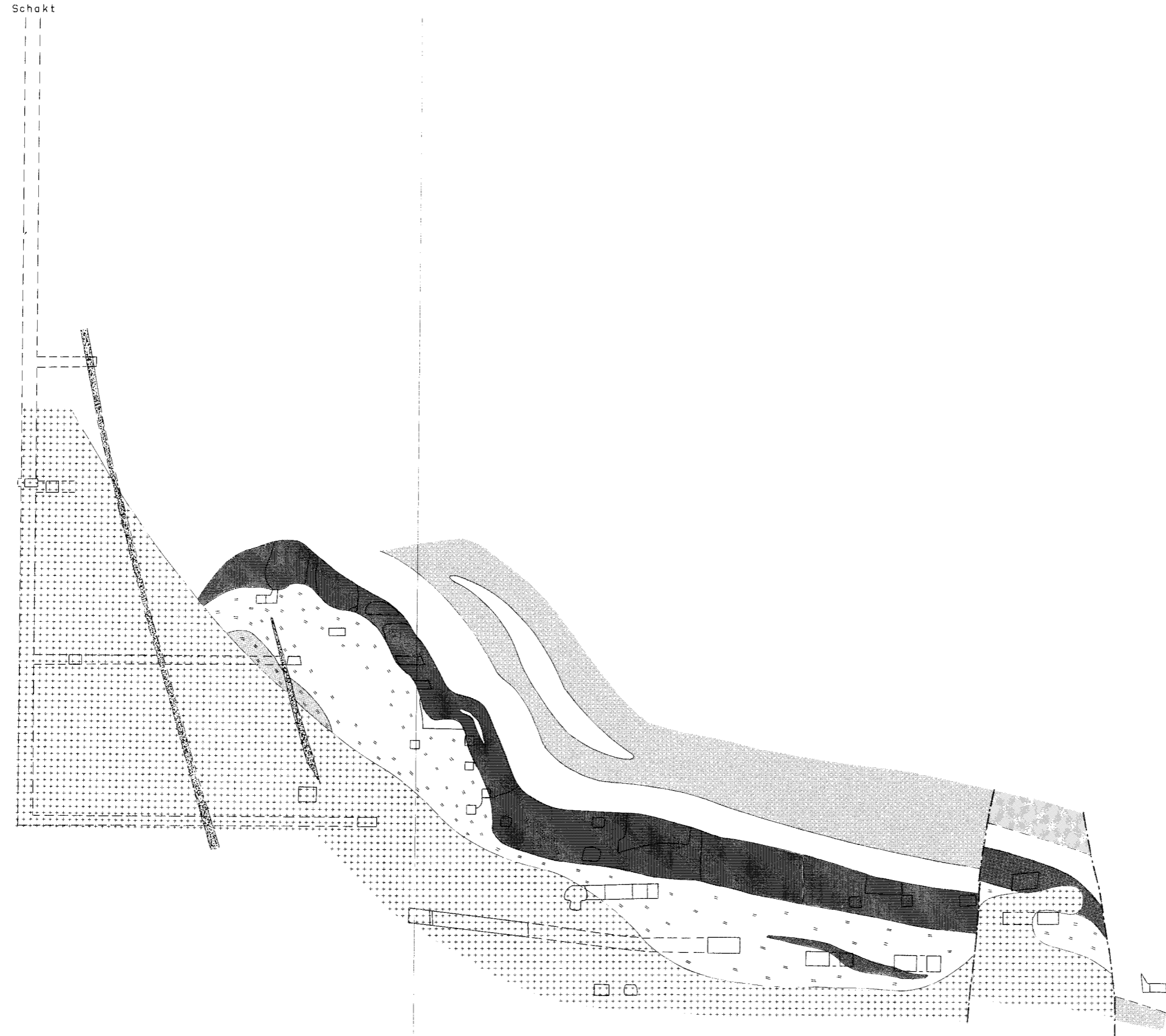
Schakt

200

310

360

410



STRIPA GRUVA

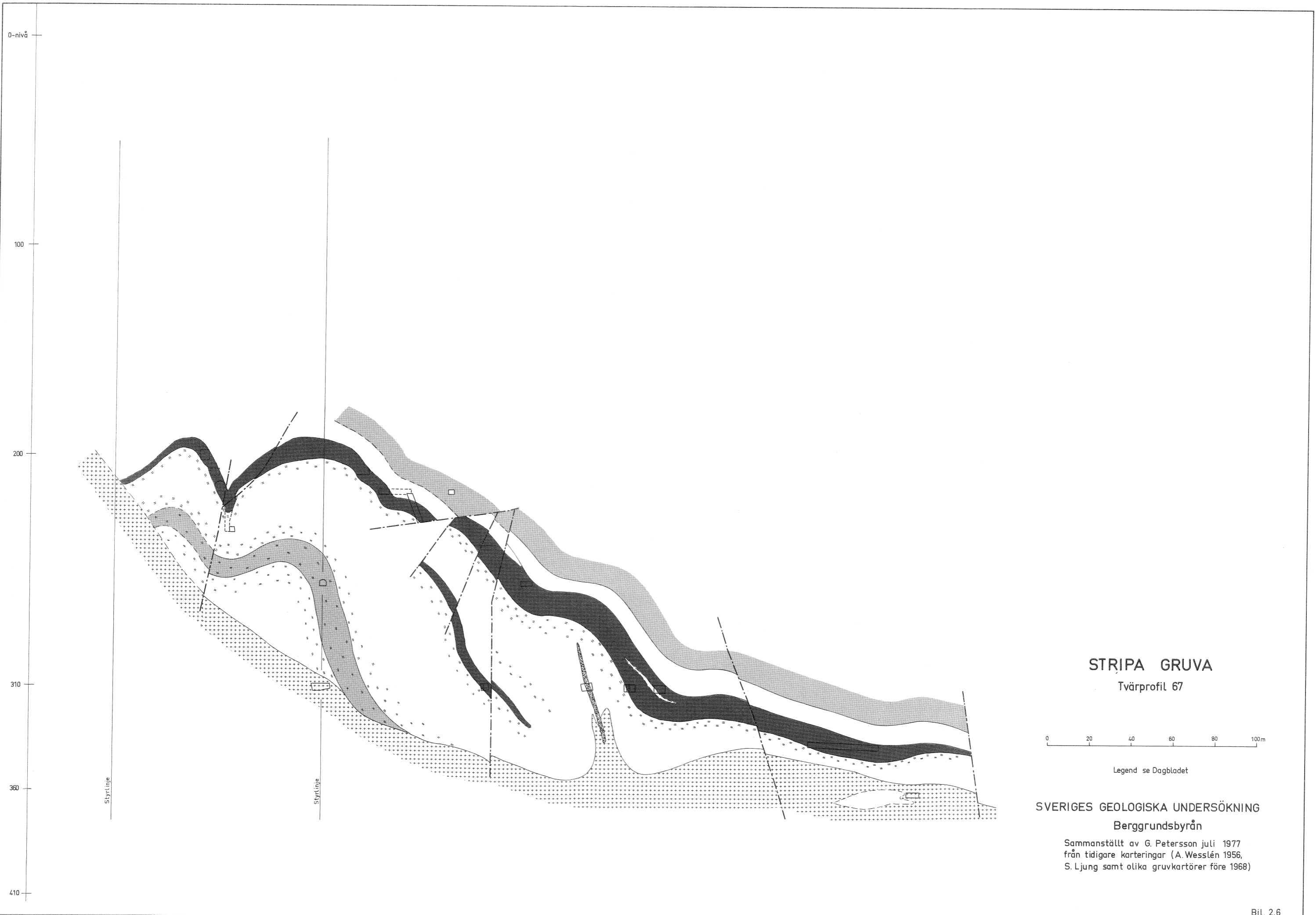
Tvärprofil 14

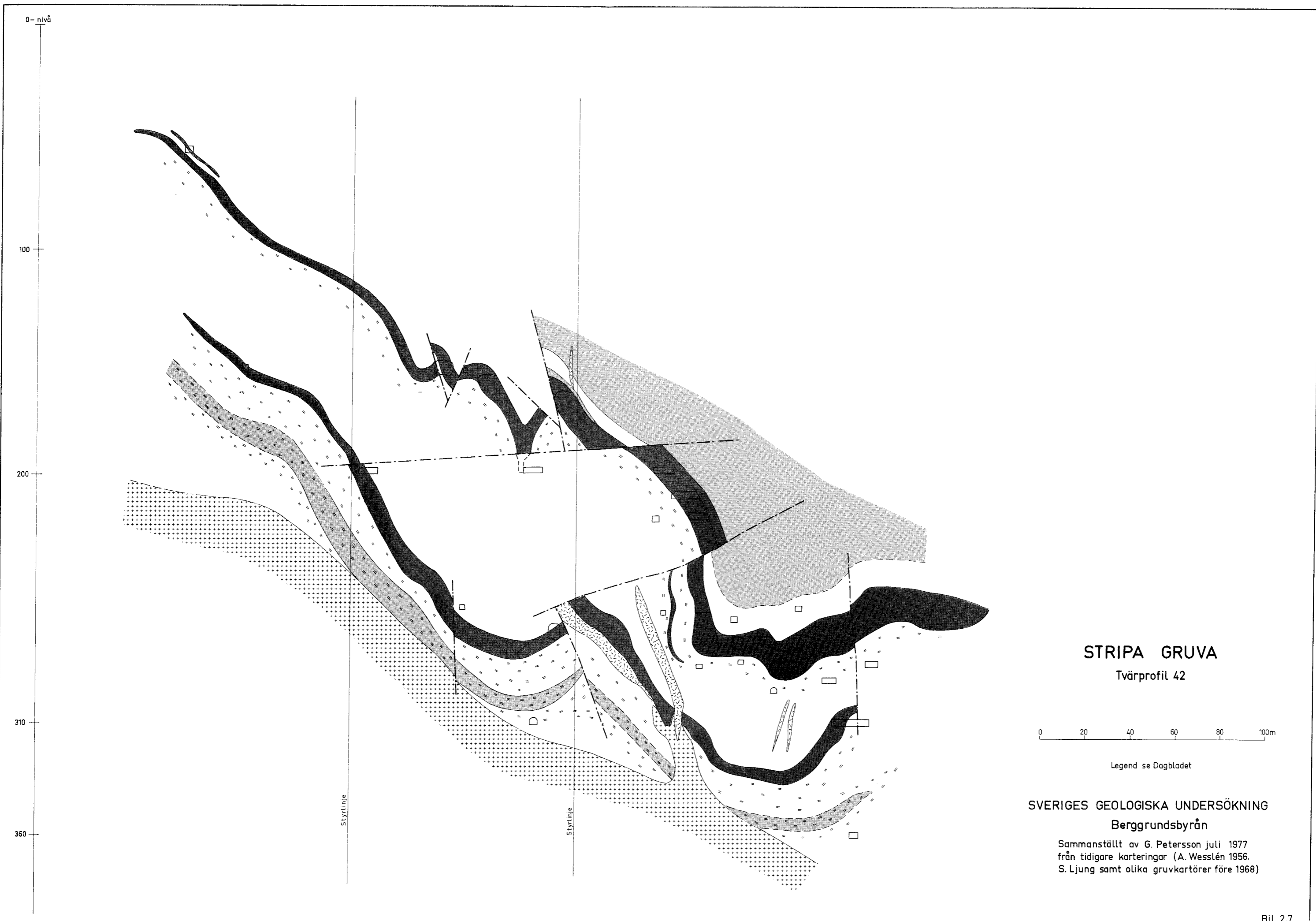


Legend se Dagbladet

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Berggrundsbyrån

Sammanställt av G. Petersson juli 1977
från tidigare karteringar (A. Westén 1956,
S.Ljung samt olika gruvkartörer före 1969)





STRIPA GRUVA
 Tvärprofil 42



Legend se Dagbladet

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
 Berggrundsbyrån

Sammanställt av G. Petersson juli 1977
 från tidigare karteringar (A. Wesslén 1956,
 S. Ljung samt olika gruvkartörer före 1968)

3. MARKKARTERING

Den i gruvan kartlagda graniten har påträffats i häll ca 200 m norr om ventilationsschaktet.

Hällpartiet höjer sig något över det omgivande landskapet. Det består av en relativt sammanhängande, ca 4 000 m² stor häll, samt av några små spridda hällar.

Graniten är rödligt, medelkornig och massformig. Hällområdet har sprickarterats. Totalt gjordes 26 st observationer. Av dessa var 12 st lineament markerade genom topografiska depressioner.

14 st större sprickor är uppmätta direkt på hällarna. Stupningen på mäta sprickor är huvudsakligen brant mot norr. Strykningsfördelningen markerar en klar dominans i NO-lig riktning - ungefär 75 %, där resterande återfinnes i riktningen N45-75V. Resultatet presenteras i form av en sprickros i bilaga 3.1. Jämförelse med underjordskartering redovisas i sammanfattningen.

STRIPA

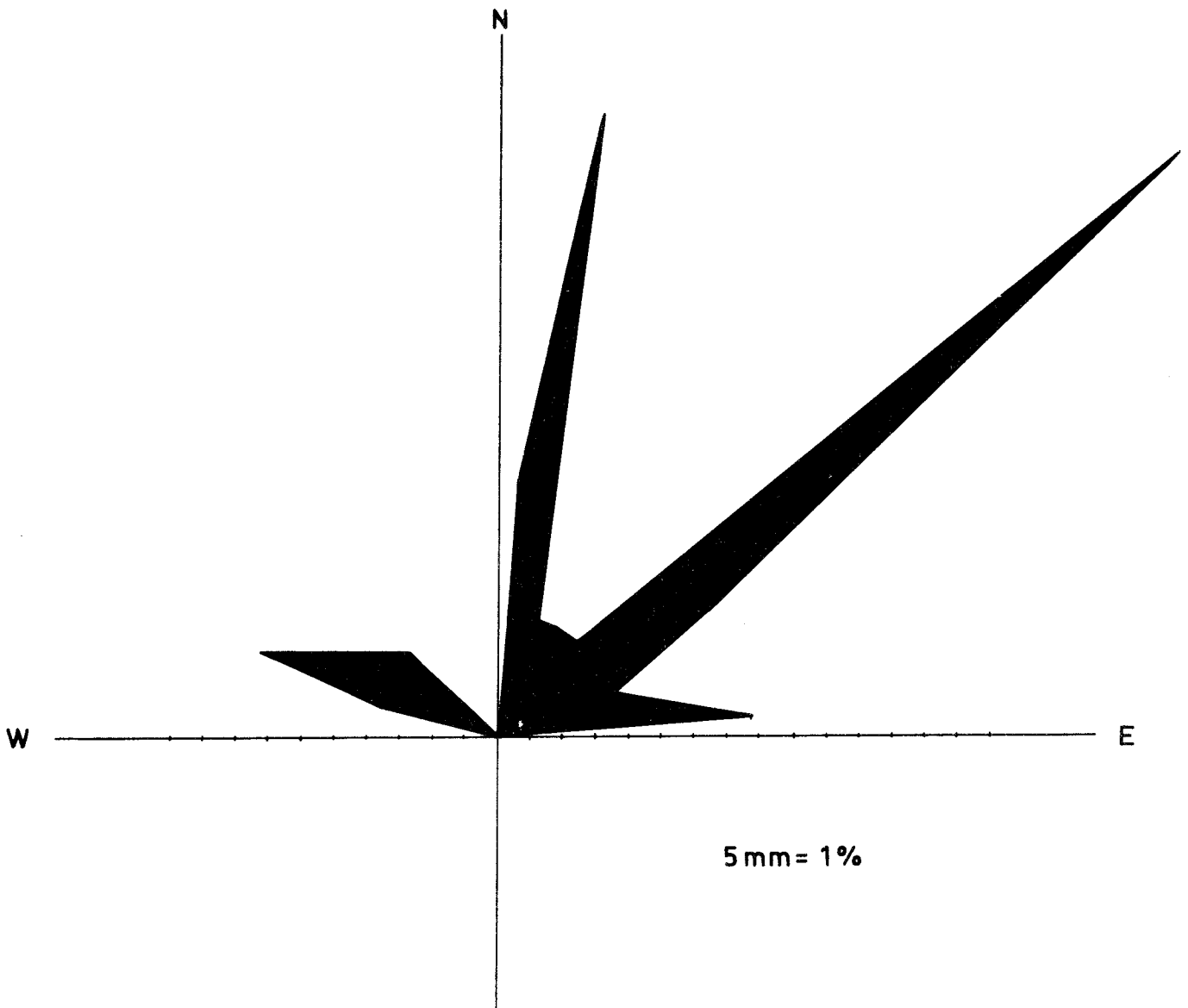
Geologisk grunddokumentation

KBSobjekt P23:02

Sprickor uppmätta inom hällområdet, N=26 st

Skala 1:20

SGU berggrundsbyrån 1977



Rose diagram showing joint orientation
in the granite at the surface

4. KARTERING UNDER JORD

De geologiska arbetena inom Stripa gruva omfattar kartering av berggrund och sprickor inom ventilationsorten och undre undersökningsorten på 360 m:s nivån samt den övre undersökningsorten med grenorterna ØV 1, ØV 2, ØH 1 och ØH 2 på ungefär 330 m:s nivå. Orternas läge framgår av översiktsskissen i bilaga 1.1.

Givna observationer vad gäller geologi och sprickor har inmätts i förhållande till givna fixpunkter inom gruvan. Sprickornas strykningar har uppmätts i horisontalplanet samt dess stupningar mätts vinkelrätt mot strykningen.

Tvärsnittet av ventilationsorten är rektangulärt och i detta fall har både tak och ortens sidor karterats.

Vad beträffar övre och den undre orten är dessa cirkulära och här har respektive sprickor projicerats till ett horisontalplan i ortens mitt.

I förekommande fall har mineralbestämningen utförts på sprickplanen samt vatteninläckning registrerats.

4.1 Kartering av ventilationsorten

4.1.1 Bergarter

Den helt dominerande bergarten är en rödlätt, medelkornig, massformig granit. Kornstorleken kan variera, men är som regel ca 3 mm. Utöver denna förekommer några meter bred "lins" av monzonit som övertvårar orten samt några få, smala, brant stående gångar av pegmatit och diabas. Bergarternas fördelning i orten se bilaga 4.1.

4.1.2 Allmän tektonik

Sprickornas läge i orten visas i bilaga 4.1.

Sprickornas fördelning och frekvens dels i begränsade zoner av orten, dels i hela orten se i histogrammen i samma bilaga.

För sprickornas stupning se stereografiska projektionerna i samma

bilaga, samt i stereografiska punktdiagrammet bil. 4.7.

Ortens NV:a delar är betydligt mer tektoniskt påverkade än de SÖ:a delarna. I de NV:a delarna är berget starkt uppkrossat och i zon 5 t.o.m. breccierat.

Totalt utfördes 214 st mätningar av sprickor på en 75 m lång ort.

Zonerna 1, 2, 3 och 4 (NO:a delarna av orten) visar klar dominans av sprickor med strykningen N70-90V. Ca 85 % av dessa sprickor stupar mellan 60-80⁰ mot NO.

I zonerna 5, 6, 7 och 8 (NV:a delar) uppträder ovannämnda strykning i avsevärt mindre omfattning.

De sprickor som har strykningar mellan nord och ost och stupar mot NV är jämnt fördelade över hela ventilationsorten; dock med klar underrepresentation av riktningar mellan N400 till N600. Ca 80 % av de mot NV stupande sprickorna stupar mellan 55 och 80⁰ mot NV.

Sydligt stupande sprickor utgör ca 30 % av alla sprickor och är relativt jämnt fördelade över hela orten. De är genomgående koncentrerade till strykningar mellan N10V och N400.

Stupningen är relativt jämnt fördelad från 10 till 80⁰ med en något större koncentration (ca 35 %) mellan 75 och 80⁰.

De flesta sprickorna är slutna och oftast fyllda med klorit, mindre ofta med kalcit. Öppna sprickor är ofta lerbeklädda. Vatteninläckning observerades på åtta ställen. Oftast som fukt, sällan i form av dropp.

4.2 Kartering av övre orten

4.2.1 Bergarter

Bergarternas fördelning i orten se bilaga 4.2

En rödglätt, (ljusare variant än den i undre orten resp. ventilations orten), medelkornig, massformig granit dominerar den undersökta orten. Gråa och röda varianter förekommer. Liksom färgen kan variera, varierar även kornstorleken.

Kornstorleken är som regel ca 3 mm, men kan variera mellan 1 och 5 mm. Övergångarna till annan färg eller kornighet är diffusa.

Kemisk analys ger vid handen att det ej finns någon större variation i sammansättningen mellan de olika varianterna.

Bergarten kan betecknas som monzogranit. Se bilagorna 4.9 t.o.m. 4.11

Nio olika prover har analyserats. De är tagna på olika platser i övre orten (ett prov är taget i undre orten) och omfattar olika varianter av graniten. Förteckning över prover, se bilaga 4.8.

Två tunnslip av två olika granitvarianter har undersökts. Mikroskopstudier ger vid handen att en viss variation i huvudmineralbeståndet förekommer. Prov av en rödglätt variant av graniten taget i början av orten uppvisar följande mineralsammansättning:

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Kvarts | (44 %) |
| delvis saussuritiserad plagioklas | (39 %) |
| mikroklin | (12 %) |
| klorit | (3 %) |
| muskovit | (2 %) |
| accessoriskt uppträder | |
| zirkon | |
| opaka mineral | |

Prov taget 55 m in i orten av den gråa varianten uppvisar däremot en markant ökning av mikroklin på bekostnad av plagioklasen. I dessa prov är huvudmineralerna

Kvarts
delvis saussuritiserat plagioklas
mikroklin
som underordnande
klorit

muskovit
 accessoriskt uppträder
 zirkon
 opaka mineral

På ena väggen i grenorten ÖV 1 förekommer en några meter bred "lins" av monzonit. Mikroskopstudier har givit följande mineral-sammansättning.

Huvudmineralen:
 delvis saussuritiserat plagioklas
 mikroclin
 som underordnande
 klorit
 kvarts
 muskovit
 accessoriskt uppträder
 apatit
 titanit
 opaka mineral

Några smala pegmatitgångar har iakttagits. I gaveln på grenorten ÖV 1 finns en diabasgång.

4.2.2 Allmän tektonik

Sprickornas läge i orten visas i bilaga 4.2. Sprickornas fördelning och frekvens i begränsade zoner av orten, och i hela dess längd framgår av histogrammen i samma bilaga.

Beträffande sprickornas strykning och stupning se de stereografiska projektionerna i samma bilaga samt i stereografiska punktdiagram separat för södra delarna av orten (zonerna 1 t.o.m. 9, grenorterna ÖV 1 och ÖH 1) Bil. 4.4 och separat för norra delarna (zonerna 9 t.o.m. 12, grenorterna ÖV 2 och ÖH 2) Bil. 4.5.

I jämförelse med ventilationsorten uppvisar övre orten mycket mindre tektoniska deformationer. Sprickorna är relativt jämnt fördelade över hela orten, bortsett från några områden där det finns anhopningar av tätliggande, i det närmaste parallella sprickor. Inom ett avsnitt på 10 m i zon 4 och delvis i zon 5 där finns det sålunda en sådan anhopning av 20 sprickor/m.

För att få en mera korrekt bild av sprickigheten sammanfattas i den gjorda statistiken dessa anhopningar alltid som en enda sprickzon. I zonhistogrammen tas hänsyn till alla sprickor, alltså även till de parallella sprickanhopningarna.

Totalt har 294 + (330) st sprickor uppmätts på 235 m ort. (Siffran inom parantes anger den ungefärliga summan av sprickor från alla sprickanhopningar i orten).

I de södra delarna av orten (zonerna 1 t.o.m. 8 samt i grenorten ÖV 1 och ÖH 1) stupar ca 90 % av alla sprickor mot N varav 80 % faller inom 60° till 80° intervallet.

Inom de mot norr stupande sprickorna kan man skönja två grupperingar i sprickriktningar inom orten:

Den ena är koncentrerad till intervallet från N50V till N80V och den andra till intervallet N100 till N200. De övriga sprickorna har en ganska jämn fördelning från Ö till V. Sydligt stupande sprickor utgör endast 10 % av alla sprickor. De har en relativt jämn fördelning över orten. Strykningarna är spridda från N20V till N600.

Sprickorna visar två stupningstendenser: Den ena grupperar sig kring 30°, den andra omkring 75°.

Fr.o.m zon 9 avtar de N-stupande sprickorna medan de S-stupande ökar i frekvens. I zon 12 uppgår de N-stupande sprickorna till bara ca 40 % och i ÖV 2 till ca 30 %. Stupningen fortsätter dock att vara koncentrerad till 60 - 80° intervallet.

Stupningen hos de S-stupande sprickorna är relativt jämnt fördelad från 25° till 85°, dock med en något större gruppering mellan 60° och 70°. Strykningen hos dessa sprickor är huvudsakligen från N90V till N100. Fördelningen är ganska jämn.

Fördelningen hos de N-stupande sprickorna följer ungefär samma mönster som i de södra delarna av orten.

De flesta sprickor är slutna och oftast fyllda med klorit, mindre ofta med kalcit. Vatteninläckning i form av dröpp eller i form av fukt observerades på 13 ställen. De flesta observationspunkterna ligger i de norra delarna av orten.

4.3 Kartering av undre orten

4.3.1 Bergarter

Den helt dominerande bergarten är en rödlätt, medelkornig, massformig granit. Kornstorleken kan variera, men är som regel ca 3 mm.

Resultatet av kemisk analys av ett prov taget inom orten överensstämmer med de övriga analysresultaten för prover från den övre orten. Se bilagor 4.8 t.o.m. 4.11

Av andra avvikande bergarter iaktogs endast en smal pegmatitgång.

4.3.2 Allmän tektonik

Sprickornas läge i orten visas i bilaga 4.3. Sprickornas fördelning och frekvens dels i begränsande zoner av orten, dels i hela orten framgår av histogrammen i samma bilaga. För sprickornas strykning och stupning, se stereografiska projektionen i samma bilaga, samt i stereografiska punktdiagrammet bil.4.6.

Ortens norra delar är betydligt mer tektoniskt påverkade än de södra delarna. I norra delen av orten är långa avsnitt uppkrossade och i vissa fall breccierade.

Det finns stora anhopningar av i det närmaste parallella sprickor som i vår totala analys betraktas var och en som en enda sprickzon. Totalt har 35 + (200) st sprickor uppmätts på 58 m ort. (Siffran inom parentes anger den ungefärliga summan av sprickor från alla sprickanhopningar i orten).

Ca 75 % av alla sprickor stupar mot N varav ca 65 % faller inom 60 till 80⁰ intervallet. De mot N stupande sprickor uppvisar två strykningskoncentrationer: den största, mellan N40V och N80V, den andra mellan N60 \ddot{O} och N80 \ddot{O} . De S-stupande sprickorna är koncentrerade mellan N20 \ddot{O} och N50 \ddot{O} och mellan N40V och N50V. Deras stupning är relativt jämnt fördelad från 35 till 90⁰.

De flesta sprickorna är slutna och oftast fyllda med klorit, mindre ofta med kalcit.

Vatteninläckning i form av dropp observerades på ett ställe. Graniten där var breccierad.

STRIPA

Geologisk grunddokumentation

KBS objekt P 23:02

Bergarts- och sprickfördelning i ventilationsorten. 360 m nivå

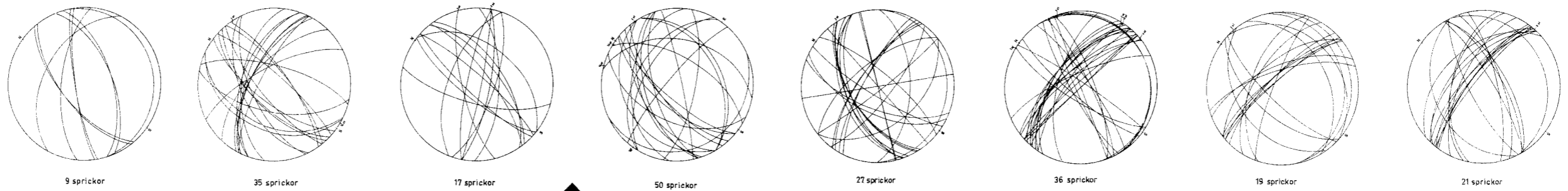
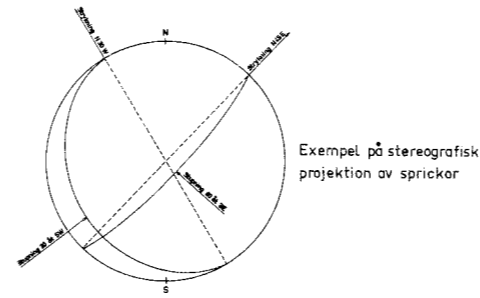
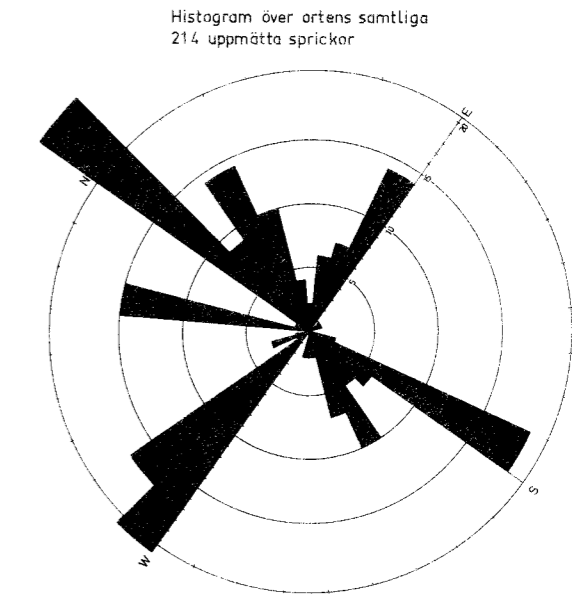
Skala 1:100

Fältarbete och sammanställning Andrzej Olkiewicz

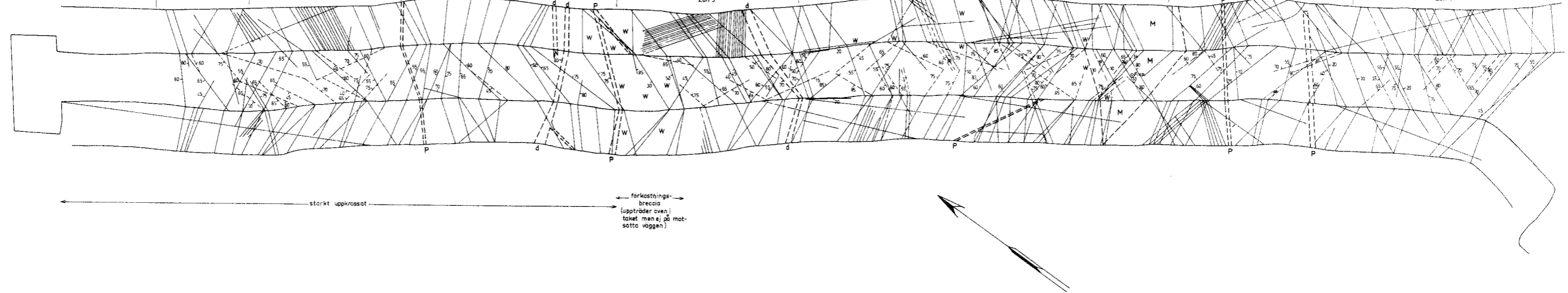
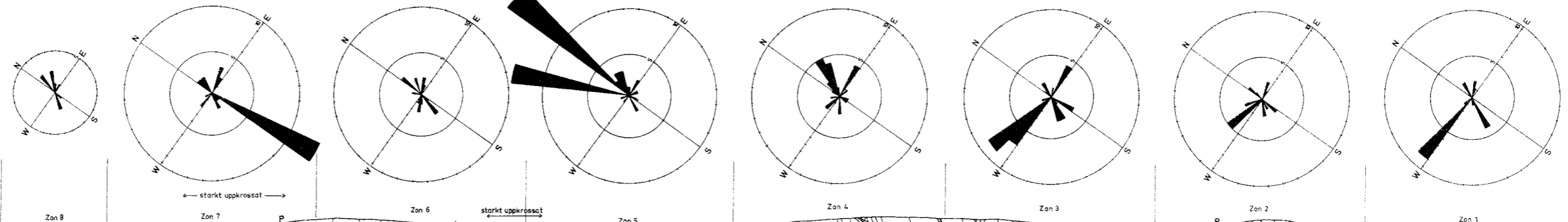
SGU berggrundsbyrån 1978

Geological and joint mapping of the ventilation tunnel at the level of 360 metres

- W Vatteninläckning
- Stupning
- Projicerad strykning av spricka
- Registrerad spricka
- Bergartsgränser
- d Diabas
- P Pegmatit
- M Monzonit
- Granit



Histogramm uppvisande sprickfrekvensen. 4mm = 1 spricka
Diagrammet norr om EW-linjen: sprickorna stupar mot N
Diagrammet söder om EW-linjen: sprickorna stupar mot S



STRIPA

Geologisk grunddokumentation

KBSobjekt P 23-02

Bergarts- och sprickfördelning i övre orten, 330 m nivå

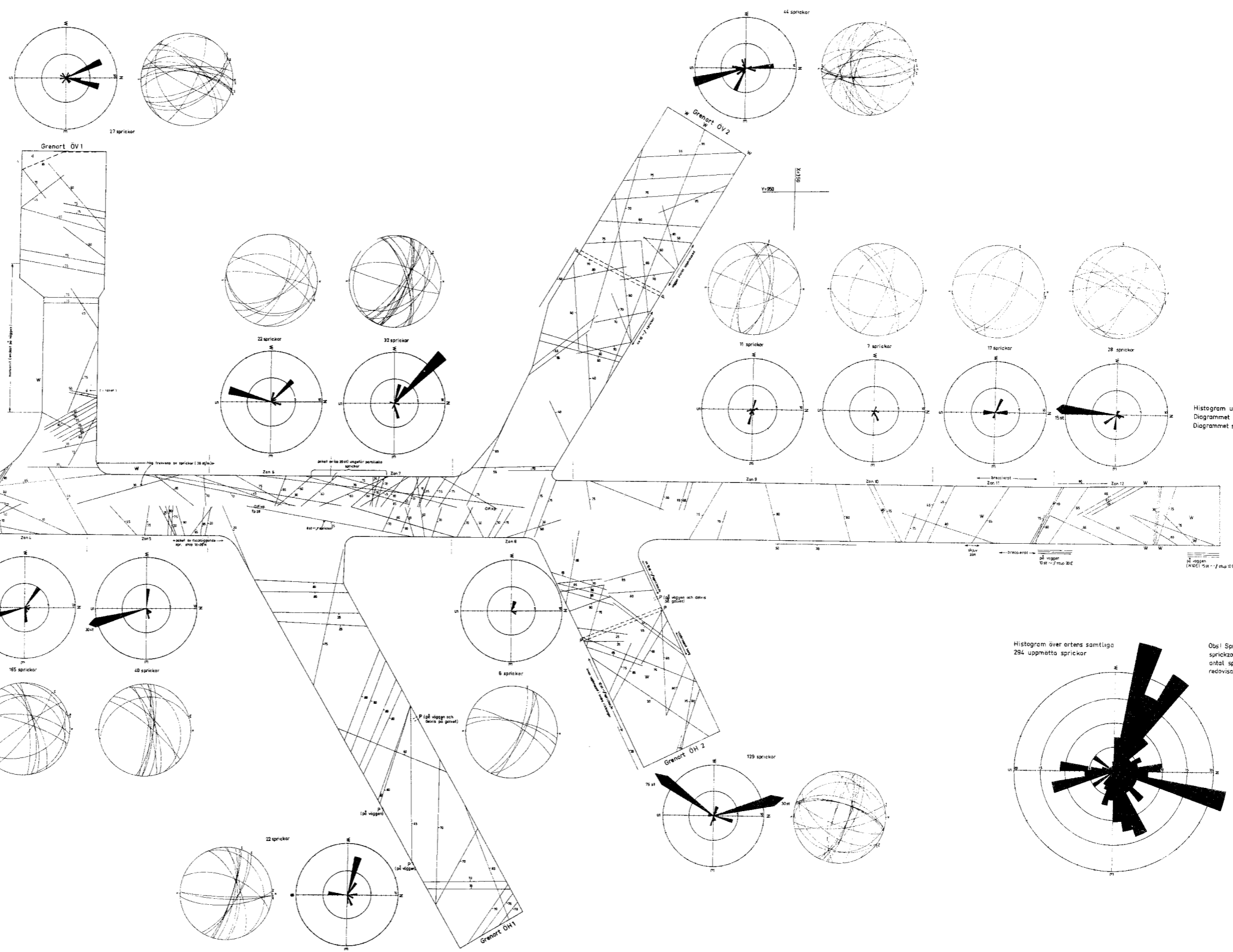
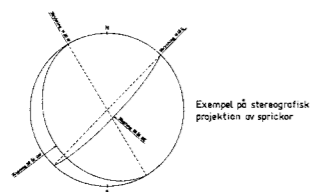
Skala 1:100

Fältarbete och sammanställning Andrzej Olkiewicz

SGU berggrundsbyrå 1978

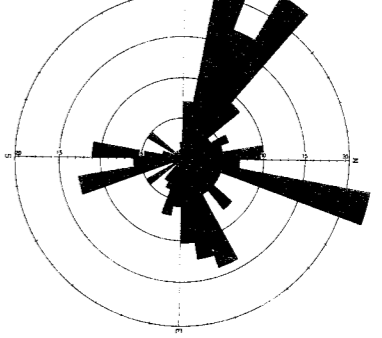
Geological and joint mapping of the upper tunnel at the level of 330 metres

- W Vatteninlämning
- Stupning
- Projicerad strykning av spricka
- Bergartsgrens
- Diabas
- Pegmatit
- Marmorit
- Granit



Histogramm uppvisande sprickfrekvensen 4 mm = 1 spricka
 Diagrammet norr om EW-linjen sprickorna stupar mot N
 Diagrammet söder om EW-linjen sprickorna stupar mot S

Histogram över ortens samtliga 294 uppmätta sprickor
 Öst! Sprickriktningar räknas som en spricka i detta diagram. Uppräknade antal sprickor i sprickriktningarna redovisas i zondiagrammen



STRIPA

Geologisk grunddokumentation

KBSobjekt P 23:02

Bergarts- och sprickfördelning i undre orten. 360 m nivå

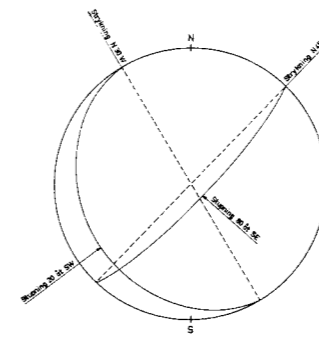
Skala 1:100

Fältarbete och sammanställning Andrzej Olkiewicz

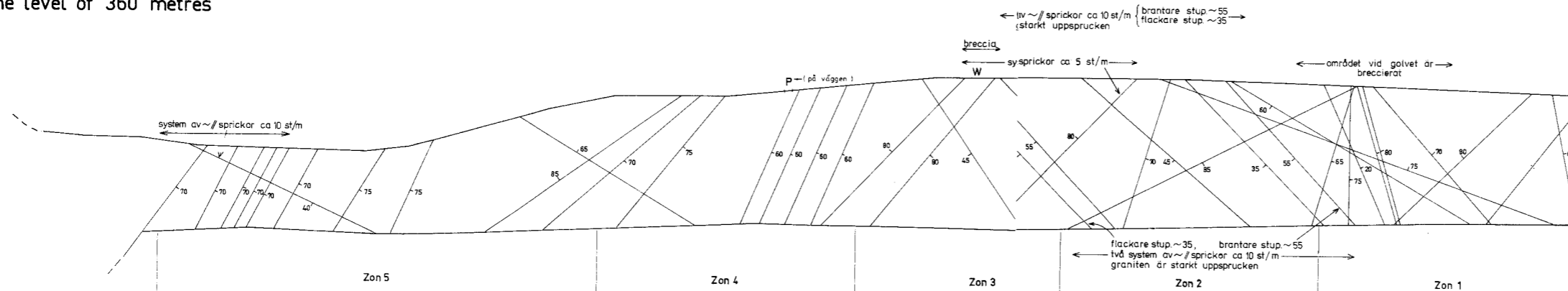
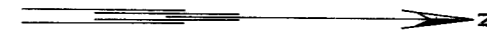
SGU berggrundsbyrån 1978

Geological and joint mapping of the lower tunnel at the level of 360 metres

- W Vatteninläckning
- Stupning
- Projicerad strykning av spricka
- - - - - Bergartsgräns
- d Diabas
- P Pegmatit
- M Monzonit
- Granit

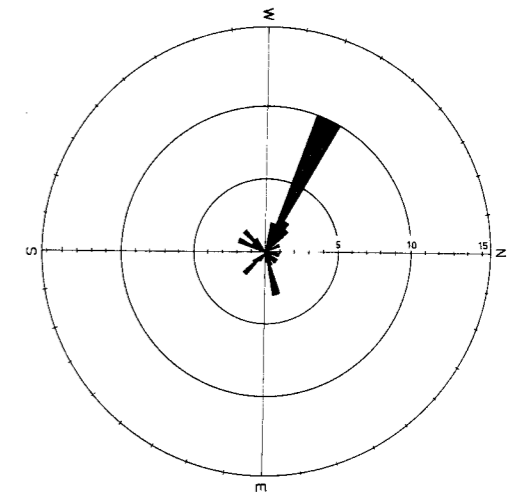
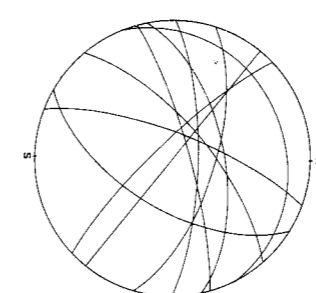
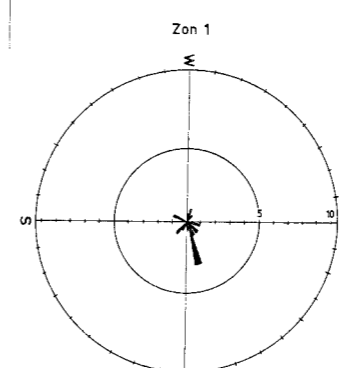
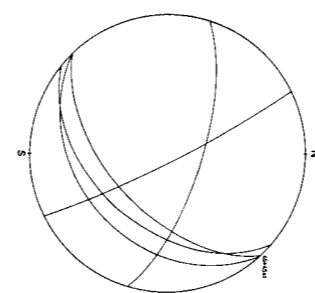
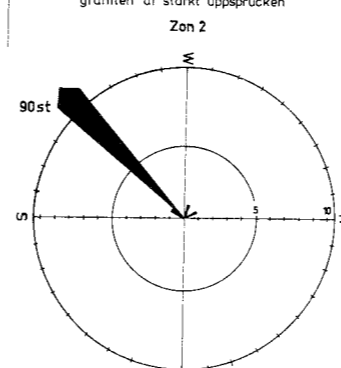
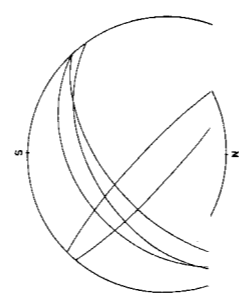
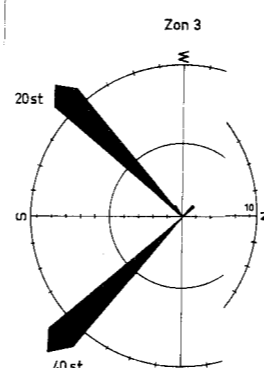
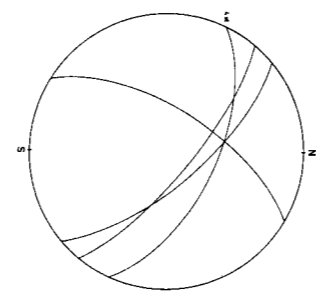
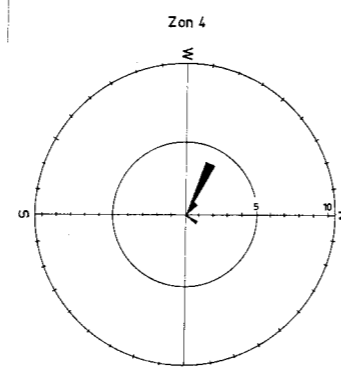
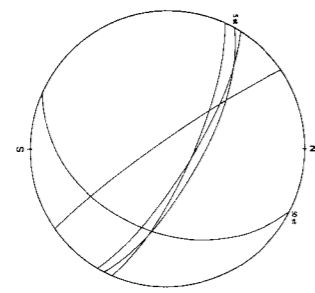
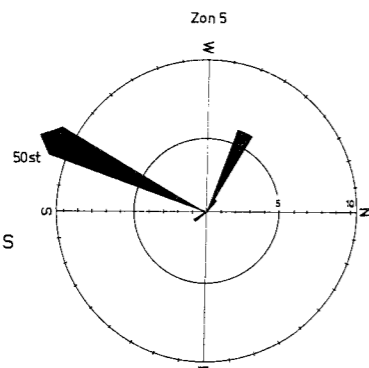


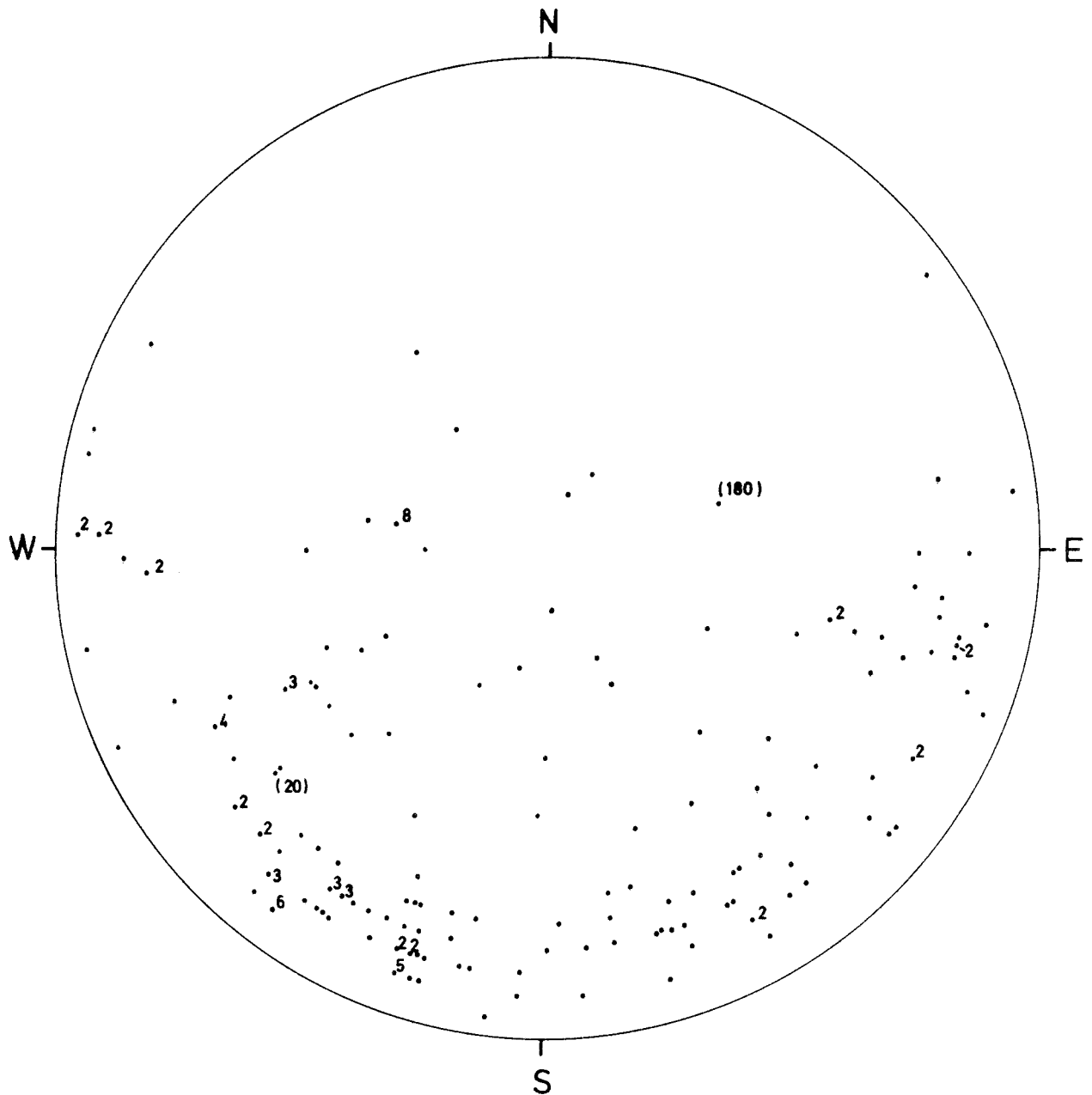
Exempel på stereografisk projektion av sprickor



Histogram över ortens samtliga 35 st uppmätta sprickor. Obs! Sprickanhopningar räknas som en sprickzon i detta diagram. Ungefärliga antal sprickor i sprickanhopningarna redovisas i zondiagrammen.

Histogram uppvisande sprickfrekvensen. 4 mm = 1 spricka. Diagrammet norr om EW-linjen: sprickorna stupar mot N. Diagrammet söder om EW-linjen: sprickorna stupar mot S





Övre orten

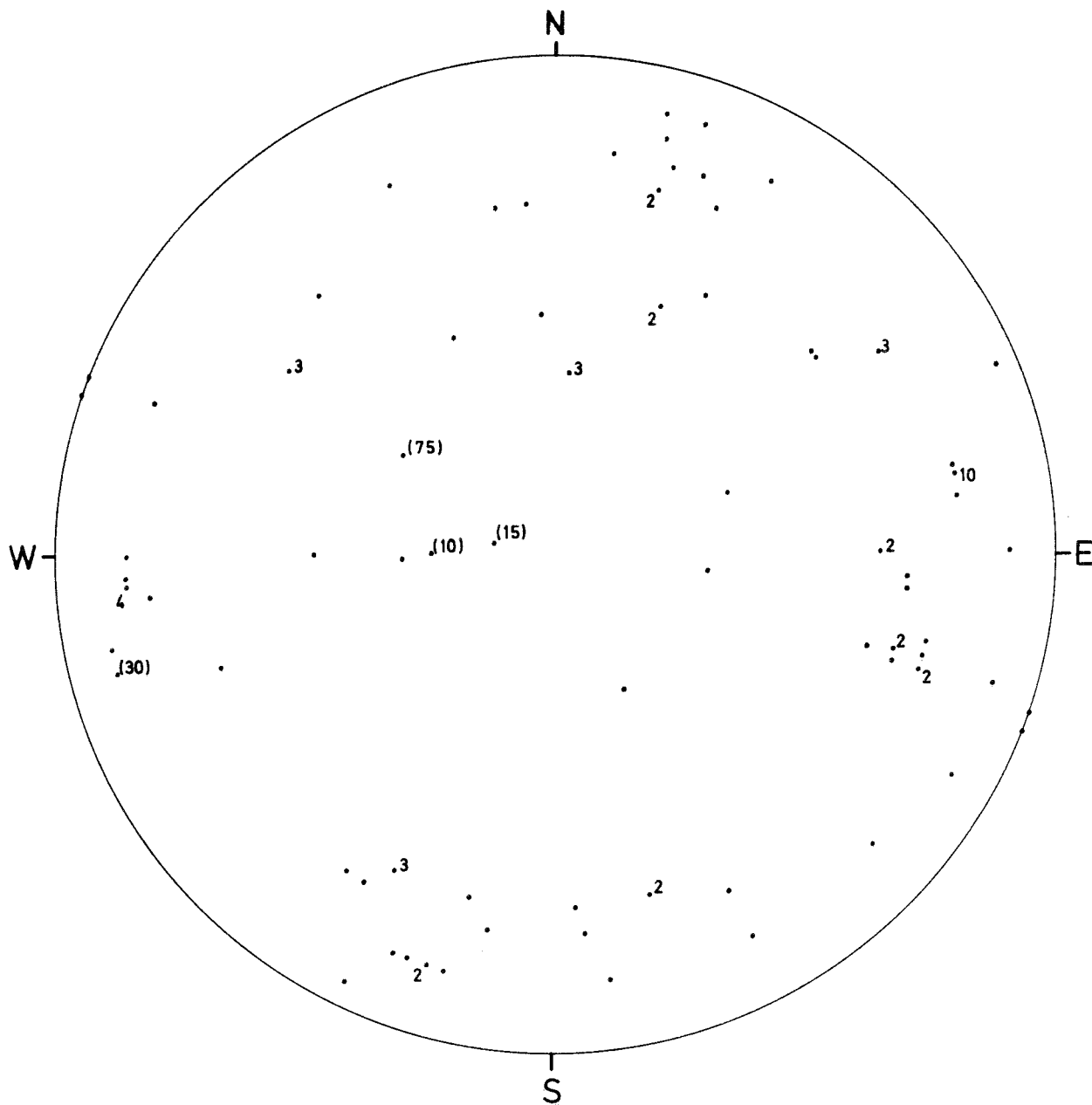
Stereografiskt punktdiagram över sprickor i zonerna 1,2,3,4,5,6,7,8 samt grenorter ÖV1 och ÖH1

Totalt 193 + (~200) st sprickor

Siffror inom parantes anger den ungefärliga anhopningen av parallella sprickor inom ett begränsat område.

Stereographic projection of the poles of the fracture-planes in zones 1,2,3,4,5,6,7,8 and ÖV1 ÖH1

The numbers in parantheses indicate the approximate accumulation of parallell fractures within a limited area.



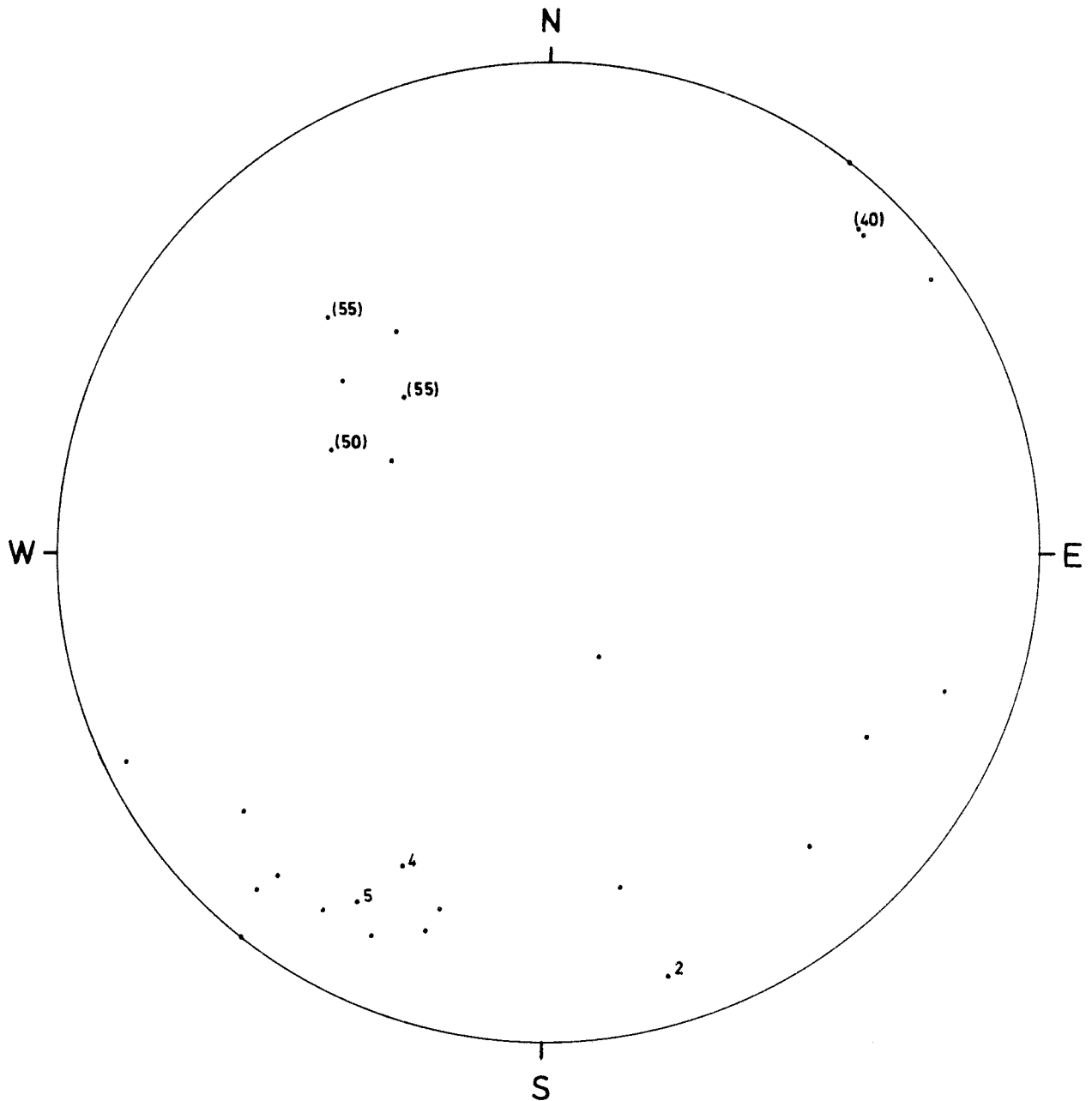
Övre orten

Stereografiskt punktdiagram över sprickor i zonerna 9,10,11,12 samt grenorter ÖV2 och ÖH2

Totalt 101+ (~130) st sprickor
Siffror inom parantes anger den ungefärliga anhopningen av parallella sprickor inom ett begränsat område.

Stereographic projection of the poles of the fracture-planes in zones 9,10,11,12 and ÖV2 ÖH2

The numbers in parantheses indicate the approximate accumulation of parallell fractures within a limited area.



Undre orten

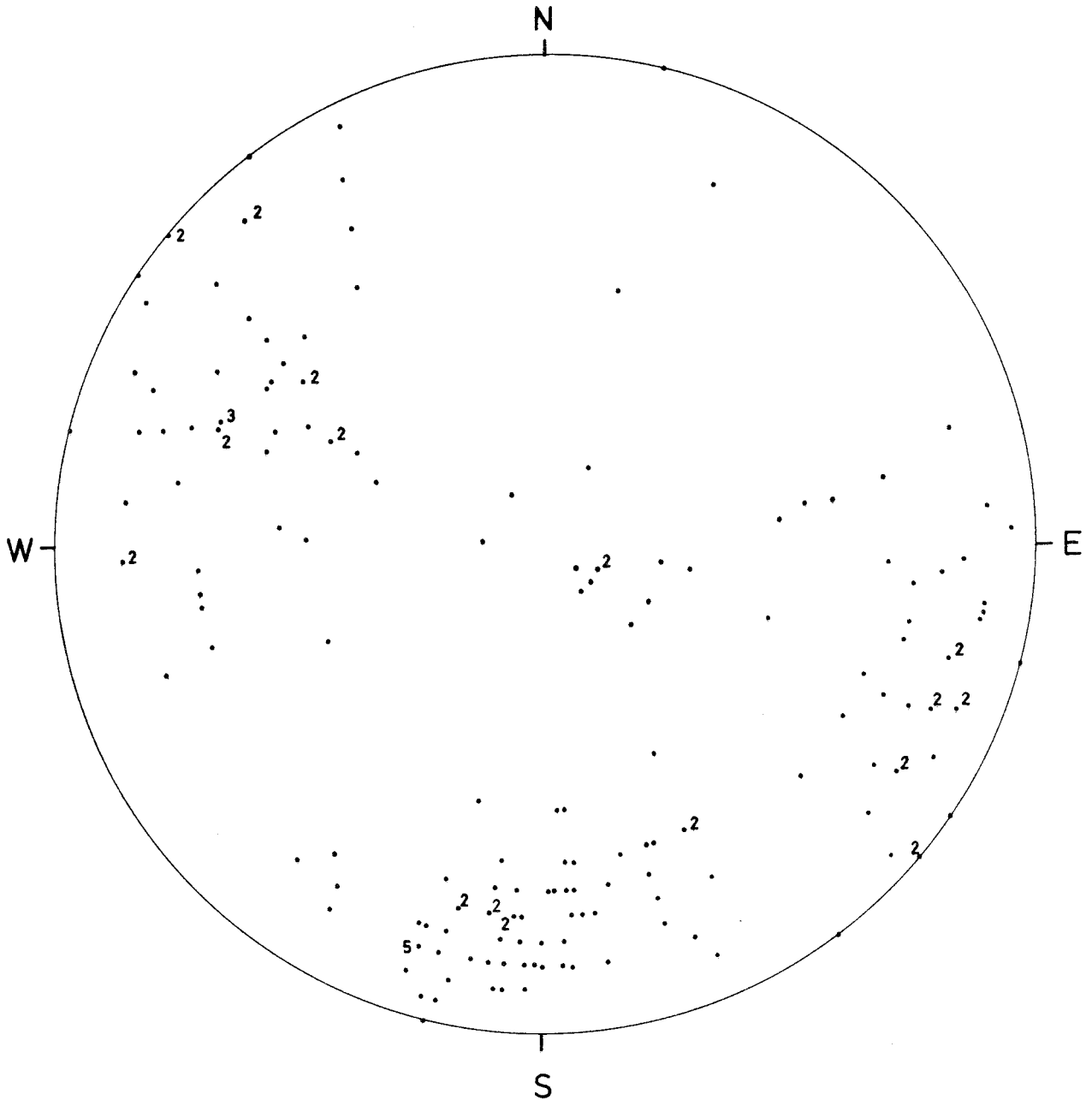
Stereografiskt punktdiagram över sprickor.

Totalt 35+ (~200)st sprickor.

Siffror inom parentes anger den ungefärliga anhopningen av parallella sprickor inom ett begränsat område.

Stereographic projection of the poles of the fractureplanes.

The numbers in parantheses indicate the approximate accumulation of parallell fractures within a limited area.



Ventilationsorten

Stereografiskt punktdiagram över sprickor.

Totalt 164 st sprickor.

Stereographic projection of the poles of the fractureplanes.

Förteckning över tagna bergartsprover

De åtta första proven har tagits från östra väggen i övre orten. Prov S.0 är tagen vid ingången till orten. Proven S.1 t.o.m. S.6 har tagits med ungefär tio meters intervaller (10, 20, 30, 40, 50, 60 m) räknad från ortingången. Prov S.12 har tagits från gaveln av övre orten. Prov S.28V har tagits från grenorten ÖV 1. Det sista S.U0 har tagits i norra gaveln av undre orten.

| | |
|-------|---|
| S.0 | Rödlätt variant |
| S.1 | -"- , något gråare variant |
| S.2 | -"- -"- -"- , grovkornigare och med större mängd mörka mineral |
| S.3 | Liknar S.1 |
| S.4 | Liknar S.1 fast ännu något gråare |
| S.5 | Grå variant |
| S.6 | Grå till rödlätt, grovkornigare och med större mängd av mörka mineral |
| S.12 | Liknar S.6 |
| S.28V | Rödlätt monzonit |
| S.U0 | Rödlätt (rödare än S.0) variant |

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Geokemiska byrån

ANALYSINTYG nr 780128 sid 1 (✓)
Datum

Beställare: A. Olkiewicz

Typ: 054

Lokal:

Konto: uc 4021

Kartblad:

Pris:

| Märkt | S.3 | S.2 | S.6 | S.4 | S.12 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Lab. nr | S 3 1 | S 2 2 | S 6 3 | S 4 4 | S 12 5 |
| SiO ₂ % | 75.3 | 74.8 | 74.0 | 74.3 | 74.9 |
| TiO ₂ % | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 |
| Al ₂ O ₃ % | 12.9 | 13.1 | 13.5 | 13.3 | 13.3 |
| Fe ₂ O ₃ % | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.9 | 1.7 |
| FeO % | | | | | |
| MnO % | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 0.03 |
| CaO % | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.7 |
| MgO % | 0.22 | 0.22 | 0.18 | 0.20 | 0.18 |
| Na ₂ O % | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.1 |
| K ₂ O % | 4.5 | 4.6 | 4.8 | 4.6 | 4.5 |
| H ₂ O>105°C % | | | | | |
| H ₂ O<105°C % | | | | | |
| P ₂ O ₅ % | | | | | |
| CO ₂ % | | | | | |
| F % | | | | | |
| S % | | | | | |
| BaO % | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUMMA | 99.43 | 98.92 | 98.68 | 99.15 | 99.48 |
| | | | | | |
| | | | | | |

Signat: *relka buch* Anal.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Geokemiska byrån

ANALYSINRYG nr
Datum

sid 2 (2)

Beställare:

Typ:

Lokal:

Konto:

Kartblad:

Pris:

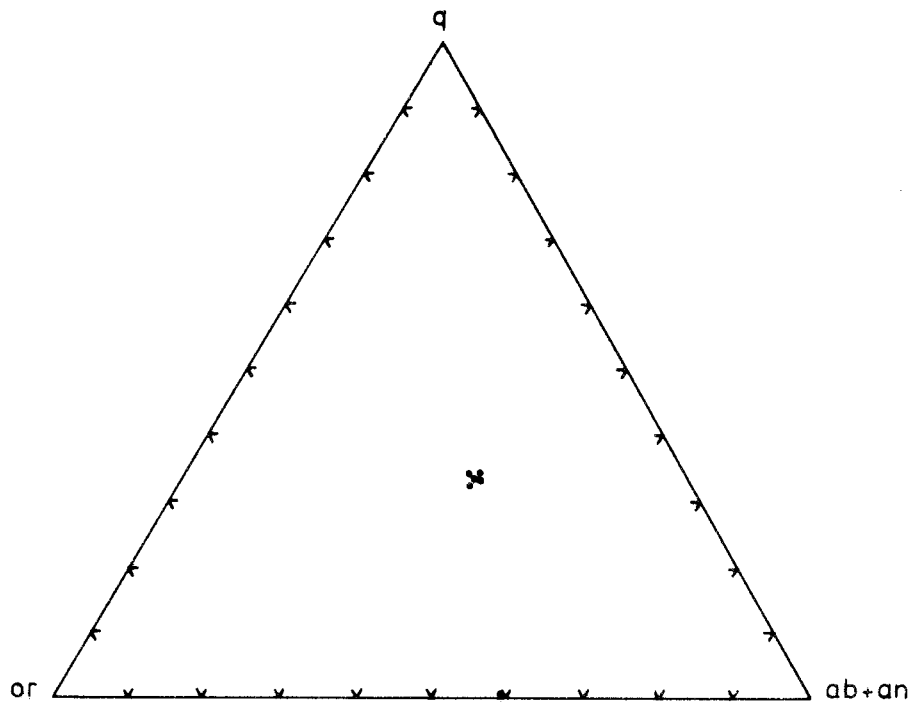
| Märkt | S.5 | S.1 | S.0 | S.U0 | S.28V |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------|
| Lab. nr | S 5 6 | S 1 7 | S 0 8 | SU0 9 | S. 28 U 10 |
| SiO ₂ % | 74.9 | 75.0 | 75.6 | 74.3 | 63.6 |
| TiO ₂ % | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 |
| Al ₂ O ₃ % | 13.3 | 13.4 | 13.1 | 13.3 | 18.7 |
| Fe ₂ O ₃ % | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 2.6 |
| FeO % | | | | | |
| MnO % | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 |
| CaO % | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| MgO % | 0.2 | 0.2 | 0.17 | 0.22 | 0.24 |
| Na ₂ O % | 4.0 | 4.0 | 3.9 | 4.2 | 6.3 |
| K ₂ O % | 4.5 | 4.5 | 4.7 | 4.5 | 6.5 |
| H ₂ O>105°C % | | | | | |
| H ₂ O<105°C % | | | | | |
| P ₂ O ₅ % | | | | | |
| CO ₂ % | | | | | |
| F % | | | | | |
| S % | | | | | |
| BaO % | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 |
| | | | | | |
| SUMMA | 99.41 | 99.40 | 99.83 | 99.02 | 98.67 |
| | | | | | |
| | | | | | |

Sign:

Ambl.

CIPW-norm för Stripa graniten

| | S.0 | S.1 | S.2 | S.28V | S.3 | S.4 | S.5 | S.6 | S.12 | S.U0 |
|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| q % | 33,4 | 33,3 | 33,1 | 0,4 | 33,4 | 31,9 | 32,9 | 31,4 | 32,2 | 31,3 |
| c % | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,4 | 0,4 |
| or % | 27,8 | 26,6 | 27,5 | 38,9 | 26,7 | 27,4 | 26,7 | 28,7 | 26,7 | 26,9 |
| ab % | 33,0 | 34,1 | 34,2 | 54,0 | 34,0 | 34,1 | 34,0 | 34,3 | 34,9 | 35,9 |
| an % | 3,0 | 2,6 | 2,1 | 3,1 | 3,0 | 3,6 | 3,5 | 2,6 | 3,5 | 3,1 |



Stripagranitens normativa q:or:ab+an - sammansättning
vikts-%

Fyra punkter saknas (S.0, S.1, S.5, SU0) på diagrammet
därför att dessa sammanfaller med de redan be-
fintliga punkterna.

Normative q:or:ab+an composition (weight per cent).

5. SAMMANFATTNING

De fyra karterade områdena domineras helt av en rödlätt, medelkornig, massformig monzogranit men uppvisar olika grader av tektonisk påverkan. Graniten i dagen, ventilationsorten och i norra delar av undre orten är i motsats till graniten i övre orten delvis starkt uppkrossad och ibland även breccierad.

Då man jämför sprickornas strykningar och stupningar finner man en hög grad av överensstämmelse mellan samtliga fyra områden.

Det finns en klar dominans av branta mot N-stupande sprickor, fränsett de norra delarna av övre orten där de S-stupande sprickorna är talrikare än de N-stupande. Två strykningsriktningar återkommer i alla fyra områdena. Den ena med ganska jämn spridning från N till O och den andra koncentrerat till en smalare sektor från NV till V.

De flesta sprickorna är slutna och oftast fyllda med klorit, mindre ofta med kalcit.

De vatteninläckningar som förekommer i de undersökta orterna är av ytterst ringa omfattning med endast fuktiga ytor eller långsamt droppande.

6. BORRKÄRNEGRANSKNING

Tre stycken borrhärnor har granskats.

Två stycken Dbh 1 och Dbh 2 är från horisontella borrhål (beträffande borrhålens placering se översiktsskissen bilaga 1.1, den tredje däremot DbhV 1 är från ett borrhål som borrhats vertikalt ner från 410 m djup belägen ort. Borrhärnor har en diameter av 46 mm.

Arbeten omfattar kartering av borrhärnor med avseende på:

bergartsfördelning
 sprickfördelning
 sprickornas karaktär
 sprickfyllnaden
 rörelseindikationer
 beräkning av RQD

6.1 Bergartsfördelning

En rödlett, medelkornig, massformig granit dominerar helt alla tre borrhärnor.

Gråa och i mindre grad röda varianter förekommer. Liksom färgen kan variera, varierar även kornstorleken. Kornstorleken är som regel ca 3 mm, men kan variera mellan 1 och 5 mm. Övergångar till annan färg eller kornighet är diffusa. Bergartspartier som understiger en halv meter i längd har ej upptagits i loggen. Bergartsfördelningen presenteras i en textdel. Bilagorna 6.1, 6.2, 6.3.

6.2 Kartering av sprickor

Registrerade sprickor har indelats i två olika typer. Dessa två typer har definierats på grundval av brottyornas karaktär. Det är dels sprickor med släta - ofta belagda brottytor, dels med en frisk, oregelbunden brottyta. De sistnämnda sprickorna kan uppkomma under borrhärningsprocessen.

Sprickornas vinkel i förhållande till borrhålsaxeln mättes och fyllnadsmaterial och rörelseindikationen har registrerats.

Fyllnadsmaterialet redovisas enligt bifogat beteckningssystem. Detta system följer, i den mån det varit möjligt, rekommendationerna från SGI:s delrapport, etapp 1. Beteckningssystem för berggrundsundersökningar 1977. Teckenförklaring se bilaga 6.0.

Sprickfördelning, sprickornas karaktär, sprickfyllnader och rörelseindikationer presenteras i en ritdel i skala 1:100. Bilagor 6.4, 6.5, 6.6.

6.3 RQD (Rock Quality Designation)-beräkning

RQD faktorn har beräknats på 2 meters intervall. Detta intervall valdes med hänsyn till vattenflödesmätningarna. Därigenom möjliggjordes en direkt korrelation mellan vattenflödet och sprickigheten.

Längden av kärnbitar större eller lika med 10 cm uppmättes och deras sammanlagda längd dividerades med den totala mätlängden, vilket i detta fall är två meter.

De erhållna värdena varierar från 1,0 till 0,0 där värdet 1,0 representerar en låg sprickintensitet och låga värden representeras av hög sprickintensitet av den analyserade kärnbiten.

För varje tvåmetersintervall gjordes två RQD beräkningar. I den ena beräkningen togs hänsyn enbart till sprickor med slät eller belagd yta, i den andra även sprickor med frisk oregelbunden brottyta togs in i beräkningen.

Resultaten av RQD beräkningarna presenteras i form av ett diagram. Bilagorna 6.7, 6.8, 6.9.

6.6 Beskrivning av borrhärnan Dbh 1

Borrhålet Dbh 1 har borrhats 45 m parallellt med övre orten. Beträffande bergartsfördelningen se bilaga 6.1. Enligt sprickkarteringen av kärnan och RQD-diagrammet (se bilaga 6.4 resp 6.7)

är frekvensen av sprickor och sprickzoner relativt hög och jämnt fördelad.

Den vanligaste beläggningen av sprickor är klorit samt, fast i lägre grad, kalcit. I avsnittet från 23 till 30 m uppvisar sprickorna i kärnan rörelseindikationer i form av harnesk yta.

En jämförelse mellan sprickkarteringen av kärnan och sprickkarteringen av orten visar en viss överensstämmelse mellan de båda. Sprickzoner som är markerade i borrhärneloggen tenderar att uppträda på ungefärligen samma plats, där det finns större anhopningar av sprickor i orten.

6.5 Beskrivning av borrhärnan Dbh 2

Borrhålet Dbh 2 har borrhats 100,80 m parallellt med övre orten. Beträffande bergartsfördelningen se bilaga 6.2. Sprickkarteringen och RQD-beräkningen (se bilaga 6.2 resp 6.8) av kärnan visar en hög sprickfrekvens och en relativt jämn fördelning av sprickor och sprickzoner.

Den vanligaste beläggningen av sprickor är klorit och i mindre grad kalcit.

Avsnitten 76-79 m och 90-95 m uppvisar sprickorna i kärnan en förhöjd harneskytefrekvens.

6.6 Beskrivning av borrhärnan DbhV 1

Borrhålet DbhV 1 har borrhats 471,40 m. DbhV 1 är beläget på 410 m-nivån, och borrhades vertikalt neråt.

Sprickkarteringen av kärnan visar att frekvensen av sprickor och sprickzoner är ojämnt fördelad. Det finns tre avsnitt av kärnan som uppvisar en hög sprickfrekvens, (ca 50 % av hela kärnan). De är belägna vid ett djup av 8-35 m, 146-174 m och 274-440 m.

Den vanligaste sprickbeläggningen är klorit och i mindre grad kalcit med undantag för två zoner belägna mellan 198-215 m och 280-296 m som domineras av kalcit respektive pyrit.

I avsnitten 70 till 87 och 370 till 377 m uppvisar sprickorna i kärnan en förhöjd frekvens av harneskytor.

Sprickkarteringen och RQD-diagrammet presenteras i bilaga 6.6 resp 6.9.

Teckenförklaring för sprickkatering av borrhärnor

- Belagda sprickor, 0-30⁰ vinkel mot borrhålsriktningen
 ---- Belagda sprickor, 31-60⁰ vinkel mot borrhålsriktningen
 Belagda sprickor, 61-90⁰ vinkel mot borrhålsriktningen
 · Sprickor med friska oregelbundna brottytor

Störningszoner

- xxxx Krosszon
 = xxxx Sprickzon med huvudsakligen belagda brottytor
 ~ xxxx Sprickzon med friska oregelbundna brottytor
 ~~~~~ Sköldzon  
 √√ Slickenside (Harnesk ytor)

Sprickfyllnad, förkortningsförteckning

|    |                      |
|----|----------------------|
| Bi | Biotit               |
| L  | Lera                 |
| C  | Kalcit               |
| K  | Klorit               |
| Cu | Kopparkis            |
| E  | Epidot               |
| F  | Flusspat             |
| Fe | Järnutfällning, rost |
| Fs | Fältspat             |
| H  | Hornblände           |
| Mo | Molybden             |
| Mu | Muskovit             |
| Pb | Blyglans             |
| P  | Pyrit                |
| Q  | Kvarts               |
| Se | Sericit              |
| T  | Talk                 |
| Zn | Zinkblände           |

RQD-faktor

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



## Bergartsfördelning Stripa Dbh 1

|              |                                                                                                                               |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,00 - 45,00 | Rödlätt medelkornig massformig granit; några korta 10-20 cm mörkare (biotitrikare) partier; fr o m 30 m något mer grå granit. |
| 45,00        | Slut                                                                                                                          |

## Bergartsfördelning Stripa Dbh 2

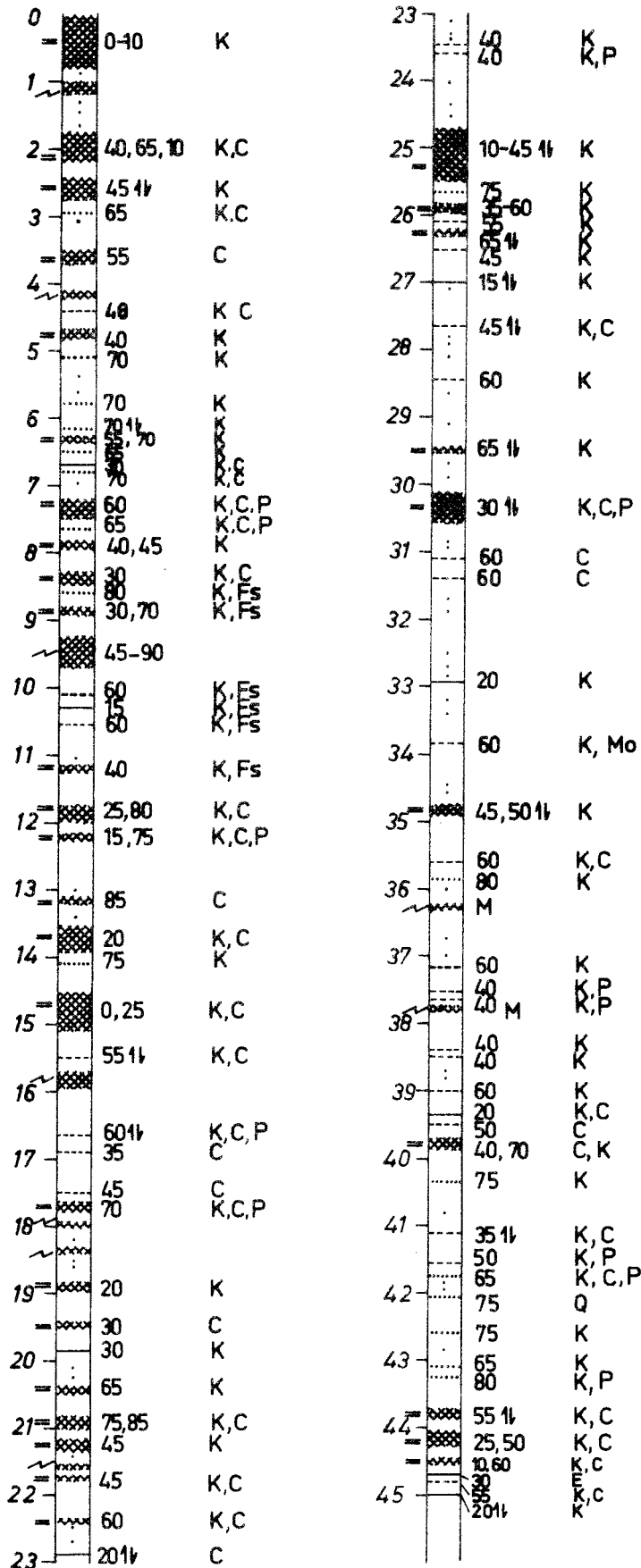
|               |                                                                                                              |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,00 - 100,80 | Rödlätt, grå, sällan röd medelkornig massformig granit, liten variation i färgskala; ej märkbara övergångar. |
| 23,00-23,70   | Grå biotitfattig granit                                                                                      |
| 34,20-36,50   | Flera läkta sprickor: små partier av breccierat berg                                                         |
| 75,30-75,70   | Vit pegmatit                                                                                                 |
| 91,00-93,00   | Hög halt av mörka mineral                                                                                    |
| 93,50-99,00   | Många kloritläkta sprickor                                                                                   |
| 100,80        | Slut                                                                                                         |

## Bergartsfördelning Stripa DbhV 1

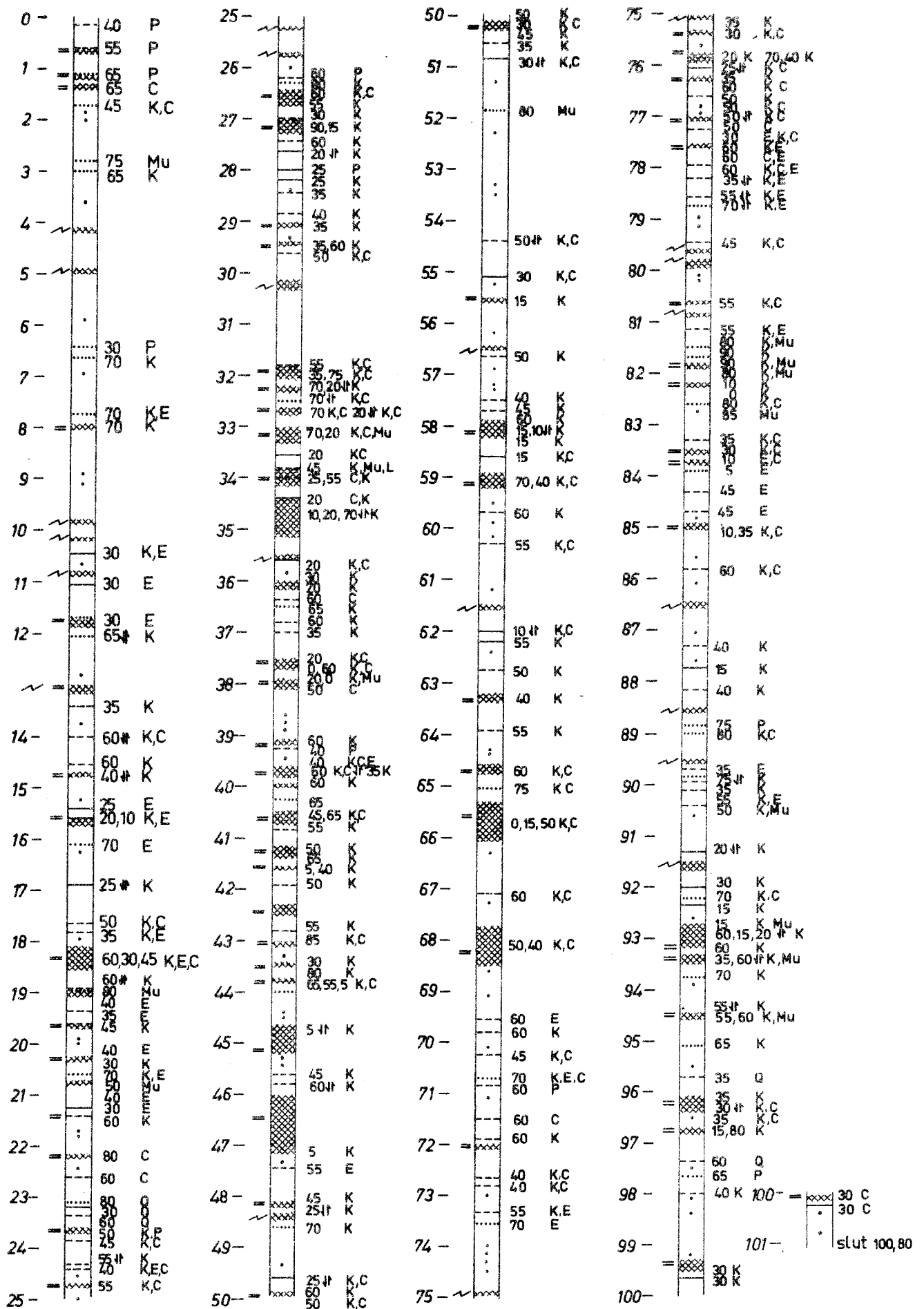
Där inget annat angives är graniten medelkornig och massformig

|                 |                                                                                                                                       |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,00 - 8,10     | Vit - grå granit                                                                                                                      |
| 8,10 - 12,40    | Rödlätt granit; bitvis breccierad                                                                                                     |
| 12,40 - 31,00   | Rödlätt granit<br>15,50-16,10 Breccierat                                                                                              |
| 31,00 - 48,60   | Grå granit                                                                                                                            |
| 48,60 - 50,60   | Grå granit; bitvis mörkgrå bergart antagligen tidigare diabas; impregnation av svavelkis                                              |
| 50,60 - 72,20   | Rödlätt granit<br>65,00-67,70 Epidotläkta sprickor (epidot ådring)                                                                    |
| 72,20 - 75,00   | Grå granit                                                                                                                            |
| 75,00 - 87,50   | Rödlätt granit<br>77,00-79,00 Rödare variant av graniten<br>87,00-87,50 Krosszon; många små läkta sprickor; hög halt av mörka mineral |
| 87,50 - 90,00   | Rödlätt granit; mindre mängd mörka mineral än i övriga graniten                                                                       |
| 90,00 - 103,00  | Rödlätt granit                                                                                                                        |
| 103,00 - 138,00 | Grå - rödlätt granit                                                                                                                  |
| 138,00 - 158,00 | Rödlätt granit                                                                                                                        |
| 158,00 - 196,00 | Grå granit                                                                                                                            |
| 196,00 - 203,00 | Rödlätt granit<br>198,00-198,50 Breccierat                                                                                            |
| 203,00 - 262,00 | Grå granit: mängden mörka mineral varierar                                                                                            |
| 262,00 - 273,00 | Rödlätt granit<br>269,00-271,00 Flera längsgående, 0°, läkta sprickor                                                                 |
| 273,00 - 275,50 | Rödlätt granit med pegmatitinslag; breda kvarts- och kloritläkta sprickor.                                                            |
| 275,50 - 319,50 | Röd granit; korta zoner av röd finkornig massformig granit<br>298,00-300,20 En zon med många, 45°, kloritläkta sprickor               |
| 319,50 - 325,00 | Rödlätt granit                                                                                                                        |
| 325,00 - 331,00 | Röd granit                                                                                                                            |
| 331,00 - 332,00 | Finkornig diabas                                                                                                                      |
| 332,00 - 358,50 | Röd medel- finkornig massformig granit<br>356,70-357,20 Pegmatit                                                                      |

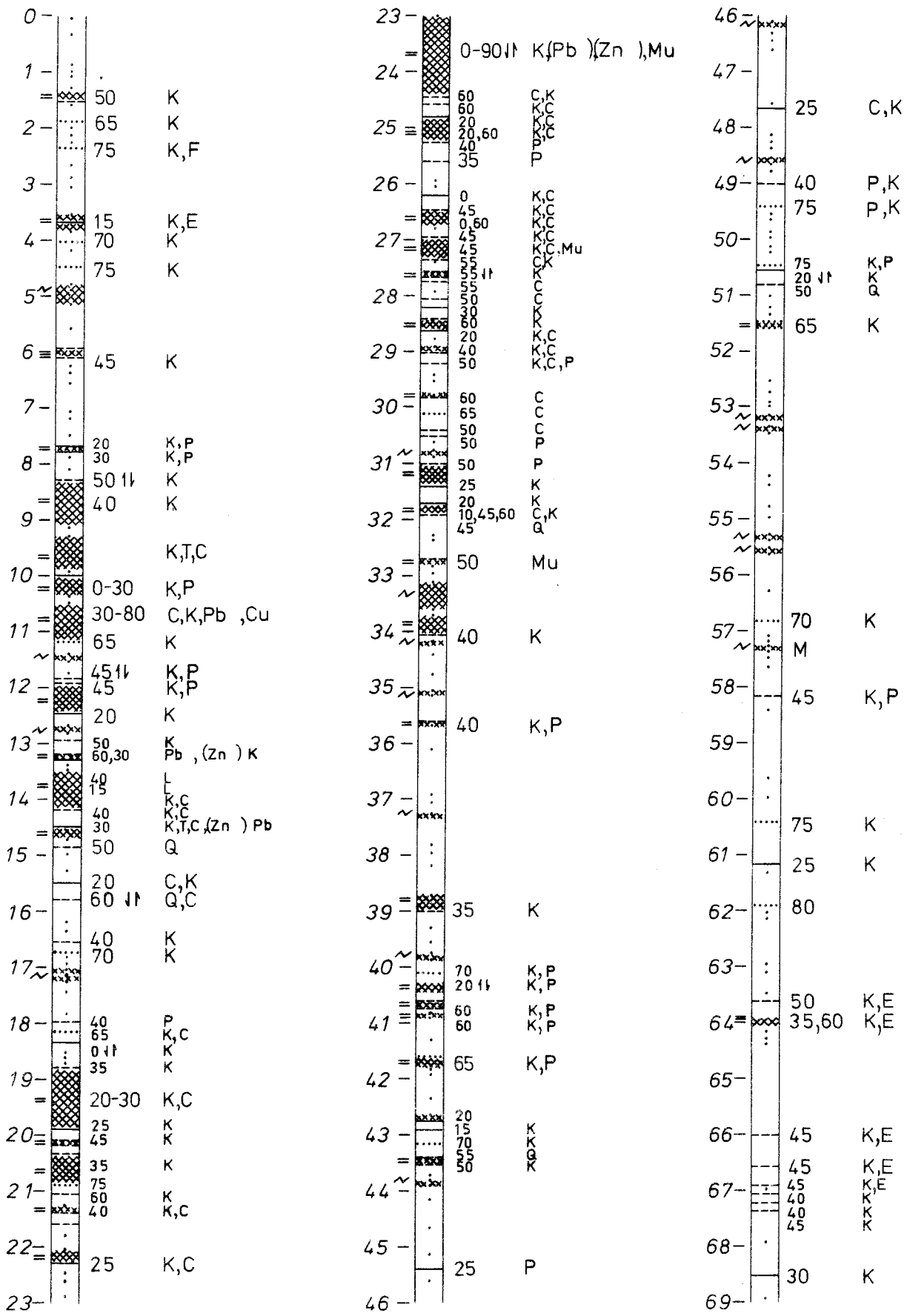
|                 |                                                                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 358,50 - 366,50 | Röd medel- finkornig kloritrik granit                                                                         |
| 366,50 - 404,40 | Rödlätt och röd granit<br>372,00-373,50 Granitiserad diabas<br>375,00-376,00 Pegmatit<br>392,50-392,70 Diabas |
| 404,40 - 407,00 | Grå granit                                                                                                    |
| 407,00 - 418,30 | Röd - rödlätt granit; breccierad zon                                                                          |
| 418,30 - 464,00 | Rödlätt granit<br>429,00-430,50 Granitiserad diabas                                                           |
| 464,00 - 471,40 | Rödlätt granit                                                                                                |
| 471,40          | Slut                                                                                                          |



Slut 45,00



Geologisk grunddokumentation  
 KBS objekt P23:02  
 Sprickkartering Dbh V1  
 Skala 1:100  
 SGU berggrundsbyrån 1977



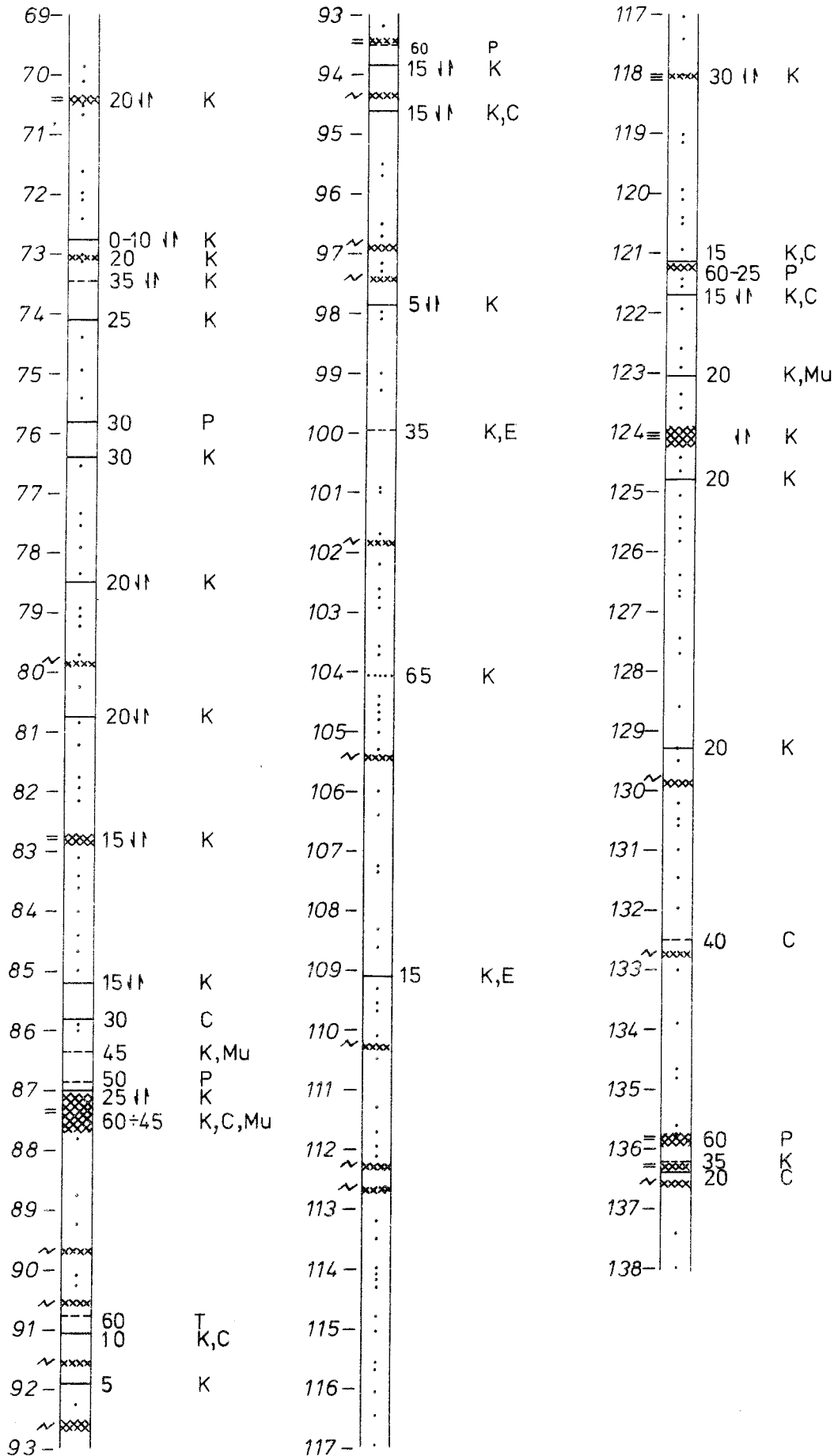
Geologisk grunddokumentation

KBS objekt P23:02

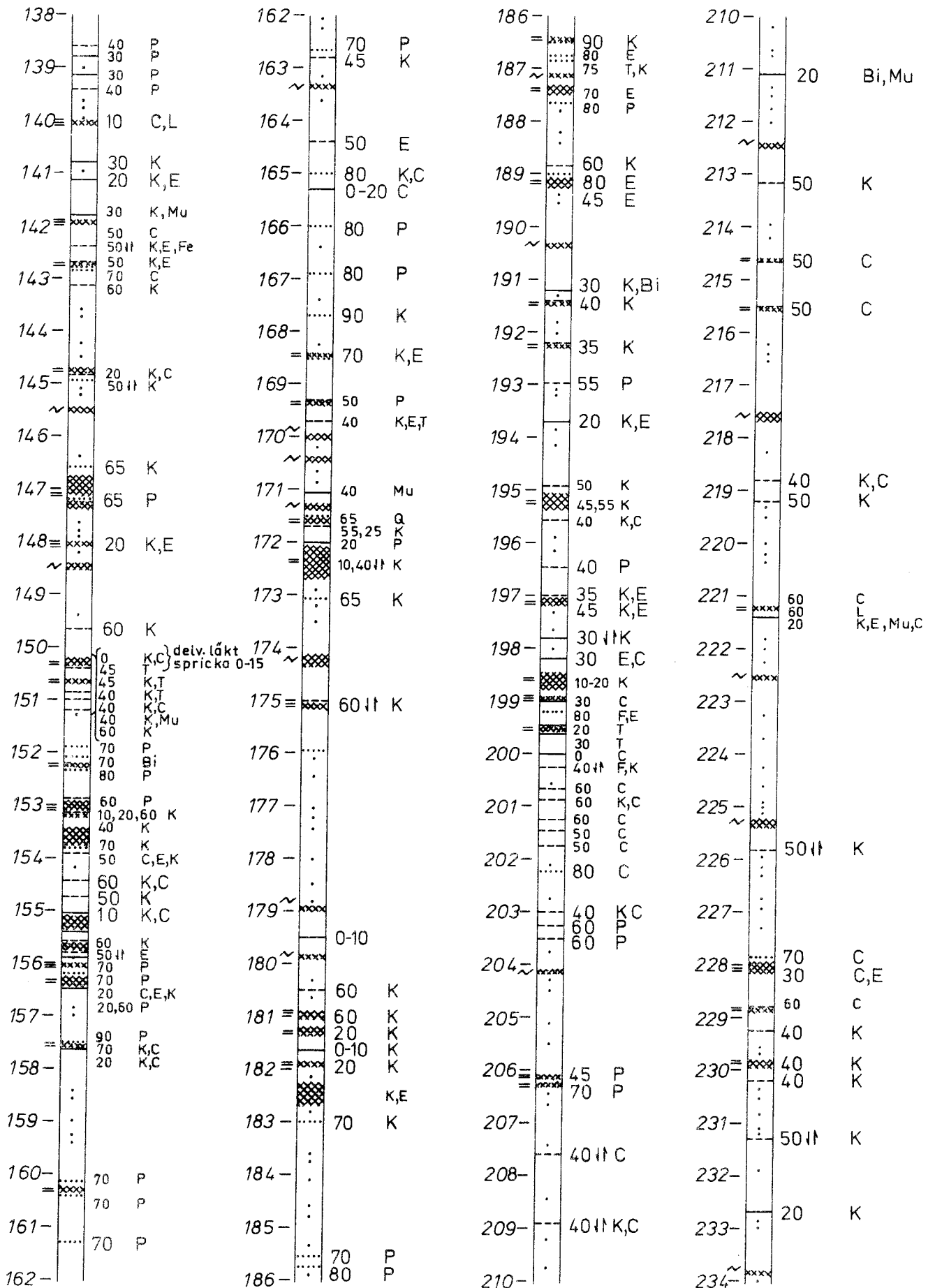
Sprickkartering, Dbh V1

Skala 1:100

SGU berggrundsbyrån 1977







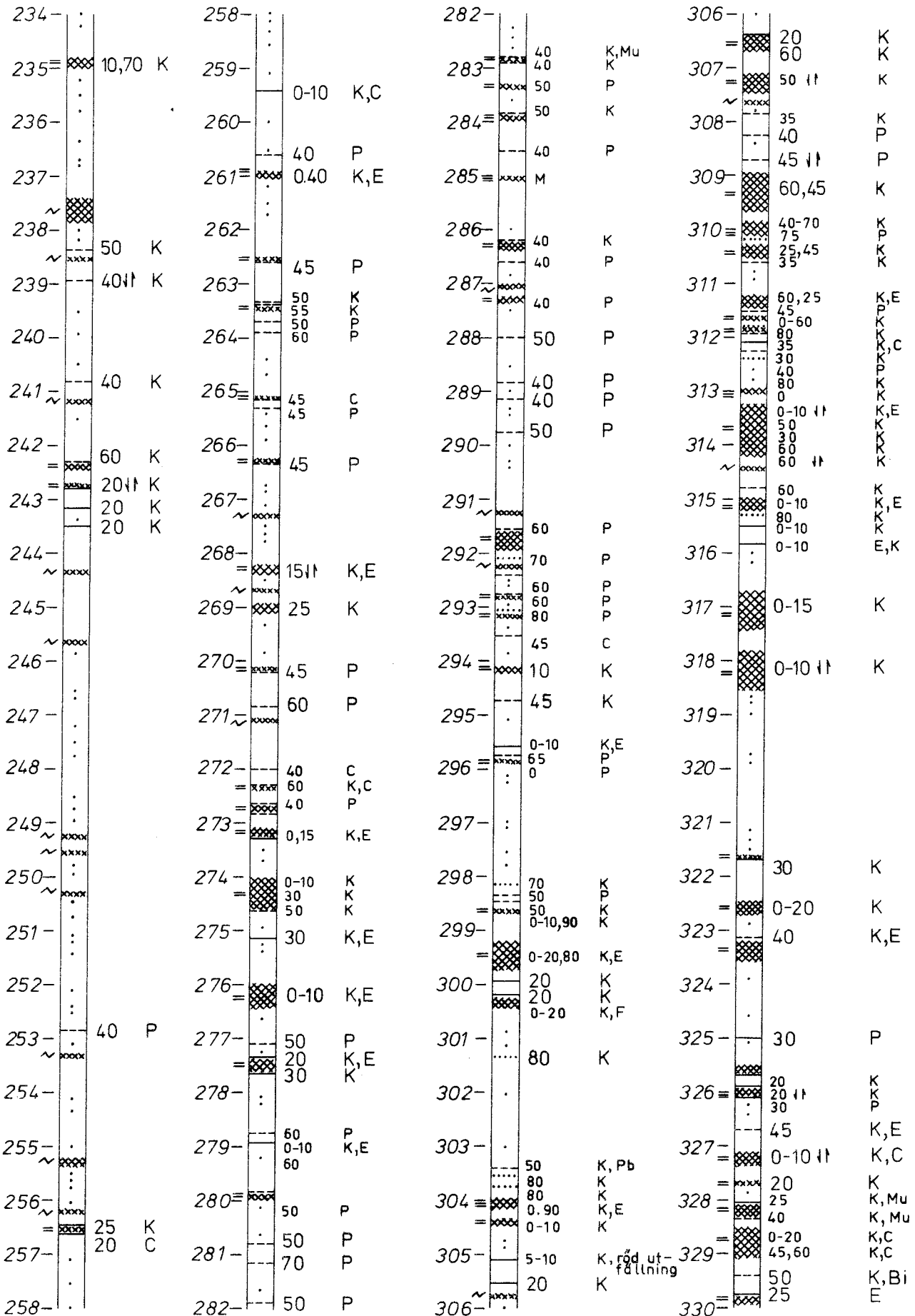
Geologisk grunddokumentation

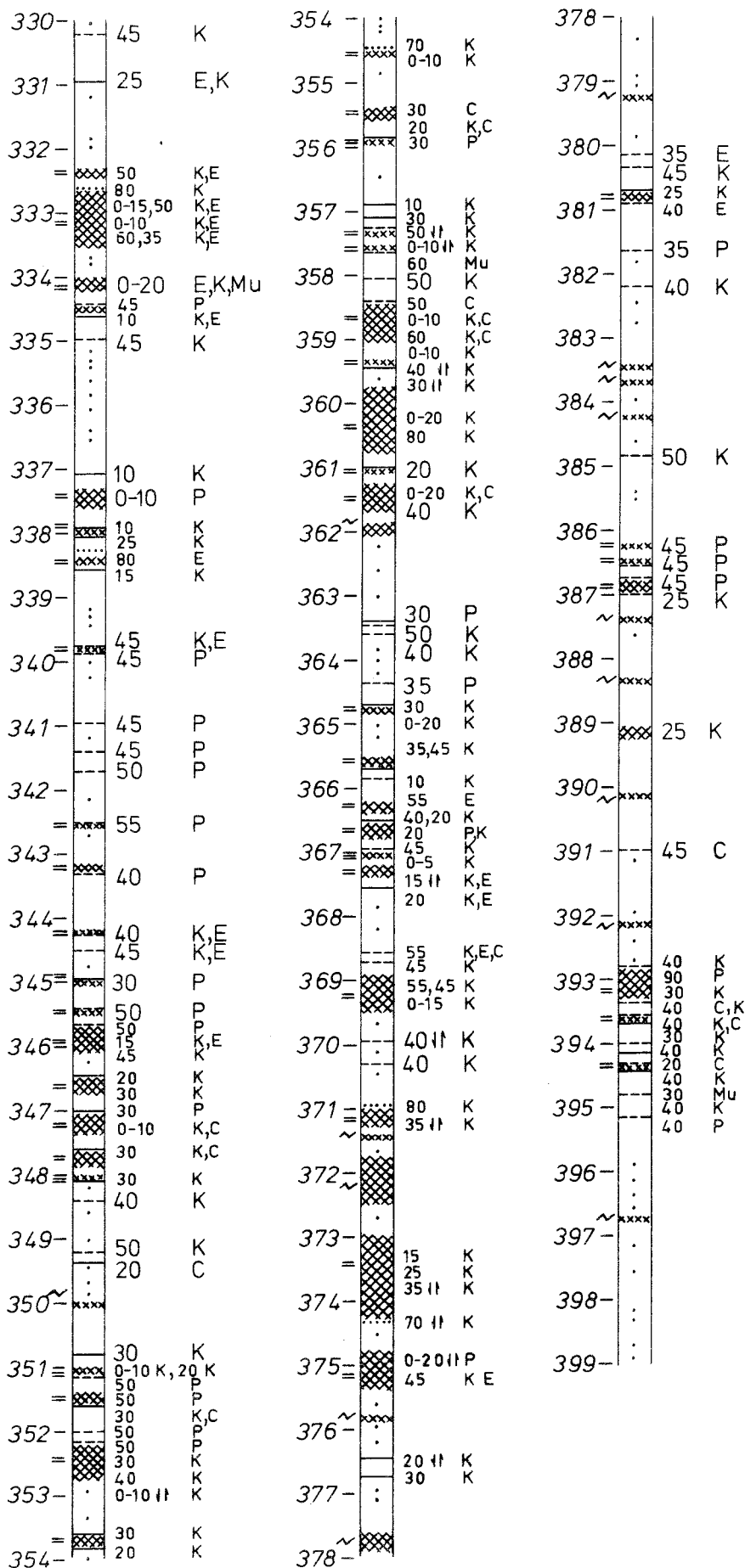
KBS objekt P23:02

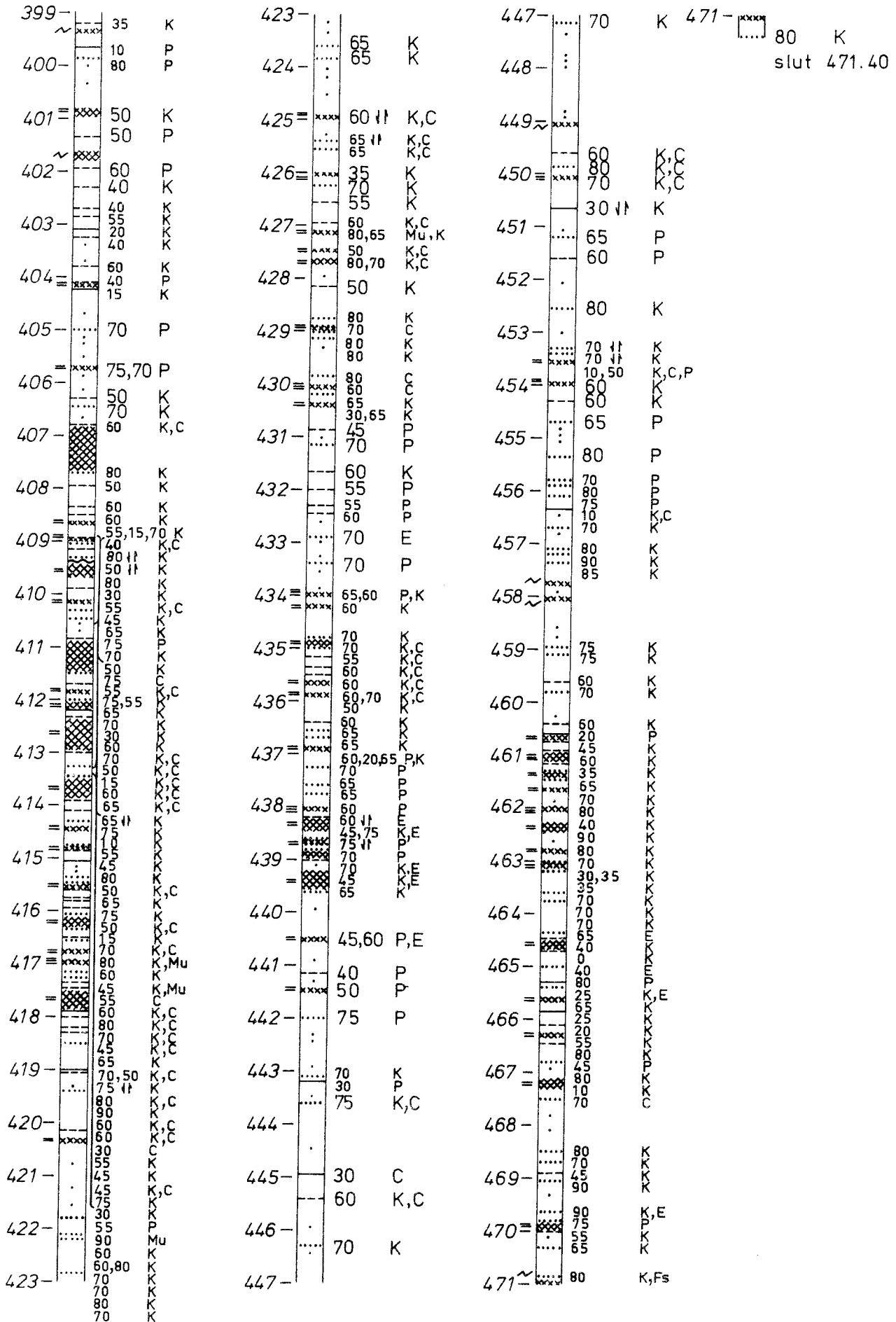
Sprickkartering Dbh V1

Skala 1:100

SGU berggrundsbyrå 1977







STRIPA

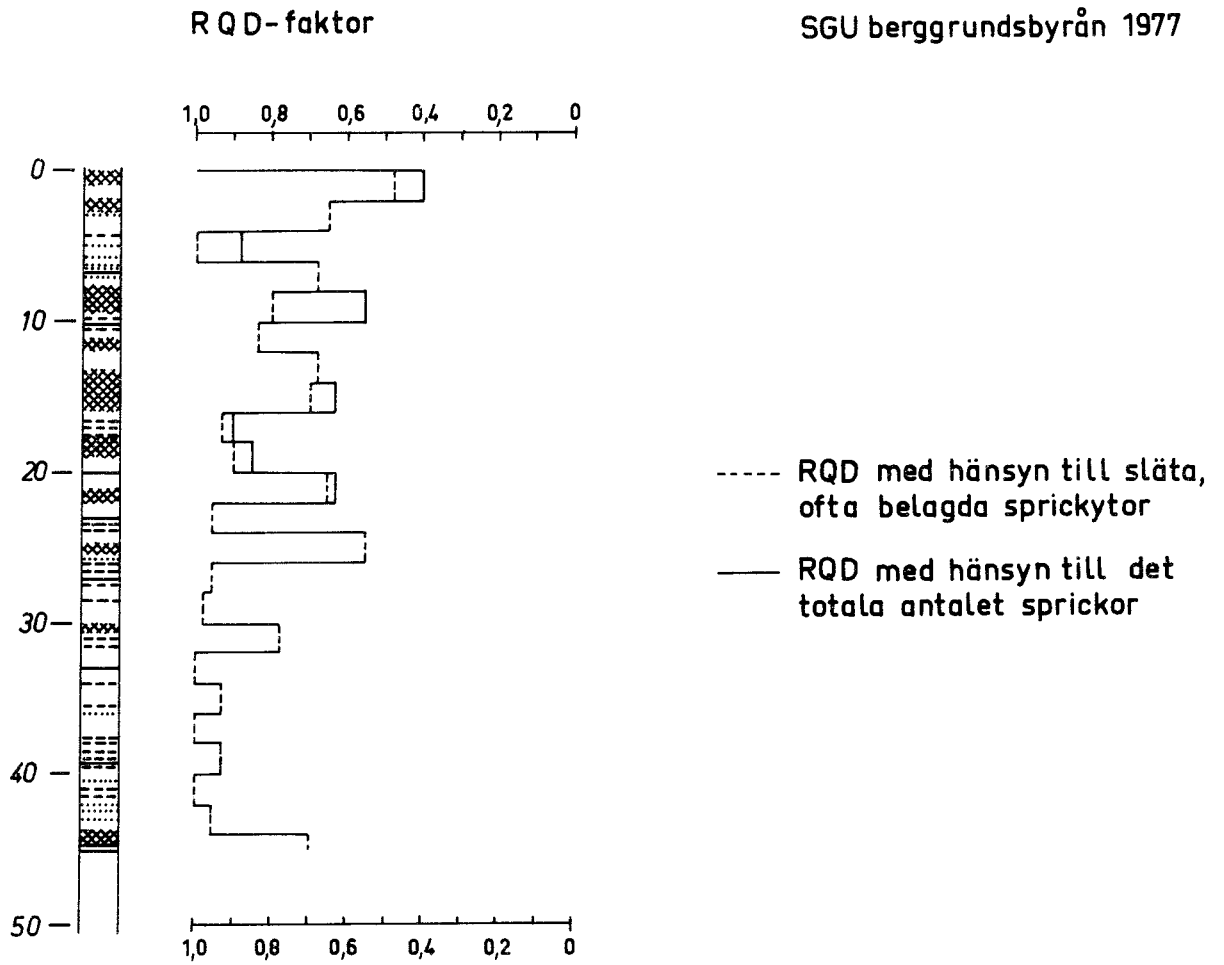
Geologisk grunddokumentation

KBSobjekt P23:02

RQD-faktor för Dbh 1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977



Tot. dj. 45 m

STRIPA

Geologisk grunddokumentation

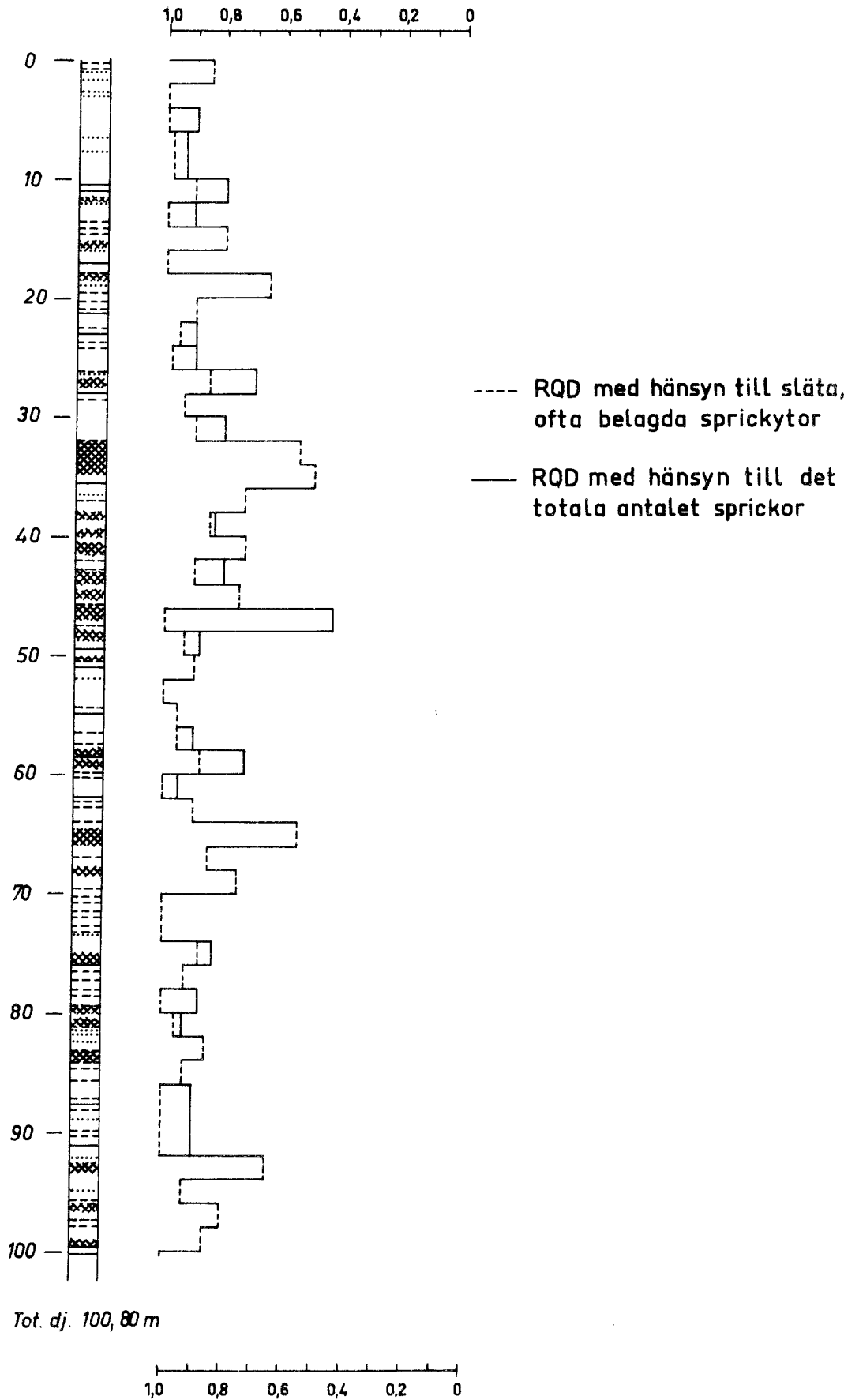
KBS objekt P23:02

RQD-faktor för Dbh 2

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977

RQD - faktor



STRIPA

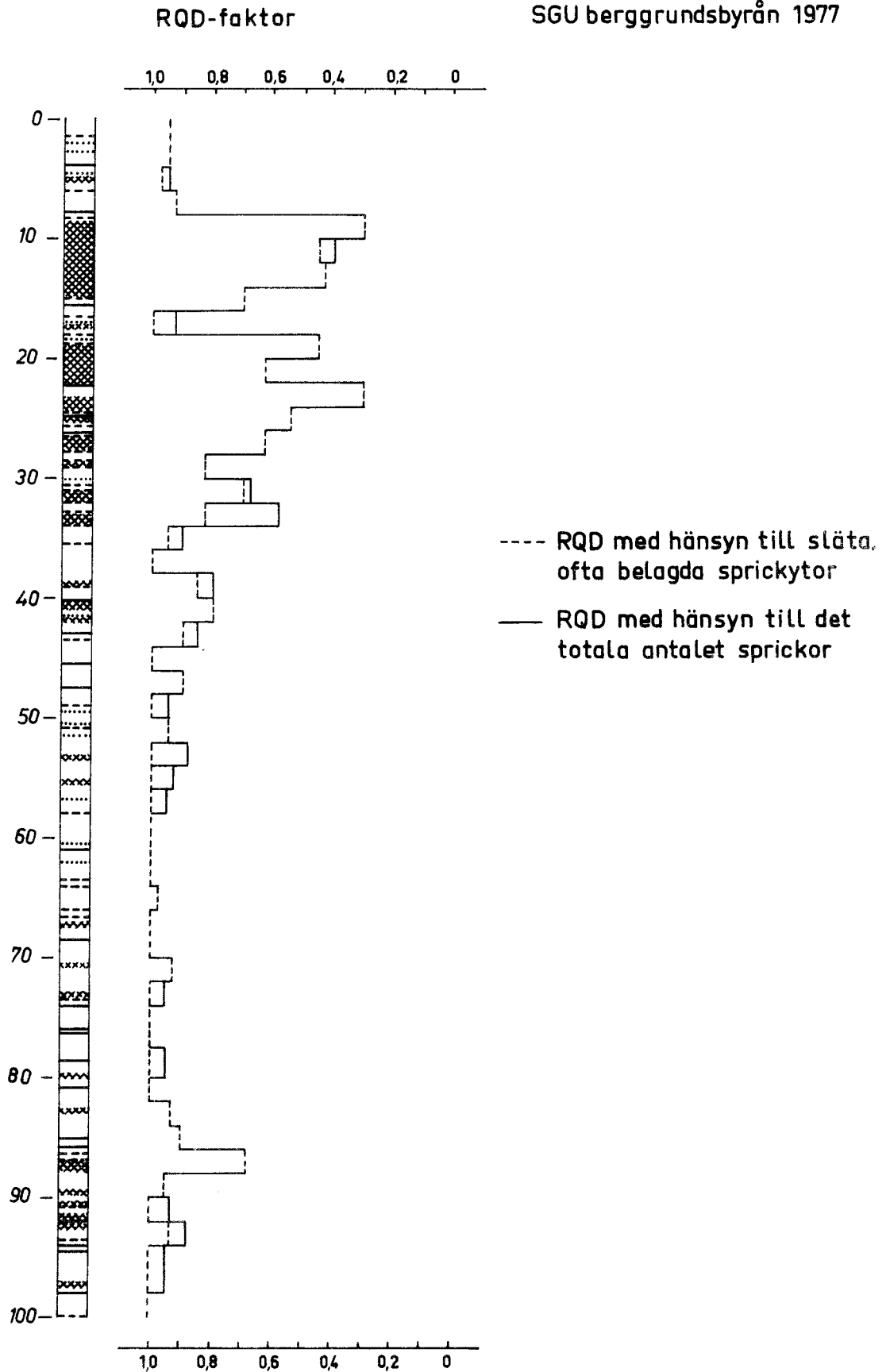
Geologisk grunddokumentation

KBS - objekt P 23:02

RQD-faktor för Dbh V1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977



STRIPA

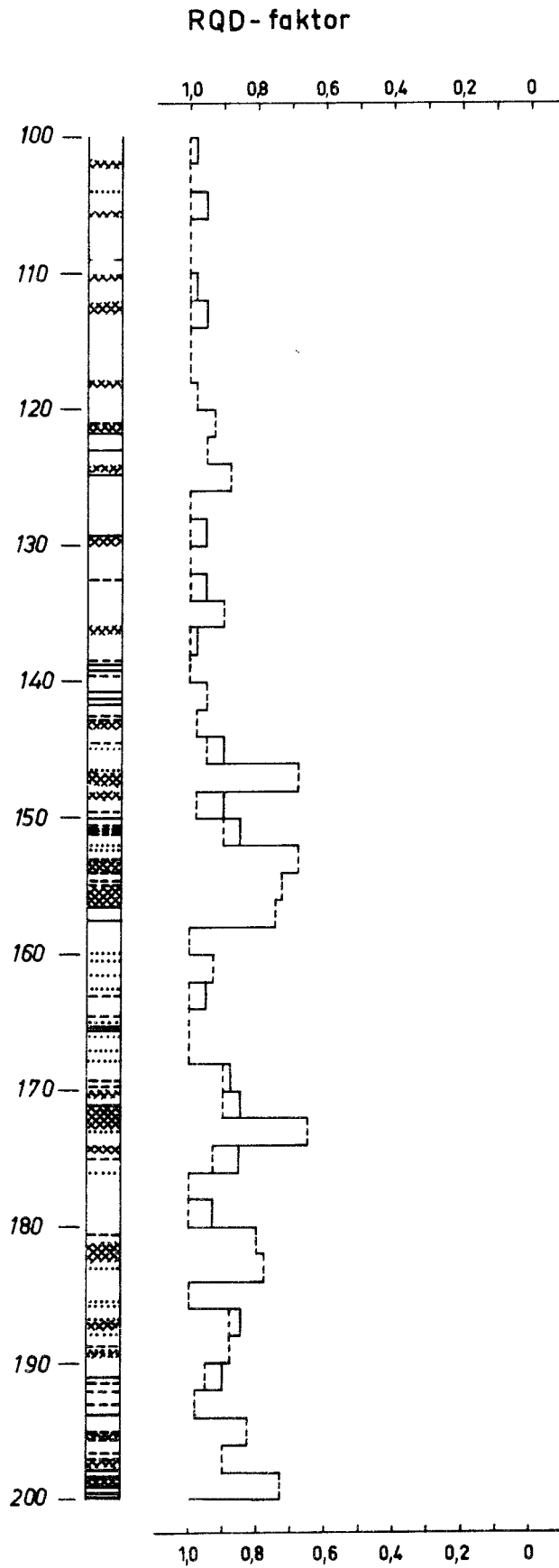
Geologisk grunddokumentation

KBSobjekt P23:02

RQD-faktor för Dbh V1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrå 1977





# STRIPA

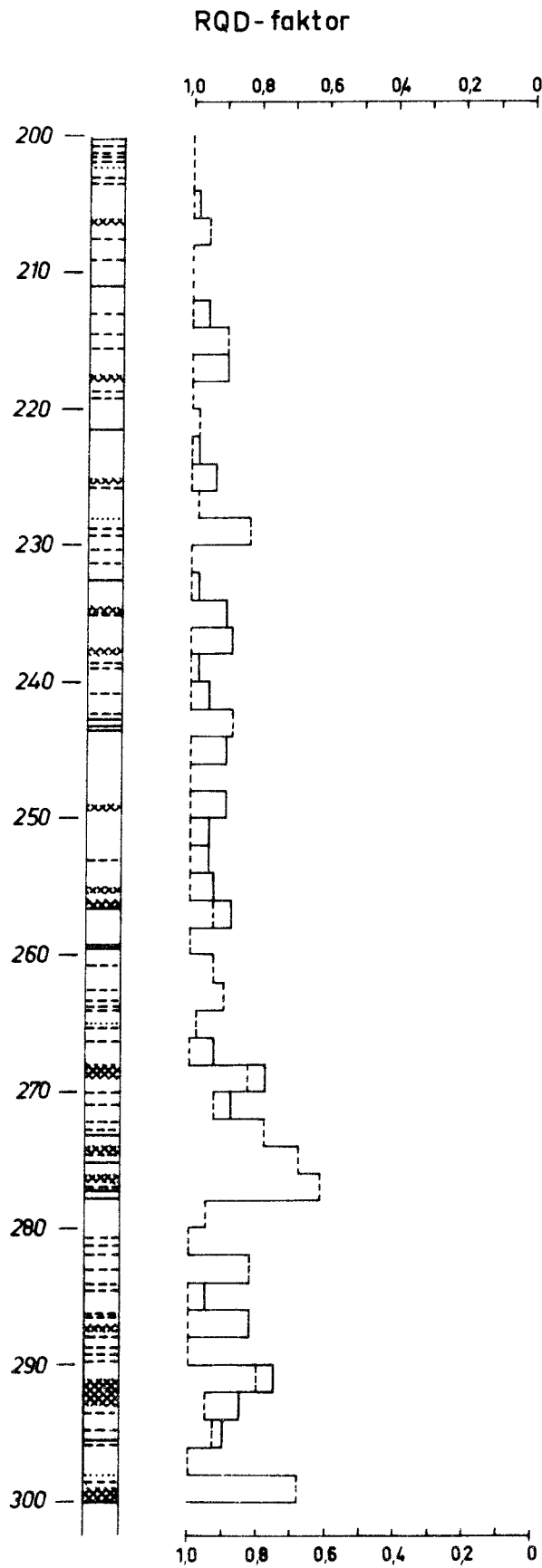
Geologisk grunddokumentation

KBSobjekt P23:02

RQD-faktor för Dbh V1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977



STRIPA

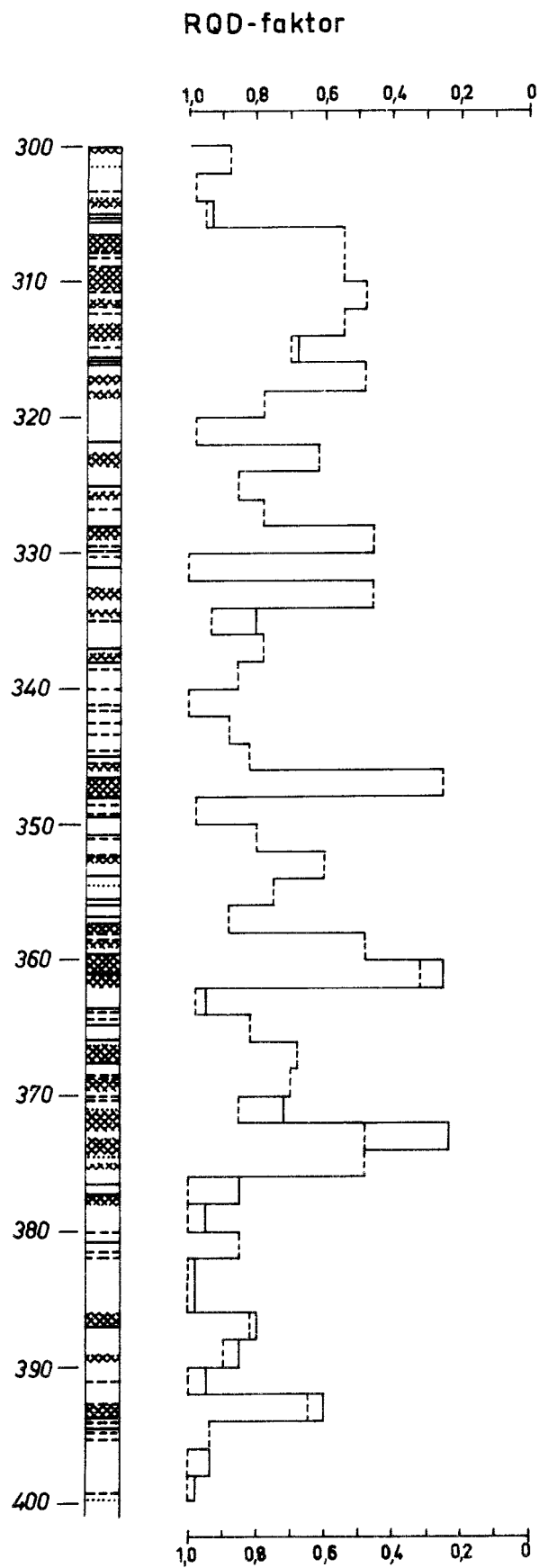
Geologisk grunddokumentation

KBS objekt P23:02

RQD-faktor för Dbh V1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977



STRIPA

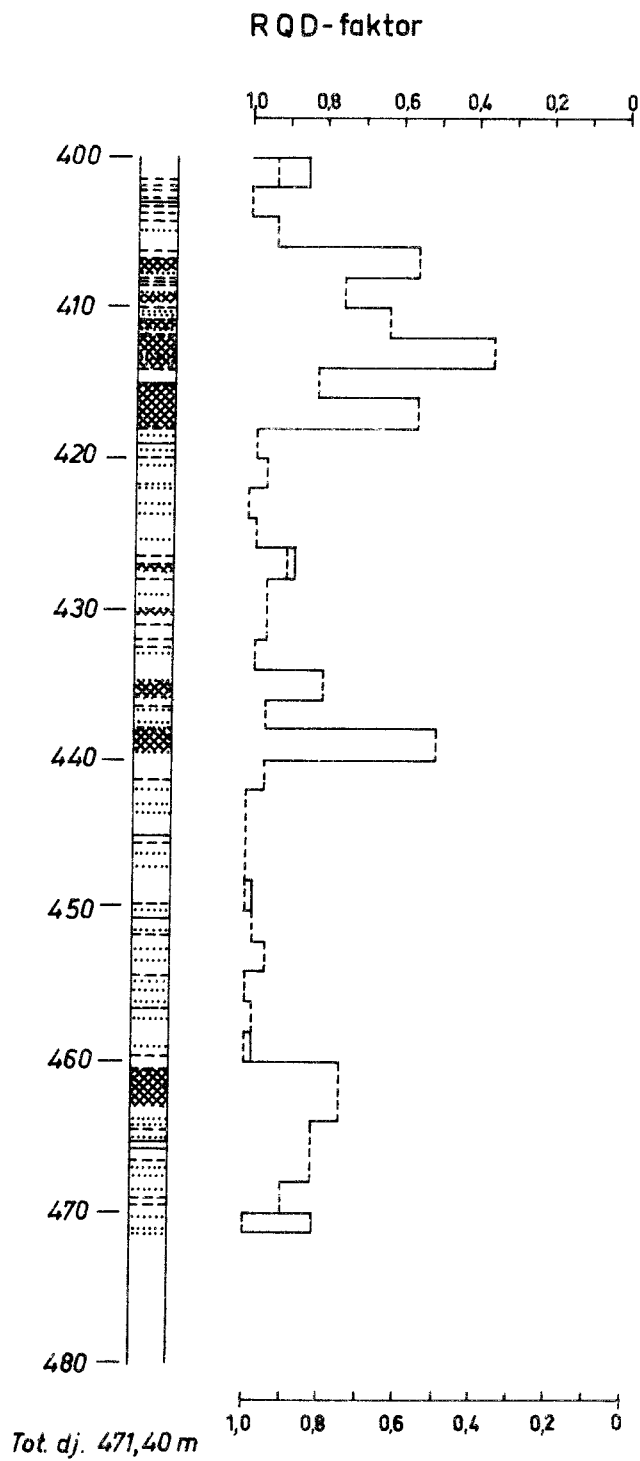
Geologisk grunddokumentation

KBS objekt P23:02

RQD- faktor för Dbh V1

Skala 1:500

SGU berggrundsbyrån 1977



7.                   UNDERSÖKNING AV DIAMANTBORRHÅL Dbh 2  
FÖRE OCH EFTER SPRÄNGNING AV ORTEN

Syftet med den nedan beskrivna undersökningen var att studera ortsprängningens eventuella påverkan på sprickigheten i den anstånde graniten. Utvärderingen av ihopsamlade fakta blev svårtolkade på grund av alltför stora felkällor, vilkas orsak förklaras i texten som nedan följer.

Kärnborrhålet Dbh 2 ligger parallellt med övre ortens norra del. Se översiktsskissen bilaga 1.1. Det är borrarat horisontellt på ca 2 m avstånd från ortens östra vägg och på ca 1,5 m höjd över golvet. Borrhålet har en längd av 100,80 m och är 56 mm i diameter.

Borrningen utfördes före ortdrivningen.

Borrkärnan karterades bl.a. med avseende på sprickfördelningen, (för vidare detaljer se kap. 6 "Borrkärnegranskning").

Borrhålet TV granskades i två omgångar. Första gången före ortsprängningen och andra gången efter ortens färdigställande. Orten är driven ca 50 m parallellt med borrhålet och det är denna 50 m längd av borrhålet som studerades.

En jämförelse mellan borrkärnekarteringen och den TV-granskning som utfördes efter sprängningen visar en relativ god överensstämmelse i sprickigheten, men att kunna ge ett utlåtande om sprängningens påverkan på sprickfrekvensen med bakgrund av denna undersökning är omöjligt.

Det finns ett antal felkällor att ta hänsyn till:

- a                   Kärnan kan spricka och t.o.m. krossas vid borrningen och hanteringen.
- b                   Vissa sprickor som registrerats vid TV-granskningen kan i vissa fall vara läkta eller delvis läkta och registreras därför ej vid borrkärnekarteringen.

För att utröna förändringar i sprickfrekvensen utfördes TV-granskningen av borrhålet före och efter sprängningen av orten.

TV-granskningen utförd före sprängningen är inte av sådan kvalitet att någon bedömning är möjlig.

Vid tiden då denna TV-granskning skedde var borrhålet fyllt till hälften med vatten och till hälften med luft och på grund av de båda elementens olika brytningskoefficienter var det omöjligt att erhålla en skarp TV-bild. Ljuset som användes vid fotograferingen gav dessutom reflexer på vattenytan och förstörde ytterligare bilden.

Problemet med TV-granskningarna av delvis vattenfyllda horisontella borrhål måste finna teknisk lösning. Detta problem kan återkomma i mångfald i våra framtida arbeten.

## 8. HYDROGEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR

### 8.1 Vattenförlustmätningar före och efter ortdrivning i Dbh 2

#### 8.1.1 Syfte

Syftet var att med vattenförlustmätningar kontrollera, hur ortdrivning påverkar det omgivande berget i fråga om sprickbildning.

#### 8.1.2 Läge

Ett horisontellt kärnborrhål borrades på 338 meters nivå ca 1,2 m ovan ortgolvet. Hålets längd var 100,80 m. Efter första mätningen sprängdes 3,75 m av berget vid borrhålsmyningen bort. Parallellt med hålet på ca 1,5 m avstånd drevs därefter en 45 m lång ort (se bilaga 1.1).

#### 8.1.3 Metod

Vattenförlustmätningar har gjorts före och efter ortdrivningen. De första mätningarna utfördes med enkelmanschett på avstånden 0,25 m, 25 m, 50 m och 75 m från borrhålsmyningen. Efter ortdrivningen utfördes mätningar på 0,25 m, 21,25 m, 46,25 m och 71,25 m från den nya borrhålsmyningen. Mätningarna före ortdrivningen visade höga permeabilitetsvärden. Det naturliga flödet ur hålet var litet. Därför antogs, att en stor del av hålet var luftfyllt. När manschetten tätades mot borrhålsväggen, och vattnet pressades in, kunde en luftkudde utbildas i sektionen. Luftens förmåga att kunna komprimeras medförde att en del av vattnet åtgick till att fylla ut borrhålet i stället för att gå ut i sprickorna, trots ungefär konstant vattentryck.

Senare gjordes krökningsmätningar i borrhålet. I bilaga 8.2 finns borrhålet ritat med överförhöjd skala i vertikalled. Avvikelserna från horisontallinjen är små, varför värdena är något osäkra. Vid vattenförlustmätningarna efter ortdrivningen gjordes försök att pressa undan luften ur sektionen genom vatteninpressning före manschett-tätning. På så sätt kunde en del av luften passera förbi manschetten.

#### 8.1.4 Resultat samt kommentarer

Resultaten redovisas i bilaga 8.1. Det är mycket svårt att dra några slutsatser angående skillnader i vattenförluster före och efter ortdrivningen. Detta beror på att hålet kröker uppåt, och en luftkudde bildas när vatten pressas in. De försök som gjordes för att pressa undan luftkudden var nästan resultatlösa. I t.ex. sektionen 0,25 m till hålets slut kommer denna luftkudde att utbildas ca 25 m från borrhålsöppningen. Om vatten spolats in med öppen manschett, kommer luftkudden likväl att börja utbildas på samma avstånd från borrhålsöppningen.

Eventuellt nybildade sprickor kommer därför endast att ge marginal ökning av vattenförlusten.

## 8.2 Hydrostatiska tryckmätningar i Dbh 2

### 8.2.1 Syfte

Undersökningen utfördes för att bestämma hur det hydrostatiska trycket avtar i närheten av en gruvort. Mätningen gjordes i det horisontella borrhålet Dbh 2, efter det att den nya orten drivits (se 8.1.2). Därför var det främst området bortom den nya orten, intervallet ca 45 m till hålets slut (97 m), som var av intresse för undersökningen.

### 8.2.2 Metodik

Mätningarna utfördes i 4,71 m långa sektioner, vilka avgränsades med två gasdrivna manschetter. Mellan de ca 1 m långa manschetterna satt ett infiltrationsrör, som via ett rör genom yttre manschetterna var förbundet med en plastslang. Vid yttre manschetterna sattes en tryckgivarenhet för mätning av det hydrostatiska trycket i sektionen. Med en rörgång kunde utrustningen skjutas in i borrhålet.

Eftersom borrhålet är horisontellt och dessutom ringa vattenförande, är det till största delen luftfyllt. När manschetterna tätades mot borrhållsväggen var alltså sektionen till övervägande del luftfylld. Denna luft skulle på grund av sin höga kompressibilitet förlänga tryckuppbyggnadstiden avsevärt. För att förkorta mättiden förinjicerades därför sektionen med vatten till ca 1 MPa. När vattenslangen därefter pluggades, började trycket i mätsektionen närma sig bergmassans hydrostatiska tryck på det aktuella avståndet från orten. Tryckuppbyggnaden registrerades kontinuerligt på en skrivare. Förutom sju tryckmätningar med dubbelmanschett gjordes också en mätning med enkelmanschett mellan 77,63 m och hålets slut. Mätutrustningen ställdes välvilligt till förfogande av L.B.L.

### 8.2.3 Tolkning

Tryckuppbyggnadsförloppet i de olika sektionerna var delvis olika. Detta tolkades som att hydraulisk kontakt via spricksystem runt någon av manschetterna kunde förekomma. De i sektionerna uppmätta



trycken kommer i sådana fall att avvika från de verkliga hydrostatiska trycken som råder i bergmassan. Förbindelse runt yttre manschetten kunde medföra dränering av vatten från mätsektionen, så att bergmassans hydrostatiska tryck ej uppnåddes. Denna effekt skulle ej kunna avslöjas på tryckuppbyggnadskurvan. Innanför den inre manschetten bör normalt ett högre tryck byggas upp än i mätsektionen (på g a längre avstånd från orten). Eventuella förbindelser förbi inre manschetten kunde medföra, att ett för sektionen för högt vattentryck uppbyggdes. Detta förhållande kunde i ett par fall registreras på tryckuppbyggnadskurvan som en plötslig tryckökning efter en tids konstant tryck. Felen i dessa båda fall torde vara större om vattenflödet till sektionen är litet. Denna negativa effekt skulle kunna begränsas genom att placera ytterligare manschetter på var sin sida om sektionen.

Mot bakgrund av denna diskussion har, i de fall då trycket efter förinjicering först sjunkit och sedan åter ökat, det lägsta värdet antagits som bergmassans hydrostatiska tryck.

#### 8.2.4 Resultat

De uppmätta trycken redovisas i bilaga 8.2. Den hydrostatiska tryckgradienten är inlagd som en rät linje, eftersom antalet mätningar och mätnoggrannheten ej tillåter exakt följsamhet till de enskilda mätvärdena. Å andra sidan behöver sektionernas tryck inte enbart bero på avståndet från orten. Även andra orter och schakt i gruvan kan påverka vattentrycket i vissa sprickor.

Längst in i hålet uppmättes trycket till ca 1,67 MPa. Tryckgradienten är på detta avstånd från orten fortfarande stigande men torde längre in plana ut mot ett för djupet normalt grundvattentryck.

### 8.3 Permeabilitetsbestämningar i DbhV 1

#### 8.3.1 Syfte

Undersökningens syfte var att med vattenförlustmätningar i ett kärnborrat hål bestämma berggrundens permeabilitet. Då bergarten, en granit, i sig själv kan anses tät, är det sprickornas omfattning och utseende som avgör permeabiliteten.

#### 8.3.2 Läge

Platsen där hålet borrades är en ort på 410 meters nivå. Det är 471,4 m långt, har 56 mm diameter och är vertikalt. Mätområdet sträcker sig alltså från 410 m till ca 880 m under markytan.

#### 8.3.3 Metodik

Permeabilitetsbestämningarna i berg utförs normalt genom vatteninpressning i borrhål, varvid vattenflöde och tryck mäts (se KBS teknisk rapport nr 61, kap 2-3).

Undersökningsområdets läge, under grundvattenytan, medför, att hydrostatiskt övertryck råder runt borrhålet. Vatten strömmar därför kontinuerligt in mot borrhålet och flödar via detta upp i orten. Med anledning av dessa speciella förhållanden har en modifierad mätmetod använts vid undersökningen. I stället för att utföra vatteninpressning har det till borrhålet inströmmande grundvattenflödet samt det hydrostatiska övertrycket mätts. Härmed elimineras också risken att slutna sprickor öppnas eller vidgas av höga injiceringsstryck.

Mätningarna utfördes i 6,68 meters sektioner, vilka avgränsades med gasdrivna manschetter. Mellan de ca 1 m långa manschetterna satt ett infiltrationsrör, som via ett rör genom övre manschetten var förbundet med en plastslang. När manschetterna tätades mot borrhålsväggen, kom det mot sektionerna inströmmande vatten att via plastslangen flöda upp till ytan. Detta vattenflöde mättes med mätglas och tidur.

För mätning av vattentrycket i sektionen användes en elektronisk tryckgivare. Genom att plugga vattenslangen kom det hydrostatiska tryck, som råder i bergmassan utanför borrhålet, att byggas upp. Tryckuppbyggnaden, som kunde ta upp till 12 timmars tid, registrerades kontinuerligt med en skrivare. Genom att subtrahera sektionens hydrostatiska tryck med det tryck vattenpelaren i borrhålet utövar på samma djup, erhålls sektionens hydrostatiska övertryck.

Som avslutning mättes vattenflödet och det hydrostatiska trycket för hela hålet, genom att endast en manschett tätades på 9,12 m djup.

Den ovan nämnda mätutrustningen har välvilligt utlånats av L.B.L. (Lawrence Berkeley Laboratory, U S A).

Med erhållna mätdata har berggrundens permeabilitet för varje sektion beräknats. Enligt Banks råder följande samband:

$$k = C \frac{q}{L H}$$

|                                         |                     |
|-----------------------------------------|---------------------|
| där k = permeabilitet                   | (m/s)               |
| C = konstant                            | (sortlös)           |
| q = vattenflöde                         | (m <sup>3</sup> /s) |
| L = mätsektionens längd                 | (m)                 |
| H = tryckhöjd (hydrostatiskt övertryck) | (m.v.p.)            |

Konstanten C är bestämd av Moye (1967) till:

$$C = \frac{1 + \ln(L/H)}{2 \pi}$$

där d = mätsektionens diameter.

#### 8.3.4 Tolkningsmetod

Gas strömmar kontinuerligt upp ur hålet. Vid flödesmätningar kan denna gas påverka flödena, genom att bubblornas volym ökar under transporten upp till ytan. Detta kan orsaka, att en liten vatten-  
volym trycks ur slangen även vid nollflöde. Denna effekt samt  
mätnoggrannheten har medfört, att den undre mätgränsen för vatten-  
flödena satts till  $1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$ .

Vid små flöden var tryckuppbyggnaden långsam, varför tryckmät-  
ning ej utförts på alla sektioner, utan huvudsakligen på sektion-  
er med relativt stora flöden.

De uppmätta hydrauliska övertrycken plottades mot djupet varef-  
ter en kurvpassning gjordes (se bilaga 8.3). Vid permeabilitets-  
beräkningarna har övertrycken tagits från denna kurva.

Med antagande att grundvattenytan ligger ca 30 m under markytan  
skulle övertrycket i borrhålet på 410 m nivå vara ungefär 3,7  
MPa. Ortens dränerande effekt på bergvolymen medför, att över-  
trycket reduceras in mot denna. Det ur kurvan avlästa övertrycket  
på 471 m djup under orten är 1,75 MPa. Den stora skillnaden mel-  
lan detta värde och det ovan antagna 3,7 MPa torde bero på att  
en stor del av bergvolymen även ovanför 410 m nivå är dränerad  
av ortkomplex på flera nivåer. Hydraulisk kontakt via eventuella  
sprickor runt manschetterna kan i några fall ha givit felaktiga  
tryckvärden.

Som ovan nämnts har  $1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$  satts som undre mätgräns på  
vattenflödena. Permeabilitetens undre mätgräns är däremot inte  
konstant utan minskar med djupet. Övertryckets ökning mot djupet  
innebär nämligen ökande noggrannhet på permeabilitetsbestämningar-  
na.

#### 8.3.5 Resultat

Resultat av permeabilitetsbestämningarna redovisas i bilaga 8.4.  
I de översta 40 metrarna uppmättes permeabiliteten till mer än  
 $10^{-10} \text{ m/s}$  med maxvärdet  $2,6 \times 10^{-8}$  på sektionen 9,12 - 15,80 m.  
Mellan 40 - 70 m är permeabiliteten under mätgränsen, medan den  
på intervallet 70 - 95 m ligger vid  $10^{-10} \text{ m/s}$ . Med ett par undan-

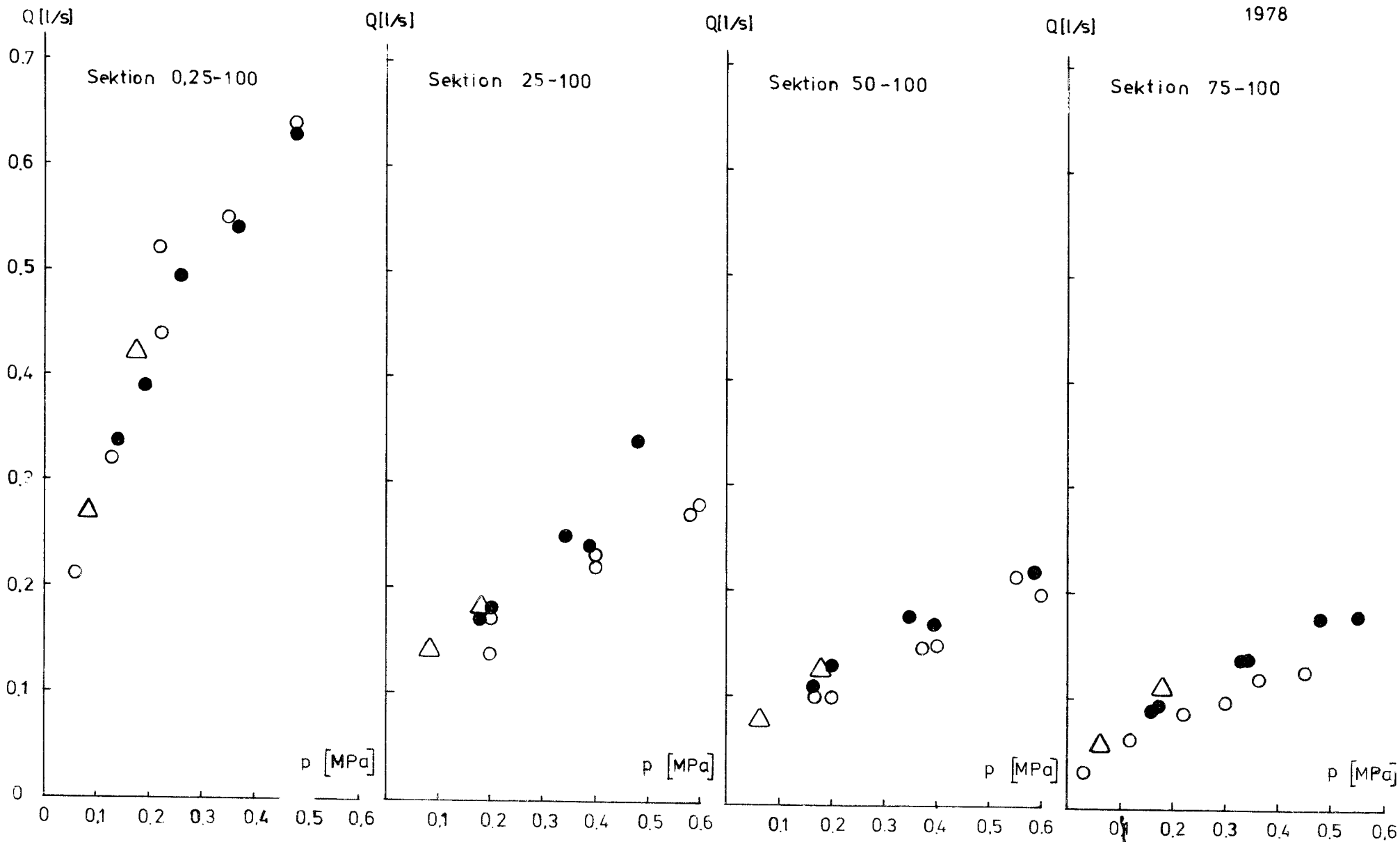
tag är berggrunden mellan 95 - 310 m nästan tät (perm. under mätgränsen).

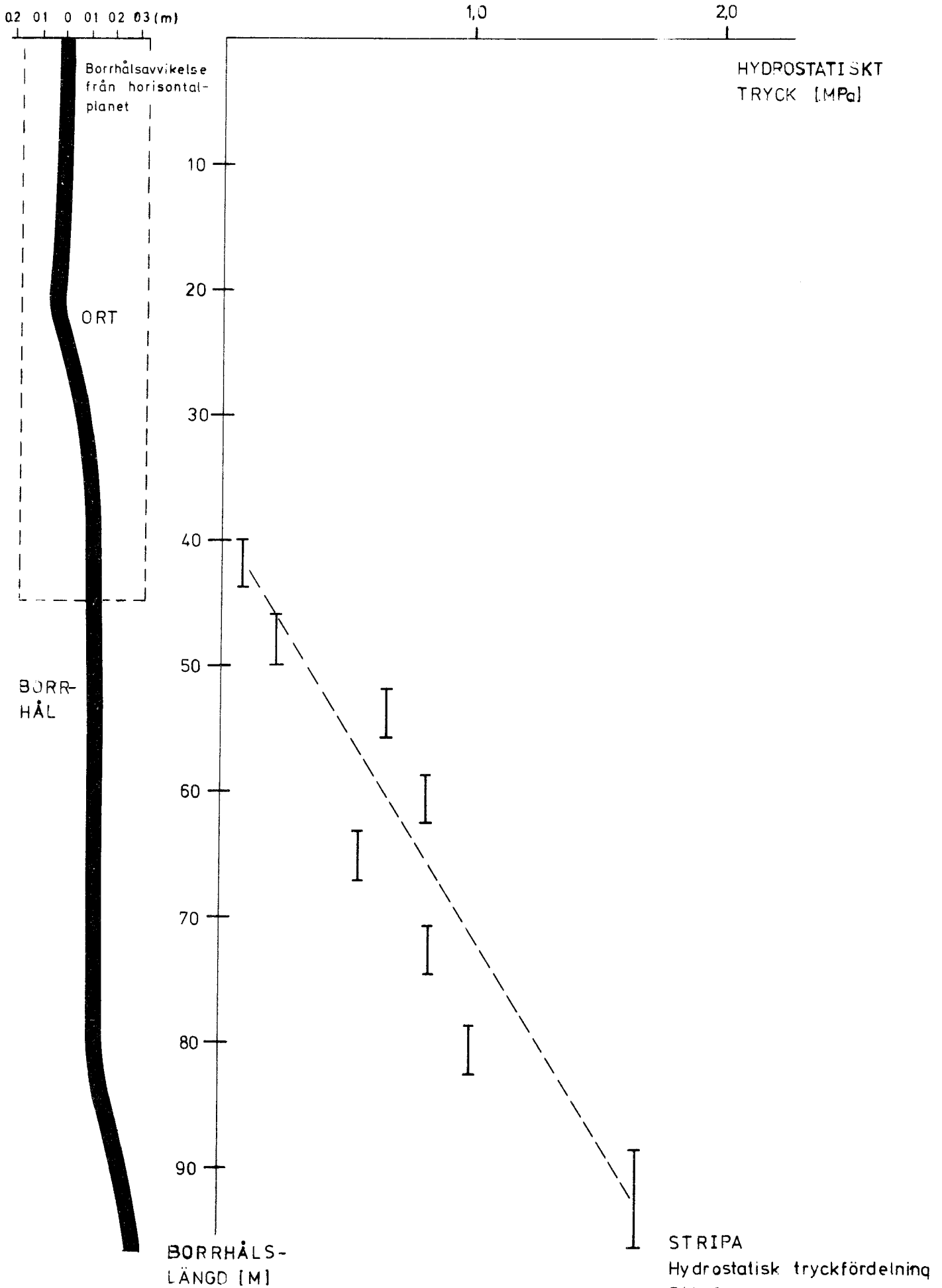
Från 310 m till botten av hålet varierar permeabiliteten mellan  $10^{-9}$  -  $10^{-11}$  m/s. De intervall där permeabiliteten översteg mätgränsen överensstämmer i stort sett med de sprickzoner som noterats vid borrhärnekarteringen.

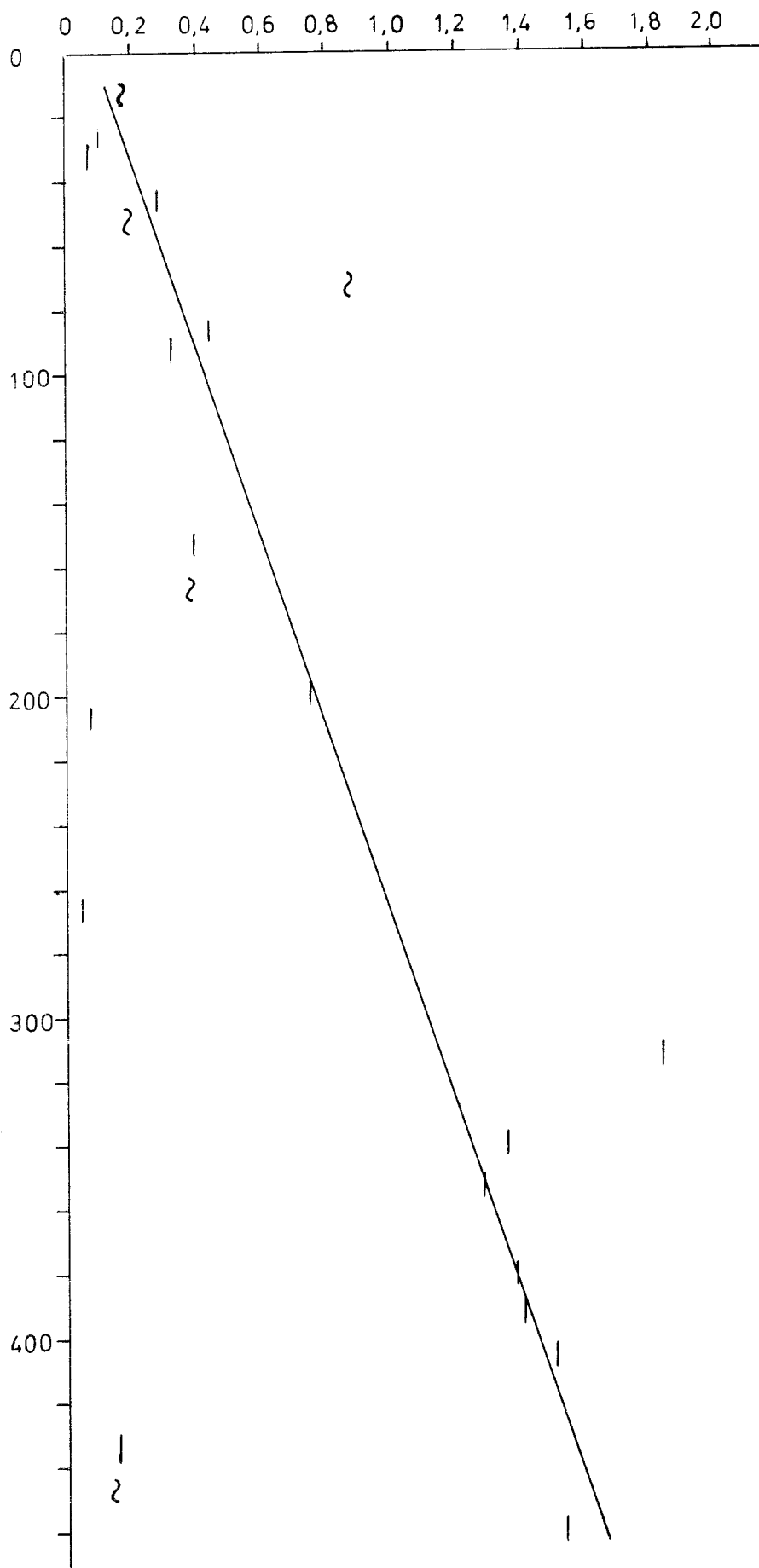
Enkelmanschettmätningen på sektionen 9,12 - hålets botten gav en genomsnittlig permeabilitet av  $2,2 \times 10^{-9}$  m/s. Det tog vid denna mätning längre tid för flödet att stabilisera sig. Detta berodde på att det stora flödet genom den tunna slangen medförde relativt stor friktionsuppbyggnad. Dessutom beräknades medelpermeabiliteten av alla sektioners permeabilitet. Denna blev  $6,5 \times 10^{-10}$  m/s då alla mätgränsvärden sattes till  $1,5 \times 10^{-11}$  m/s. Om däremot alla sektioner med permeabiliteten mindre eller lika med mätgränsen sattes till 0 m/s skulle medelpermeabiliteten vara  $6,4 \times 10^{-10}$  m/s.

- Före ortdrivning
- Efter ortdrivning
- △ Efter ortdrivning och spolning med öppen manschett

STRIPA  
 Vattenförlusmätningar  
 Dbh 2  
 SGU berggrundsbyrån  
 1978







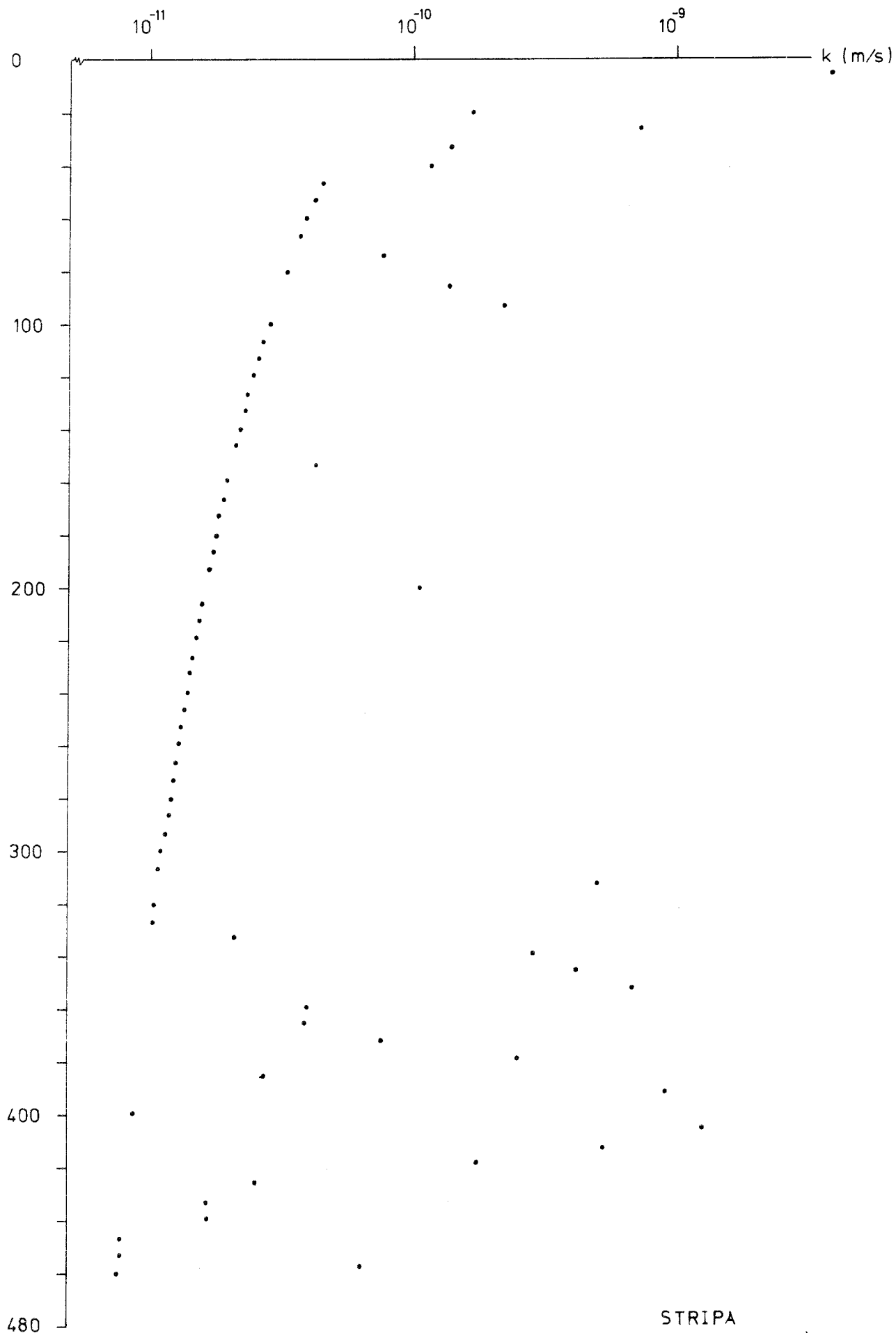
Hydrostatiskt  
övertryck  
( M Pa )

- | Sektion med säkert tryckvärde.
- ? Sektion med något osäkert tryckvärde.

Djup under  
410 m nivån [m]

STRIPA  
Hydrostatiskt övertryck  
DbhV1  
SGU berggrundsbyrån  
1978





Djup under  
410 m nivå[m]

STRIPA  
Permeabilitetsbestämning  
Dbh V1  
SGU berggrundsbyrån 1978

## 9. Analyser och åldersbestämningar av grundvatten

Merparten av de hydrokemiska analyser, som ligger till grund för denna del av rapporten, har erhållits från LBL-programmet genom professor Peter Fritz.

### 9.1 Allmän orientering

Orternas läge under grundvattenytan medför, att grundvatten strömmar kontinuerligt mot gruvan. Detta är förmodligen skälet till att det vatten, som strömmar ut ur borrhålen, endast sällan visat sig kontaminerat av kylvattnet från borrhålsarbetena. Grundvatteninströmningen gör det även möjligt att insamla vatten från olika sektioner av ett borrhål genom avtätning med hjälp av manschetter. Vattenprover för kemiska analyser har insamlats dels på detta sätt, dels som dropp från orttak och -väggar. Grundvatten insamlades dessutom ur brunnar borrhålen från markytan. Två av dessa borrhål är nyligen utförda, och därför kan vattenproverna därifrån ha kontaminerats av borrhållsvatten.

I nedanstående tabeller redovisas benämning ( enligt LBL ), läge och analysresultat på de vattenprover, som behandlas i denna rapport.

Tabell 1

| Vattenprov nr | Benämning                     | Nivå      |
|---------------|-------------------------------|-----------|
| 1             | Bäcken vid Herrgårdens bastu  | Markytan  |
| 2             | Bäcken vid Danshyttegårdsbron | Markytan  |
| 3             | Privat brunn nr 2             | Ca 50 m   |
| 4             | Privat brunn nr 5             | Ca 50 m   |
| 5             | M 3 i time scale-rummet       | 360 m     |
| 6             | Dbh 2 på 335 m                | 335 m     |
| 7             | DbhV 1 på 410 m               | 416-460 m |

Tabell 2. Markering av utförda analyser på respektive vattenprov

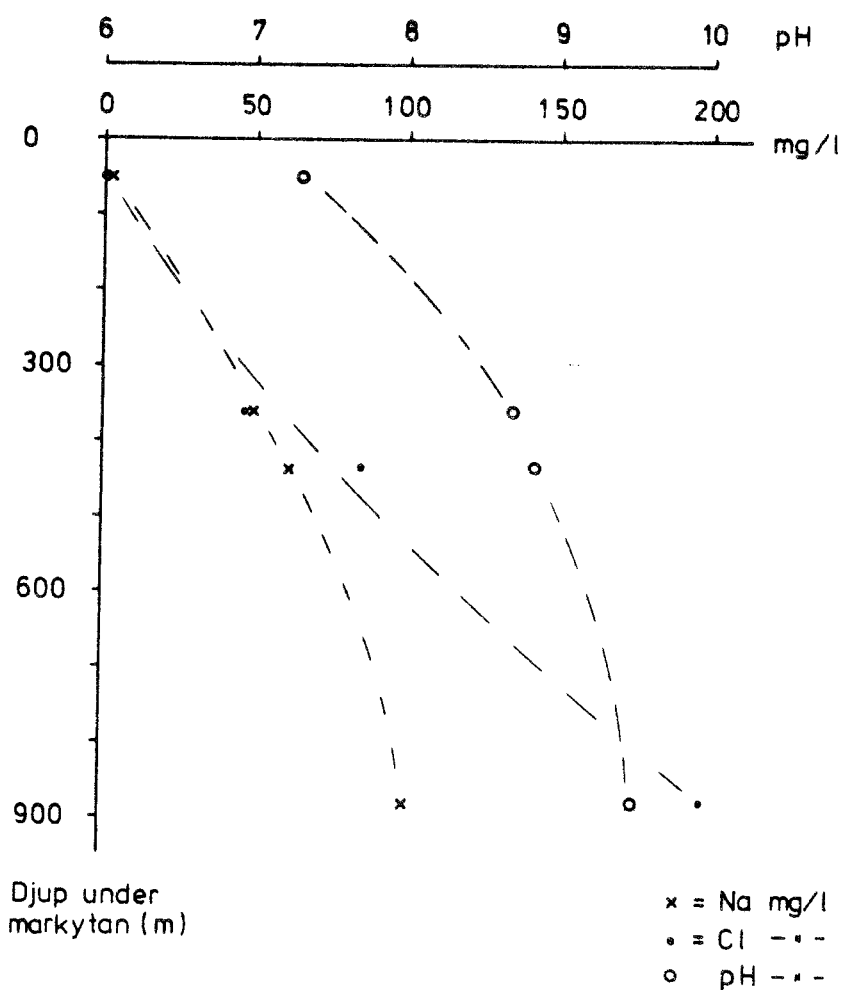
| Analystyp       | Vattenprov nr |   |   |   |   |   |   |
|-----------------|---------------|---|---|---|---|---|---|
|                 | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Allm kemi       |               |   | x | x | x | x | x |
| pH fält         | x             | x | x | x | x | x | x |
| pH lab          |               |   |   |   |   | x |   |
| Eh fält         |               |   | x | x | x |   | x |
| Kond            | x             | x | x | x | x | x | x |
| Temp            | x             | x | x | x | x | x | x |
| Rn              |               |   |   |   | x |   | x |
| $^3\text{H}$    |               |   | x | x | x | x | x |
| $^{18}\text{O}$ | x             | x | x | x | x |   | x |
| $^{13}\text{C}$ |               |   | x | x | x |   | x |
| $^{14}\text{C}$ |               |   | x | x | x |   | x |

Tabell 3. Analysresultat

| Analystyp              | Vattenprov nr |       |       |             |         |        |         |
|------------------------|---------------|-------|-------|-------------|---------|--------|---------|
|                        | 1             | 2     | 3     | 4           | 5       | 6      | 7       |
| Temperatur °C          | 9.3           | 11.2  | 6.5   | 7.4         | 11.0    | 10.0   | 8.6     |
| Konduktivitet $\mu$ S  | 31            | 25    | 107   | 100         | 217     | 260    | 262     |
| pH fält                | 6.7           | 6.5   | 7.3   | 7.0         | 8.7     | 9.05   | 8.86    |
| pH lab                 |               |       |       |             |         | 8.55   |         |
| Eh fält                |               |       | +371  | +269        | +92     |        | -1      |
| Ca ppm                 |               |       | 21    | 24          | 14      | 18.5   | 17      |
| Mg ppm                 |               |       | 5.7   | 4.7         | 0.3     | 0.5    | 0.3     |
| Na ppm                 |               |       | 4.0   | 4.5         | 51      | 37     | 61      |
| K ppm                  |               |       | 2.0   | 1.0         | 0.2     | 0.4    | 0.2     |
| Cl ppm                 |               |       | 1.5   | 4.0         | 49      | 44     | 85      |
| SO <sub>4</sub> ppm    |               |       | 2.0   | 10.0        | 1.4     | 2.4    | 2.4     |
| HCO <sub>3</sub> ppm   | 1             | 5     | 93    | 82          | 73      | 79     | 52      |
| SiO <sub>2</sub> ppm   |               |       | 13.6  | 9.9         | 12.0    | 12.0   | 12.1    |
| Fe ppm                 |               |       |       |             |         | 0.06   |         |
| NO <sub>2</sub> ppm    |               |       |       |             |         | < 0.01 |         |
| NO <sub>3</sub> ppm    |               |       |       |             |         | 0.12   |         |
| PO <sub>4</sub> ppm    |               |       |       |             |         | < 0.01 |         |
| NH <sub>4</sub> ppm    |               |       |       |             |         | 0.14   |         |
| Rn $\mu$ Ci/l          |               |       |       |             | 2.0     |        | 0.5     |
| <sup>13</sup> O ‰ SMOW | -9.4          | -9.3  | -11.1 | -11.0       | -12.0   |        | -12.4   |
| <sup>2</sup> H ‰ SMOW  | -73.4         | -73.4 |       | -81.1       |         |        | -88.9   |
| <sup>3</sup> H TU      |               |       | 6.8±1 | 100±0.6±0.3 | 284±8   | <1.0   |         |
| <sup>13</sup> C ‰ PDB  |               |       | -15.2 | -18.6       | -14.5   |        | -15.8   |
| <sup>14</sup> C pmC    |               |       | 54±1  | 89±2        | 2.5±0.5 |        | 6.0±0.5 |

## 9.2 Allmän kemi

Från LBL-programmet har resultaten av 27 vattenanalyser erhållits, av vilka en stor del dock är ofullständiga. Ett utvalt antal prover presenteras i tabell 3. De analysresultat, som omfattar de flesta parametrarna och samtidigt är bäst definierade till ursprung och nivå, presenteras i diagrammet nedan.



I diagrammet framställs Na och Cl samt pH som funktioner av djupet. Antalet analyser är få, men en ökning mot djupet av alla tre parametrarna är ändå tydlig. Samma resultat har erhållits vid analyser av vattenprover från andra platser med likartad geologi, undersökta inom SGU:s mätprogram.

## 9.3 Radon

Radon produceras i sönderfallsserien  $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$  från  $^{226}\text{Rn}$ . Halveringstiden är 3.8 dagar.

Vanligtvis uppgår koncentrationerna av Rn i ytliga grundvatten

till omkring  $10^{-12}$  Ci/l. I områden med varma källor har koncentrationer på  $10^{-8}$  Ci/l uppmätts.

I Stripa har extremt höga halter noterats. Vattenprov nr 5 och nr 7 hade koncentrationerna ca  $2 \cdot 10^{-6}$  Ci/l respektive  $0.5 \cdot 10^{-6}$  Ci/l. Detta skulle kunna tyda på endera höga vattenhastigheter i sprickorna, på extremt höga radiumkoncentrationer i graniten eller på att radonet har producerats från sprickmineral nära borrhålet (Magri och Tazioli 1970). Med tanke på de låga permeabilitetsvärden och höga  $^{14}\text{C}$ -åldrar som uppmätts (se under resp rubrik i denna rapport), torde åtminstone det första alternativet kunna uteslutas. Dessa extrema radonhalter torde erfordra ytterligare undersökningar, innan alltför vittgående slutsatser kan dragas.

#### 9.4 Tritium

Tritium produceras i atmosfären genom kosmisk strålning men bildas även vid atombombsexplosioner. Man anser, att tritiumhalten i atmosfären var konstant före 1954 (4-10 TU i regnvattnet; 1 TU = 1 tritiumatom per  $10^{18}$  väteatomer).

Tritium har en halveringstid på 12.3 år. Finns inget tritium i ett vattenprov, är vattnet äldre än 50 år. Skulle den situationen uppstå, att  $^{14}\text{C}$ -analyserna indikerar höga åldrar, men det ändå finns tritium i vattnet, kan orsaken vara:

1. Vattnet är en blandning av ett gammalt och ett ungt vatten.  
Det gamla vattnets ålder är större än  $^{14}\text{C}$ -åldern.
2. Vattnet är kontaminerat under provtagningen eller analysen av tritium i luften.

I DbhV 1 på 410 m nivån (nr 7) har halter på  $0.6 \pm 0.3$  TU uppmätts och i ett hål i time scale-rummet (nr 5) halter på  $0.6 \pm 0.3$  TU. I privata brunnar i gruvans närhet registrerades halter på ca 100 TU. (Det höga tritiumvärdet hos prov nr 6 beror troligen på laboratorietekniska problem.) Efter avslutade borrhålsarbeten kan det vatten, som använts till att kyla borrhålen, temporärt kontaminera grundvattnet. De borrhål som är drivna under markytan står under hydrostatiskt övertryck, vilket resulterar i ett ständigt utflöde ur hålen och därmed minskad kontamineringsrisk.

9.5  $^{18}\text{O}$ 

Sammansättningen av syreisotoperna i grundvattnet beror av kondensationstemperaturen på så sätt, att en lägre temperatur ger tilltagande negativ avvikelse.

Resultaten av  $^{18}\text{O}$ -analyserna är uttryckta i promilleavvikelse från en  $^{18}\text{O}$ -standard (Standard Mean Ocean Water, SMOW).

Avvikelser från standardvärdet kan bero på:

1. Infiltrationsområdets altitud.  
Tusen m högre höjd ger 3 ‰ lägre  $^{18}\text{O}$ -halt.
2. Infiltrationsområdets medeltemperatur.  
3 °C lägre medeltemperatur i luften ger 3 ‰ sänkning av  $^{18}\text{O}$ -halten.

Analysvärdena från Stripa redovisas i nedanstående tabell.

Tabell 4.  $\delta^{13}\text{O}$  ‰ SMOW från Stripaområdet

Ytvatten:

4 prover mellan -9.3 ‰ - -9.5 ‰  $\delta^{18}\text{O}$

Ytligt grundvatten:

7 prover mellan -10.6 ‰ - -11.2 ‰  $\delta^{18}\text{O}$

Grundvatten, ca 360 m (time scale-rummet):

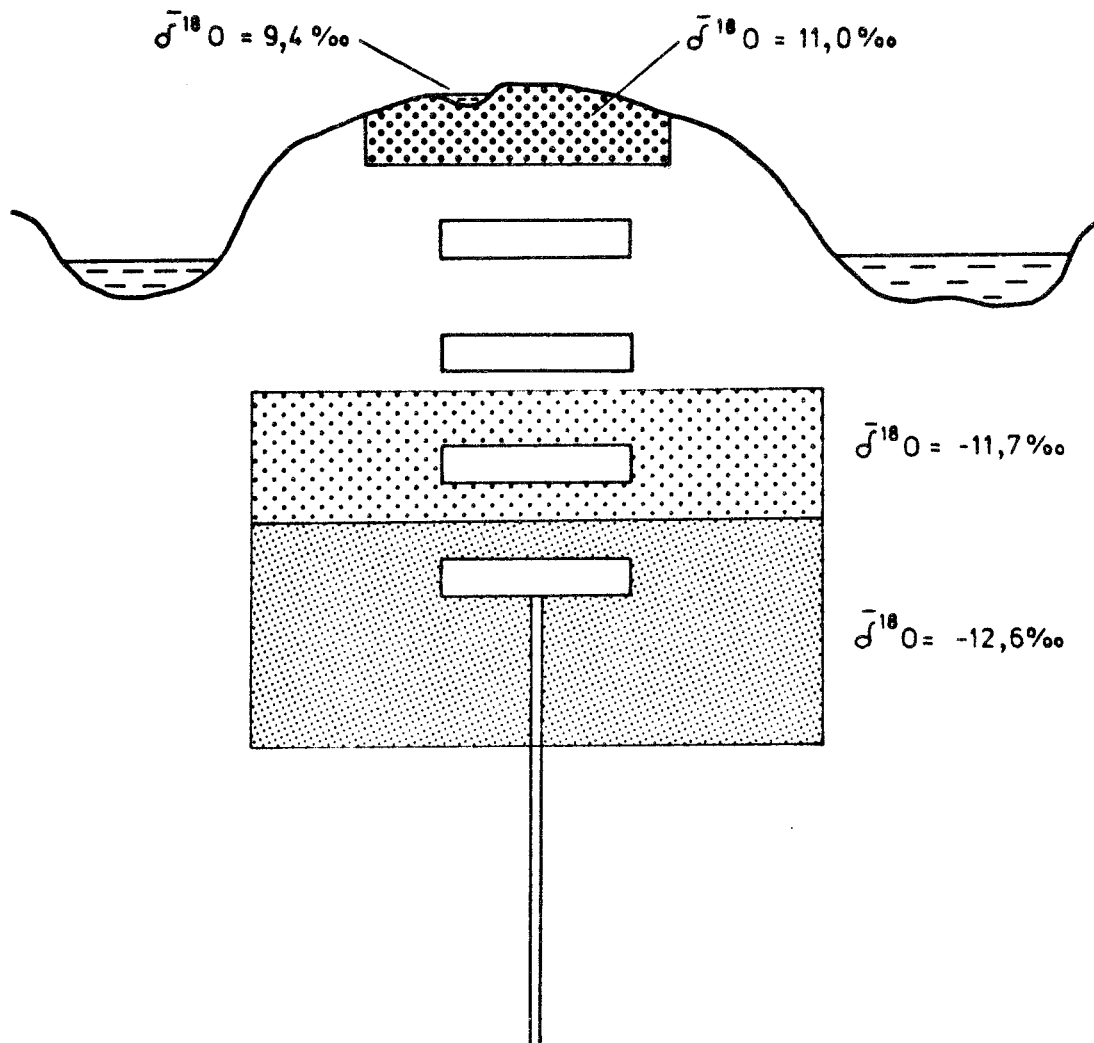
3 prover mellan -11.2 ‰ - -12.1 ‰  $\delta^{13}\text{O}$

Djupt grundvatten från DbhV 1 på 410 m-nivån:

12 prover mellan -11.7 ‰ - -13.1 ‰  $\delta^{13}\text{O}$

Tabellen visar en tilltagande avvikelse från standardvärdet mot djupet i gruvan.

Figuren nedan visar en möjlig modell för de olika vattenmagasinens isotopsammansättning.



Det finns två tänkbara flödesförlopp, vilka kan förklara isotopavvikelserna:

1. Det förekommer ett regionalt grundvattenflöde.
2. Grundvattenflödet är i det närmaste stagnant och infiltrerat i Stripaområdets närhet.

Förutsättningen för alternativ 1 är, att grundvattnet infiltrerats på en höjd över havet av ca 600 m ovan Stripaområdets nivå under en period med liknande klimat som idag.

Alternativet med ett lokalt infiltrerat grundvatten förutsätter infiltration under en period med ett annat klimat än dagens. Års-



medeltemperaturen bör ha varit ca 2 °C lägre än den nutida. Det finns en antydning till en tilltagande negativ avvikelse mot botten i DbhV 1 på 410 m nivån. Borrhålet sträcker sig ner till ett djup av ca 880 m under markytan.

#### 9.6 $^{13}\text{C}$ och $^{14}\text{C}$

För närvarande finns endast analysresultat från fyra stycken  $^{14}\text{C}$ -prover, två från djupgrundvatten (5,7) och två från yt nära grundvatten (3,4). Vid provtagningen fälldes grundvattnets karbonater ut med bariumklorid.

Eftersom grundvattnet i Stripa innehåller små mängder karbonat, måste mycket stora mängder vatten insamlas. Även vid så stora vattenvolymer som 1500 liter har problem uppstått med att erhålla erforderliga mängder karbonatfällning för analyseringen. Grundvattnet uppvisar höga pH-värden, vilket medför att atmosfärens  $\text{CO}_2$  lättare kan tas upp i vattnet och därefter fällas ut tillsammans med grundvattnets egna karbonater.

Skillnaden i  $^{14}\text{C}$  ålder mellan prov nr 5 och nr 7 ter sig märklig. Ur hydrologisk synvinkel bör det djupare grundvattnet (nr 7, från DbhV 1 på 410 m nivån) vara äldre än det ytligare (nr 5, från 360 m nivån). Förklaringen kan vara olika  $\text{CO}_2$ -halter i omgivningsluften eller olika lång provtagningstid. Analyser av  $^{13}\text{C}$  har utförts på ett flertal vattenprover och även på kalцит från sprickor.

Isotopsammansättningen hos det grundvatten, som nu strömmar ut ur borrhålen, är en annan än sammansättningen hos kalciterna i sprickorna. Detta innebär, att det nuvarande grundvattnet inte kan ha avsatt dessa. Studium av isotopsammansättningen hos kalciterna kan ge viktiga upplysningar om det vatten, ur vilka de en gång avsattes.

Det mesta av det kol, som finns i djupt grundvatten, härstammar från organiskt material, vilket bevisas av de låga  $^{13}\text{C}$ -halterna. Detta innebär, att infiltrationen av vattnet bör ha skett under en period med aktivt vegetationstäckte.

De ytliga grundvattnen uppvisar naturligt nog låga  $^{14}\text{C}$ -åldrar. Kolinnehållet utgörs till cirka 90 % av modernt kol. Prov nr 5 från time-scale rummet har en okorrigerad ålder grundad på  $^{14}\text{C}$ -analysen av 30 600 år. Korrigerat med avseende på  $^{13}\text{C}$  blir åldern ca 27 000 år.

Prov nr 7 från borrhålet på 410 meters nivån har en okorrigerad ålder av 23 300 år, vilken korrigerad blir 20 400 år. Analyserna av  $^{14}\text{C}$ -halterna försvårades av att radonhalterna var så höga. Strålningen från radongasen medför, att kolinnehållet förefaller utgöras av en större andel modernt kol än som verkligen är fallet, vilket i sin tur medför, att åldern hos karbonaterna ter sig lägre. Hos de ovan redovisade analyserna har dock radongasens inverkan hunnit reduceras.

## 9.7 Sammanfattning

Ph, Na och Cl visar ett tilltagande mot djupet. Dock är analysernas antal från djupare grundvatten för få för att några vittgående slutsatser skall kunna dras.

Extremt höga halter av radon har förekommit hos de djupare grundvattnen. Halter på ända upp till 2 Ci/l har uppmätts.

Tritium uppvisar ett klart avtagande mot djupet. Halterna hos de djupa grundvattnen är mycket låga, under 1 TU, varför dessa prover kan anses opåverkade av kylvatten ifrån borrhållarna. Anledningen till att det dock finns små mängder tritium i vattnet är troligen att söka i kontamination från omgivningsluften vid provtagningen eller tekniska problem vid analyseringen.

$^{14}\text{C}$ -analyserna hos det djupa grundvattnet indikerar åldern 30 600 år för prov nr 5 och 23 300 år för prov nr 7. Efter korrigering för  $^{13}\text{C}$ -innehållet skulle åldrarna reduceras till 27 000 respektive 20 400 år.

Kvoten  $^{13}\text{C} / ^{14}\text{C}$  tyder på infiltration under en period med ett aktivt vegetationstäck. De analyser som är gjorda på  $^{18}\text{O}$  indikerar att vattnet endera har infiltrerat i ett område 600 meter ovan Stripa-området relaterat till dagens klimat, eller att vattnet infiltrerats lokalt under en period med en årsmedeltempera-

tur av 1 å 2 °C under den nuvarande temperaturen. Ett mellanting av dessa två orsaker kan även tänkas.

<sup>14</sup>C-analyserna indikerar en infiltration under den senaste istiden, medan <sup>13</sup>C-analyserna tyder på infiltration genom aktivt vegetationstäckte. <sup>18</sup>O-analyserna i sin tur tyder på infiltration före eller efter istiden. Kontentan av dessa analyser skulle vara att infiltrationen skett under interstadialen mellan Weichsel III och III, som anses sträcka sig mellan 25 000 - 35 000 BP.

Anledningen till att <sup>14</sup>C-åldrarna är något yngre än interstadialen skulle kunna förklaras av att vid så låga pH-värden som de här aktuella kan atmosfärens CO<sub>2</sub> mycket lätt upptas och förskjuta andelen modernt kol, vilket i sin tur medför att åldern hos karbonaterna förefaller vara lägre.

Hos de ovan redovisade analyserna har dock radongasens inverkan hunnit reduceras.

## 10. REFERENSER

- Banks, D.C. In situ measurements of permeability in basalt. Proceedings. Symposium on Percolation through fissured rock. ISRM, IAEG, Stuttgart, 1972.
- Bergman, M.  
Helfrich, H. BeFo, Bergteknisk borrhåls- och borrhärneanalys.
- Geijer, P. Stripa Odalfältsgeologi, 1938.
- Hansági, I. IVA-rapport 29, Stockholm 1970. Jämförelse mellan bergklassificering enligt RQD- och Kirunametoden.
- IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks Recommendations.
- Ljung, S. Gruvkarteringar, 1966.
- Morfeltdt, C-O.  
Bergman, M.  
Lundström L. Rapport, R 34:1973 Berggrundsundersökningar. Kvalitetsvärdering av undersökningsmetoder.
- Morfeltdt, C-O. Rapport, R 15:1976 Bergrum och tunnlar. Berggrundsgeologisk uppföljning och kartering.
- Moye, D.G. Diamond drilling for foundation exploration. Civil Engineering Transactions, Vol CE 9. no 1, Sydney, 1967.
- Phillips, F.C. The Use of Stereographic Projection in Structural Geology. Third edition.
- Wesslén, A. Gruvfältskartering, 1956.
- Magri, G  
Tazioli, G.S Radon in groundwaters of dolomitic and calcareous aquifers in Apulia (S. Italy). In: Isotope Hydrology 1970, IAEA, Vienna, Symp. SM - 129/53, 835 - 845

---

Quarterly Journal of Engineering Geology Vol 3,  
1970, sid 1 - 24

Geological Society Engineering Group Working  
Party Report on "The logging of rock cores for  
engineering purposes".

---

Stripa gruvans interna rapporter och kartor.

## 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 korrosionshärdig 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 con-  
sistors 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 akti-  
nider 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