



# Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

## Rapportarkivet

Innlegging av nye rapporter ved: Peter

|                                                                        |                          |                                    |                                                                     |                              |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Bergvesenet rapport nr<br><b>5860</b>                                  | Intern Journal nr        | Internt arkiv nr                   | Rapport lokalisering                                                | Gradering                    |
| Kommer fra ..arkiv<br>Folldal Verk AS                                  | Ekstern rapport nr       | Oversendt fra<br>Folldal Verk a.s. | Fortrolig pga                                                       | Fortrolig fra dato:          |
| Tittel<br>Rapport vedrørende feltarbeide i Grimsdalen juli-august 1974 |                          |                                    |                                                                     |                              |
| Forfatter<br>Schack-Pedersen, Stig                                     |                          | Dato    År<br>25.04 1975           | Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)<br>FOLLDAL VERK a/s  |                              |
| Kommune<br>Dovre                                                       | Fylke<br>Oppland         | Bergdistrikt                       | 1: 50 000 kartblad<br>15192 15193                                   | 1: 250 000 kartblad<br>Røros |
| Fagområde<br>Geologi                                                   | Dokument type            |                                    | Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)<br>Grimsdalen |                              |
| Råstofgruppe<br>Malm/metall                                            | Råstofftype<br>Cu, Zn, S |                                    |                                                                     |                              |

### Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Rapporten beskriver de tektoniske strukturer i området mellom Grimsdalshytta og Grimsdalsgruva, Grimsdalen, Folldal, Norge, som forfatteren har undersøgt sommeren 1974. På baggrund af de målte strukturer i feltet fremlægges et antal statistiske diagrammer kontureret over målingsplotninger på arealtro Lambert net, der danner baggrunden for forfatterens foreslåede placering og dybde af borer, hvor der skulle være gode muligheder for at finde en ved tidligere borer påvist større mægtighed af kis. Derudover følger en tabelangivelse af foldningsstrukturs dyk og dens afvigelse fra et tidligere udarbejdet geofysisk korts basislinje. Endelig gøres der rede for arten af usikkerhed, der kan forstyrre den kistførende lagseriens placering i dybet.

Rapport vedrørende feltarbejde i Grimsdalen  
juli-august 1974.

Ved  
S. Schack Pedersen

Indhold:

Rapport side 1-7 med følgende afsnit:

Sammenfatning  
Indledning  
Almen beskrivelse af området  
Bjergartsbeskrivelse  
Tektonik  
Stereogrammer  
Forkastningen  
Kisens placering  
Forklaring af de geofysiske anomalier  
Konklusion  
Strukturelle usikkerheder

Bilag 1: Geologisk kort over Grimsdalen 1:10.000  
Bilag 2: Profil 1 af foldestilen  
Bilag 3: Profil 2 af foldestilen  
Bilag 4: Profil 3 af foldestilen  
Bilag 5: Stereogram 1a  
Bilag 6: " 1b  
Bilag 7: " 2a  
Bilag 8: " 2b  
Bilag 9: " 3a  
Bilag 10: " 3b  
Bilag 11: " 4a  
Bilag 12: " 4b  
Bilag 13: " 5a  
Bilag 14: " 5b  
Bilag 15: " 6  
Bilag 16: Tabel 1

## Sammenfatning.

Rapporten beskriver de tektoniske strukturer i området mellem Grimsdalshytta og Grimsdalsgruva, Grimsdalen, Folldal, Norge, som forfatteren undersøgt sommeren 1974.

På baggrund af de målte strukturer i felten fremlægges et antal statistiske diagrammer kontureret over målingsplotninger på areal-tro Lambert net, der danner baggrunden for forfatterens foreslåede placering og dybde af borer, hvor der skulle være gode muligheder for at finde en ved tidligere borer påvist større mægtighed af kis.

Derudover følger en tabelangivelse af foldningsstrukturens dyk og dens afvigelse fra et tidligere udarbejdet geofysisk korts basislinie.

Endelig gøres der rede for arten af usikkerhed, der kan forstyrre den kisleørende lagseries placering i dybet.

## Indledning.

I sommeren 1974 har forfatteren arbejdet i Grimsdalen for Folldal Verk efter hr. chefgeolog Heims anvisning. Arbejdet har foruden en geologisk kartering af området fra Grimsdalsgruva til Grimsdalshytta ( se geologisk kort bilag 1) koncentreret sig om udredningen af de tektoniske strukturer og deres relation til - forklaring af de geofysiske korts anomalier fra området ( udarbejdet for Folldal Verk 1970).

Feltarbejdet blev udført fra den 27. juni til den 1. september, hvor forfatteren det meste af tiden boede i en søterhytte på Tverrlisæter beliggende midt i området.

## Almen beskrivelse af området.

Grimsdalen er dalen der løber parallelt med Folldalen 5-10 km S for denne. Dalen er frodigt bevokset med lave fjeldvækster, og rundt omkring på skråningerne vokser mindre birkekratskov. Desuden bærer landskabet stærkt præg af glaciationsaktivitet, så som morenedannelser, blokke-og grusaflejringer fra smeltevandsfloder og søaflejringer efter brædæmmede søer, der samtidig har markeret deres vandspejl ved terrasseerosion oppe langs dalens sider. Disse faktorer medfører, at blotningsgraden ikke er alt for stor.

Over området findes der udemærkede kort i målestok 1:50.000 udgivet af Norges geografiske oppmåling (1972), hvorfra man kan få oplysninger om den magnetiske misvisning i området, der for tiden er  $3\frac{1}{2}^{\circ}$  mod V (svarende til en vinkelret afvigelse på 60 m pr. 1 km). Som karteringsgrundlag er anvendt de geofysiske kort, som er udarbejdet for Folldal Verk 1970 i målestok 1:5000 og 1:10.000.

### Bjergartsbeskrivelse.

Bjergarterne i området minder meget om bjergarterne i Folldal, såvel som i Tverrfjellet, dog er metamorphosegraden en anelse højere (lavere amfibolitfacies). Den vigtigste ledehorisont er en leucokrat metakeratophyr, der ligger mellem to glimmerskiferbjergarter. Nederst ligger en feldspat-klorit-sericitglimmerskifer, der stedvis kan indeholde amfibol (hyppigst), idiomorfe pyritkrystaller og fuchsit. Den er klassificeret som en metaspilit. Oven på metakeratophyren ligger en amfibolitisk kloritskifer (grønskifer), der er sulfidførende i større eller mindre grad. Det er i denne horisont kisen er koncentreret, og især er koncentrationen stor op mod keratophyren. Disse forhold vil blive beskrevet nærmere senere.

Oven på hele serien kommer en ny serie med kvarts-to-glimmerskifer og marmor. Kontakten mellem de to serier er en del mylonitiseret. (De mikroskopiske undersøgelser af bjergarterne er endnu ikke afsluttet, der vil derfor ikke yderligere blive gjort noget ved petrologien i denne rapport).

### Tektonik

Området er generelt præget af en ØNØ - VSV gående retning, der skyldes en foldningsderformation ( $F_2$ ) af lagene. Foldeaksens retning for  $F_2$  er nogenlunde konstant svagt dykkende mod VSV. Lagene og foliationsplanernes hældning er overvejende mod nord, og foldningsgeometrien, der stærkest fremtræder i keratophyren, kan beskrives som tætte folder overklippet mod S. Strukturen følger næsten konstant  $F_2$ -retningen fra 2500 V (se kortet bilag 1), ca.  $1\frac{1}{2}$  km V for Tverrlisøter, til 2000 Ø ved Mesøter. Her forsættes lagene af en VNV - ØSØ gående forkastning, der samtidig afbøjer  $F_2$ -retningen mod ØSØ på grund af slæb langs forkastningen.

Fra Mesøter til Grimsdalsgruva følger strukturen atter  $F_2$ -

akseretningen dykkende mod VSV.

Foruden  $F_2$ -foldefasen findes der en tidligere foldningsdeformation ( $F_1$ ). Denne foldefase danner isoklinale liggende folder, hvor foldeaksens retning varierer stærkt på grund af bøjningen omkring  $F_2$ -aksen. Men den oprindelige  $F_1$ -akseretning har omtrent været NV - SØ.

### Stereogrammerne.

På baggrund af målingerne, som er foretaget med kompas og klinometer på foldningsstrukturerne i felten, og som er anført på kortet (bilag 1), er der foretaget en tektonisk analyse, som her præsenteres i et antal stereogrammer dækkende 5 delområder fra V mod Ø.

Stereogram 1a og b (bilag 5 og 6) viser tydeligt  $F_2$ -aksens orientering ( $244^\circ$  o-  $14^\circ$ ) i keratophyren fra området V for Tverrlisøter.

På stereogram 2a og b (bilag 7 og 8) fremtræder atter en markant  $F_2$ -retning ( $250^\circ$  o-  $14^\circ$ ). Målingerne er fra samme område, men er plottet for øvrige bjergarter undtagen keratophyren. På grund af kompetanceforskellen mellem keratophyren og de øvrige bjergarter er  $F_1$ -akserne mere fremtrædende her. Lovmæssigheden for foldning af tidligere akser skulle for denne slags bjergarter udvise et storcirkelmønster på stereogrammet. Dette mønster ses med en rimelig spredning af målingerne på stereogram 2b (bilg. 8).

Stereogrammerne 3a og b (bilag 9 og 10) viser igen  $F_2$ -retningen, dog med en vis to-delning, som skyldes, at  $F_1$ -folderne er bevaret, men ensrettet med  $F_2$  under sidste foldefase.

Stereogrammerne 4a og b (bilag 11 og 12) viser igen en stærk  $F_2$ -orientering, men  $F_1$ -orienteringen markerer sig dog.  $F_2$ -aksens dyk flader ud mod horisontalt, en udvikling som skal ses i forbindelse med strukturens videre forløb mod Ø.

Her ses nemlig på stereogram 5a og b (bilag 13 og 14), hvordan  $F_2$ -akserne følger slæbet langs forkastningen N for Mesøter og dykker mod Ø.

Stereogram 6 (bilag 15) viser et kompliceret og spredt målingsfordelingsmønster. Men der er dog tre klare tendenser. For det første genfindes  $F_2$ -akseretningen mod VSV, og man kan konstatere, at akseretningerne fra Grimsdalsgruva klart falder inden for



dette område. Desuden genfindes  $F_2$ -akseretningen efter forkastningsløbet mod Ø. Og endelig findes en samling stejlere stående NV-rettede akser, der stammer fra marmor - kvarts-to-glimmerskifrens bjergartsserie, der således ikke alene skiller sig ud ved lithologi, men også adskiller sig ved andre tektoniske retninger.

### Forkastningen.

Forkastningen ved Mesøter er en dextral normalforkastning. Forkastningsplanet stryger  $105^\circ$  og hælder  $60^\circ$  mod N. Forsættningens størrelse kan ikke bestemmes med sikkerhed, men den dextrale horisontalkomponent er mere end 700 m. Vertikalkomponentens størrelse kan man få et indtryk af, hvis man antager, at  $F_2$ -foldeakseretningen langs forkastningsplanet angiver forkastningsbevægelsens retning (pitch), hvilket ikke er en urimelig antagelse, da  $F_2$ -aksen V for forkastningen er en horisontal lineær struktur (stereogram 4), der ved afbøjning langs forkastningsplanet må følge den kinematiske retning.

Skitsen herunder (fig. 1) illustrerer forholdene omkring forkastningen

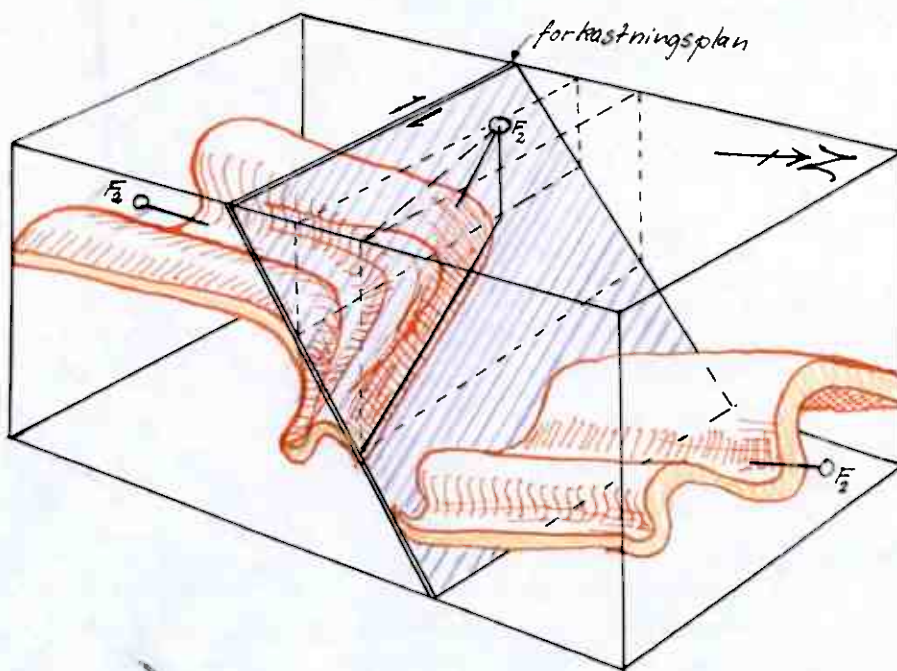


Fig. 1.

Den beregnede mindste vertikale forsætning bliver herefter 250 m.

### Kisens placering.

De steder kisen er fundet i felten sammenholdt med malmens placering i Grimsdalsgruva, viser klart, at kisen forekommer i forbindelse med keratophyren. Kisen ligger ikke som nærmeste stratigrafiske niveau over keratophyren, men omkring 15 m oppe i den amfibolitiske kloritskiferenhed (grønskifer mm.). Visse steder kan kisen dog træffes i kontakt med keratophyren. Det sker, hvor kisen under tektonisk og metamorph deformation er blevet presset bort fra foldeflankerne langs skifrichedsplaner parallelt med aksialplanet, og først standset af den kompakte keratophyr, der har dannet en kompetent ombøjningszone, hvor kisen derfor er blevet koncentreret. Til gengæld er foldeflankerne tilsvarende fattige på kis.

På baggrund af disse forhold kan man betragte kisen som cylinderformede legemer med længdeudstrækningen i foldeaksens retning, og med halvcirkelformede tværsnit (se fig. 2).

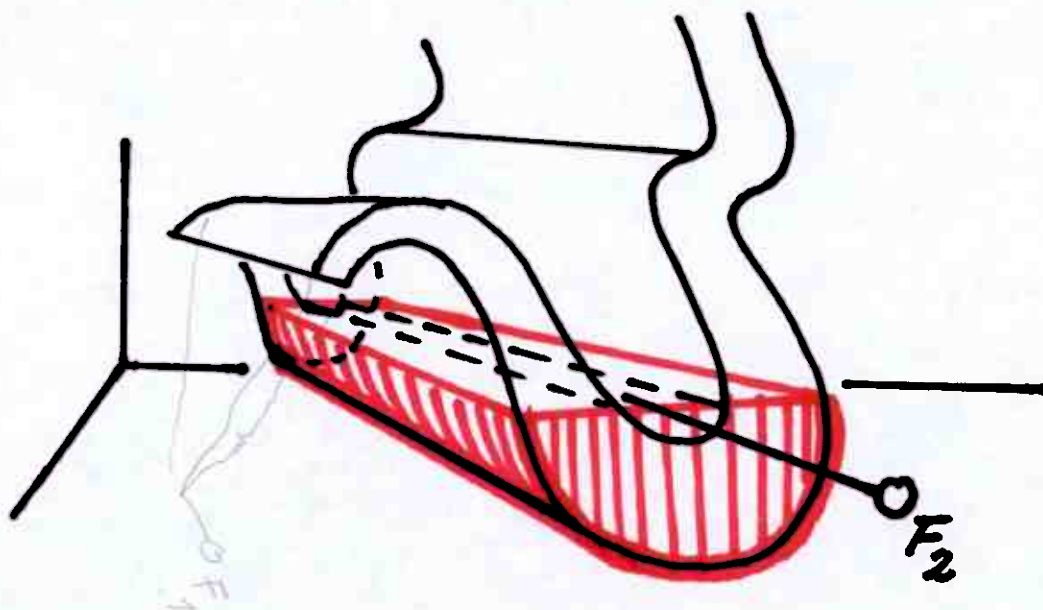


Fig. 2.

### Forklaring af de geofysiske anomalier.

De stærkest fremtrædende geofysiske anomalier skyldes foldeflankernes skæring med jordoverfladen, og de vil derfor forløbe med strygningens retning. N for Tverrliseter omkring 800-900N skyldes de stærke anomalier dog ikke kis men derimod tynde grafitlag. Den brætte afslutning og forskydning af disse stærke anomaliers forløb skyldes i visse tilfælde  $F_1$ -foldernes lukning. De svage anomalier, der skyldes dybereliggende strømførende legemer, især med V i retning af Grimsdalshytta, må antages at skyldes de cylinderformede kislegemer som beskrevet ovenfor, der får mulighed for at give anomalier, hvor flankerne er dækket af løse flodsedimenter, så de ikke kan skabe de store forstyrrende anomalier.

### Konklusion.

Under kiszonen omkring bekken ved Tverrliseter er der i BH. 189 nået en anseelig kismægtighed. Denne kis ligger i en synform, som det er illustreret på profil 1 (bilag 2). Ud fra stereogrammerne 1a og b (bilag 5 og 6) underbygget af stereogrammerne 2a og b (bilag 7 og 8) konkluderer forfatteren, at retningen af dette kislegeme må være  $245^\circ$  dykkende  $14^\circ$ . I tabel 1 (bilag 16) er retningsafvigelsen fra basisnettets linie 400N og dybden til den postulerede kiscylinder angivet i forhold til basisnettets profiler mod V (2500V-2600V-2700V osv.). Desuden er størrelsen af fejl for forskellige afvigelser i gradretningen anført.

Man skulle forvente, at denne kisfyldte synform ville komme frem i dagen umiddelbart NV for Tverrliseter, men her er der ingen blotninger. Derimod ligger der en bækkenformet lavning i terrænet skrånende ned mod bekken, der kunne tyde på, at strukturen faktisk ligger her, men er blevet kræftigt nederoderet. Herefter går strukturen "op i luften" over til skråningen S for Mesæterhøi, hvor den ved forkastningen bliver forskudt ned til området Ø for Mesæter, hvorfra den fortsætter op mod ØNØ og danner kiskforkomsten ved Grimsdalsgruva.

Der er i området flere lovende synformstrukturer, der må forventes at føre lignende cylinderformede kislegemer, men der kræves en yderligere undersøgelse af området for at kunne sige noget sikkert om disse.



Dog kan der om kisen påtruffet i BH. 22o siges, at den må have en lignende udstrækning. Formen og den strukturelle beliggenhed er angivet på profil 3 (bilag 4), og retningen i længdeudstrækning kan bestemmes ud fra stereogram 4b (bilag 12) :  $252^{\circ}$  o-  $3^{\circ}$ . Det betyder, at strukturen skulle løbe ud i bunden af dalen ved Tverrbekken. Her er dalsiden dækket med ras og bevoksning, men blandt blokkene i raset er fundet enkelte bestående af kompakt kis.

### Strukturelle usikkerheder.

Der er grund til at tro, der skulle være lovende kiskforkomster under Grimsdalens bund mod V. Men der er visse strukturelle usikkerhedsmomenter. For det første er det meget vanskeligt at bestemme de isoklinalt foldede  $F_1$ -folders ombøjningszoner, der dels indeholder ekstra berigede kismægtigheder og danner fælder for lettere flygtige elementer som Zn og Pb, men dels afbryder  $F_2$ -strukturene efter varierende retninger.

Desuden forekommer thrusting på  $F_1$ -folderne. Disse lavthældende til vandrette forskydninger af  $F_1$ -strukturen er vanskelige at bestemme, da de er foldet med i  $F_2$ -deformationen, og derfor subparallel orienteret med dennes planer (foldeflanker og aksialskefrighed).

Endelig nærmer man sig mod V et stort N-S gående forkastningssystem (se f.eks. de målte retninger langs bekken Ø for Tverråi på kortet (bilg 1)). Hvilke forstyrrelser det kan medføre, håber forfatteren ved fremtidigt arbejde i området at kunne redegøre for.

*Stig Schack Pedersen*  
Stig Schack Pedersen

København den 25. april 1975.



Profil af foldstrukturen i lodret snit

Sammenlagt af profiler 1800V - 2500V

og suppleret med borehulsgulvninger fra

BH 189, 192, 191, 188, 164, 183, 163, 185, 167, 166, 162

W for Tjernisebet

Grindalen.

Bjergartslegende

- Metakeratophyr
- Metabasisk skifer (amfibolit, hornfels)
- Metaspilit (sericitisk glimmer skifer)
- Fels

S

N

0-punkt  
for profil 2500V  
i dato 900

0 25 50 100 200 300 m

Maestok 1:2500

Synformstrukturen  
under BH 192 og 189

Udvalgt april 1975

S. Schach, Pedersen København

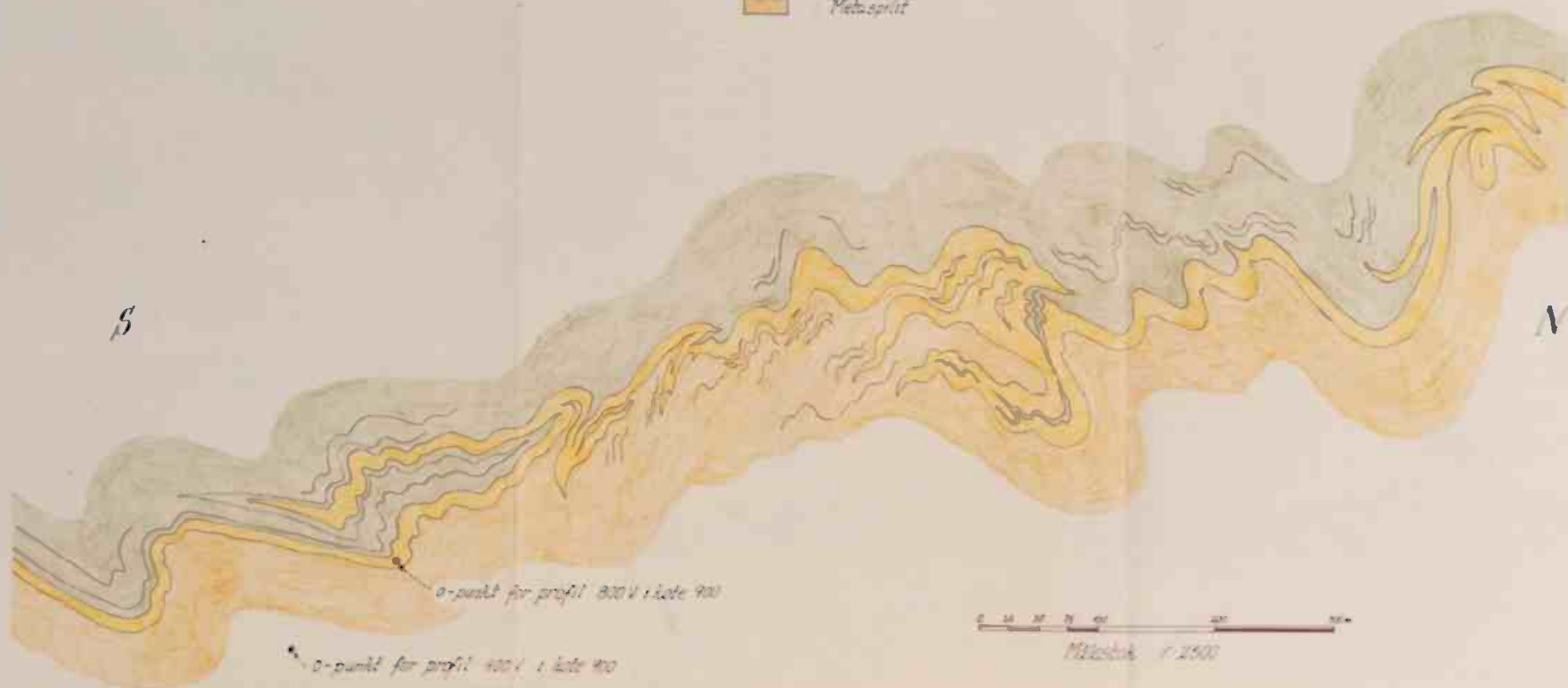
Profil 2, bilag 2

Profil af foldstrukturen i lodret snit  
 Sammenlignet af profilerne 0 - 1000 V  
 Mellem Tverrhjæster og Tverrhjæster

Grimsdalen.

Bergarter og gnejs

- Metakonglomerat
- Metakonglomerat
- Metakonglomerat



0 25 50 75 100 125 150 175  
 Målestok 1:2500

Udfærdiget april 1975  
 B. Borchardt, Aarhus, Aarhus



Profil af foldstrukturen i lodret snit  
Sammenlagt af profilerne 200 p - 600 p,  
suppleret med oplysninger fra BH 146 220 226  
W for Meseter

Grænsestenen.

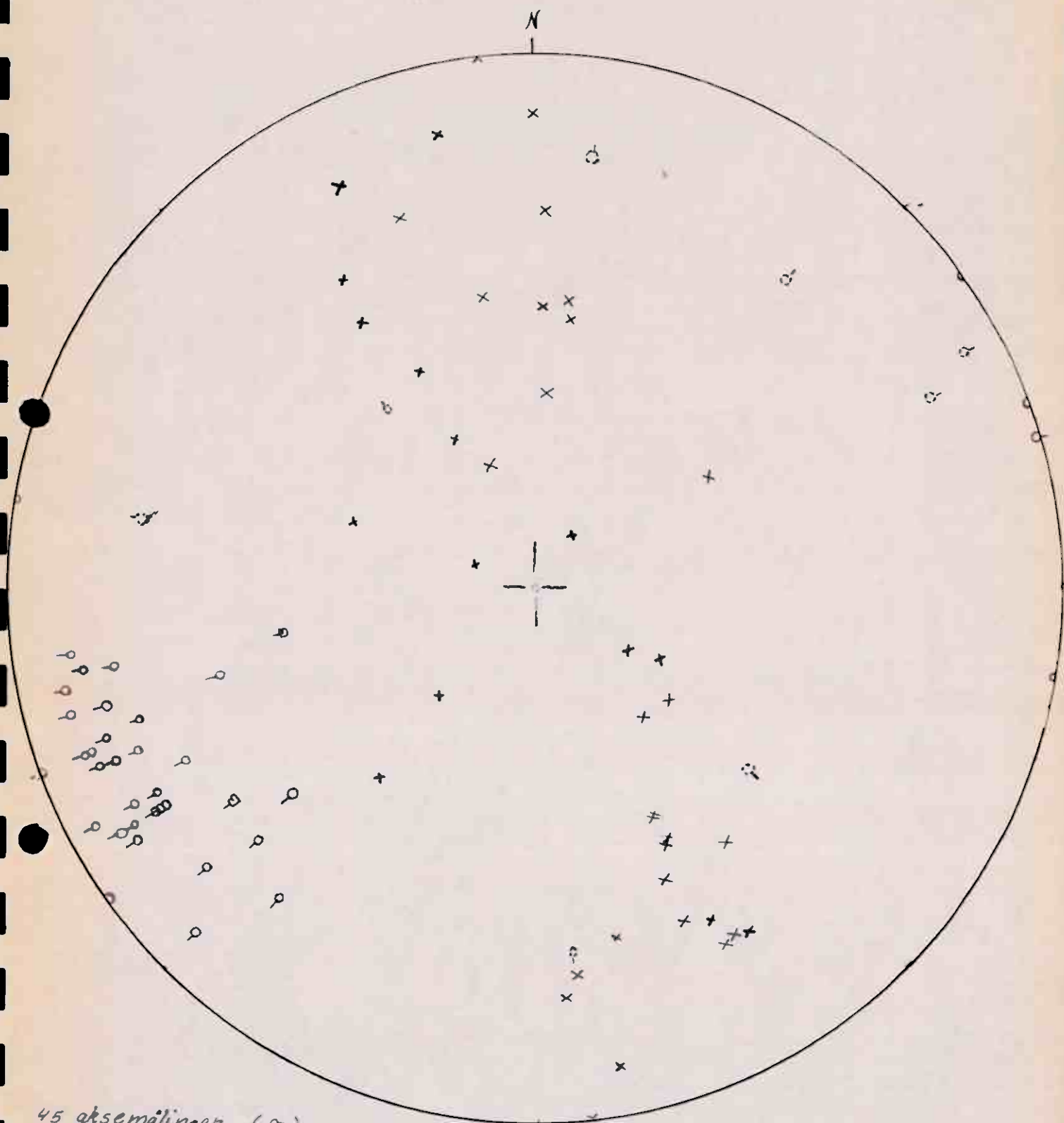
Bergartslegende

-  Metakonglomerat
-  Grønslifer
-  Metagabbro
-  Vandalsen og metagranulit
-  Metakonglomerat
-  Kvar



Målestok 1:2500

Udendigt april 1975  
B. Schack Pedersen, København



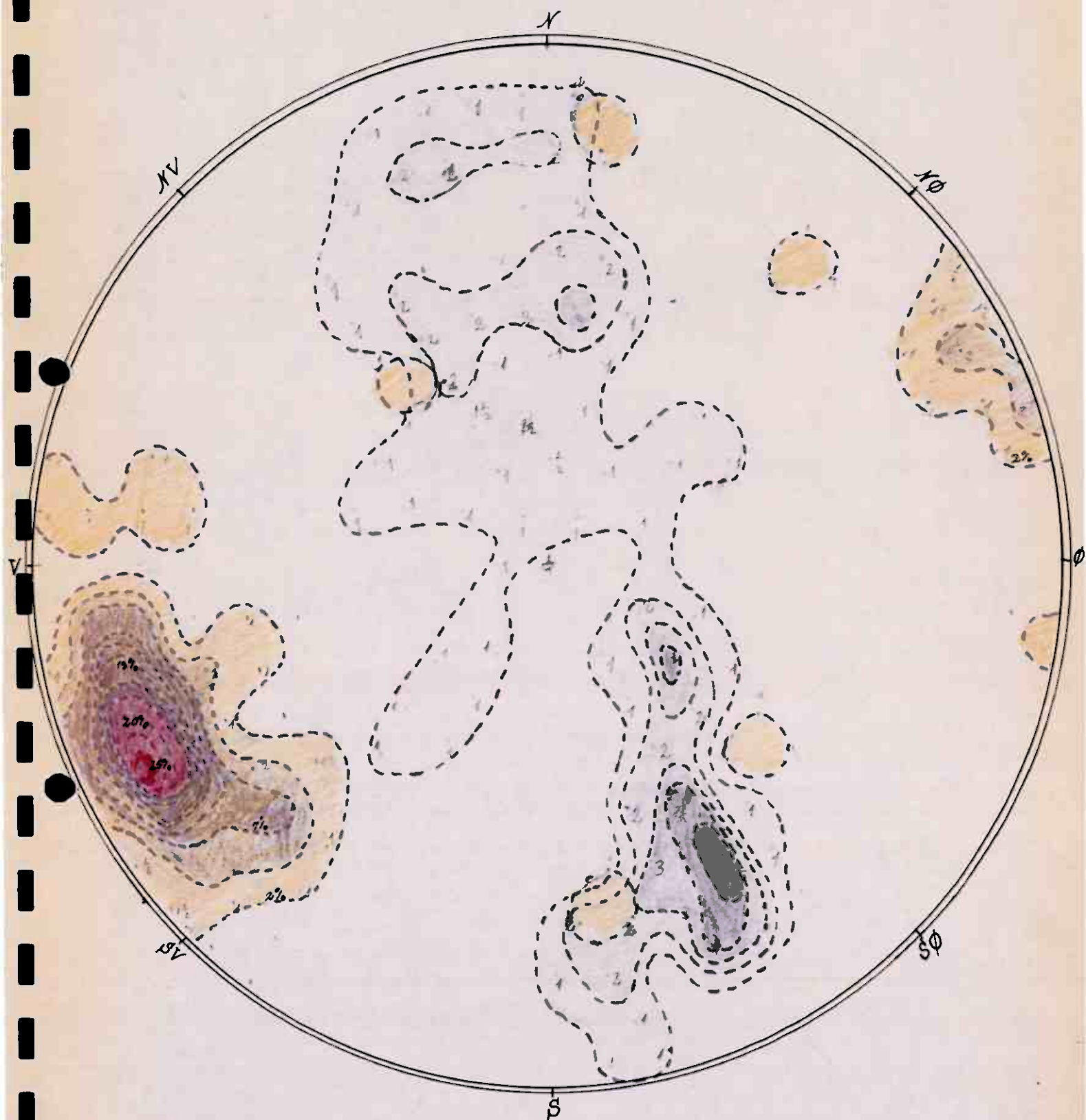
45 aksemålinger (o)

40 hældnings-strygningsmålinger (x)

keratophyr langs linien 1600V-2500V/300N

244°  
0-14°  
F<sub>2</sub>

Statistisk målingsfordeling af keratophyren beliggende  
omkring linien 1600V - 2500V / 300N



25% Foldet  
13% Foldet  
2% Foldet

Foldetse-målingsfordeling

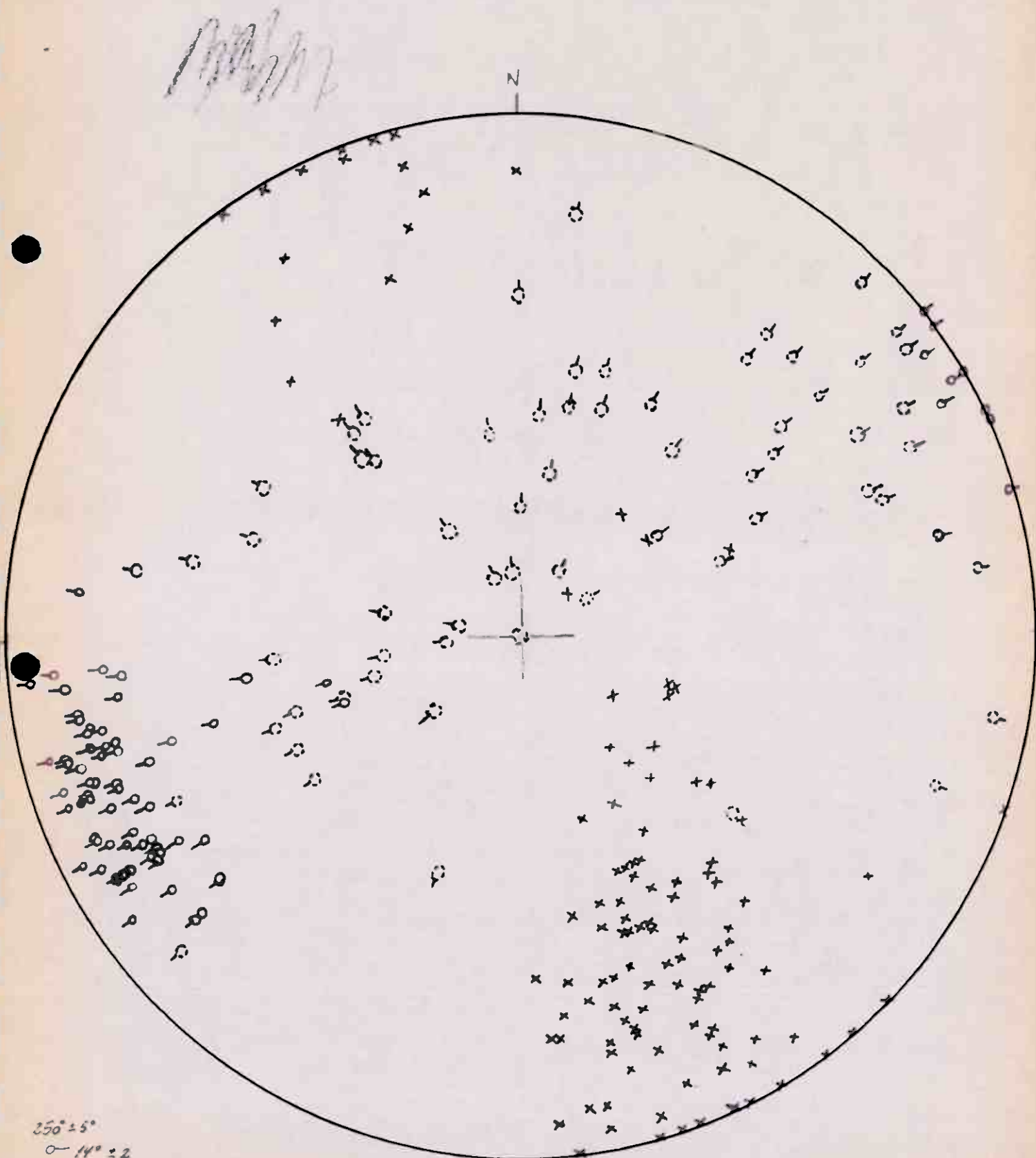
-----  
-----  
-----

Koldning-strykningsfordeling

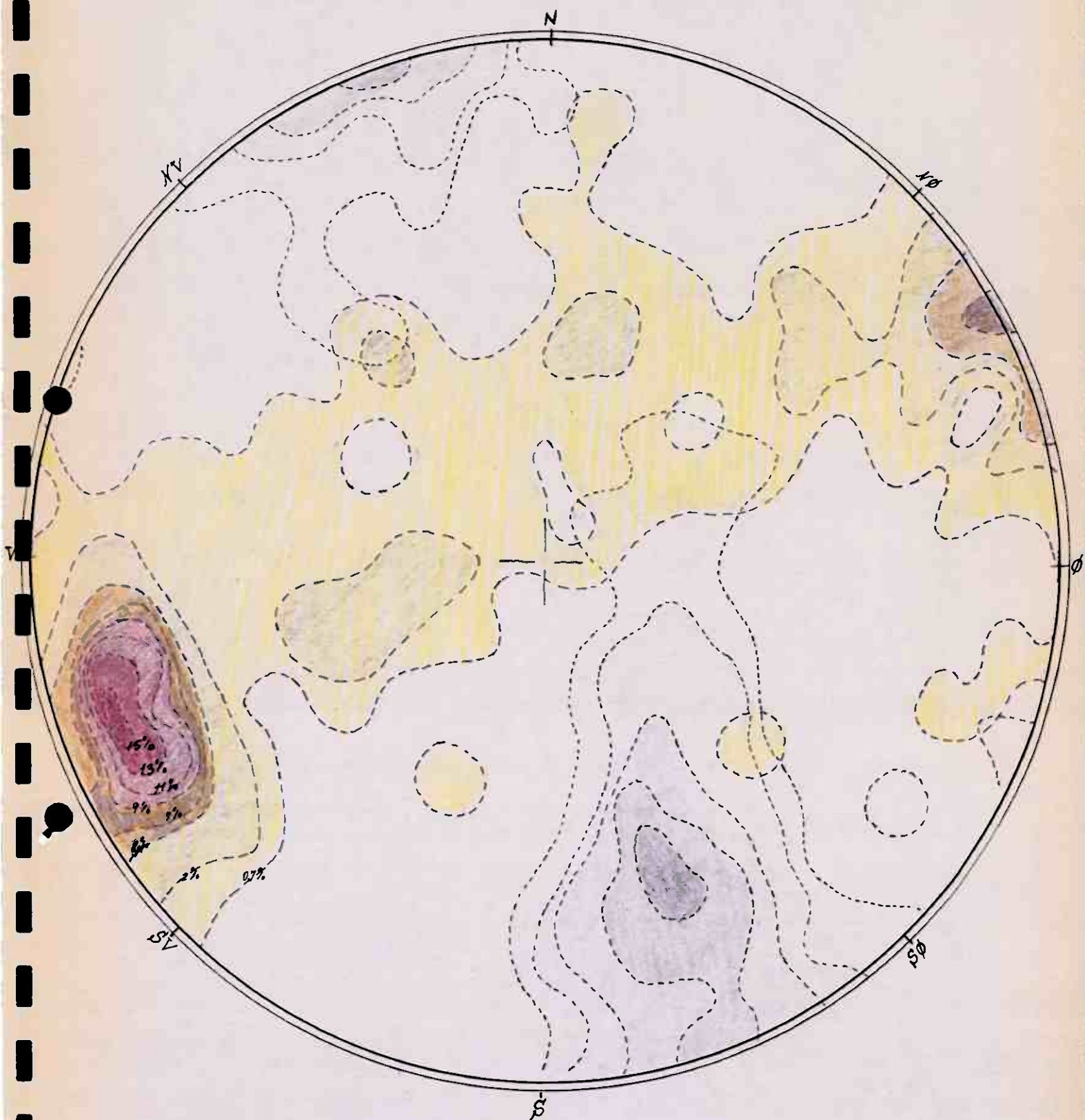
Linien 1600V - 2500V / 300N

Basiske Skifte i området 1000V - 2500V  
200N - 800N

Fuldt optrukne cirkler markerer  $F_2$ -foldeakser.  
Stiplede cirkler angiver  $F_1$ -foldeakser.





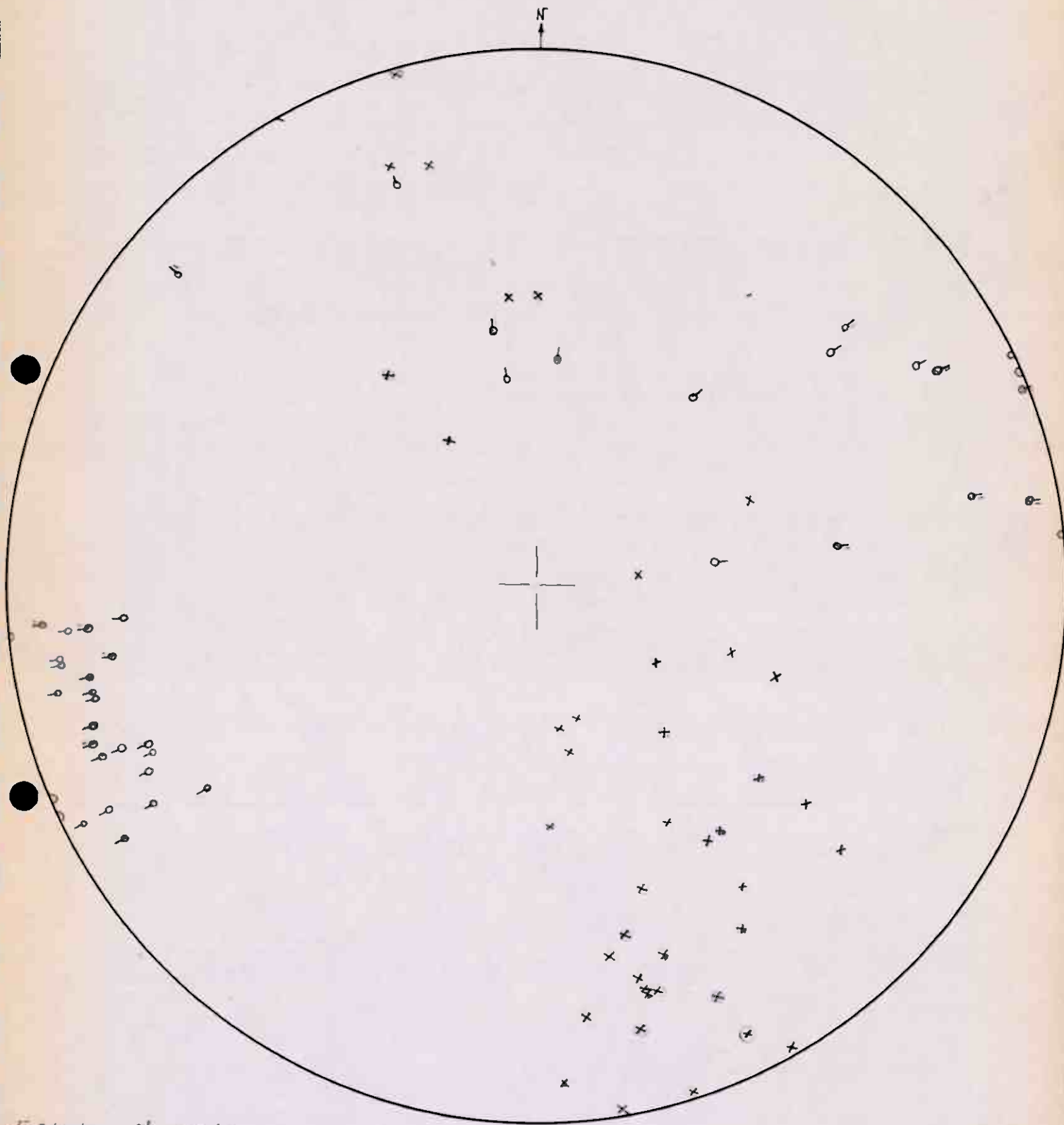


15,5% *foldet*  
 11%-13% "  
 9%-11% "  
 2%-0,7% "  
 Foldeskræmningens fordeling  
 antal målinger : 135

holdnings-strygningens fordeling  
 antal målinger : 115

Basiske stifter i området

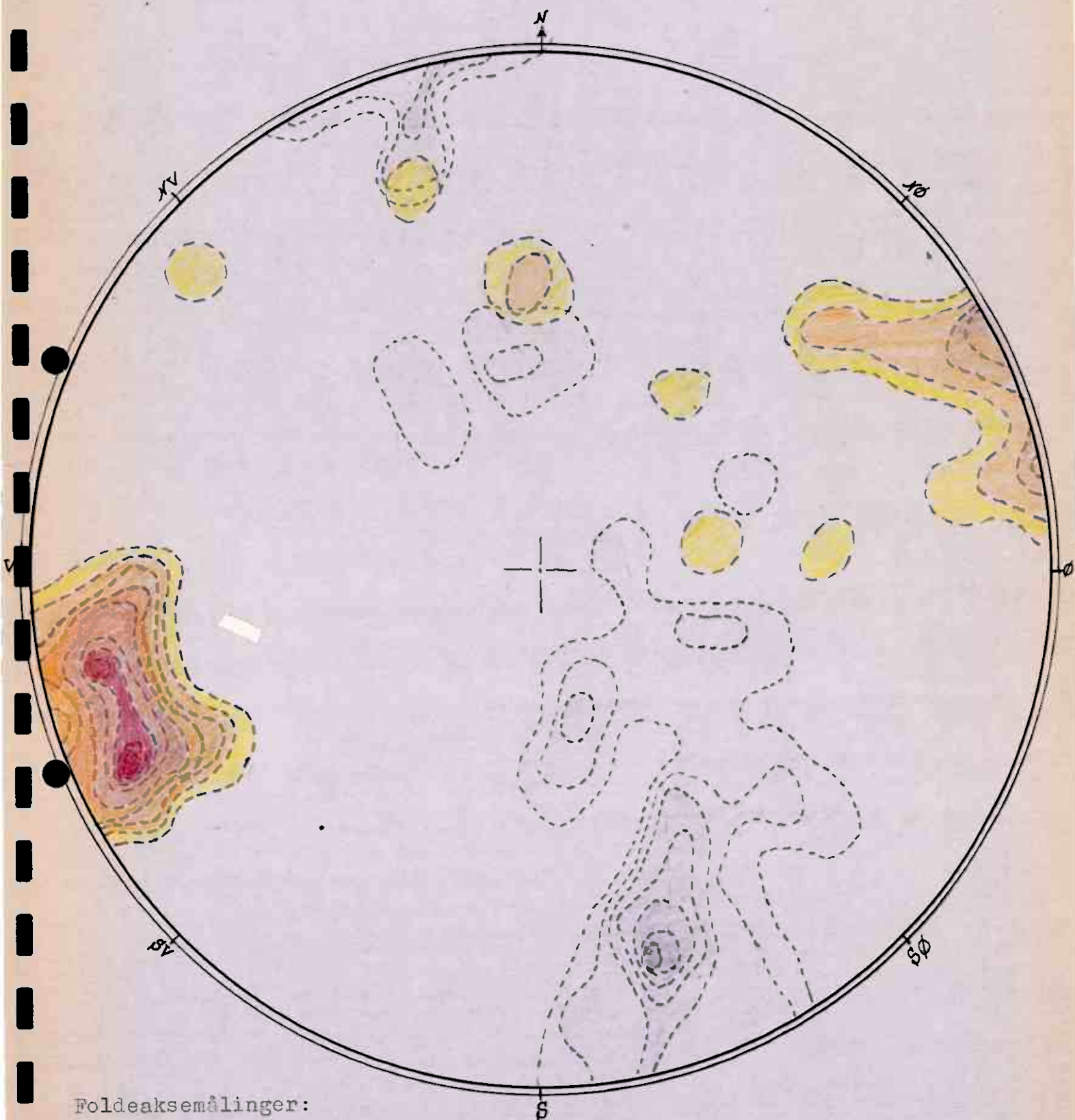
1000 V - 2500 V  
 2000 N - 800 N



Foldeaksemålinger: 41

Hældnings-strøgningmålinger: 41

Målingsfordeling af området 1000V - 0 ØV



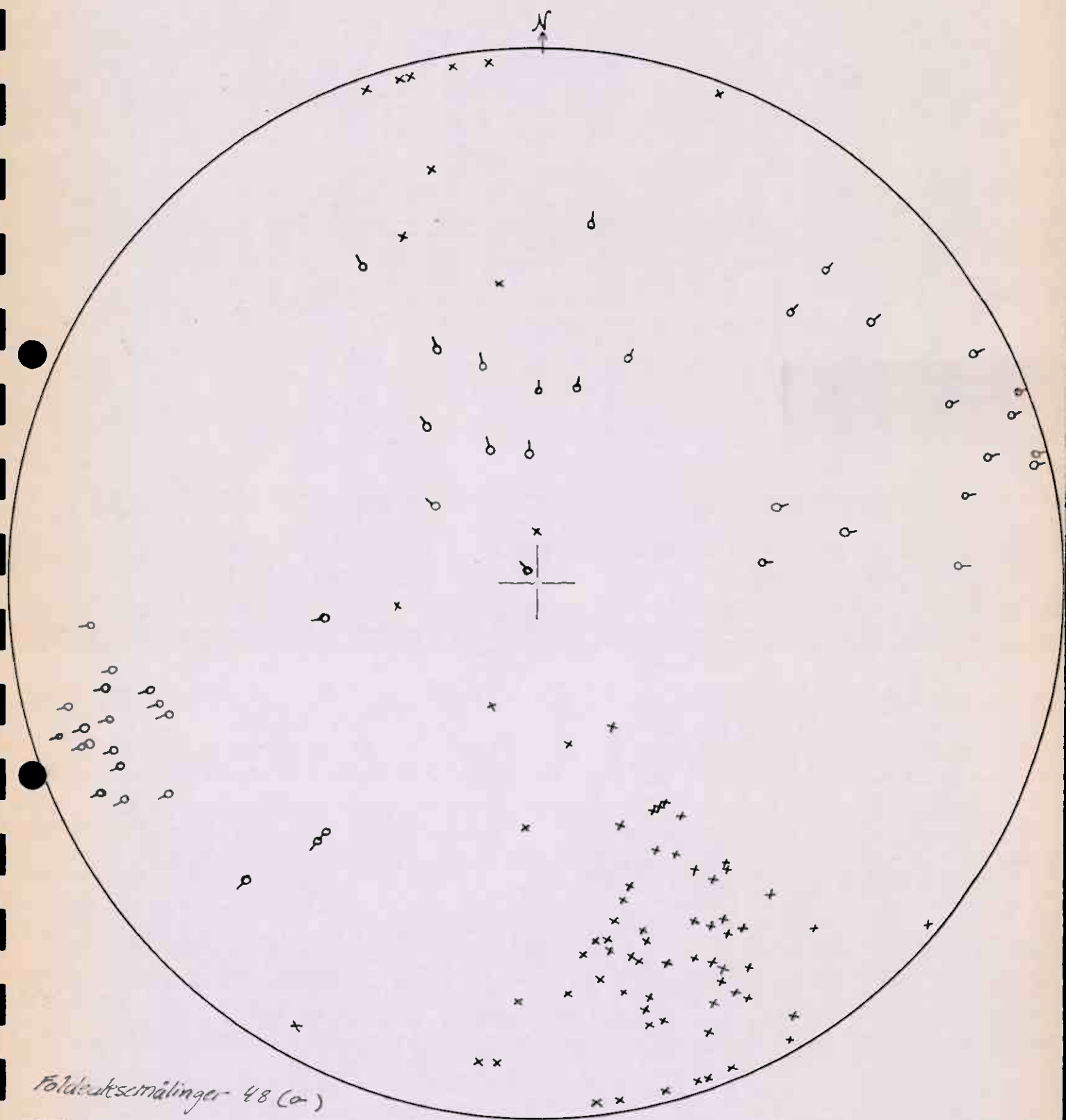
Foldeakse målinger:

|             |  |
|-------------|--|
| 2-5% tæthed |  |
| 10% "       |  |
| 15% "       |  |
| 20% "       |  |

Foldeakse målinger

Foldeakse målinger

Området 1000V - 0 ØV

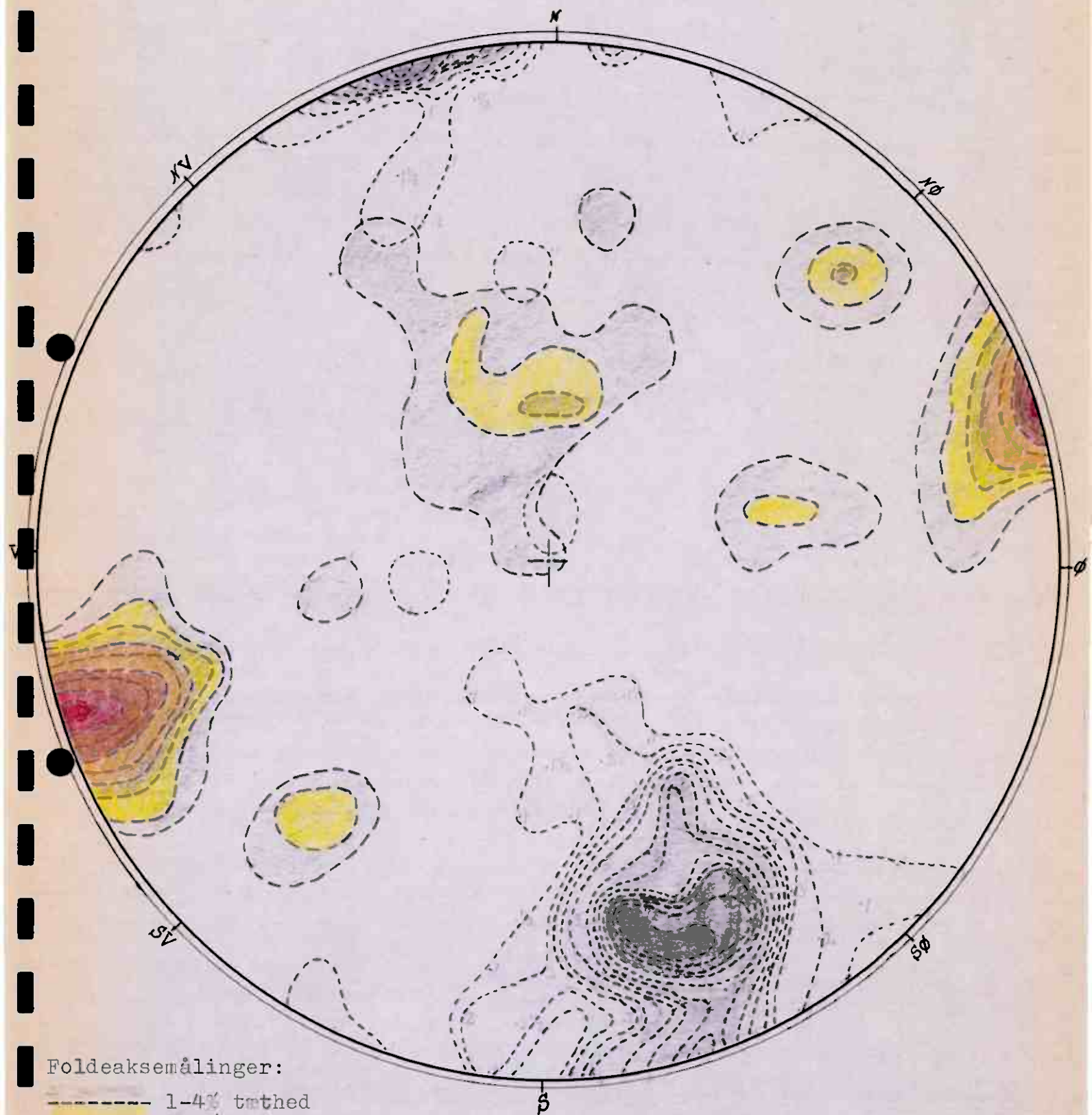


Foldningsmålinger 48 (o)

Hældningsstrykningsmålinger 74 (x)

Målingsfordeling for området 200  $\phi$  - 1200  $\phi$

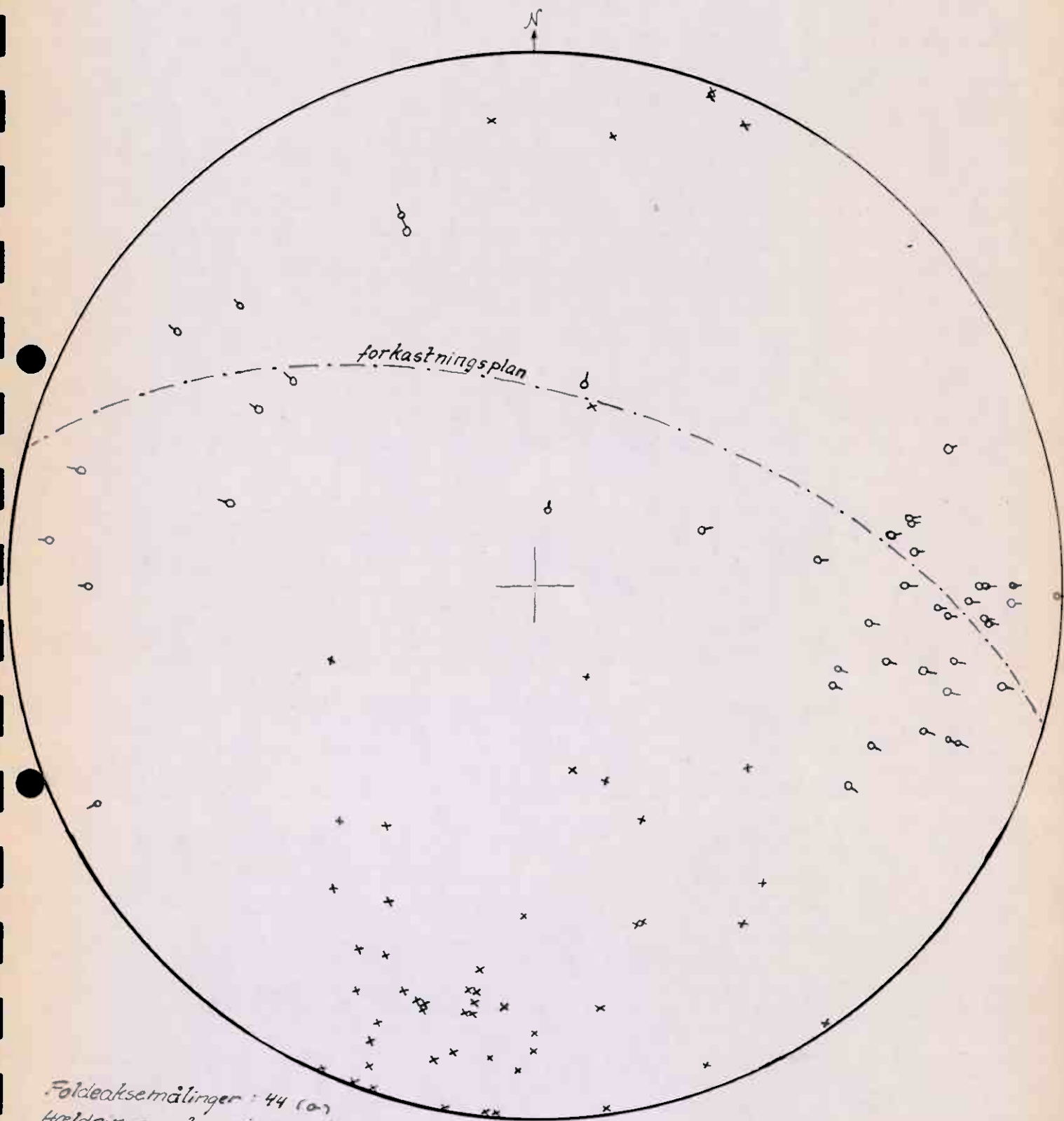




Foldeaksemålinger:

|       |             |
|-------|-------------|
| ----- | 1-4% tæthed |
| ----- | 4-8% "      |
| ----- | 8-12% "     |
| ----- | 12-16% "    |
| ----- | 16-20% "    |

Området 200  $\phi$  - 1200  $\phi$

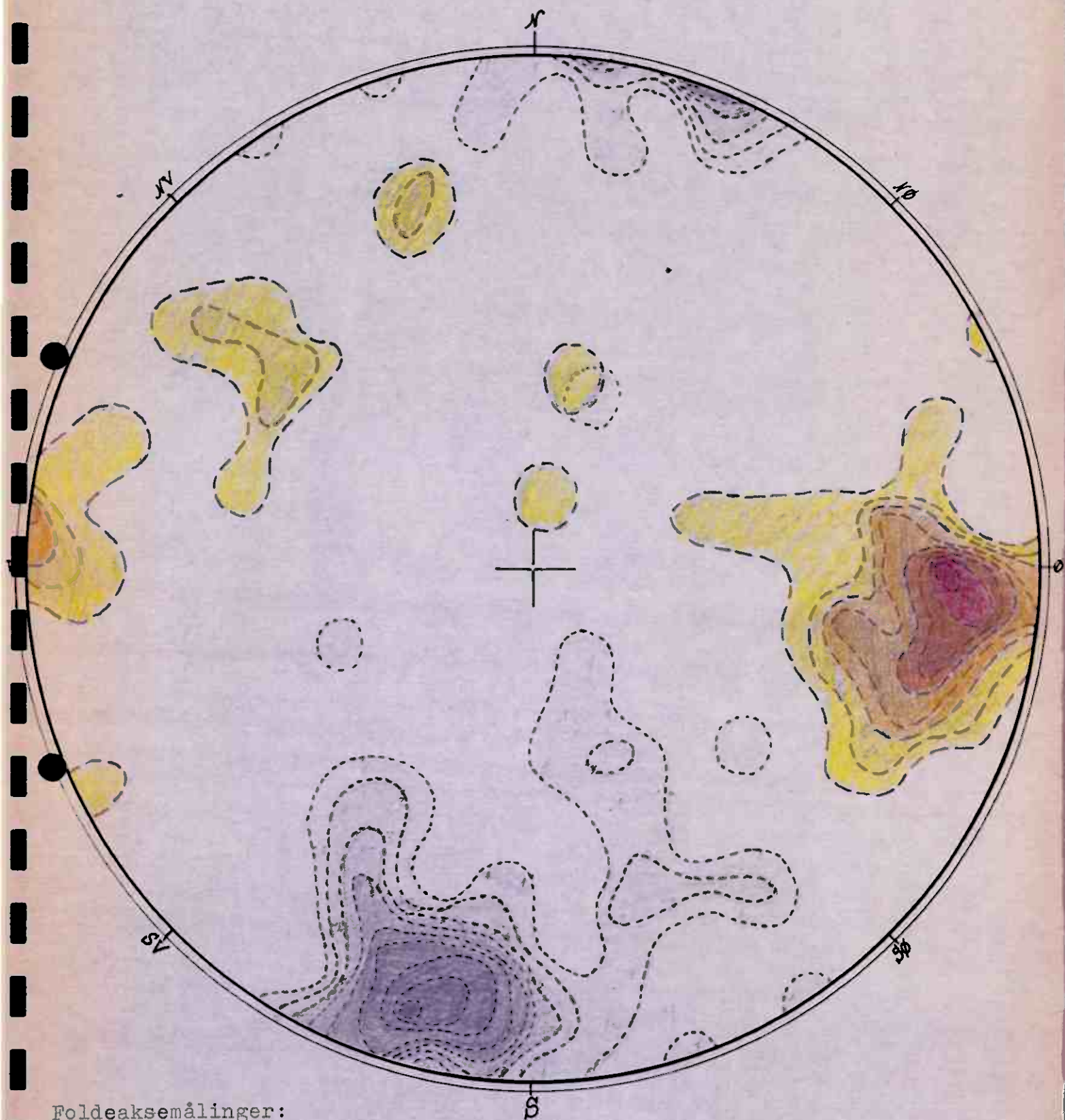


Foldeaksemålinger: 44 (o)  
 Hældnings-strykningsmålinger 53 (x)

Målingsfordeling for området

1200  $\phi$  - 2100  $\phi$

N for 400 N - S for NV-SØ forkastning

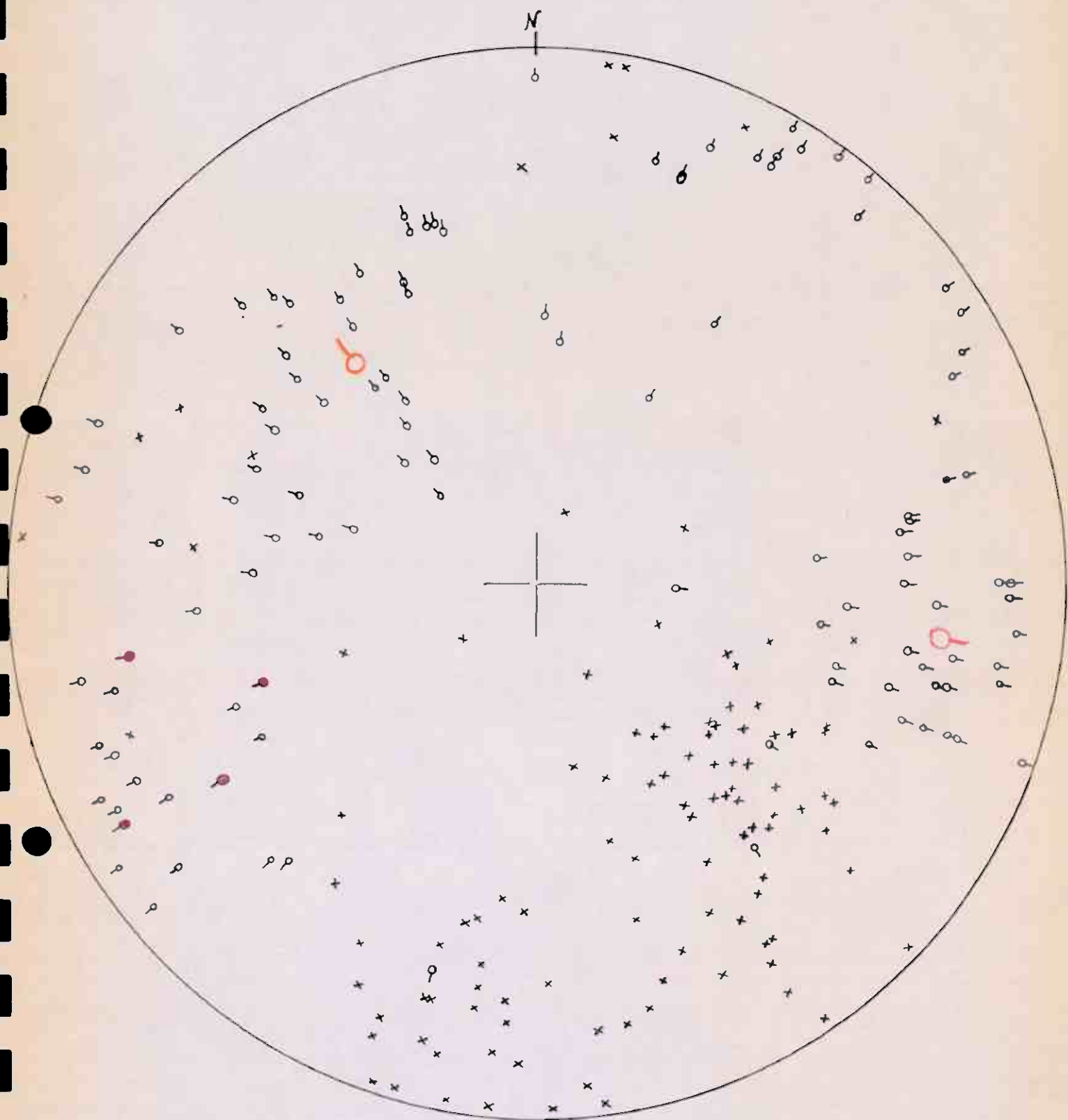


Foldeakse målinger:

|  |              |
|--|--------------|
|  | 2- 7% tæthed |
|  | 7-11% "      |
|  | 11-16% "     |
|  | 16-18% "     |

Området 1200  $\phi$  - 2100  $\phi$   
 N for 400N - S for NV-SØ forkeastning





- Foldeaksemålinger ved Grimsdals Gruva
- $F_2$ -akseretninger der følger forkastningssløb
- Foldeaksemålinger fra marmor - kvarts-to-glimmerskifrens bja.serie.

Området ved Mesetra og NV for forkastningen.



Tabel 1

Basisliniens retning:  $261^{\circ}$

Foldeaksens retning:  $245^{\circ}0' - 14^{\circ}$

Foldeaksens afvigelse fra basislinien er således  $16^{\circ}$  mod S.

Foldeaksens dyk mod V:  $14^{\circ}$

Kisen er påtruffet i profil 2100V i 400N i kote 900 m.o.h., svarende til en lodret dybde fra overfladen på 120 m.

v = Vinkelret, horisontal afvigelse fra basislinien 400N

v =  $16^{\circ}$

u = Vertikal afvigelse = aksedykket  $14^{\circ}$

+) en usikkerhed på henh. v og u på  $1^{\circ}$

++) en usikkerhed på henh. v og u på  $5^{\circ}$

| Profil | v      | +)    | ++) | u      | +)    | ++) |
|--------|--------|-------|-----|--------|-------|-----|
| 2200V  | 28,7m  | 1,9m  | 9m  | 24,9m  | 1,9m  | 9m  |
| 2300V  | 57,5m  | 3,8m  | 19m | 49,8m  | 3,7m  | 19m |
| 2400V  | 86,1m  | 5,7m  | 28m | 74,7m  | 5,5m  | 28m |
| 2500V  | 114,9m | 7,6m  | 38m | 99,6m  | 7,4m  | 37m |
| 2600V  | 143,5m | 9,5m  | 47m | 124,6m | 9,2m  | 47m |
| 2700V  | 172,2m | 11,4m | 57m | 149,5m | 11,1m | 56m |
| 2800V  | 201 m  | 13,6m | 66m | 174,5m | 12,9m | 65m |
| 2900V  | 230 m  | 15,2m | 76m | 199,5m | 14,8m | 74m |
| 3000V  | 258 m  | 17,1m | 85m | 224 m  | 16,6m | 84m |