

Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

BV 2317

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2317	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "522122010"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Strukturgeologisk/tektonisk undersøgelse af Giken II - forekomsten.				
Forfatter ANDERSEN M C.		Dato 1985	Bedrift Sulitjelma Gruber A/S	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype	Emneord			
Sammendrag Der foreslås en tektonisk-model for Giken II-forekomsten, som forklarer malmtyp- og metalfordelingen i gruben. Mægtighedsvariationene i Giken II skyldes dels primaere træk og dels senere foldning i flere faser. Dypmalmprospekteringen i Giken bør fortsættes med en tett opboring efter en NV-lig retning. Den tektoniske model er sandsynligvis anvendelig for de øvrige forekomster i Sulitjelma-feltet. Dypmalmprospektering				

**PROSPEKTERING**

GAMLE RINGERIKS VEI 14, POSTB. 83 - 1321 STABEKK

MELEID AV AKTIESELSKABET SYDVARANGER

Tlf. (02) 12 05 18
(02) 53 08 34

Telex 72 987 aspro n

INTERN RAPPORT.

DATO: 20.06.1985

RAPPORT NR: 1635

KARTBLAD 2129 II

Antall sider 13
— " — bilag 9**SAKSBEARBEIDER**

Morten C. Andersen, Geolog

RAPPORT VEDRØRENDE:

Sulitjelma Bergverk A.S.

Strukturgeologisk/tektonisk undersøgelse af
Giken II-forekomsten.**RESYMÉ:**

Der foreslåes en tektonisk model for Giken II-forekomsten, som forklarer malmtypen og metalfordelingen i gruben.

Mæktighedsvariationene i Giken II skyldes dels primære træk og dels senere foldning i flere faser.

Dybmalmprospekteringen i Giken bør fortsættes med en tæt opboring efter en NV-lig retning.

Den tektoniske model er sandsynligvis anvendelig for de øvrige forekomster i Sulitjelma-feltet.

FØRDELING**OSLO:**

1	Aspro, arkiv
1	M.C.A.

KIRKENES:

ANDRE:

2	Sulitjelma Bergverk A.S.

KOMMENTAR:



PROSPEKTERING A/S

GAMLE RINGERIKS VEI 14, POSTB. 83 – 1321 STABEKK

HELEID AV AKTIESELSKABET SYDVARANGER

TLF.: (02) 53 89 76 TLF.: (02) 53 08 35
TLF.: (02) 53 08 34 TLF.: (02) 12 05 18

TELEX 72 987 aspro n

SULITJELMA BERGVERK A/S

Att.: Adm.direktør S. Matheson

8230 SULITJELMA

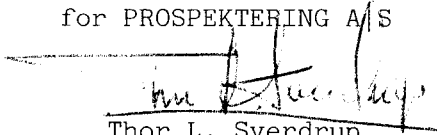
ARKIV/REF. MCA|bs

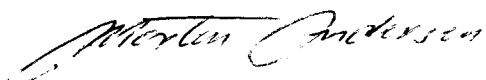
STABEKK 29.07.1985

Vi har hermed den glede at oversende 2 eks. av Morten C. Andersens rapport vedr. struktureologisk|tektonisk undersøkelse av Giken II-forekomsten.

Med hilsen

for PROSPEKTERING A/S


Thor L. Sverdrup
Prospekteringssjef


Morten C. Andersen
Geolog

Vedlegg.

INNHold

	Side
Indledning	1
Geologi	2
Tektonik	5
Geokemi	7
Strukturel geologi	8
Konklusion	11
Forslag til videre arbejder	12

Sulitjelma Bergverk A/S

Strukturgeologisk/tektonisk undersøgelse af Giken II-forekomsten.

INDLEDNING

Giken (I + II) -forekomsten er den største af malmene i Sulitjelma's nord-grubefelt, og i tillæg den der er drevet ned til størst dyb (-396 m.u. Langvann). De økonomiske mineraler i forekomsten er CuFeS_2 , ZnS og FeS_2 , der optræder i groft set to malmtyper: a) Massivmalm, ofte båndet og b) impreg. malm med mm- til cm-skala sulfidaggregater. Hovedtendensen er at massivmalmen er koncentreret mod heng, der også viser generelt højere Cu-gehalt, mens ligg-zonen mere består af impreg. malm med varierende Cu-værdier.

Denne undersøgelse af de tektoniske og strukturelle forhold omkring Giken -forekomsten er baseret dels på kart- og dia.bor. -materiale fra S.B.'s arkiv, og dels på egne undersøgelser i gruben (i perioden 18/2-1/3, -85 med Ingolf Rui og 15/4-19/4 med Kjell Nilsen, begge ASPRO). I tillæg har geologisk kartlegger Ronald Fredriksen og geolog Rune Stien (begge S.B.) deltaget i befaring under jord, hvor også stigere og overstiger har været til stor hjælp. Diskussioner med prospekteringsleder Perry Kaspersen og Ph.D. -stud. Nigel Cook under rapport-udarbejdelsen har været meget konstruktive og givende.

Cu-zoneringskart og kotekart over malmmægtighed (udarbejdet ved S.B.) viser at der er store variationer i forekomsten, og formålet med denne undersøgelse har været at:

- 1) Finde årsagen til mægtigheds- og gehalt-variationer.
- 2) Forsøge at lokalisere relativt rige/mægtige partier, og evt. lokalisere disses optræden uden for det hidtil kendte driftsområde.

Arbejdet i gruben har været koncentreret omkring niveauerne -309, -332, -352, -371 og -396 samt tilgængelige mellem-niveauer. Stort set hele 332-banen og den V-lige del af 352-banen er ikke undersøgt p.g.a. rasfare, og i tillæg er de V-lige (ikke udstrossede) dele af 371- og 396-banen kun undersøgt ved en hastig rekognoscering p.g.a. dårlige ventilationsforhold.

Ved opfaring og ortdrift har man fulgt en godt markeret grænse mod Furulundskifer i heng, mens ligg-zonen, i de mægtige partier, først og fremmest er kartlagt ved dia.-boring. Dette betyder at hovedvægten af strukturelle detail-data stammer fra heng-zonen, mens borekerner fra ligg-zonen på den anden side har givet mulighed for mere detaljerede undersøgelser af kemiske variationer, da kernen ofte er analyseret i meter-sektioner. Sliss-prøver fra heng giver én gennemsnits-analyse for hele det prøvetagne parti, og kan således være vanskelige at tolke.

GEOLOGI

I en forenklet stratigrafi over malm-niveauerne i nordgrubefeltet er Giken-zonen placeret over Palmberg-nivå og under Charlotta-nivå. Mineraliseringen findes øverst i en op til 25 m mægtig vulkansk domineret sekvens bestående af biotit- og/eller klorit-breccie og skifer, med mindre keratofyrindslag. Umiddelbart i heng af mineraliseringen ses kvartsrig glimmerskifer (Furulundskifer) med enkelte indslag af tuffitisk materiale. Lokalt er heng-bjergarten udviklet som en kraftigt sericit-omdannet skifer med sulfid-impregnation.

Fra øst mod vest er der en tydelig tendens til at malmen udvikler sig fra mere massiv til disseminationstype, og helt i vest på niveau -232 og -371 slipper malm-zonen kontakten til Furulundskifer i heng, og heng-bjergarten er mere eller mindre steril biotit-klorit-breccie. Samme tendens ses i de V-lige dele af niveau -352 og -396.

Forekomsten er kraftigt deformeret, både ved foldning og ved sammenpresning. Resultatet er at malmen nu i store træk fremtræder som en intenst sammenpresset, eliptisk plade med mægtighed fra 0-10 m. Længste og korteste akse er i størrelsesordenen 1000 m og 500 m, og retningen af længdeaksen er NV-SØ, med omtrentlig stupning 20° mod NV.

Forekomstens nuværende form er bestemt dels af primærformen og dels af graden og arten af den efterfølgende deformation. Stort set alle kaledonske sulfid-forekomster associeret basisk eller sur/basisk vulkanisme er af såkaldt sedimentær exhalativ type, det vil sige dannet på havbunden i forbindelse med submarin vulkanisme, der har været tilførselskanal for de metal-holdige hydrothermale opløsninger. Den submarine vulkanisme vil i kraft af stor varmetilførsel sætte et konvektionssystem i gang (fig. 1), hvorved havvand trækkes ned gennem oceanbundsbasalt.

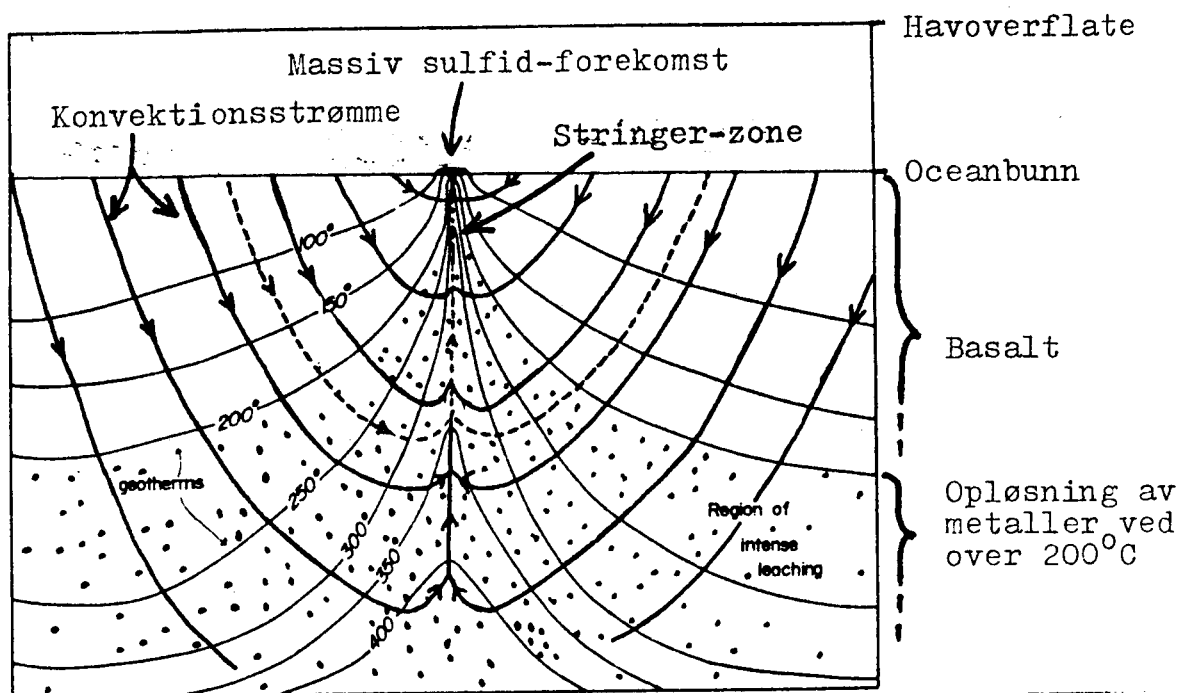


Fig. 1 Principskitse af konvektionssystem og sulfidmalmdannelse af sedimentær exhalativ type. (fra Large, 1977).

Ved tilstrækkelig høj temperatur ($> 200^{\circ}\text{C}$) er denne hydrotermale opløsning i stand til at opløse og transportere metaller fra oceanbundsbasalten og op på oceanbunden igen via en relativt koncentreret tilførselskanal (f.eks. sprækkezone eller midtoceanisk rift). På havbunden vil temp. være i størrelsesordenen $+25^{\circ}\text{C}$ og udfældning af sulfider vil ske stort set umiddelbart, hvorved der dannes et mere eller mindre massivt "sulfid-tæppe". Dannelsen af en massiv sulfidforekomst vil først ske når tilførselen af vulkansk materiale (pudelava/tuff) ophører, idet tilførsel af metaller sammen med vulkansk materiale blot vil føre til dannelsen af svagt sulfidimpreg. basalter, da metal-volumenet er mange gange mindre end basalt-volumenet. Egentlige forekomster dannes altså først når vulkanismen ophører (varmetilførsel og konvektionssystem fortsætter), og derfor er sulfidforekomster af denne type ofte lokaliseret netop på kontakten mellem sediment og vulkansk materiale, som det også er tilfældet med Giken.

I tilførselskanalen under de massive sulfid-lag, dannes en såkaldt "stringer-zone" med impreg.-malm i basalt. Denne malmtypen vil ofte ha' brecciestruktur, og vil ikke være i direkte kontakt med de overliggende sedimenter men i stedet med den omgivende basalt - se fig. 2.

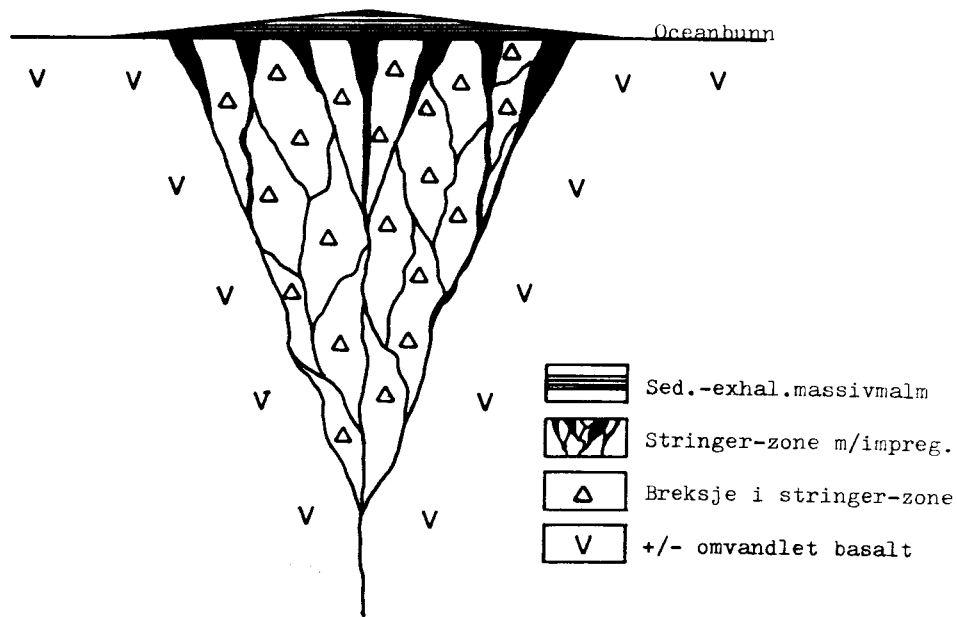


Fig. 2 Vertikalsnit gennem idealiseret sed.exhal. sulfidforekomst med stringer-zone.

Förmen på primär-forekomsten vil være bestemt af om processen har foregået i et større hydrotermalt center, eller langs en sprække med flere mindre centre, som det er foreslået af Zachrisson (1984) for Stekenjokk-Levi-forekomsten i de svenske kaledonider - se fig. 3.

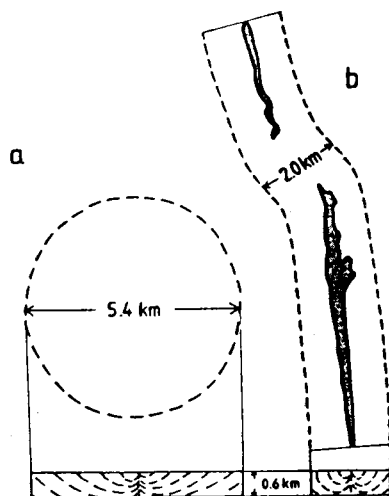


Fig. 3 Horizontal-projektion af antaget konvektionssystem for Stekenjokk-Levi-forekomsten (fra zachrisson, 1984)

- a) Større hydrotermalt center.
- b) Sprække-zone med flere mindre centre.

I tillæg kan oceanbunds-topografien ha' betydning for primærformen, idet sulfid-utfældning på f.eks. hældende underlag let kan føre til syngenetisk udglidning i et ikke konsolideret lag af massive sulfider.

De primære karakteristika for en sed.exhal. sulfidforekomst dannet ved sub-marin vulkanisme er:

- 1) Over forekomsten findes ofte sedimenter, hyppigst kvarts-rige, chert-lignende afsætninger ("exhaliter").
- 2) Stratigrafisk øverst i forekomsten findes lagdelte massive sulfider.
- 3) Under de massive sulfider findes en stringer-zone med impr.-malm.
- 4) Stringer-zonen er oftest brecciert i forbindelse med den hydrothermale aktivitet, og har ikke direkte kontakt til de overliggende sedimenter.
- 5) Biotit/klorit/sericit -omdannelse er almindeligt i stringer-zonen.
- 6) Undersøgelser af metal-zonering viser at Cu er koncentreret nærmest den hydrothermale kilde (proximalt) mens Pb tydeligt er koncentreret i de fjernestliggende (distale) partier. Zn og Ag (+ evt. Au) koncentrerer mellem den proximale og distale del, og over de Cu-rigeste partier. Stringer-zonen er Cu-domineret.
- 7) Massivmalmen har højere S-indhold end stringer-zonen, og Cu/S -forholdet er følgelig højere i stringer-zonen end i massivmalmen.
- 8) Anhydrit dannes ofte som primært mineral, der så siden replasceres af af højtemperatur-sulfider.

TEKTONIK

En sulfid-forekomst der primært er dannet som hér beskrevet, og som siden indgår i den kaledonske fjellkjededannelse, må nødvendigvis være intenst deformeret. I orogener hvor nappetektonik er et væsentligt element (f.eks. det kaledonske), er "simple shear" en meget vigtig deformationsmekanisme. Deformationen sker ved bevægelse langs et uendeligt antal planer der ligger tæt op til hverandre, og kan bedst sammenlignes med det der sker når man tipper en kortstokk - se fig. 4. Ved større bevægelse af en lagpakke langs et enkelt plan udvikles en skyvezone, også velkendt for kaledoniderne.

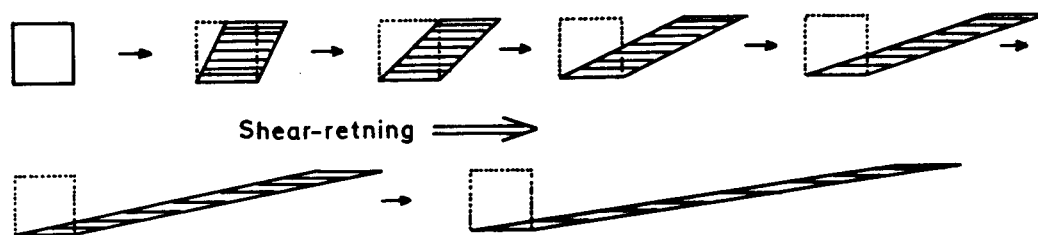


Fig. 4 Progressiv udvikling af simpelt shear.

Som man ser af fig. 4 vil en primær equidimensional form blive strukket ud og sammenpresset, hvorved alle sider til slut bliver mere eller mindre parallelle. Når en sulfidforekomst deformeres ved simple shear vil resultatet være relativt lille mægtighed, men stor lateral udbredelse - noget som også karakteriserer Giken II -forekomsten.

Effekten af simple shear på en sed.exhal. forekomst er vist i bilag 01. Ved øgende deformation parallelliseres alle struktur-elementer, og en oprindelig vertikal zonerings (impreg.malm/massivmalm) får mere og mere karakter af en lateral zonerings, hvor massivmalmen forskyves i forhold til impr.-malm. Dette er nøjagtig det der er registreret i Giken II, hvor de Ø-lige partier er domineret af "renmalm" mens de V-lige domineres af impr.-malm. Ifølge modellen skal man i Giken II se en gradvis reduktion af mægtigheden af massivmalm mod Ø, uden nogen væsentlig impreg. -sone under, mens man i V skal registrere en gradvis avtagende i mægtigheden af massivmalm, samtidigt som den underliggende impreg. zone øger i mægtighed. Dette er nøye i overensstemmelse med de faktiske forhold, og yderligere kan man i de V-ligste dele af forekomsten iagttage hvordan malm-zonen gradvist "slipper taket" i den overliggende Furulundskifer, og svagt mineraliseret biotit-/klorit-skifer kommer ind i heng, nøjagtigt som forudsatt i modellen - bilag 01. Parallelliseringen af malmtyperne i Gike II -forekomsten er så udtalt at man antagelig må regne med en shear-vinkel på $> 80^\circ$ (bilag 01).

GEOKEMI

Nigel Cook (Ph.D.-stud.) arbejder med et omfattende - og meget værdifuldt - halo-geokemiprojekt, som omfatter en del både hoved- og spor-elementer, hvorfor kun Cu og S behandles her.

Som nævnt er en stringer-zone-impreg. karakteriseret ved relativt forhøjet Cu/S -forhold, først og fremmest fordi S-indholdet er lavere i denne type end i massivmalmen. Bilag 02 viser malmblokke (beregnet af Ronald Fredriksen, S.B.) med Cu:S større end 1:10. Den antagede stringer-zone i V kommer tydeligt frem ved koncentration af blokke med højt Cu/S-forhold i denne del. Tre blokke i Ø (nr. 49, 51 og 56) kommer også ud med højt Cu/S-forhold, men disse har (sammen med blok nr. 15) et S-indhold på over 30%, og må således betegnes som anormalt Cu-rige snarere end S-fattige.

På basis af den strukturelle model (bilag 01), Cu/S-fordelingen (bilag 02) samt grubekart og mægtigheds-kotekart (utarbejdet ved S.B.), er det muligt at fremstille et (generaliseret) billede af fordelingen af malmtyper i Giken II-forekomsten - bilag 03. Massivmalm vil fortrinsvis findes i området fra A til C, og fra B til C vil man under massivmalmen i tillæg finde impreg. malm. Impreg. malm vil fortsætte mod SV også uden for C. De mest distale elementer (Zn, Pb, Ag og evt. Au) vil altså findes i området omkring hhv. A- og C-linjen. Ifølge Nigel Cook er forholdene omkring C-linjen vanskelige at tolke (interferens fra stringer-zone m.m.) mens man omkring A-linjen har en betydelig forhøjning af Pb, Zn og Ag. En prøve (samlet af Nigel Cook) fra dette område viser Ag- og Au-værdier på h.h.v. 50 og 2 ppm, hvilket er langt over gennemsnittet for Giken-forekomsten.

I bilag 03 er også vist placeringen af to malmblokke (nr. 18 og 68) der begge viser $\text{Cu:S} \geq 1:5$. Dette høje Cu/S-forhold afspejler sandsynligvis primære træk i dannelsesforløbet, og kan muligvis betragtes som særligt aktive tilførselskanaler i en fælles tektonisk svagheds-zone der har fungeret som stringer-zone, altså en kombination af de modeller Zachrisson (1984) har foreslået for Stekenjokk-Levi forekomsten (fig. 3).

I forbindelse med den senere deformation (foldning) fås en forstyrrelse af det primære geokemiske billede, da mineraler som CuFeS_2 og PbS viser større mobilitet end FeS_2 . Cu (og Pb) vil således koncentreres i foldeombøjninger

og derved føre til lokale forhøjninger af Cu/S-forholdet. I de mest extreme tilfælde sker en selektiv mobilisering af ren CuFeS_2 fra massivmalm hvilket fører til et Cu:S på 1:1. Denne sekundært mobiliserede CuFeS_2 er ofte grovkornet, og kan være ledsaget af sekundær kvarts-udfældning - et forhold som i øvrigt tidligere er bemærket af C.W. Carstens (S.B. intern rapport). Det overordnede geokemiske billede er ikke forstyrret af denne selektive mobilisering, da den tilsyneladende kun foregår i m-skala. Ved, som hér, at anvende hele malmblokke til beregning af Cu:S -forhold, elimineres effekten af små-skala mobilisering.

STRUKTUREL GEOLOGI

Det dominerende strukturelle træk i gruben (bortset fra shear-deformationen) er folder. Disse fremtræder i skala fra ubetydelige småfolder, til m-skala isoklinale folder der fører til flerdobling af malmmægtigheden (se eks. bilag 04). Bilag 05 viser en detail-tolkning af forholdene omkring dbh. 76 B, hvor både Cu- og bergartsfordeling indikerer en isoklinal fold. Folden i bilag 05 er vist mere åben end den virkeligt er, og bilag 06 viser en mere korrekt tolkning af et andet dbh. (dbh. 105 B), hvor man ser at den foldede sekvens er stærkt sammenpresset. Dette er kun undtagelsesvis muligt at lokalisere disse folder i de eksisterende borehulsdata, og da først og fremmest på Cu- og Cu/S-fordelingen. Også i bilag 06 er folderne vist mere åbne end de i virkeligheden er, og ved yderligere sammenpresning er det ikke vanskeligt at forestille sig at Furulundskiifer (fra hengen) til slut kan fremtræde som tilsyneladende isolerede skifer-linser inde i malm-zonen, sådan som det f.eks. er kartlagt i den V-lige del af niveau +332, og den Ø-lige del af niveau +372.

Ifølge grubekartet over Giken II -forekomsten (S.B.'s arkiv), findes mindre impreg.-zoner i ligg af malmen helt Ø i forekomsten, altså udenfor det område hvor stringer-zonen er udviklet. I næsten alle tilfælde kan det demonstreres at disse impreg.-zoner er tilknyttet isoklinalt foldede partier, og altså er udviklet som sekundære mobilisater fra massivmalmen (bilag 07). Denne sekundære impreg.-malm er vanskelig at skelne fra den primære impreg. malm i stringer-zonen, men vil nok i de fleste tilfælde vise at endnu højere Cu/S -forhold end stringer-sonen - se tab. 1.

Malmtype	Cu/S - forhold
Massivmalm	0,04 - 0,10
Impreg. malm (stringer-zonen)	0,10 - 0,25
Impreg. malm (sekundært mobiliseret)	0,25 - 1,0

Tab.1 Typiske Cu/S -intervaller for forskellige malmtyper i Giken II.

Foldefaser:

På basis af morfologi og symmetri er folderne i gruben delt op i tre forskellige faser:

- F_1 : Tætte til isoklinale folder der i ombøjningszonen udvikler ny foliation. Observeret i gruben fra cm- til m- skala. Fladtliggende axialflade.
- F_2 : Åbne til tætte folder, der er overkipet mod NØ. Fladtliggende axialflade. Danner ny axeplansfoliation.
- F_3 : Åbne folder med ^{steilt} skiltstående axialflade. Generelt større bølgelængde end amplitude.

Aldersrelationerne mellem F_2 og F_3 er tydeligt fastlagt ved interferensmønstre, hvor man ser F_3 genfolde F_2 . Relationen mellem F_1 og F_2 er vanskelig at se, men F_1 genfoldes tydeligt af F_3 . Det er sandsynligt at F_1 og F_2 i virkeligheden er samme foldefase, blot med mindre forskelle i symetri.

På to lokaliteter (niveau +360, 10100 og 10400) er observeret isoklinale folder med NØ-lig akseretning, og på niveau +372 (11100) ses en tilsvarende fold med SV-lig akseretning. Disse antages at være de tidligste foldestrukturer og er betegnet F_0 .

Bilag 08 viser plot af målte foldeakser og foliationer. Det er tydeligt at en NV-lig retning ($F_1 + F_2$) er dominerende, både for de målte og den konstruerede foldeakse. Folder med denne akseretning er antagelig dannet ved shear i forbindelse med den shear-bevægelse der har deformeret hele forekomsten. En sådan shear-fold vil få akseretning vinkelret på shearretning fra SV med NØ - altså i overensstemmelse med den tektoniske model (bilag 01).

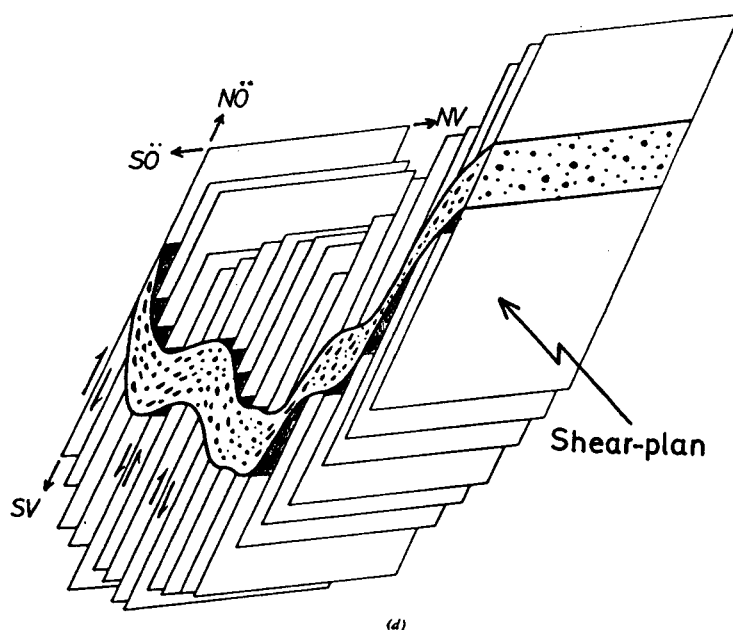


Fig. 5. Udvikling af shear-folder ved simple shear.

Folder som er dannet før shear-deformationen, og som har en retning som ikke er nøjagtigt sammenfaldende med shear-planet, vil gradvist blive re-orienteret til parallellitet med shear-retningen. F_0 -folderne er antagelig sådanne tidlige folder (syngenetiske slumpingstrukturer o.l.), som er re-orienteret til +/- parallellitet med shear-retningen.

F_3 er en senere uafhængig foldefase som folder F_0 og $F_1 + F_2$. Effekten af F_3 er ikke dramatisk da disse folder er meget åbne, men alligevel er det disse som gør at feltorterne får et let bugtet forløb. Retningen af F_3 -folderne er N-lig til NV-lig og axialfladerne er stejltstående. Den seneste foldning i Sulitjelma-området er dannelsen af Langvanns-antiklinalen, som har givet forekomsterne i nordgrubefeltet et N-ligt fald. F_3 er muligens en del af denne deformationsfase.

Efter dannelsen af F_3 -folderne er der lokalt udviklet glidespejl, specielt i ligg af massivmalmen. Forsætningen langs disse er næppe stor, og det virker ikke som om de skaber væsentlige problemer i driften.

KONKLUSION

Malmniveauerne bli'r svagt diskordante til den lithologiske lagdeling. F.eks. skal man være varsom med at kalde en malm-zone under Giken-zonens kloritbreccie/Furulundskifer-kontakt for Palmberg. Det kan være Giken-forekomstens stringerzone der har "sluppet taket".

Breccieringen af kloritskifer i malm-niveau er sandsynligvis primær, og samtidig med biotitomvandlingen. Breccie-zonen (stringer-zonen) har dog været en svaghedszone der har optaget en del senere deformation.

Metal-zoneringen i Giken II, som nu kendes, kan gi' mulighed for perioder med selektiv drift af specielt ædelmetal-rige partier (NØ-lige del av Giken) og evt. optimering af opredning på ædelmetal. Herved kan man muligvis opnå noget koncentrat med så højt Au-indhold, at det er muligt at få betaling for Au. Dette kræver selvsagt at rågodset håndteres separat og ikke blandes med råmalm fra andre driftsområder.

Giken-forekomsten ligger "ret vej op". Ved anvendelse af samme dannelses-model for de øvrige forekomster i nordgrubefeltet, vil således Bursi, Charlotta og Ny Sulitjelma være inverteret (forholdene omkring Mons Petter og Hankabakken er usikre).

Antar vi at alle forekomster i nordgrubefeltet er dannet langs samme (eller flere parallelle) sprækkezone(r) på en oceanbund, og så siden er foldet over en akse med en lille vinkelforskel til den primære længderetning, vil retningen af forekomsternes nuværende længdeakser være bestemt af om de ligger på den ene eller den anden flanke af folden, d.v.s. om de ligger "ret vej op" eller inverteret - bilag 09 (Bilag 09 må ikke opfattes som et forsøg på rekonstruktion af selve malmfeltet (f.eks. ligger Mons Petter og Charlotta ikke længere i samme niveau), men som en principskitse af retnings- og malmtypen-varianter ved foldning af én liniestruktur over en anden). Inverterede forekomster (Bursi, Charlotta og Ny Sulitjelma) vil alle ha' retning VNV mens Giken har NV-retning. I tillæg vil fordelingen af malmtyper i de enkelte forekomster være massivmalm i NØ og impreg.malm i SV for Giken, og omvendt for de øvrige forekomster. Dette stemmer for Giken, Charlotta (P. Kaspersen, mundtl. medd.) og Bursi. I Bursi har man massivmalmen helt i udgående, og antagelig har fortsættelsen af massivmalmen oprindeligt ligget over Langvann, hvor den nu er borterodert. Den del af

Bursi som har været drevet, har i hovedsag været stringer-zonen, hvilket også forklarer den intense omvandling man ser i Bursi (klorit er omvandlet til biotit).

Mons Petter-forekomstens afvigende retning (NNØ) kan forklares med at denne forekomst primært ikke har haft nogen længdeudstrækning, men f.eks. er dannet omkring ét større hydrothermalt center. Alternativt kan Mons Petter-forekomsten være dannet på en transform-forkastning, der har været vinkelret på den primære sprækkezone.

Den foreslåede model betyder at de forskellige forekomster i Sulitjelma-feltet primært er dannet som separat-forekomster, muligens langs en fælles tektonisk zone med forskellige hydrothermale centre.

Stor mægtighed i de centrale til V-lige dele af Giken-forekomsten skyldes i hovedsag primær træk, idet man her har både stringer-zone og exhalativ-malm udviklet. Intens foldning i partier af forekomsten fører ligeledes til stor mægtighed p.g.a. flerdobling af malmen.

Der er stort set sammenfald mellem primær-retningen, den dominerende folde-retning og retningen af den intense shear-deformation. Dette betyder at videre prospektering på dybet (i Giken) må ske efter en NV-retning. Ved videre dybmalm-prospektering er det nødvendigt med en relativt tæt opboring, for at fastslå de forskellige malmtypers udbredelse.

FORSLAG TIL VIDERE ARBEJDER

Den foreslåede tektoniske model bør kontrolleres mod Nigel Cook's geo-kemiske resultater. Hvis dette bekræfter modellen er det vigtigt at forsøge at placere samtlige forekomster i Sulitjelma-feltet i én strukturel/tektonisk model. Dette vil gi' mulighed for med stor sikkerhed at fastlægge retningen af forekomsternes tyngdeakser, og undersøgelser af malmtypen-fordelingen gi'r mulighed for at afgrænse forekomsterne med NØ og SV, hhv. NNØ og SSV.

Dybmalmprospektering:

Det er vanskeligt ud fra de eksisterende data at sige noget om Giken II-forekomstens fortsættelse mod NV. Dog kan man se at der er en veludviklet

stringer-zone helt i V på niveau -396, og ved at projicere denne efter shear-retningen (mod NØ) kommer man frem til at forekomsten i de centrale og Ø-lige dele bør strække sig ned til niveau ca. -500. På endnu større dyb vil det være antal og tæthed af hydrothermale centre langs den primære sprækkezone som er afgjørende for om forekomster er udviklet eller ei. I princippet kan man forestille sig "Giken III" og "Giken IV" på endnu større dyb i NV-lig retning, men man skal her være opmærksom på at undersøgelser af recente sulfidmalm-dannelser på havbunden (East Pacific Rise, Juan de Fuca Ridge m.fl.) viser at forekomster dannet i dette miljø er i størrelsesordenen 0-3 mill. tonn. Antagelig kan man altså ikke vente at finde forekomster væsentligt større end 3 mill. tonn, hvilket i øvrigt er samme størrelsesorden som de hidtil kendte Sulitjelma-forekomster. Spørgsmålet om hvorvidt det vil være økonomisk forsvarligt at gå under niveau -500 for at drive forekomster i 3 mill. tonn-størrelsen er udenfor denne rapports emneområde.

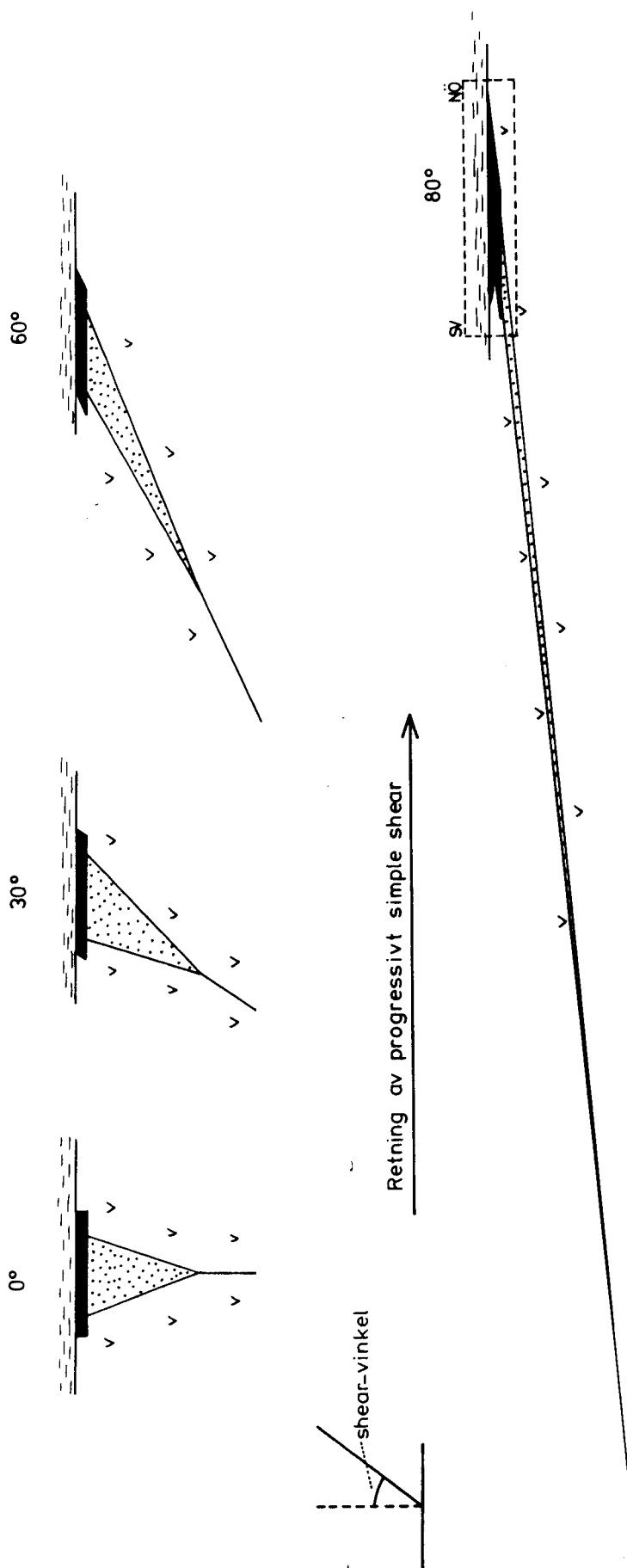
Stabekk d. 20.06.1985



Morten C. Andersen

Anvendt litteratur.

- Large, R.R. (1977): Chemical Evaluation and Zonation of Massive Sulphide Deposits in Volcanic Terrains. Econ. Geol. 72, 549-572.
- Sundblad, K. (1980): A Tentative "Volcanogenic" Formation Model for the Sediment-hosted Ankervatnet Zn-Cu-Pb Massive Sulphide Deposit, Central Swedish Caledonides. Norges Geol. Unders. 360, 211-227.
- Zachrisson, E.(1984): Lateral Metal Zonation and Stringer Zone Development, Reflecting Fissure-Controlled Exhalations at the Stekenjokk-Levi Strata-Bound Sulphide Deposit, Central Scandinavian Caledonides. Econ. Geol. 79, 1643-1659.



- SiO₂-rikt sediment (Furulundskifer)
- Massiv sulfidmalm
- Impreg. malm i stringer-zone (Kloritt-breksje)
- +/- omvandlet basalt (kloritt/sericitt)
- Tentativ plassering av Giken II-forekomsten

Sulitjelma Bergverk A.S. Utvikling av idealisert sed.-exhal. sulfidforekomst ved økende deformasjon.	M
	Målt: _____
	Tegn: MCA
	Trace: MCA
PROSPEKTERING A/S	Bilag: 1635-01

84

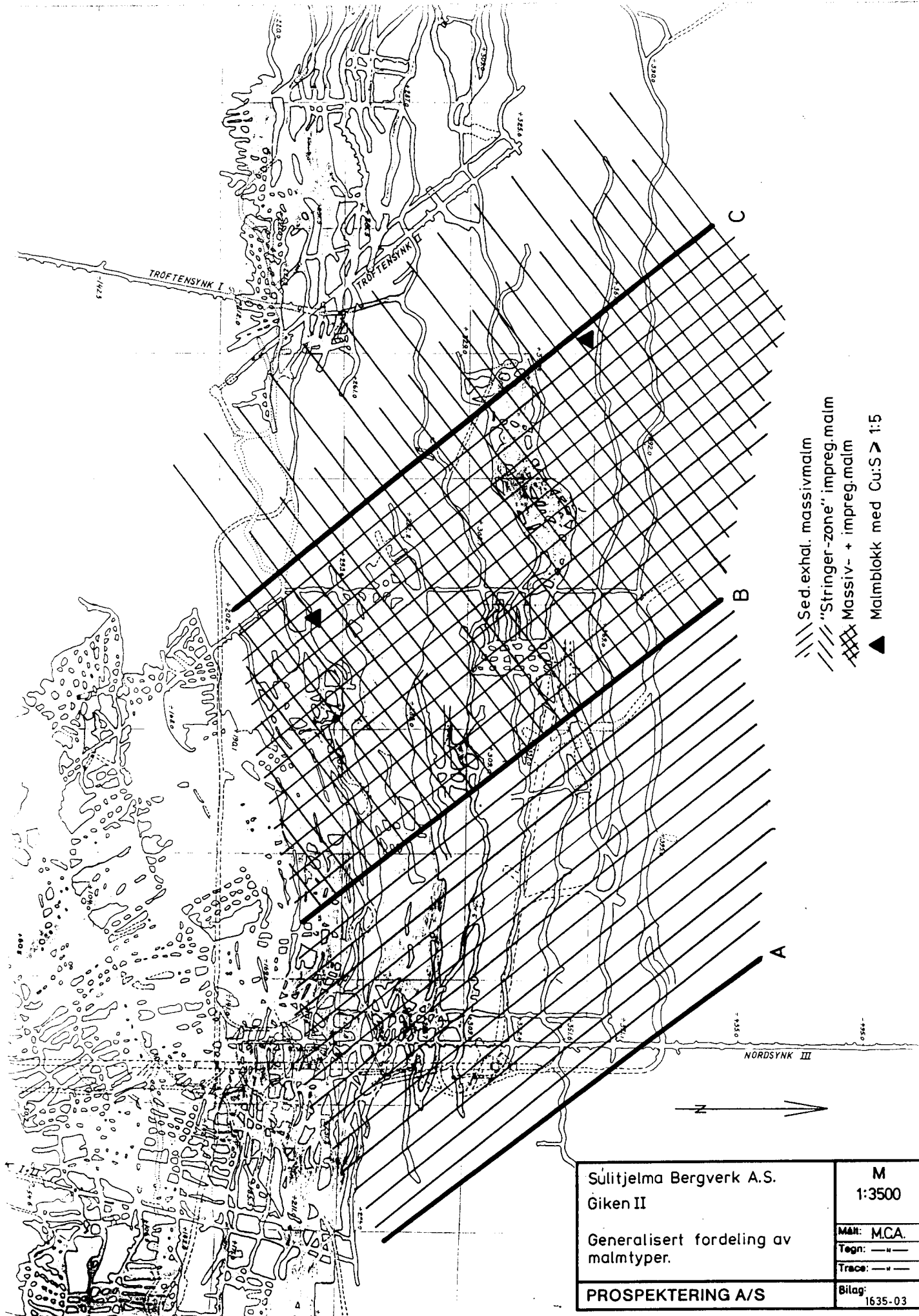
Giken Malmbløkker
1/1-1985

The figure is a detailed geological map of the Sulitjelma Bergverk A.S. Giken II area. It shows various numbered blocks (1-73) representing different geological units or ore bodies. Some blocks are shaded with diagonal lines, indicating they contain copper sulfide (Cu:S) at a ratio of 1:10 or higher. The map also features contour lines representing elevations such as 425, 450, 475, and 500 meters. A north arrow is present in the lower right corner. The map is overlaid on a grid.

Sulitjelma Bergverk A.S. Giken II	M
/// :Malmblokke med Cu:S ≥ 1:10	Målt: R.F.
PROSPEKTERING A/S	Tegn: ---
	Trace: ---
	Fig. 1635-02

84 GIKEN II

Fig. 1625 02



Sulitjelma Bergverk A.S.
Giken II

Generalisert fordeling av
malmtyper.

PROSPEKTERING A/S

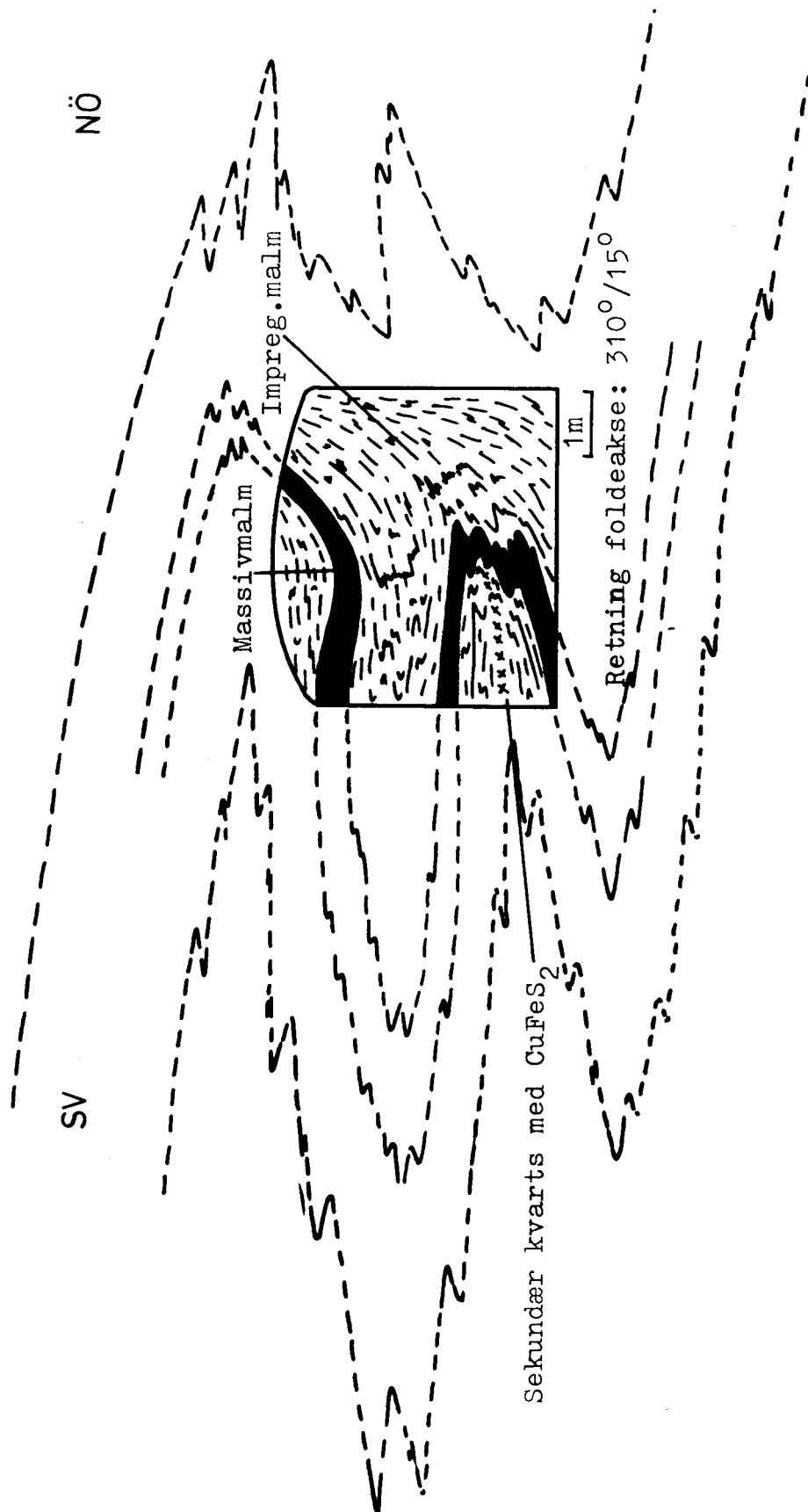
M
1:3500

Malt: M.C.A.

Tegn: —

Trace: —

Bilag:
1635-03



SULITJELMA BERGVERK A.S. Giken II Feltskisse og tolkning av stuffen på 10400, 1683N	M 1:100 Målt: MCA Tegn: MCA Trace: MCA
PROSPEKTERING A/S	Bilag: 1635-04

÷ 368

÷ 370

380

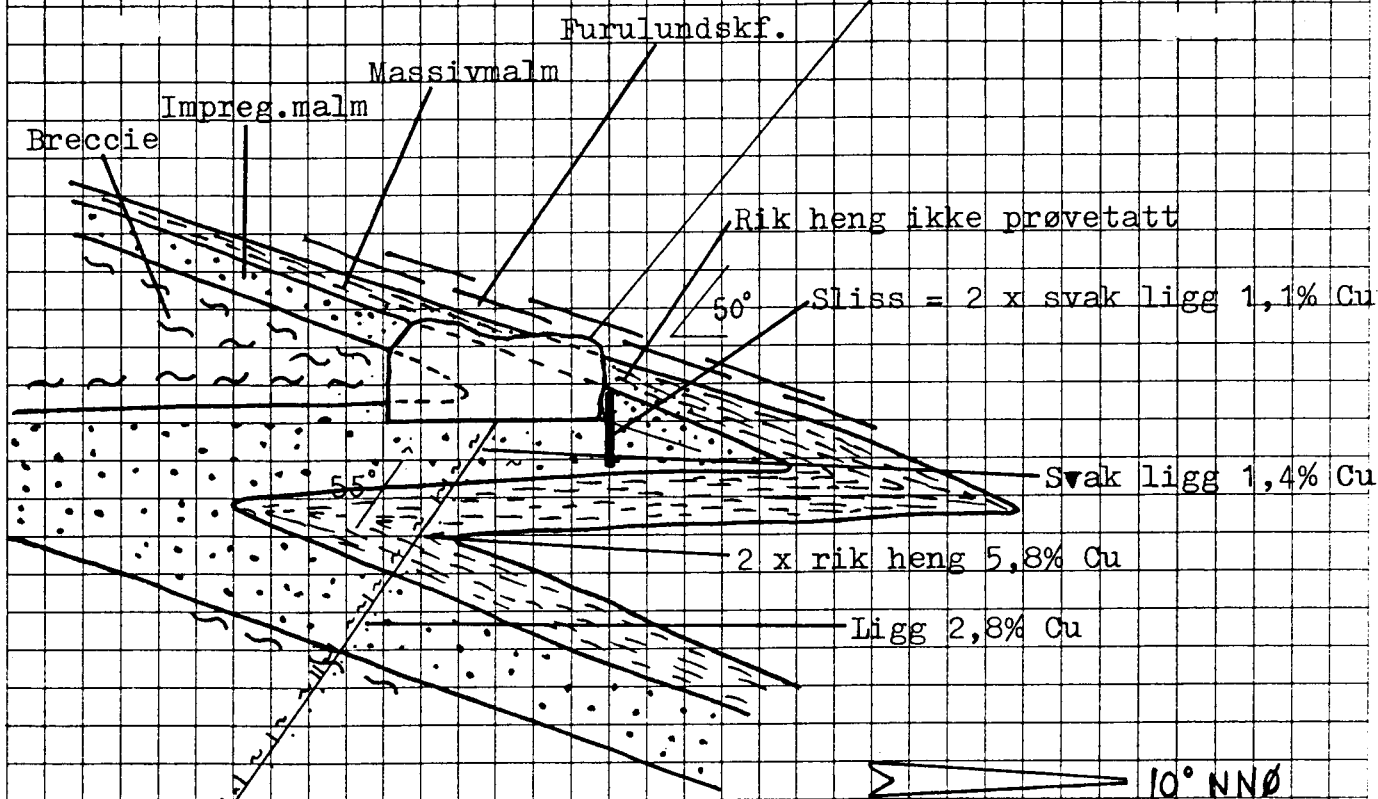
÷ 390

÷ 392

÷ 400

÷ 500

$\beta = 2125 \text{ m}$



G:II

dbh. 76

Niv ÷ 396

Koord: 1851 N 848 Ø

Mål = 1:200

R.F. des. 1970

Sulitjelma Bergverk A.S.

Giken II

Detailtolkning av dbh. 76

PROSPEKTERING A/S

M
1:200

Målt: _____

Tegn: _____

Trace: _____

Bilag:
1635 - 05

Furulundskf.

Malmsone

Biotitt-breksje

Kloritt-breksje

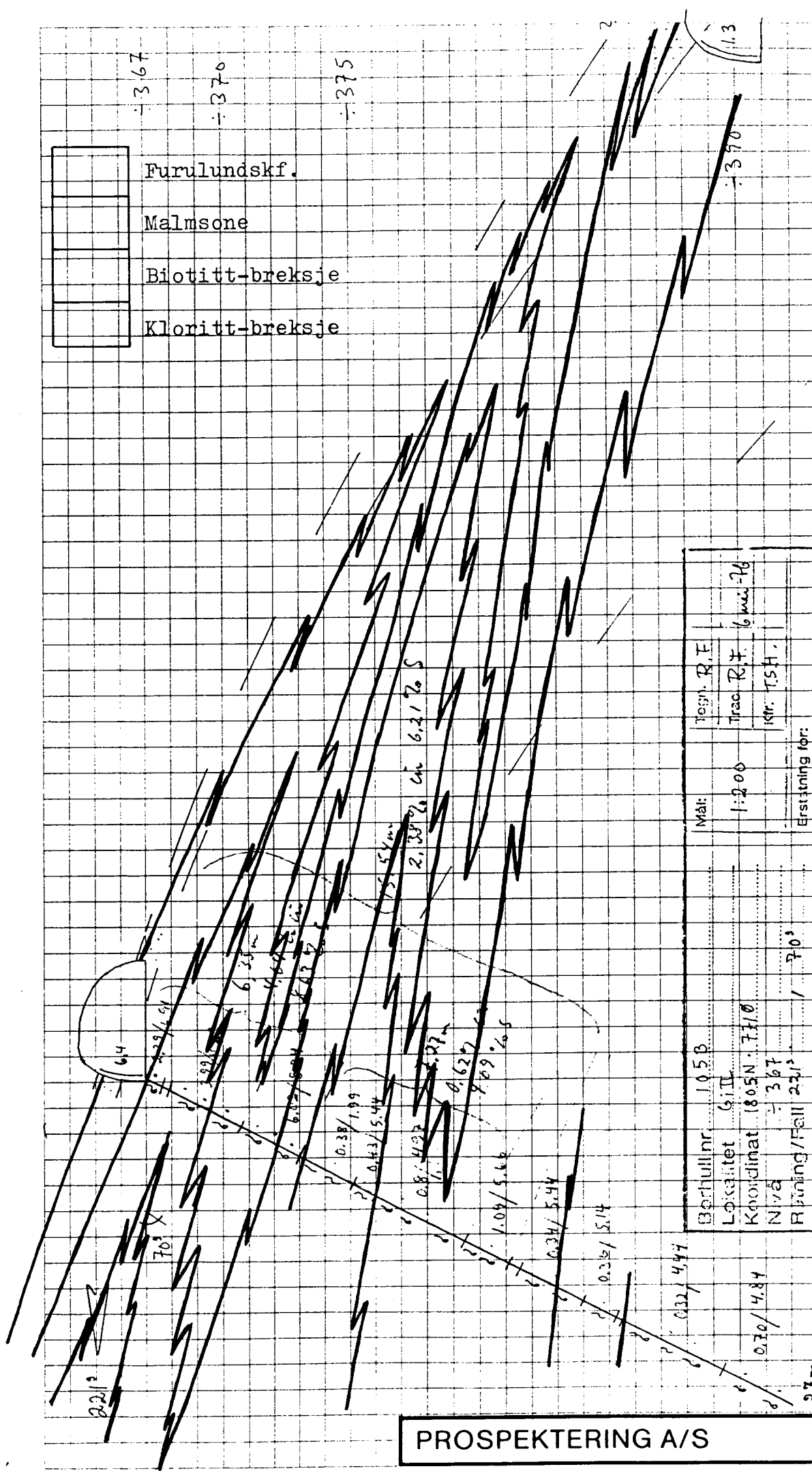
-367

-370

-375

-370

1.3

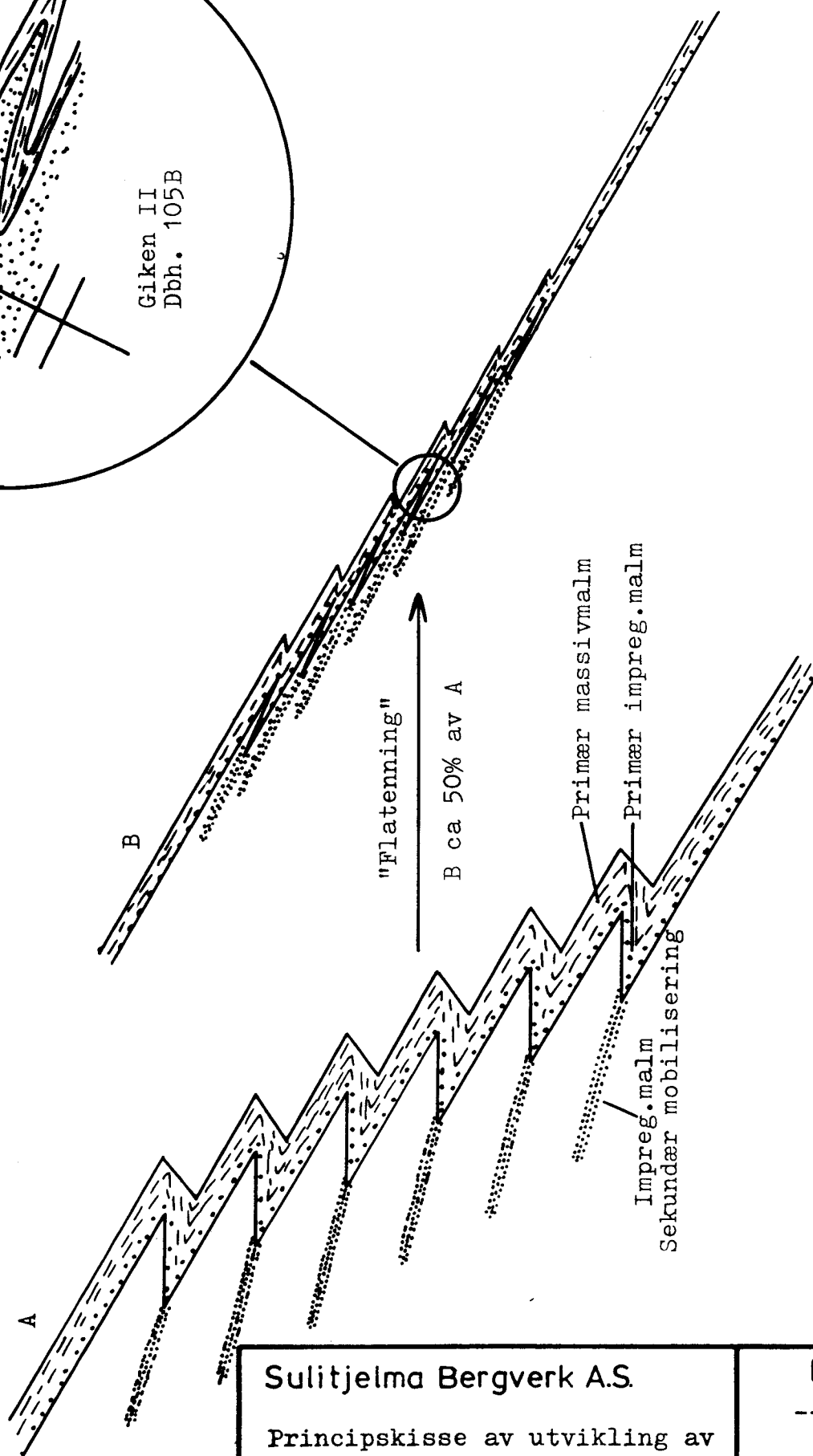
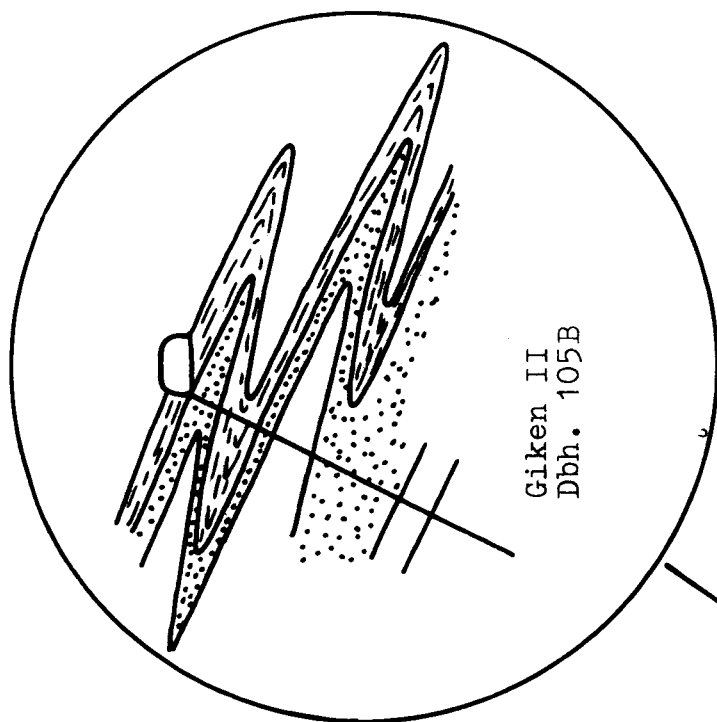


Bortullnr	1058	Mål	1:200	Regn. R.F.	6m. 76
Løskallet	G.I.T.			Trac. R.F.	
Koordinat	1805N 7710			Kor. T.S.H.	
Nivå	367				
Reining/Fall	22/1				
	70°				
Erstatning for:					
A/S Sullijelma Gruber					
Erstatet av:					

PROSPEKTERING A/S

Bilag: 1635-06

FABRICATION SUISSE



Sulitjelma Bergverk A.S.

Principskisse av utvikling av
folder og dannelse av sekundær
impreg.malm i ligg.

PROSPEKTERING A/S

M

Målt: ---

Tegn: MCA

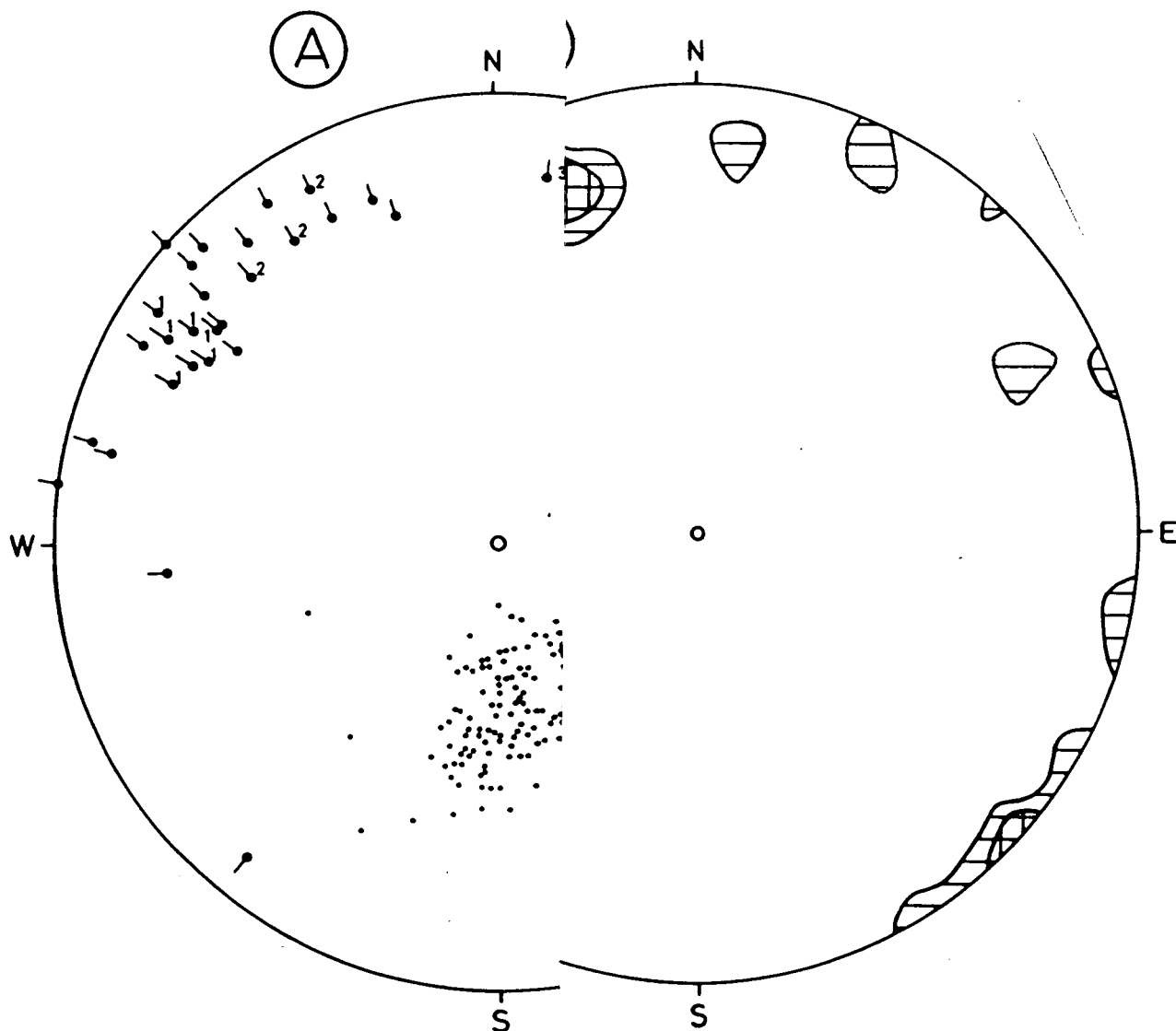
Trace: MCA

Bilag: 1635-07

Gennemsniurering av foldeakser fra (A)

✓ ₁ F ₁ -foldeakse	304°/1	—	—2 pr. arealenhet
✓ ₂ F ₂ ———"	327°/1	+	2-3 ———"
✓ ₃ F ₃ ———"	8°/1	+	3-4 ———"
? ✓ ₀ F ₀ ———"		+	4-5 ———"
• Flatenormal ("strök/fall")		+	5-6 ———"
		+	6- ———"

aks.verdi omkring 307°/21°



Stjelma Bergverk A.S.
 en II
 leakse- og foliasjons-
 inger plottet i Lambert nett
 konturert i Kalsbeek nett.

M
 360°

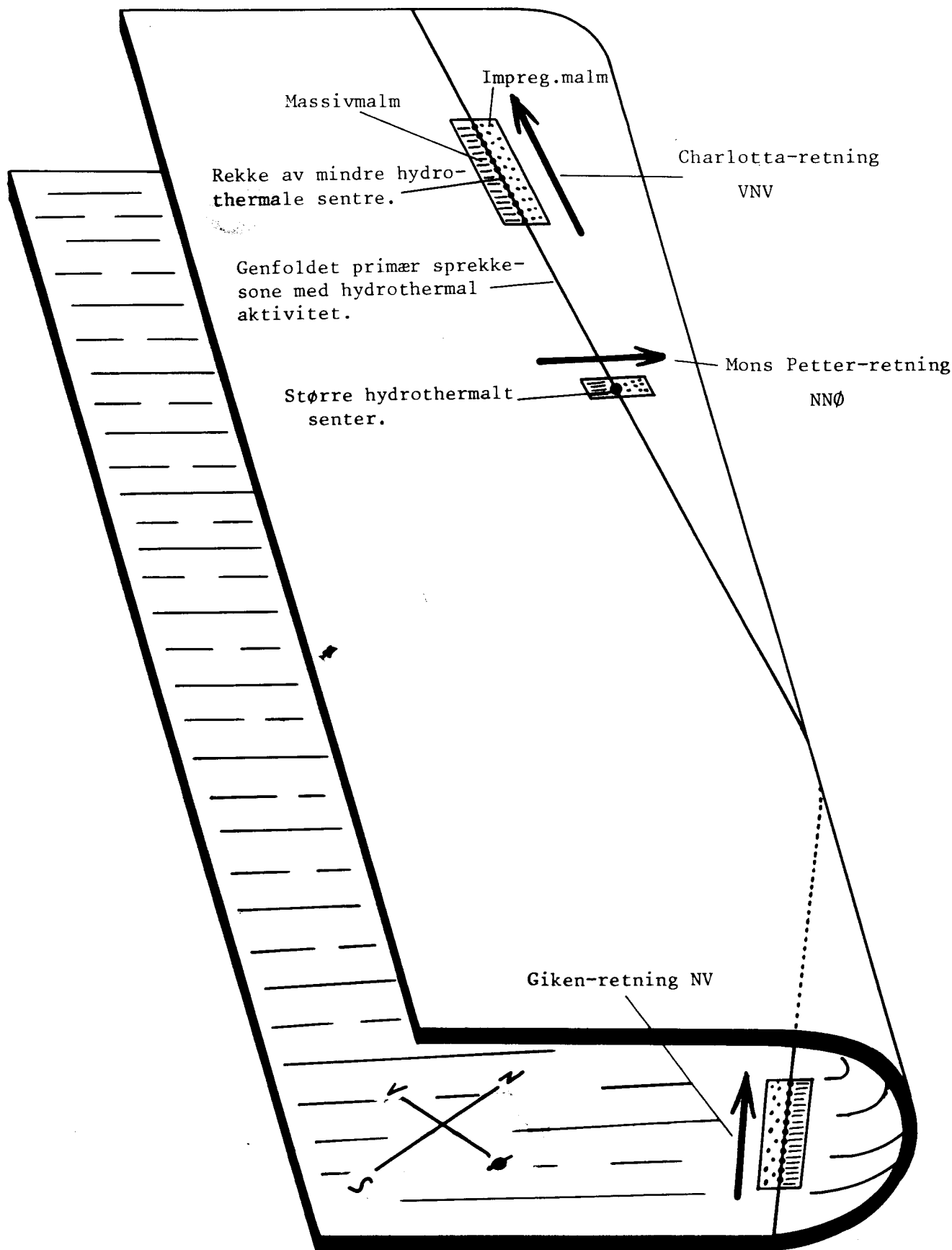
Målt: MCA

Tegn: — " —

Trace: — " —

OSPEKTERING A/S

Bilag: 1635-08



Sulitjelma Bergverk a.s.

Forslag til forklaring på malm-type- og retningsvariasjoner i enkeltforekomster i nordgrube-feltet.

(Idé: M.C.A., N.C. og P.K.)

PROSPEKTERING A/S

M

Målt:

Tegn: MCA

Trace:

Bilag: 1625 00