



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet 2001

Bergvesenet rapport nr 5320	Intern Journal nr	Gammelt internt rapp. nr.	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv Grong Gruber AS	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Grong Gruber a.s.	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Dypmalmgeofysiske undersøkelser med A.M.T metoden i Jomafeltet og ved Brekkvasselv

Forfatter		Dato	År	Bedrift	
		01.09. 1983		Grong Gruber A/S Elkem Engineering Division	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt		1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Røyrvik	Nord-Trøndelag			19241	Grong

Fagområde	Dokument type	Forekomster
Geofysikk		Jomafeltet Borvasselv
Råstoffgruppe	Råstofftype	
Malm/metall	Kis	

Sammendrag / innholdsfortegnelse

INNHALDSFORTEGNELSE:

INNLEDNING

Vurdering av tidligere AMT undersøkelser i Jomafeltet

Problemstilling - formål med nye AMT undersøkelser i Jomafeltet og Borvasselv

Målemetode - tolkning

GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSENE

RESULTATER FRA JOMAFELTET

RESULTATER FRA BORVASSELV

TIL

GRONG GRUBER A/S

fra

ELKEM A/S, ENGINEERING DIVISION

Dypmalmgeofysiske undersøkelser
med A.M.T metoden i Jomafeltet
og ved Borvaselv

Oslo, 1. september 1983

I løpet av de 2 første ukene av august utførte Elkem a/s A.M.T felt-undersøkelser på 64 og 14 stasjoner i henholdsvis Jomafeltet og ved Borvasselv.

Resultatet av boring og tidligere A.M.T undersøkelser i Jomafeltet er:

Samtlige boreundersøkte A.M.T - anomalier kan sannsynligvis relateres til påviste kismineralisering. Kismineraliseringene har dog et større omfang enn hva de geofysiske resultater skulle tilsi.

Formålet med ytterligere A.M.T undersøkelser i Jomafeltet og testmålinger ved Borvasselv er i utgangspunktet å indikere potensielle malmstrukturer som sammen med malmgeologiske faktorer bør danne basis for videre boring.

Jomafeltet

Fasiten for 20% av de geofysiske resultater i Jomafeltet finnes i eksisterende boreresultater:

- A) 64% er i tilfredstillende overenstemmelse.
- B) 24% gir noget usikre resultater.
- C) 12% er misvisende.

Nye undersøkelser er foretatt med mer tidkrevende elektrode utlegg i flere geografiske retninger for å få optimale tolkningsdata.

Praktiske resultater for videre leteboring er:

- 1) En ny anomali blomstrer opp utenfor oppdragsgivers indikerte grense mot nord.
- 2) Den sydvestlige anomali lukker seg fort mot vest, men er åpent mot nordøst.
- 3) Den østlige anomali er mer omfangsrik og synes å ligge grunnere i forhold til våre tidligere resultater.
- 4) Det geofysiske anomale areal som bør boreundersøkes er i størrelsesorden 250.000 m², og 11 nye borhull er foreslått for å sjekke denne.

Borvasselv

Majoriteten av undersøkelsene har karakter av testundersøkelser for å undersøke muligheten for geofysiske angivelser av boreobjekter i en grafittinfluert kissone.

Med basis i borhullsdata og NGU's ledningsevne målinger er A.M.T test resultatene vurdert slik:

Borhull	Kis	Grafitt	A.M.T anomali	Dominerende anomaliårsak
13	X	X	God	Kis
14	X	X	Meget god	Kis
8	X	X	God	Grafitt
16		X	God	Mulig grafitt
15	X	X	Ingen anomali	

Uttrykt mer verbalt indikerer undersøkelsene:

1. Kjent lederstruktur i potensielt malmnivå er tilfredstillende indikert.
2. Den økonomiske mineralisering gav den beste geofysiske anomali, og tilsvarende anomalier er indikert i fallretningen.
3. Anomalier fra tynne kishorisonter < 0,5m kan lett drukne i grafittiske anomalier.

Ved å benytte A.M.T resultater i ytterligere leteboring økes sannsynligheten for å treffe en elektrisk leder. Om anomaliårsaken er tynne kishorisonter eller grafittsoner er det umulig å forutsi. Imidlertid bør teoretisk økonomiske mektigheter av massiv malm gi anomalier som bør kunne klassifiseres.

Vi vil i utgangspunktet anbefale ytterligere A.M.T undersøkelser ved Borvasselv.

Oslo 7/9

C.W.Carstens



1.	INNLEDNING	1
1.1	Vurdering av tidligere AMT undersøkelser i Jomafeltet	1
1.2	Problemstilling - formål med nye AMT undersøkelser i Jomafeltet og Borvasselv	1
1.3	Målemetode - tolkning	2
2.	GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSENE	2
2.1	Måleopplegg	2
2.2	Måleforhold	3
3.	RESULTATER FRA JOMAFELTET	3
3.1	Presentasjon av resultatene	3
3.2	Status av geofysiske resultater	3
3.3	Resultat drøfting fra det nordvestre område	4
3.4	Resultatdrøfting fra det sydvestre område	4
3.5	Resultatdrøfting fra det østre område	5
3.6	Forslag til nye boreundersøkelser	5
3.7	Vurdering av ytterligere AMT undersøkelser i Jomafeltet	7
4.	RESULTATER FRA BORVASSELV	7
4.1	Presentasjonsform av resultatene	7
4.2	Drøfting av testmålingene	7
4.3	Drøfting av prospekteringsmålingene med forslag til boring	8
4.4	Vurdering av ytterligere AMT undersøkelser ved Borvasselv.	9

- Fig. 1 Oversikt over AMT målestasjoner og
 tolkningsresultater i Jomafeltet.
- Fig. 2 Klassifisering av anomale områder
 i Jomafeltet.
- Fig. 3 Forslag til leteboring i Jomafeltet.
- Fig. 4 Oversikt over AMT målestasjoner og
 tolkningsresultater ved Borvasselv.
- Fig. 5 Testmålerresultater i profil 400 N
 ved Borvasselv.
-
-

INNLEDNING

- 1 Elkem utførte i tidsrommet 3/8-11/8 A.M.T målinger i Jomafeltet og ved Borvasselv. Hoveddelen av undersøkelsene ble konsentrert til Jomafeltet mens de 2 siste dagene ble viet til Borvasselv.

1.1 Vurdering av tidligere A.M.T undersøkelser i Jomafeltet

pågående leteboring i Jomafeltet har gitt oss anledning å vurdere de tidligere A.M.T resultater opp mot borerresultatene.

Såvidt vi kan se er alle boreundersøkte A.M.T anomalier funnet å representere kismineraliseringer.

Et gledelig faktum for Grong Gruber A/S er at det også er funnet kismineraliseringer utenfor anomale A.M.T områder. I det nordvestre området var således den foreløpige grense for kismineraliseringer utvidet ca 100m mot nordvest i forhold til den geofysisk indikerte grense.

1.2 Formål med nye A.M.T undersøkelser

CP. målinger i borhull og på bakken er i alminnelighet en god metode for å angi en kisleders utstrekning og indikative grenser. I Joma feltet har det vært vanskelig å få gode holdepunkter for borhulls plassering ved nevnte metode. Årsaken er at tilført strømpotensiale konsentreres til hele kissonens utgående uavhengig av hvor strømmen tilføres.

Formålet med A.M.T oppfølgingsundersøkelser i Jomafeltet var å skaffe et grunnlag for videre leteboring. Fra tidligere A.M.T undersøkelser var den geofysiske leder til dels åpen og man skulle forsøke å angi dennes begrensninger. Ved ytterligere A.M.T undersøkelser ville man også søke å oppklare hvorfor boring i ikke anomale områder hadde gitt positive resultater.

I selve Borvasselva finnes et skjerp. Deler av området er tidligere undersøkt med turammetoden, og utgående sone under overdekket er derved fastslått. Ved boringer i fallretningen er det gjort et interessant og flere marginale funn.

Den geofysiske problemstilling er å søke etter boreobjekter i fallretningen. Motstandsmålinger i borhull viser at grafittskifer i horisonter i kontakt med kismineraliseringene vil forstyrre eventuelle CP-målinger.

Mens selv millimeter tykke grafitthorisonter kan forstyrre CP-undersøkelser, er det verdt å merke seg at tynne grafittskiferlag ikke vil forstyrre A.M.T målinger, hvor det er produktet av lagets tykkelse og ledningsevne som har betydning.

1.3 Måle metode-tolkning

Det er i tidligere rapporter skrevet en del om metode og tolkningsprinsipper, og her vil vi supplere med en faktor som har betydning spesielt for Jomafeltet.

A.M.T målinger utføres ved å registrere elektriske og assosierte magnetfelter på flere frekvenser. På hver målestasjon utføres målingene vanligvis med kabelutlegg i en geografisk retning. Nye erfaringer viser at hvis denne retning avviker betydelig fra feltets hovedstrukturretning kan resultatet bli at eventuelle elektriske ledere geofysisk sett indikeres for dypt eller ikke indikeres i det hele tatt. I Jomafeltet er majoriteten av tidligere undersøkelser utført i én retning, og denne var fremfunnet ved registreringer på et par lokaliteter hvor de fysiske forhold i undergrunnen var godt kjent. De siste undersøkelsene viser at valgte måleretning har vært noget uheldig på enkelte lokaliteter. Kvantiteten av tidligere antall målestasjoner har således i noen grad gått utover kvaliteten av resultatene.

Ved tolkningen har vi forsøkt å konsentrere oss om den potensielle malmleder mens over 1000 m dype ledere og grunne uklare ledere ikke er viet for stor oppmerksomhet.

2 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSENE

2.1 Måleopplegg

Avstanden mellom målestasjonene varierer fra 50-100 m og profilavstanden er stort sett holdt til 100m. I Jomafeltet ble et stikningsnett benyttet hvis profilretning avviker ca. 30° fra det tidligere stikningsrett. 90% av undersøkelsene i Jomafeltet ble utført med kabelutlegg i 2 forskjellige retninger. En del tidligere måleresultater er sjekket opp.

Ved Borvatnet ble testmålingene utført med stasjon og profilavstand på 100 m. Ca. 50% av målingene der ble utført i 2 retninger.

2.2 Måleforhold.

Spesielt på slutten av feltperioden var værforholdene dårlige. Til tross for en del nedbør fungerte måleinstrumentene relativt tilfredstillende.

Kraftledningene i Jomafeltet er en forstyrrende faktor. Selv om strømmen i "utstikkeren" var strømløs kunne den virke forstyrrende inntil 100-150m fra denne. Innenfor denne avstand kunne man få avvik fra tidligere registreringer som ble foretatt før utstikkeren ble satt opp.

3. RESULTATER - JOMAFELTET

3.1 Presentasjonsform av resultatene

Samtlige 124 målestasjoner er presentert på et kombinert oversiktskart og tolkningskart (se fig.1). Det er skilt mellom gode og usikre indikasjoner på en potensiell malmleder.

På samme kartgrunnlag har man i fig.2 trukket arealer for en god og usikker geofysisk leder.

Boreresultater, nye forslag til boring samt et indikativt hengkotekart er presentert i fig. 3.

I tillegg til overnevnte materiale som er i målestokk 1:5000 er det vedlagt 1 sett med gjennomsiktlige scale-masterkopier som det er mer hensiktsmessig for oppdragsgiver å arbeide med.

3.2 Status av geofysiske resultater

Status for 20% av resultatene fra de enkelte målestasjoner (124) kan indikeres med basis i utført boring.

64% av enkelt resultatene viser tilfredstillende overenstemmelse med boreresultatene. De geofysiske lederes nivå i denne andel er indikert med en nøyaktighet på ca.25%.

24% av resultatene gir usikre indikasjoner. Usikkerheten er først og fremst at kjent kisleder geofysisk indikeres 150-250 m dypere i relasjon til de faktiske forhold.

Andelen av geofysiske resultater som er direkte misvisende er 12%. Feilen først og fremst er at kjent malmleder ikke gir geofysiske anomalier.

De overnevnte vurderinger har betydning for å kunne foreta en vurdering av de geofysiske resultater i "Jomfruelig" område.

3.3 Resultatdrøfting fra det nordvestre område

Majoriteten av boringen er utført i dette område, og de geofysiske resultater ble vurdert mot borerresultatene i forestående kapittel. Nye undersøkelser med andre geografiske måleretninger har gitt et noget mer korrekt bilde av de faktiske forhold.

Oppdragsgivers prospekteringssjef mente det var en viss sansynlighet for at kislederen kunne blomste opp nordvest for den stipulerte kisgrense. (se fig.3).

Resultatene fra stasjon 93.94.95 gir relativt klare indikasjoner på en god kisleder hvilket kan tyde på at det blomster opp en utløper av en kisleder. De geofysiske grenser mot vest kan indikeres mens forstyrrelser fra kraftledning umuliggjorde undersøkelsene for å se om denne kunne ha sammenheng med utgående sone mot øst.

3.4 Resultatdrøftinger fra det Sydvestre område.

Diamantborhull 38-82 treffer den opprinnelige geofysiske lederstruktur meget bra. Man har imidlertid problemer med å forstå at 3,5 m med impregnasjon alene kan frembringe de geofysiske indikasjoner som etter tidligere og nye kontrollmålinger er klare. De geofysiske indikasjoner er ca 50 m grunnere i forhold til impregnasjonen, hvilket kan bety at en ovenforliggende grafitt-magnetkis leder influerer på det geofysiske resultat. Disse forhold anbefales sjekket ved ledningsevne-målinger i borhullet eller på kjernebiter. Oppdragsgiver bør selv også kunne utføre en grov sjekk ved å måle på representative kjernebiter med et vanlig ohmmeter.

Resultatene fra de tidligere undersøkelsene tydet på at den anomale lederstruktur var åpen mot vest. De siste undersøkelsene tyder imidlertid på at denne struktur ganske hurtig lukker seg i denne retning.

Det sydligste anomali utløper er fortsatt åpen mot syd. Det bemerkes ellers at det geofysiske areal i denne utløper kan være større enn opprinnelig indikert. Årsaken er at målegrunnlaget er noget tynt i dette spesielle område.

Med henvisning til fig. 1 og 2 tyder resultatet av de nye undersøkelsene på at det anomale areal i det sydvestre området er nesten fordoblet i forhold til tidligere resultater.

Strukturen er åpen mot det nordvestre området. De geofysiske resultater er til dels noget usikre, og denne usikkerhet beror på at anomaliårsaken ligger noget for dypt i forhold til hva som er sannsynlig for en potensiell kisleder.

Med kun et par borhullskjæringer i det sydvestre område må området betraktes å være av jomfruelig karakter. Selv om det er en viss mulighet for at de indikerte gode geofysiske anomalier i vest og syd kan være influert av grunne grafittsoner bør dette område sjekkes nærmere ved boring. Det mer usikre anomale området bør også sjekkes ved boring, da en del av disse anomalier har likheter med anomalier i det nordvestlige område i hvilket interessante kismineraliseringer er påtruffet.

3.5 Resultatdrøfting - det østre området.

Den vestre del av området er såvidt berørt av et par borhull som skjærer interessant kismineraliseringer. Det er tilfredsstillende korelasjon mellom kiskjæringerne og tidligere A.M.T anomalier.

Resultatet av tidligere tolkninger indikerte at lederstrukturen falt mot øst, noget som malmgeologisk sett var besynderlig.

Tolkningene er riktig på det eksisterende datagrunnlag, mens måledataene var misvisende. Resultatet av nye systematiske undersøkelser med andre måleretninger tyder på at lederen er grunnere enn tidligere fremtolket samt at strukturen synes å falle slakt mot sydvest.

Ved mer omfangsrike registreringer i området er dessuten det geofysiske anomale areal øket med ca. 20% i forhold til tidligere. De nye undersøkelsene tyder dessuten på at lederstrukturen kan være åpen mot sydøst.

3.6 Forslag til nye boreundersøkelser

Man er klar over at malmen i Jomafeltet opptrer i kompliserte strukturer, og at man derfor må bore tett for driftsplanlegging.

Hvis hensikten med ytterligere leteboring skal være å øke sannsynlige malmreserver med minimale borekostnader, synes man det i første fase bør bores glissent for å sjekke geofysiske anomalier.

Det geofysiske anomale område som bør sjekkes nærmere ved boring er i størrelsesorden 250 000 m². I utgangspunktet tror man det er fornuftig å sjekke det meste av dette område ved boring.

Et boreforslag er skissert i fig. 3. Til hjelp for å prioritere boreobjekter er disse i følgende oppstilling geofysisk klassifisert og nivåangitt i relasjon til dagoverflaten:

Borhull	Nivå angivelse	Klasifikasjon av boreobjekt.		
		God	Bra	Usikker
1	100-200 m	x		
2	100-200 m		x	
3	200-300 m		x	
4	200-250 m	x		
5	150-250 m		x	
6	150-250 m	x		
7	300-400 m			x
8	250-350 m	x		
9	Fortsettelsen av en åpen struktur			
10	150-200 m		x	
11	200-300 m		x	

3.7 Vurdering av ytterligere A.M.T. undersøkelser.

Som nevnt tidligere er det geofysiske areal som bør sjekkes ved boring i størrelsesorden 250 000 m².

Det bør være naturlig å undersøke majoriteten av dette område før standpunkt taes til ytterligere A.M.T. undersøkelser i Jomafeltet.

4. RESULTATER FRA BORVASSELV.

4.1 Presentasjonsform av resultatene.

En oversikt over A.M.T målestasjonene og en sammenstilling av resultatene er fremstilt i fig. 4. Resultatet av test målingene er vist i et verikalprofil i fig. 5. Som tidligere nevnt har majoriteten av målingene karakter av testmålinger.

4.2 Drøfting av testmålingene.

Drøftingen av resultatene er gjort under forutsetning av at borhullene har minimale avik og at hullbanen skjærer tilnærmet vinkelrett på lagdelingen. A.M.T forutsettes å sonde vertikalt.

Med henvisning til fig. 4 viser A.M.T. resultatene at det er god overenstemmelse mellom den kjente kis og grafittleder og de geofysiske resultater. Fra et prospekteringsynspunkt er det positivt at sonen også er indikert i fallretningen etter borhull 15.

Det er aktuelt å vurdere om det er kis eller grafitt som gir A.M.T. anomalier. Studier av NGU's ledningsevne, målinger i borhull 13 og 14, samt geologiske data fra nevnte borhull viser at kissonen i nevnte borhull er den klart dominerende anomaliårsak. De faktiske forhold er også at det mest lovende kisfunn i borhull 14 ser ut til å gi en mer tydelig anomali sammenlignet med den tynnere kisse i borhull 13.

I borhull 8 er grafittsonen umiddelbart over kissonene ca. 4 m tykk mens kissonen er ca. 0,5 m tykk. Tar en utgangspunkt i ledningsevnen i grafittsonen i borhull 13 og 14 er her grafittsonen sannsynligvis den dominerende A.M.T. leder.

Borhull 15 er ikke detaljlogget men er oppgitt å føre ca 1m tykk sone med massive kissebånd. Denne sone burde i utgangspunktet gi A.M.T. anomali. Det antas at resultatene fra målestasjon 6 reflekterer forholdene nær denne kissekjæring men de geofysiske resultater er dessverre klart negative.

Borhull 16 i profil 500N er rapportert å ikke føre kis, men ca 2 m grafitt-magnetkis. Hvis denne grafitt-magnetkissone har tilsvarende elektrisk ledningsevne som i borhull 13 og 14, kan den være en A.M.T anomaliårsak. A.M.T anomalien i stasjon 12 avspeiler sannsynligvis lederforholdene ca 30 m nord for nevnte mulige anomaliårsak i borhull 16. På dette grunnlag er det vanskelig å si om anomalien i stasjon 12 avspeiler grafittsonen i borhull 16 eller ikke. Teoretisk kan den også avspeile en kisleder ca 20 m nord for der hvor boreriggen være plassert for neste borhullskråming. (500N, 300Ø).

På det relativt spinkle grunnlag kan vi konkludere med at A.M.T resultatene avspeiler kjente elektriske ledere tilfredstillende. Det synes imidlertid klart at grafitt vil influere på resultatene.

4.3

Drøfting av prospekteringsmålingene med forslag til boring

Samtlige A.M.T resultater er klassifisert og satt sammen i fig 4.

Bormaskinen ble observert plassert ved koordinat 500 N 300 Ø. Det anbefales at det påskrâmes et tilnærmet vertikalt hull for å sjekke den relativt gode geofysiske anomali fra målestasjon 12.

Anomalien fra stasjon 5 er meget god og antas å avspeile forholdene meget nær den mest interessante malmskjæring i borhull 14. Det er verdt å merke seg at anomaliene fra stasjon 7 og 8 er av samme karakter. Ut i fra geofysiske vurderinger foreslåes en borhullskjæring mellom stasjon 7 og 8.

Anomaliene fra stasjon 10, 11 og 13 er omtrent likeverdige og er av middels godhet, og malmgøeologiske faktorer bør avgjøre eventuell ytterligere boring i dette område.

Resultatene fra undersøkelsene i stasjon 6, 9, og 14 er helt negative. Resultatet fra stasjon 15 er det vanskelig å tyde pga dårlig repeterbarhet.

4.4

Vurdering av ytterlige A.M.T. undersøkelser ved Borvasselv.

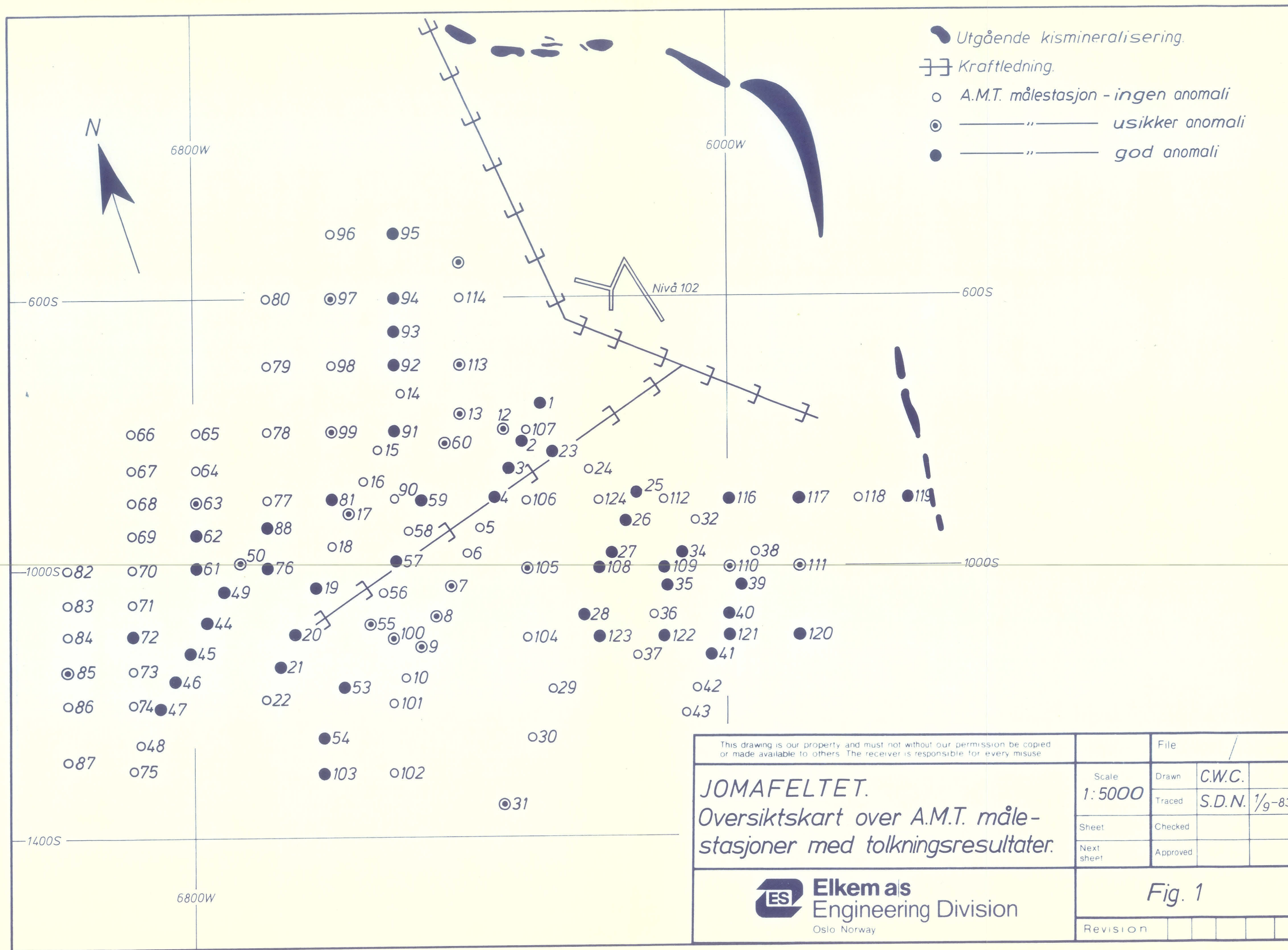
Som tidligere sagt mener vi at A.M.T metoden er egnet til å indikere en elektrisk leder i potensielt malminivå, men at det kan være vanskelig å indikere om lederen er kis eller grafitt. Kisen er indikativt 2,5-3 ganger bedre elektrisk leder enn grafittsonen over denne.

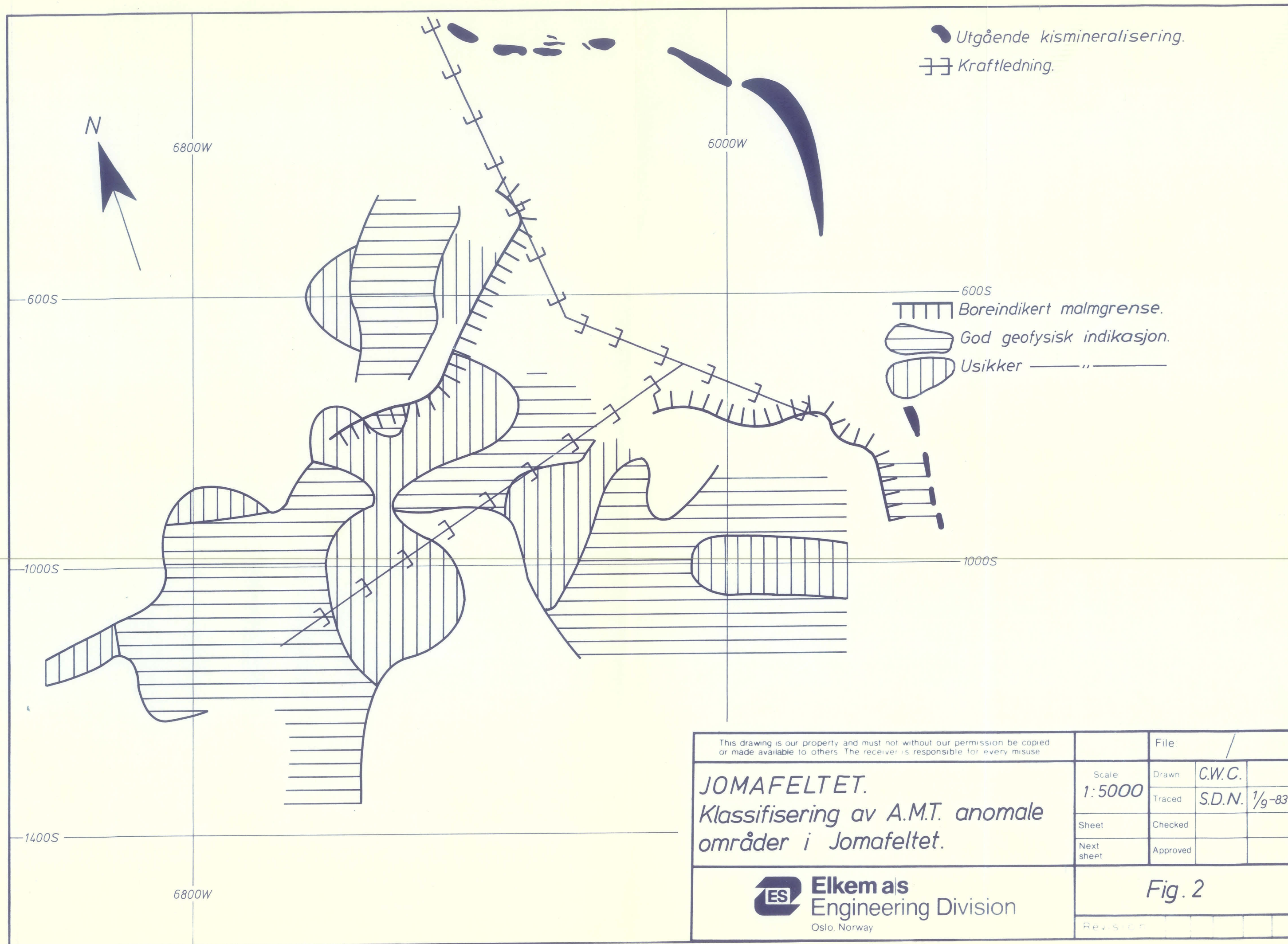
En grafittsone må teoretisk være c. 8-9 m tykk for å gi tilsvarende anomali som er 3 m mektig malm.

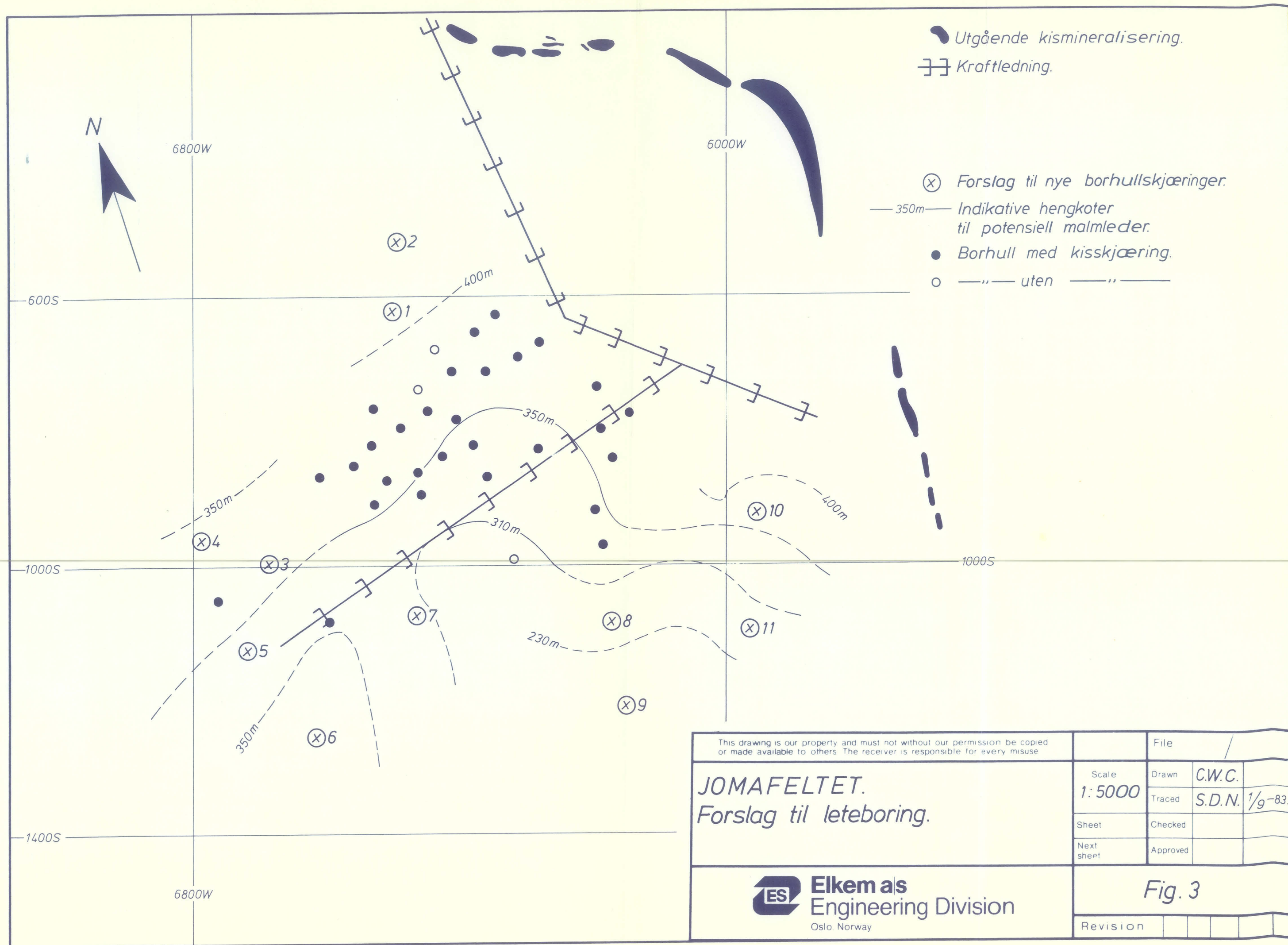
Dypboring er kostbart og vi mener penger kan spares ved en målrettet undersøkelse av de beste geofysiske anomalier. Så vidt vi kan se finnes det ingen bedre alternative geofysiske metoder til å indikere og klassifisere ledere som ligger mer enn 200m under dagoverflaten. Vi vil i utgangspunktet foreslå ytterligere A.M.t. målinger ved Borvasselv.

Grunnlaget for å ta et konkret standpunkt til ytterligere undersøkelser kan forbedres ved at oppdragsgiver undersøker følgende forhold:

- A) Finne ut om grafitt eller kis er den dominerende A.M.T. leder med basis i noen tidligere borhull. Dette kan gjøres enkelt ved hjelp av et ohmmeter og hvor tykkelse ganger ledningsevne faktoren undersøkes for kis og grafitt.
- B) Avviksmåler noen borhull for å se om hullbanen er som forutsatt.







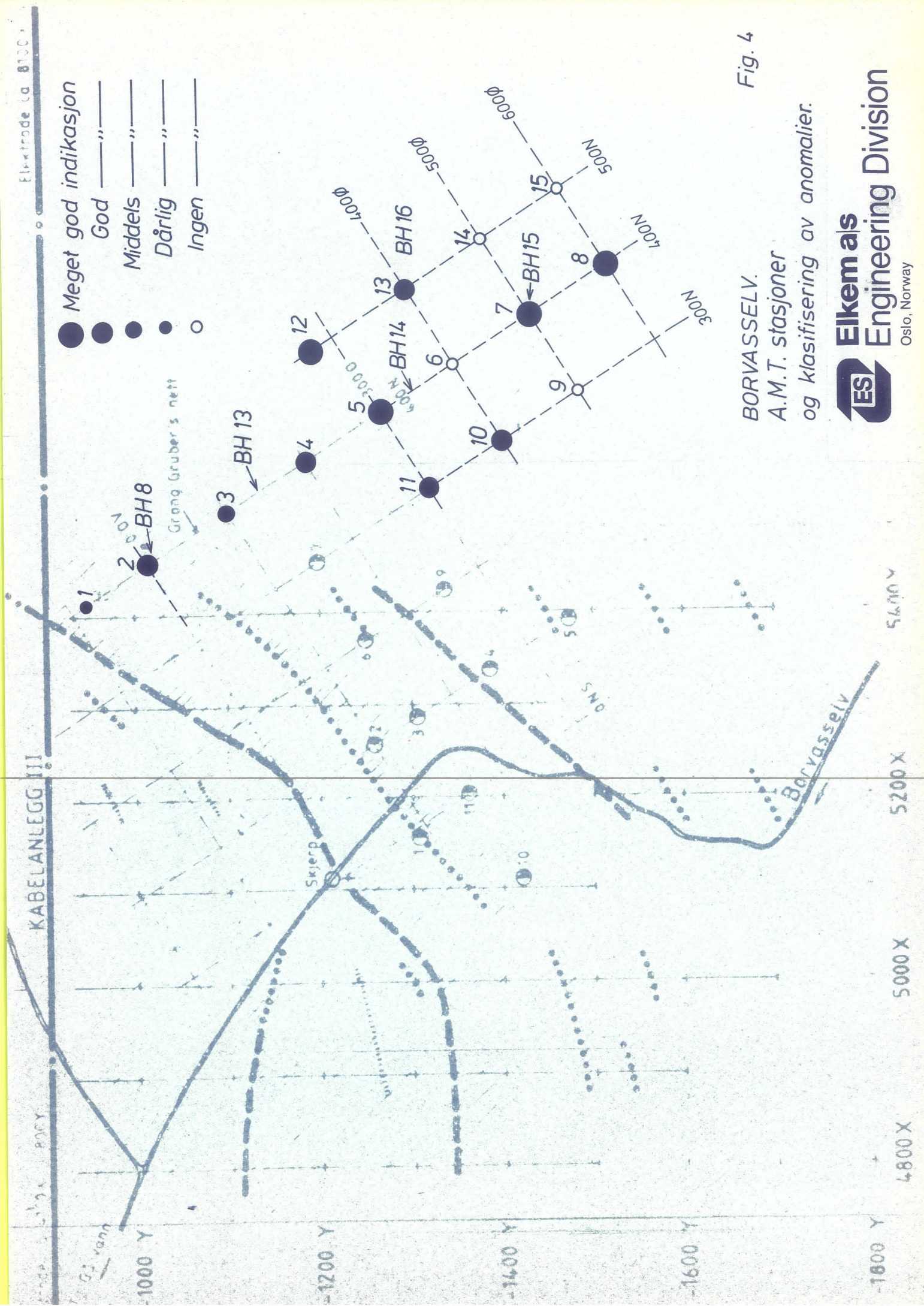
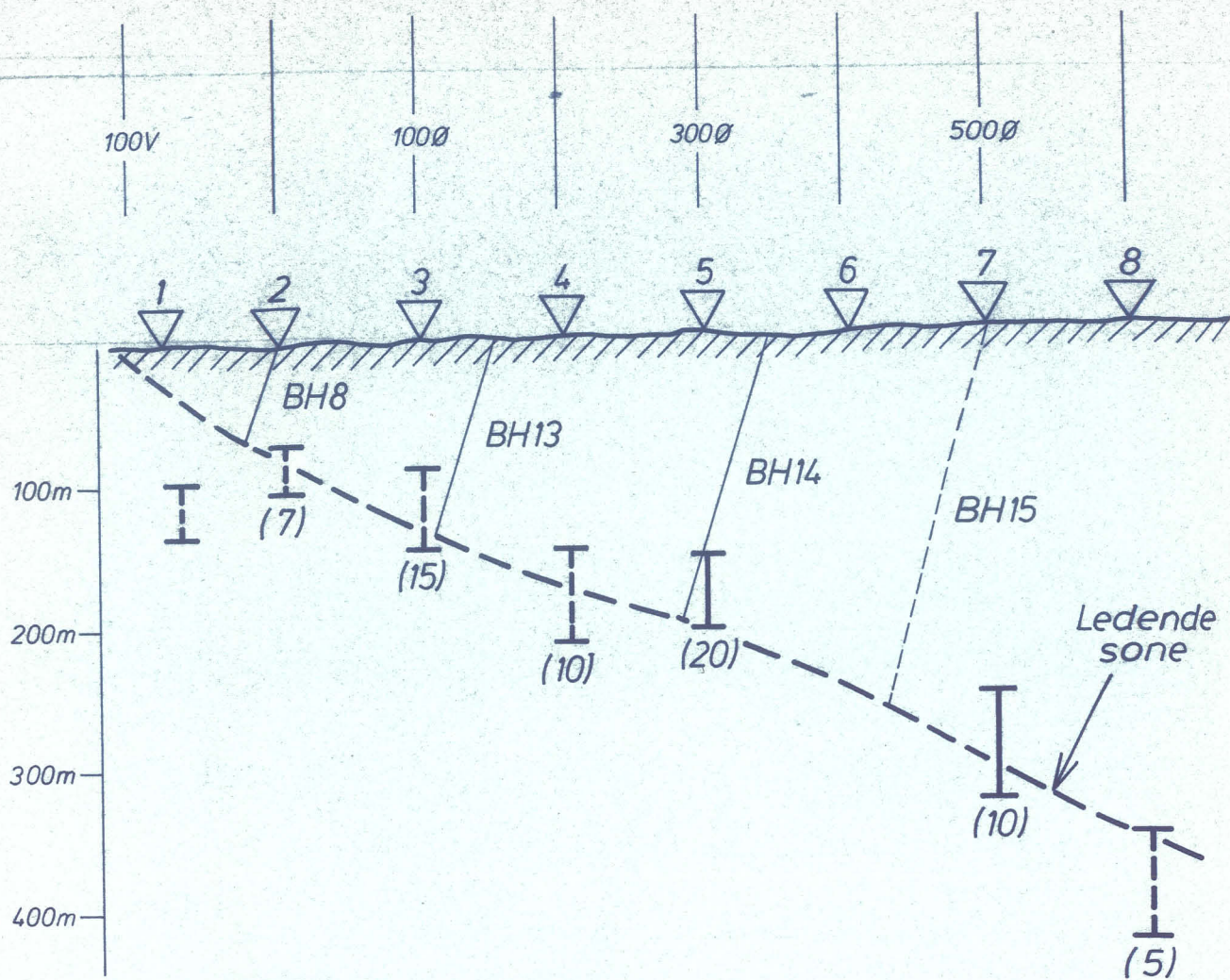


Fig. 4

BORVASSELV.
A.M.T. stasjoner
og klasifisering av anomalier.



I God A.M.T. indikasjon
 I Middels ————

Tallene indikerer fremtolket

$\sigma \times t = \text{produkt}$

BORVASSELV.
 Profil 400N.
 A.M.T. test resultater.

Fig. 5