



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2097	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "542100015"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Audiomagnetotelluriske, AMT, målinger i Sulitjelma i perioden 1978-1979.

Forfatter

CARSTENS C.

Dato

1980

Bedrift

Sulitjelma Gruber A/S

Kommune

Fylke

Bergdistrikt

1: 50 000 kartblad

1: 250 000 kartblad

Fagområde

Dokument type

Forekomster

Råstofftype

Emneord

Sammendrag

Vurdering og tolking av resultater fra AMT målinger i Sulitjelma 1978-79. I Sigrid- og Rupsi -feltet er metodens brukbarhet begrenset, delvis pga. gode, grunne ledere. Giken II kommer godt fram, og kan følges langt mot dypet. Indikasjoner på MonsPetter III, mot øst. Anomalt område 800 m ø for Mons-Petter er kalt Furulund -anomalien. Kart og bilag mangler. Anomali



AUDIOMAGNETOTELLURISKE (A.M.T.) MÅLINGER

I SULITJELMA I PERIODEN 1978 - 1979

GEOFYSISK/GEOLOGISK RESULTAT-SAMMENSTILLING

Oslo, 6. mars 1980

Carl-Wilhelm Carstens

C.W. Carstens

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. RESYMÉ	1
2. INNLEDNING	3
2.1 Bakgrunn	3
2.2 Målemetode og generell vurdering av metoden	3
2.3 Litt om tolkning	4
3. MÅLEOPPLEGG - ERFARINGER	5
4. GEOFYSISKE RESULTATER	6
4.1 Presentasjon av resultatene	6
4.2 Sigrid- og Rupsi-feltet	7
4.3 Giken II - "A.M.T.-tilleggsalm"	8
4.4 Mons Petter - "Mons Petter III"	8
4.5 "Mons Petter Vest I - Mons Petter Vest III"	9
4.6 "Furulund - Anomalien"	10
4.7 Litt om andre geofysiske ledere	11
4.8 Sydfeltet - Undersøkelser ved Sagmo og Jakobsbakken	11
5. KONKLUSJONER - OPPFØLGING	12
6. REFERANSER	14

Bilag og figurer finnes i egen bilagsmappe

1. RESUME

I perioden 1978 - 1979 er det til sammen foretatt målinger på 364 lokaliteter som fordeler seg på 27,5 profilkm.

Med A.M.T. metoden registreres som kjent elektriske felter og assosierte magnetiske felter fra såkalte naturlige jordvekselstrømmer. Den tilsynelatende spesifikke motstand som er avhengig av forholdet mellom nevnte felter, kan på instrumentet leses av på 9 frekvenser fra 8 - 3.700 Hz.

Resultater:

Henggrenser for granitten følger omtrent Klarabekken. Skiferen over granitten skjermer dessverre. A.M.T.-resultatene har således ikke gitt supplerende informasjoner vedrørende Sigrid- og Rupsifeltets mineraliseringer.

Øst for Klarabekken har man imidlertid fått resultater som i betryggende grad er i overensstemmelse med kjente ledere (malmforekomster) i Nordgrubefeltet. Spesielt gjelder dette for den kjente forlengelse av Mons Petter II mot nordøst og utstrekningen av Giken II mot dypet. Man har gode holdepunkter for at sistnevnte forekomst geofysisk kan følges ned til omlag 1.300 m under dagen.

Man har indikasjoner på at "Mons Petter III" kan finnes langs Mons Petters kjente nordøstlige malmakse (se bilag 4).

"Mons Petter Vest" er en geofysisk indikativ leder noe vest for Mons Petter knyttet til området nær grensen skifer/amfibolitt.

Borhull 199 skjærer sannsynligvis i ytterkant av de geofysiske objekt. Man boret dessverre vekk 2,6 m ved overgangen amfibolitt/skifer, og det er en viss mulighet for at kjernetapet kan representere det geofysiske objekts yttergrenser.

Det foreligger geofysiske indikasjoner på at "Mons Petter Vest" kan repeteres to ganger langs en øst-nord-østlig akse. Den første repetisjon er ikke minst interessant da denne indikativt kan overlappe en eventuell "Mons Petter III" (se bilag 4).

Ved Furulund-sonen ca. 800 m øst for Mons Petter opptrer geofysisk indikative ledere i 2 forskjellige nivå. Borhull 197A og B viser grunne soner med tynn renkis og grafitt, og impregnasjoner nede i amfibolitten. Borhull B kan indikativt være boret 100 m for kort i relasjon til den nedre geofysiske leder ("Furulund A"). Selv om nevnte soner - inkludert Charlotta - neppe enkeltvis forklarer det geofysiske resultat, er det store usikkerheter forbundet med tolkningen.

Sagmo er kun undersøkt ved et relativt kort profil. Man har fått geofysiske indikasjoner i Sagmo-nivået både fra stasjoner over og til siden for forekomsten. Det geofysiske grunnlag er for tynt til å trekke konklusjoner angående A.M.T.-metodens anvendelsesmuligheter i Syd-feltet.

Oppfølging:

"Mons Petter Vest I" anbefales snarest undersøkt ved et ytterligere borhull.

På "Furulund A" bør man overveie å forlenge borhull 197B ytterligere ca 150 m.

"Mons Petter III"/"Mons Petter Vest II" er ikke minst et interessant prospekteringsobjekt. Man foreslår imidlertid at det geofysiske grunnlag forbedres ved ytterligere A.M.T.-målinger, før man tar standpunkt til eventuell borestamplass (se bilag 4).

Til sammen er det foreslått ytterligere ca. 24,5 profilkm A.M.T.-målinger i Nordgrube-feltet (se bilag 5).

2. INNLEDNING

I tidsrommet 1978 - 1979 er det til sammen foretatt A.M.T.-målinger på 364 lokaliteter som fordeler seg på 27,5 profiler. Majoriteten av målingene knytter seg til Nordgrube-feltet.

På anmodning fra A/S Sulitjelma Gruber utførte geofysiker Pernu, Universitetet i Oulu i Finland en ukes A.M.T.-målinger sommeren 1978. Etter dette pionerarbeidet har Sulitjelma selv utført målinger. Majoriteten av disse målingene er utført av bergingeniør Carstens og geofysiker Pelconen på NGU.

2.1 Bakgrunn

Omlag 70% av malmreservene i Sulitjelma er knyttet til Giken/Charlotta som pga. beliggenheten og uten Mons Petter vanskelig kan danne grunnlaget for grubedrift i Sulitjelma alene. Det er derfor av stor betydning at selskapet snarest finner nye mer dagnære forekomster. I forsøk på å finne potensielle boreobjekter, ble det således satt i gang forsøk med A.M.T.-metoden.

2.2 Målemetode og generell vurdering av metoden

Med den audiomagnetotelluriske metoden registreres variasjoner i såkalte naturlige jordstrømmer. Hoved-

sakelig er jordstrømmene induisert av pulserende elektromagnetiske bølger som stammer fra tordenvær forskjellige steder på kloden.

Amplituden på de elektriske og magnetiske felter kan registreres på 9 frekvenser fra 8 - 3.700 Hz. Det elektriske feltet måles galvanisk. Magnetfeltet blir målt ved hjelp av 2 magnetiske poler - hvorav den ene brukes for de lave frekvenser ((8 - 370 Hz) og den andre for de høye frekvenser (170 - 3.700 Hz). Feltene blir forsterket og passerer gjennom filtre der uønskede frekvenser siles ut. Den tilsynelatende motstand som er avhengig av forholdet mellom styrken på det elektriske og magnetiske felt, kan på instrumentet leses av direkte.

Fordelen med den audiomagnetotelluriske metode er dens store dybderekkevidde, fordi man på målestasjonene kan måle på flere frekvenser. Med lave frekvenser kan man teoretisk "se" gjennom svært tynne grafittskifre og/eller magnetkishorisonter.

Svakheten med metoden ligger i de pulserende energiseringskildene. Dårlige signaler kan være et problem selv om man opererer langt fra støyende kraftledninger og A.M. radiosendere. Det kreves erfaring av operatøren som i felten må vurdere og sile en del signaler.

2.3 Litt om tolkning

"Avansert" tolkning kan gjøres på datamaskin ved å benytte såkalte interaktive programmer. Alle måleresultatene fra 1978 er tolket på datamaskin ved Oulu Universitetet i Finland.

Man har senere erfart at tolkningen kan gjøres tilfredsstillende nok manuelt. Man benytter da spesielle nomo-

grammer hvor frekvens- og motstandsverdier plottes inn. Hvis man da får frem fine "glatte" kurver er resultatene enkle å tolke. Oftest får man ikke slike "mønsterkurver" og det kan da være en erfaringssak å vurdere om kurvene kan avspeile eventuelle ledere i undergrunnen.

3. MÅLEOPPLEGG - ERFARINGER

Som nevnt innledningsvis er det til sammen foretatt målinger på 364 lokaliteter i tidsrommet 1978 - 1979. Lokalitetene fordeler seg på til sammen 27,5 profilkm.

Avstanden mellom hovedprofilene er omlag 200 m. På geofysisk interessante områder er denne avstand redusert til 50 og 100 m. Målestasjonsavstanden i profilene varierer fra 50 - 100 m.

Et godt måleopplegg er avhengig av måleretningen. Man har erfart at man oppnår beste resultater når de elektriske felter måles tilnærmet parallelt med strøkretningen. Magnetfeltene måles da på tvers av denne retningen. Resultatene i vedlagte rapport er basert på et sådant opplegg.

Periodevis oppnås rare resultater, og man kan få "gråe hår" ved å tvile på om intrumentalrustningen er i orden. Det er derfor viktig at man således kan foreta tester på stasjoner hvor man kjenner deteksjonsobjektet. Slike tester har vi foretatt på stasjon nr. 42 fra 1978-målingene (se bilag 1). Det nevnes også at det er nødvendig å ha med seg ohm-meter i felten for å kunne sjekke at elektriske kabler og forbindelser er i orden til enhver tid.

Selv om det stundom kan være både irriterende og frustrerende å oppholde seg lenge på hver målestasjon, er det viktig at denne ikke forlates før man har oppnådd resultater som man føler man kan stå inne for. Tiden det tar på en stasjon å måle i en retning på alle 9 fre-

kvensner varierer generelt fra 15 min. til 40 min. alt avhengig av ymse forstyrrelser.

Det er spesielt på de laveste frekvenser man har mye forstyrrelser. På den høyeste frekvensen har man ofte fått merkelige resultater selv om signalstøyforholdene synes å være OK.

Målingene bør foregå mest mulig i oppholdsvær. Ved nedbør må telt benyttes. Under fuktige forhold har man for øvrig erfart at instrumentet kan få noe drift, samt at det reagerer på operatørens våte hansker/hender under måleprosedyren.

4. GEOFYSISKE RESULTATER

4.1 Presentasjonsform av resultatene

A.M.T.-målestasjonene med tilhørende nummer og årsdato fremkommer av fig. 1, bilag 1.

Den primære tolkningen er gjort i profiler langs samtlige målelinjer (27,5 km) og noen tverrprofiler (se bilag 2 og 3). Gode, middels og dårlige ledningsevnekontraster er gitt ulike symboler i disse profilene (se bilag 2). For at man ikke skal sitte igjen med en masse "rare" indikasjoner, er disse søkt forklart i relasjon til geologiske formasjoner og kjente ledere.

Man har etterhvert erfart at man med A.M.T.-metoden ser omtrent vertikalt på de geologiske formasjoner. Profilene gjennom målelinjene (lengdeprofilene) er derfor tegnet i plan som går tilnærmet vertikalt på de geologiske formasjonsenheter. Nivåskalaer er tegnet som om disse var vertikale. Da nivåavviket ca. 1000 m

under dagen ikke er mer enn ca. 50 m, har en ikke funnet det praktisk og nødvendig å korrigere skalaen for de omtalte forhold.

Resultatene av tolkningen fra de omtalte lengdeprofiler er sammenfattet på 2 plankart som viser hvilke geofysiske deteksjonsobjekter man antar å ha registrert fra de enkelte målestasjonene. På en transparent "overlay" til det ene kart er det tegnet indikative projeksjonsomriss av de objekter som man antar er mest lovende prospekteringsobjekter (se fig. 19, bilag 4). En transparent "overlay" av malmforekomstene i Nordgrube-feltet er lagt over det andre kart slik at man mest mulig kan få et tredimensjonalt bilde av hvordan målestasjonene og resultatene foreligger i forhold til kjente ledere (se fig. 20, bilag 4).

4.2 Sigrid- og Rupsi-feltet

Henggrensen for gneis/granitten som stort sett følger Klarabekken synes å danne en skillegrense for A.M.T.-metodens anvendelighetsområder i Nordgrube-feltet. Skiferen over gneis/granitten nord-vest for Klara-bekken synes å skjerme for eventuelle ledere i amfibolitten. Grunne, gode ledere i skiferen fremgår av profil 3 og 4 (fig. 3 og 4, bilag 2) som strekker seg inn i Rupsi-feltet. Måleresultatene i Sigrid-feltet er det svært vanskelig å få noe fornuftig ut av, og årsaken antas å være forstyrrelser fra svært grunne grafittsoner i skiferen (se bilag 19, bilag 4).

Mellom Klarabekken og Gikenelva synes A.M.T.-metoden å ha livets rett, og det er betryggende at de geofysiske resultater er i bra overensstemmelse med Nordgrube-feltets kjente malmforekomster (se bilag 2, 3 og 4).

4.3 Giken II - "A.M.T.-tilleggsjalm"

Spesielt Giken II-forekomsten kommer godt frem geofysisk. Se profil 3, 4, 5 og 6 (fig. 6, 4 og 2, bilag 2). Man har holdepunkter for at Giken II kan følges geofysisk mot dypet ned til C-malmen som opptrer 1300 - 1400 m under dagoverflaten, hvilket er ganske oppsiktsvekkende. Utover den malmberegnete B- og C-malm synes man ytterligere å kunne plusse på indikativt 1,8 millioner tonn tilleggsmalm som følge av de geofysiske resultater (se fig. 20, bilag 4).

4.4 Mons Petter - "Mons Petter III"

Som tidligere er kjent ga måleresultatene fra 1978 tydelige indikasjoner på fortsettelsen av Mons Petter II mot nord-øst. Denne er nå under oppfaring.

Fra boreresultatene har en holdepunkter for at de geofysiske resultater er i bra overensstemmelse med indikerte malmgrenser mot vest. Mot øst er det ikke fullt så god korrelasjon og årsaken antas å være svovelkisrike soner som gjenspeiler indikasjonene i de østlige ytterpunkter (se fig. 19, bilag 4).

Det er interessant at man ved siste sesongs målinger har fått geofysiske indikasjoner på "Mons Petter III" (se fig. 19, bilag 4). På grunn av relativt stor profilavstand ser en imidlertid at det geofysiske grunnlag er noe spinkelt.

Det sydlige parti er relativt usikkert på grunn av utydelig geofysiske indikasjoner i profil 3 mot øst (se fig. 6, bilag 2). I profil 4 (se fig. 3, bilag 2) er indikasjonene skarpere, men disse ligger noe høyt i stratigrafien

4.5 "Mons Petter Vest I - Mons Petter Vest III"

Et anomalt område ca. 400 m nord for "gamle" Mons Petter II er "Mons Petter Vest I" (se fig. 19, bilag 4).

Den geofysiske leder antas å ligge i omtrent samme nivå som "Mons Petter II B" nær grensen skifer/amfiblitt. Sammenlignet med Mons Petter synes også lederen å være en del bredere. Se profil 0 (fig. 9, bilag 2).

Fra en del av mellomprofilene (fig. 10 og 11, bilag 2) ser en at den geofysiske leders nivå synes noe uregelmessig. Undertegnede har ikke funnet det riktig å spalte opp lederen i flere nivåer, da måleusikkerheten antas å være relativt stor for resultatene i en del av mellomprofilene.

Borhull 199 ble påsatt for å søke å finne en forklaring på den geofysiske leder. Dessverre boret man vekk ca. 2,6 m ved overgangen skifer/amfibolitt.

Det er en viss sannsynlighet for at det vekkborede materialet kan representere den geofysiske anomaliårsak. Som det imidlertid fremgår av fig. 19, bilag 4, synes imidlertid borhullet å være ugunstig påsatt i relasjon til geofysiske indikasjoner som er tydeligst i de sentrale deler av området.

Det er interessant at det er visse geofysiske holdepunkter for å anta at "Mons Petter Vest" kan repeteres 2 ganger langs en akse mot øst-nord-øst (se fig. 4 og 19, bilag 3 og 4).

Som en ser av "tolkningsoverlayen", overlapper "Mons Petter Vest II" delvis med "Mons Petter III", hvilket gjør området til et dessto mer interessant oppfølgingsobjekt.

4.6 "Furulund-Anomalien"

Et anomalt område ca. 800 m øst for Mons Petter er kalt Furulund-sonen. Geofysiske anomalier opptrer i et heng og et liggnivå som er kalt henholdsvis "Furulund B" og "Furulund A" (se fig. 19, bilag 4). "Furulund B"-anomalien synes å finnes nær kontakten amfibolitt/skifer, mens "Furulund A" kan eksistere ca. 2-300 m over Giken/Charlotta nivået. De to forskjellige geofysiske nivåer fremkommer klarest av profil 2 (se fig. 7, bilag 2).

To hull er boret på indikasjonen uten at det kom noe malm ut av det. I borhull 197A fant man to tettliggende renkis-soner på 3 og 4 cm i en amfibolittsone i skiferen. Begge borhull viste dessuten soner med magnetkis og grafitt i skiferen. Nede i amfibolitten (mellom de geofysiske soner) var det i begge borhull svake impregnasjonssoner (se fig. 7, bilag 3).

Selv om de nevnte ledere enkeltvis neppe forklarer de geofysiske resultater, er det en viss sannsynlighet for at de sammen med Charlotta-lederen kan ha bidratt til fremskaffelsen av det foreliggende resultat.

Spesielt angående "Furulund A"-indikasjonene synes man imidlertid ikke å "se" geofysisk den potensielle leder altfor tydelig der hvor borhull 197A antas å treffe denne (se fig. 7 og 13, bilag 2). En annen mulighet er at man "ser" den potensielle leder geofysisk, men at borhullet bommer. Borhull 197B kan synes å være boret ca. 100 m for kort i relasjon til "Furulund A"-indikasjonene (se fig. 9 og 17, bilag 2 - 3).

Ca. 1 km mot øst-nord-øst har man et annet objekt kalt "Furulund A2" (se fig. 20, bilag 4). Som man ser er det geofysiske grunnlag foreløpig tynt. De geofysiske

indikasjonene er heller ikke altfor tydelige. Anomaliene tilhører et indikativt samme stratigrafisk nivå "Furulund A". Man bør ha objektet i tankene når ytterligere målinger foretas i området.

4.7 Litt om andre geofysiske ledere

Like nord for henggrensen til gneis-granitten fremgår det i profil 3 og 4 (se fig. 19, bilag 2) 3 stasjoner hvor i fra man har fått geofysiske indikasjoner i et indikativt Mons Petter-nivå. Man bør også ha dette i tankene ved senere suppleringsmålinger.

VLF-lederen og rust-horisontene i øst mot Gikenelva samt 3 - 4 andre VLF-ledere over Hankabakken/Ny-Sulitjelma nivå (som kjennes fra tidligere VLF-målinger) synes ikke å påvirke A.M.T.-resultatene særlig, snarere tvert imot kan man nesten si da A.M.T.-resultatene delvis indikerer ledere under antatt ligg for amfibolitten.

En del flere kommentarer kunne nok knyttes til det foreliggende geofysiske resultat. Det overlates imidlertid til eventuelle interesserte å studere resultatene videre i foreliggende profiler hvor geologi og kjente ledere er lagt inn (se fig. 2 - 18, bilag 2 og 3).

4.8 Sydfeltet - Undersøkelser ved Sagmo og Jakobsbakken

På tampen av fjorårets sesong ble det foretatt noen testmålinger i Sydfeltet (se fig. 22, bilag 6). Målsettingen var egentlig å måle et profil mellom Sagmo og Jakobsbakken, hvilket "Kong Vinter" hindret oss i å fullføre.

Av lengdeprofil over Sagmo (fig. 23, bilag 6) fremgår det at man geofysisk ikke makter å skille Sagmo-malmen fra horisonten utenfor i samme stratigrafiske nivå.

Sagt på en annen måte: De geofysiske resultater er i overensstemmelse med Sagmo-sonen som kan synes å være en relativt god leder.

For ordens skyld må en bemerke at man på det eksisterende sparsomme grunnlag vanskelig kan trekke konklusjoner når det gjelder A.M.T.-metodens anvendelighetsmuligheter i Sydfeltet.

Særlig klokere blir man dessverre ikke ved å studere resultatene fra målingene ved Jakobsbakken (se fig. 24, bilag 6), hvor resultatene er usikre pga. de forhold målingene er utført under.

5. KONKLUSJON - OPPFØLGING

Så vidt vites har selskapet allerede tatt standpunkt til å bore et ytterligere hull på "Mons Petter Vest I" hvor man vil bore gjennom hele amfibolitten. Det foreslås at et ca. 750 m langt hull bores slik som angitt i bilag 5.

"Furulund A" synes fortsatt å være et aktuelt boreobjekt selv om dette bør prioriteres lavere enn boring på "Mons Petter Vest I". Det bør overveies å forlenge hull 197B ca. 150 m.

Ikke minst mener man at "Mons Petter Vest II"/"Mons Petter III" kan være et interessant boreobjekt. Nødvendige borhullslengder på objektet er ca. 800 m fra stamplass på dagoverflaten. Man kan eventuelt overveie en alternativ stamplass fra et hengtverrslag i "Mons Petter IIB" som nå er under oppfaring. Før man tar standpunkt til borestamplass, synes man imidlertid at det geofysiske grunnlag bør forbedres ved ytterligere noe A.M.T.-målinger.

Spesielt på objektene "Mons Petter Vest III" og "Furulund A 2" har man foreløpig et spinkelt geofysisk grunnlag. Ut i fra det eksisterende grunnlag kan nevnes at objektene synes å kreve borhullslengder på henholdsvis ca. 1000 og 500 m.

Til sammen er det foreslått 24,5 profilkm A.M.T.-målinger i Nordgrube-feltet i 1980 (se fig. 21, bilag 5). Avstanden mellom hovedprofilene var tidligere ca. 200 m hvilket en har erfart er i drøyeste laget. For 1980 er måleprofilavstanden foreslått redusert til 150 m. Målepunktavstanden i profilene foreslås satt til 100 m, men med reduksjon til 50 m hvis interessante geofysiske ledere dukker opp.

Basert på målinger på 1 skift under tilfredsstillende værforhold burde det foreslåtte A.M.T.-måleprogram for 1980 kunne gjennomføres på ca. 7 uker. Det bør overveies å benytte kun den høyfrekvente magnetcoilen selv om resultatene blir noe mer usikre. Ved eventuell bruk av kun denne coilen kan sannsynligvis det omtalte måleprogram gjennomføres på i overkant av 1 måned.

I Sydfeltet har man foreløpig et for spinkelt grunnlag for å trekke konklusjoner angående A.M.T.-metodens anvendelsesmuligheter. Den påbegynte profillinje mellom Sagmo og Jakobsbakken bør fullføres. Utover det er det ikke tatt standpunkt til et oppfølgingsprogram i feltet.

6. REFERANSER

- C.W. Carstens: Audiomagnetotelluric Test-measurements to ore exploration in Sulitjelma.
(Innleg fremført på Europeisk Geofysikermøte i Hamburg, mai 1979)
- Ronald Fredriksen: Diverse geologiske profiler i Nordgrube-feltet
- Tor Søyland Hansen: Isoformasjonskart over Nordgrube-feltets vestlige halvpart.
Geologisk profil NV-4 Nordgrube-feltet.
Geologisk profil mellom Sagmo og Jakobsbakken.
- Raimo Pelconen (NGU): Noen geofysiske tolkningsprofiler
- Teuvo Pernu
(Oulu Universitetet i Finland): Computer-tolkning av resultater fra 1978