



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1730	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel A. M. T. målinger ved Skorovas Gruber				
Forfatter Christoffersen, T. Carstens, C. W.		Dato 16.01 1980	Bedrift ELKEM A/S, Skorovas Gruber	
Kommune Namsskogan	Fylke Nord-Trøndelag	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geofysikk	Dokument type		Forekomster Skorovas	
Råstofftype Malm/metall	Emneord			
Sammendrag				



28 JUN. 1980

A.M.T. MÅLINGER VED SKOROVAS GRUBER

Resymé

A.M.T. står for Audio, Magneto, Telluric. Med metoden registreres variasjoner i såkalte naturlige jordstrømmer og dets assosierte magnetfelter. Et fransk instrument er benyttet og dette kan registrere på 9 forskjellige frekvenser. Avhengig av de elektriske motstandsforhold i berggrunnen kan man få indikasjoner tilsynelatende elektrisk motstand fra et nivå nær overflaten ned til dyp på flere km.

Målingene ble foretatt i September 1979. Formålet var å undersøke metodens anvendelighet i feltet og å finne nye boreobjekter.

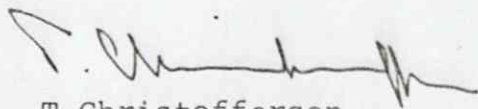
I løpet av 9 effektive feltdager er 64 stasjoner målt fordelt på 4 øst-vest-profiler med total lengde på 7,3 km. Avstanden mellom målepunktene varierer generelt fra 100 - 150 m.

Resultater:

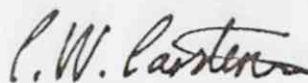
- 1) Man har ikke fått klare indikasjoner på relativt grunne ledere i "jomfruelige" områder.
- 2) Kjent hovedmalm gav geofysiske indikasjoner i overensstemmelse med de faktiske forhold.
- 3) "Sydmalmen" har ikke gitt geofysiske indikasjoner. Ved gjentatte målinger har man fått en del spredning på resultatene, hvilket kan tilskrives forstyrrelser som komplisert tektonikk kan forårsake. Man kan ikke se bort fra at Sydmalmen på grunn av strukturelle forhold kan ha forliten feltutstrekning ($< 200\text{m}$) til at metoden er særlig egnet.
- 4) Man har fått indikasjoner på at ledere kan finnes i et nivå som ligger 150-300 m under bunnen på borhull 10071. Et påfallende og interessant sammentreff er at resultatene korrelerer med NGU's turammålinger i nevnte hull.
- 5) På enkelte lokaliteter har man fått indikasjon på ledere i et anslagsvis dyp på 2-3km under havets nivå. Anomalien kan kanskje gjenspeile underliggende grafittholdige Røyrvikskifre.

Det antas at utholdende ledere lik hovedmalmen vil kunne
detekteres med A.M.T.-metoden. Et oppfølgingsprogram er
foreslått i det nordlige område ved Dausjøen.

Oslo, 16.1.1980.



T.Christoffersen



C.W. Carstens

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Målemetode	1
1.3 Generell vurdering av metoden	1
1.4 Litt om tolkning	2
2. Gjennomføring av målingene	2
2.1 Måleopplegg	2
2.2 Problemer	3
3. Resultater	3
3.1 Datapresentasjon	3
3.2 Metodens dybdespekter	3
3.3 Målinger over Hovedmalmen	3
3.4 Målinger over "Sydmalmen"	4
3.5 Utgående kisimpregnasjoner	4
3.6 Korrelasjon med NGU's borhullsmålinger	4
3.7 Andre potensielle ledere	5
3.8 Motstandsprofiler og strukturer	5
4. Konklusjon - Oppfølging	6

BILAG

1. Nomogram
2. Områdekart
3. Motstandsprofiler
4. Tolkingsprofiler
5. Overlay

1. INNLEDNING

A/S Sulitjelma Gruber utførte i september 1979 audiomagnetotelluriske målinger for Skorovas Gruber. Disse ble utført av C.W.Carstens med assistentene Morten Kvæl og Ketil Mikalsen.

1.1. Bakgrunn. Formålet med målingene var å undersøke metodens anvendelighet samt å finne nye boreobjekter.

1.2. Målemetode. Med den audiomagnetotelluriske metoden registreres variasjoner i såkalte naturlige jordstrømmer. Hovedsakelig er jordstrømmene induisert av pulserende elektromagnetiske bølger som stammer fra tordenvær forskjellige steder på kloden.

Amplityden på de elektriske og magnetiske felter kan registreres på 9 frekvenser fra 8 - 3700 Hz. Det elektriske feltet måles galvanisk. Magnetfeltet blir målt ved hjelp av 2 magnetiske spoler - hvorav den ene brukes for de lave frekvenser (8-370 Hz) og den andre for de høye frekvenser (170-3700Hz). 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.

1.3. Generell vurdering av metoden. 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 ved metoden ligger i de pulserende energiseringskildene. Selv om man opererer langt fra "støyende" kraftledninger og AM-radiosendere, kan støy være et problem. Det kreves erfaring av operatøren som i felten må vurdere og "sile" en del signaler.

1.4. Tolkning. I felten plotter vi motstanden mot de forskjellige frekvensene i nomogrammer (bilag 1). Ved hjelp av nomogrammet kan man omtrentlig bestemme dypet ned til et ledende skikt. Dybdelinjene på nomogrammet er avhengig av inntrengingsdypet ved forskjellig motstand frekvenskombinasjoner. Hvis det er en god leder i undergrunnen, bør en del av plottene for de forskjellige motstand- og frekvenskombinasjoner følge en av dybdelinjene. Dypet til en perfekt leder og ledningsevne tykkelse produktet finnes av følgende formel:

$$\text{Dyp til perfekt leder: } H(m) = 356 \times \sqrt{\rho(\text{ohm m})/F(\text{Hz})}$$

$$\text{Ledningsevne tykkelse produkt: } S = \left(\frac{1}{\text{ohm}}\right)' = 520 / \sqrt{\rho_{\text{min.}}(\text{ohm m}) \times F_{\text{min.}}(\text{Hz})}$$

Resultatet fra stasjon 27 er et eksempel på et lett tydbart måleresultat. Hvis man antar at lederen ~~som~~, som kan ligge 900 m under dagen, er 5 m tykk, så kan det videre regnes ut at dennes spesifikke motstand er ca. 4,5 ohmmeter.

2. GJENNOMFØRING AV MÅLINGENE

2.1 Måleopplegg. Målingene er utført i overensstemmelse med oppdragsgivers ønske. Tilsammen er 64 stasjoner målt, fordelt på 4 profiler hvis lengde tilsammen er 7,3 km. Målestasjonsavstanden varierer generelt mellom 150 og 100 m. E-feltet er stort sett målt i Nord-Sydretningen, noe som en fant ut var en gunstig retning etter en del forsøksmålinger. Måleprofilene ble stukket av oppdragsgiver. S.Godejords meget effektive organisering for å tilrettelegge målingene best mulig angående stikking og stenging av strøm i gruben, virket inspirerende på målaget.

2.2. Problemer. Mye sterk vind med regn og sludd var et problem som forårsaket at målingene gikk noe tregt. Til tross for at målingene foregikk mye i telt, fikk man problemer med apparatur p.g.a. fuktighet. Den lavfrekvente magnetcoilen sviktet en gang, men den ble fort reparert av Grong Gruber.

3. RESULTATER

3.1. Datapresentasjon. Måleområdet fremkommer av 1:10.000 kart i bilag 2.

Med unntak av profil 500S er middelerverdier av motstandsverdiene (rådataene) tegnet inn i et plan gjennom måleprofilene. Se bilag 3. På overlayer til disse profiler er en del indikative dybdelinjer angitt. Dybdelinjene viser noe av dybdespekteret man "ser" i.

Gjennom samtlige profiler er det tegnet vertikale tolkningsprofiler som viser ledningsevne-kontraster i forskjellige nivå, se bilag 4. Ledningsevnekontrastene kan være elektriske ledere som kishorisonter eller grafitt eller de kan representere bergartegrenser.

Noe av tolkningsresultatene samt et forslag til videre oppfølgingsmålinger er presentert på en overlay til områdekartet, se bilag 5.

3.2. Metodens dybdespekter. Som nevnt tidligere kan man med A.M.T. metoden få en god idé om ledningsevnen i berggrunnen ned til store dyp. På grunn av høy motstand i berggrunnen er det i områder fremkommet indikasjoner på ledningsevnekontraster på opptil 6 km under dagen. Man kan si at usikkerheten er relativt stor under ca. 1000 m. En annen konsekvens av den høye motstanden er at en ofte ser gjennom de øverste 500 m selv på de høyeste frekvenser. Dette fremgår av motstandsprofilene hvor tilnærmede dybdeangivelser er angitt på overlay.

At en ofte ikke "ser" de øverste 500 m av berggrunnen betyr ikke at grunne malmer ikke er registrerbare.

3.3. Målinger over hovedmalmen. Av tolkningsprofilet gjennom 200S bilag 4, ser en at man fra stasjon 23 har fått indikasjoner på malmen som ligger ca. 45 m under dagen. Hvis man forutsetter at tykkelsen på massiv malm er 20 m, kan en regne ut en indikativ motstand på malmen til ca. 0,5 ohmmeter.

Fortsettelsen på sonen er videre svakt indikert fra stasjon 24 og muligens 29.

Selv om ledningsevnekontrastene egentlig er svake over malmen, kan man av motstandsprofilen over 200S (bilag 3) se at indikasjonen på at en grunn leder opptrer er klar nok.

Det må erkjennes - og tas som selvkritikk - at man har i minste laget med data til å trekke konklusjoner når det gjelder metodens anvendelighet på Hovedmalmen. På grunn av steilt terreng og vanskeligheter med å finne jordingspunkter for strømelektrodene, har man få målepunkter i omtalte profil. Stasjon 23 er imidlertid kontrollmålt 2 ganger.

Minst ett ytterligere profil over kjent hovedmalm burde vært målt.

3.4. Målinger over "Sydmalmen". Det er gjort målinger i profil 100S og 1700S. Man har ikke fått gode indikasjoner på "Sydmalmen", se bilag 3. I tolkningsprofil 1700S er det dog meget usikre indikasjoner som kan gjenspeile "Sydmalmen". (En ville knapt gjort tolkningen hvis man ikke hadde visst at "Sydmalmen" eksisterte).

Man har ikke noen "fullgod" forklaring på hvorfor "Sydmalmen" ikke har gitt geofysiske anomalier.

Hvis "Sydmalmen" består av massive malmkropper med liten feltutstrekning ($< 200\text{m}$), vil neppe A.M.T. metoden være særlig egnet. Utholdende impregnasjonssoner vil neppe kunne detekteres, da man sannsynligvis vil se igjennom disse. Komplisert tektonikk kan forstyrre jordstrømmene slik at resultatene blir vanskelig å tolke. Det må innrømmes at det fra enkelte målestasjoner er en del spredning på resultatene, men det er vanskelig å si om det skrives seg fra kompliserte geologiske strukturer eller dårlig værforhold.

3.5. Utgående kisimpregnasjoner. Nord for vannintaket ved Nesåvatnet og vest for Gruvetjønna er det boret på turamindikasjoner. Det dreier seg om tynne kisimpregnasjoner på hvilke man ikke forventet og ikke fikk A.M.T. indikasjoner.

3.6. Korrelasjon med NGU's borhullsmålinger. I profil 200 og 500S har man fortrinnsvis svake indikasjoner på en leder i nivå - (100-500)m med referanse til havets nivå (bilag 4). Av profil 200S

ser en at en eventuell leder synes å ligge omtrent 100 - 250 m under bunnen på borhull 10071. Ved turammålinger i nevnte borhull har NGU fått indikasjoner på at en leder kan finnes ca. 100 m i forlengelsen av hullet.

Det er et interessant sammentreff at A.M.T. resultatene stemmer bra med NGU's borhullsmålinger. Imidlertid synes en eventuell leder ikke å passe alt for godt inn i mønsteret for kjent malm.

Konklusjonen bør bli at hull 10071 avviksmåles slik at NGU på grunnlag av disse målinger kan retolke og komme frem til sikrere turamtydninger.

3.7. Andre potensielle ledere. Av tolkningsprofil 1000S og 1700S (bilag 4) følger at man har svake ledningsevnekontraster i nivå ca. (-600 - 900m). I likhet med de tidligere nevnte kontraster i profil 200S og 500S er resultatet merket med skravering på overlayen (bilag 5).

Av overlayen (bilag 5) kan man se at enkelte målestasjoner har gitt ledningsevnekontraster på -(2-3,5 km). Ledningsevnekontrastene er enkelte steder ganske tydelig, og forklaringen kan kanskje være eventuelle underliggende grafittholdige Røyrvikskifre.

3.8. Motstandsprofiler og strukturer. Motstandsprofilene viser som tidligere nevnt indikative variasjoner på elektrisk motstand i berggrunnen fra nær overflaten til store dyp.

Hvis det ikke finnes en svært grunn god leder "ser" man imidlertid generelt ikke de øverste 2-300 m av berggrunnen. Det har derfor vært vanskelig å korrelere måleresultatene med geologiske dagkart og relativt grunne geologiske profiler.

I enkelte profiler har man stasjoner hvorfra man har registrert svært høye motstandsverdier (>30.000 ohmmeter). Noen stasjoner er kontrollmålt slik at en kan se bort ifra store målefeil. Noen god forklaring på dette har man ikke, men de kan antyde en dypgående strukturering i feltet som faller sammen med Sydmalmen og større forkastninger i feltet.

Spesielt i profil 200S øst for utgående av hoved-malmen har man registrert høye motstandsverdier. I de andre profilene hvor man kan forvente å ha en del impregnasjoner er verdiene lavere.

Ved ytterligere A.M.T-målinger i den nordlige delen antas det at man kan få indikasjoner på om hvorvidt malmsonen foldes ned på dypet i en stor isoklinal fold. Geologisk har man indikasjoner på at så er tilfelle.

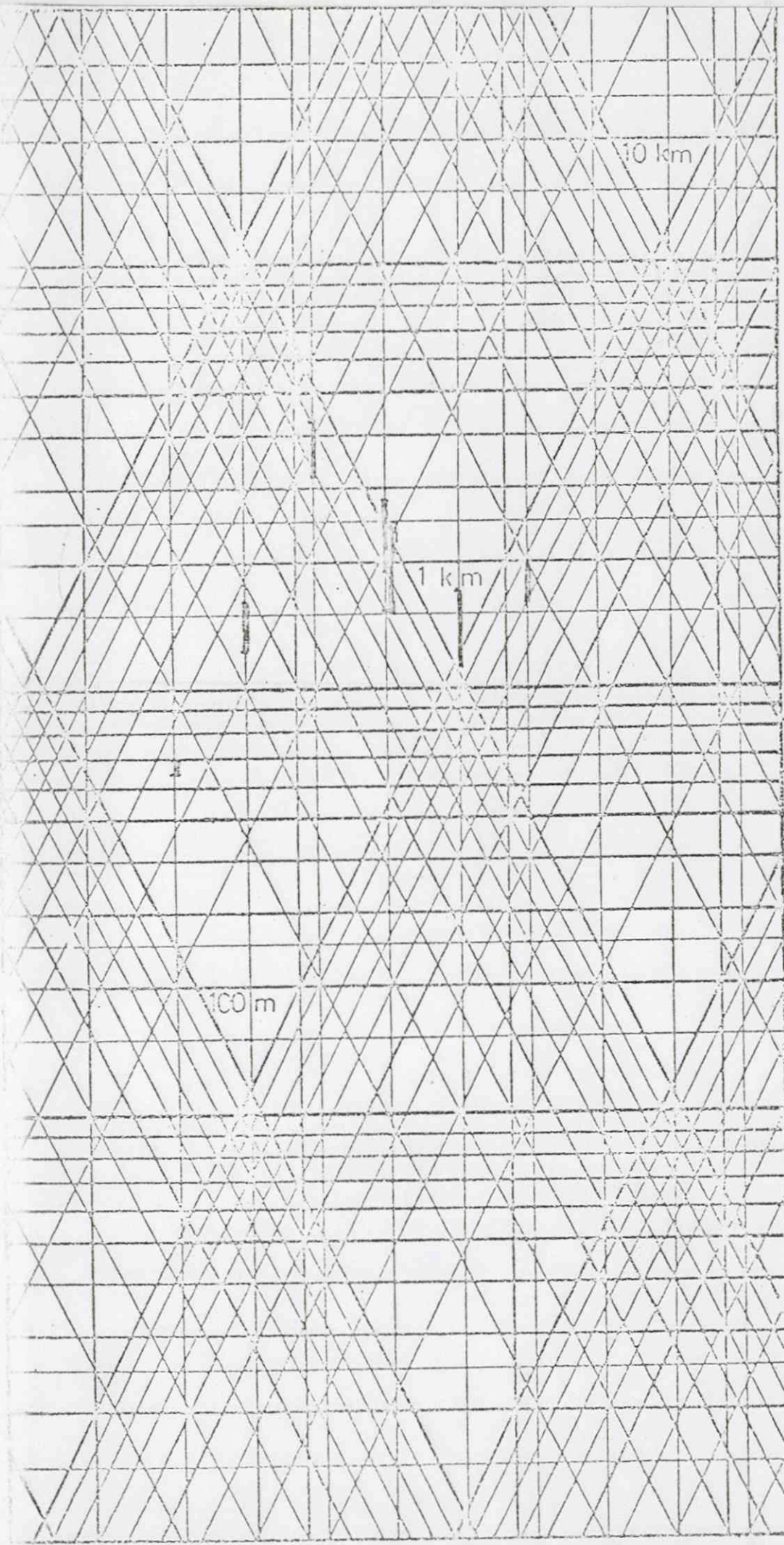
4. KONKLUSJON - OPPFØLGING

Man har så langt ikke fått tydelige indikasjoner på ukjente ledere. Imidlertid er det litt interessant at man har fått svake til middels indikasjoner på en leder under dyphullene som korrelerer med NGU's borhullsmålinger.

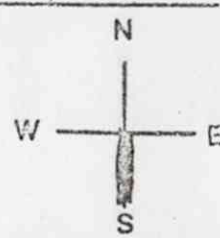
Er metoden egnet i Skorovatn? "Sydmalmen", hvis sammenhengende feltutstrekning på massiv mineralisering man ikke kjenner helt, gav ingen overbevisende indikasjoner. Kjent malm gav indikasjoner, noe man på forhånd ikke helt hadde forventet på grunn av den meget dagnære beliggenhet. Finnes det flere slike godt ledende malmer med stor feltutstrekning, burde de kunne detekteres med A.M.T.metoden. Det anbefales dog at metodens anvendelighet på hovedmalmen bør undersøkes med et ytterligere profil.

Situasjonen i Skorovas med svært begrensede malmreserver burde tilsi at man (hvis man forventer tilstrekkelige gode priser) snarest satser "friskt" på å finne nye reserver. Det finnes tross alt store jomfruelige områder som ikke er undersøkt ved boring. Boreprospekter bør man søke å finne ved systematiske undersøkelser. Relevante geofysiske metoder kan være A.M.T., en pulsinduktiv metode (PEM) og kanskje ytterligere turammålinger.

På overlayen (bilag 5) er foreløpig et nært, men jomfruelig område ved Dausjøen foreslått undersøkt. Det er trukket opp ca. 8,0 km profiler. Med A.M.T.metoden vil et feltarbeide ta ca. 1,5 uke. En forutsetning for å få best mulige resultater med A.M.T.metoden er imidlertid at høyspentstrøm i området delvis må stenges.



NO	27
SPOROVASS	
DATE	21/9-79
X	500V
Y	180S



L 15,8m	R
(211)	21

Hz	dB	Ω.m		
8				
17				
37				
80	2	2000	1200	1800
		1600	1700	
170		1300	1200	1200
		1400		
370		2400	4000	1400
		2800	2700	
800		3400	3200	3600
		4200		
1700		1300	1600	1400
		1300		
3700		650	200	650

CM16: 370 Hz:
1400, 1300, 2500, 1500

CM16: 170 Hz:
1200, 1600
1400, 1300



Dausjøen

11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 100N

34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 7000X 200S

40 39 38 37 36 35

500S

Hovedmalmen

53 52 51 50 49 48 47 46 45 44 43 42 41 1000S

69000X

Sydmalmen

SITUASJONSKART

MALESTASJONER MED ANGITT
MÅLERETNING

1700S

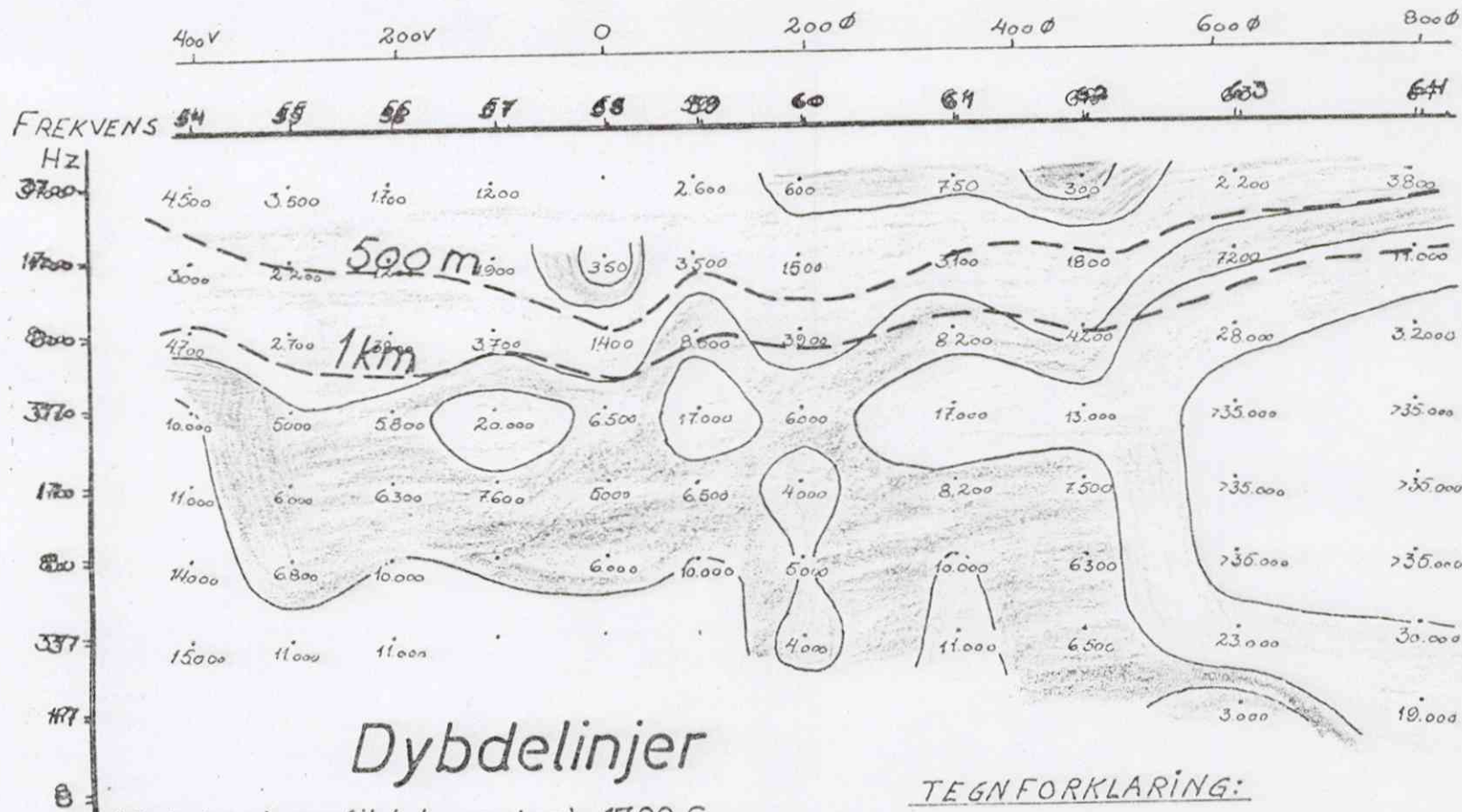
N

M=1:10000

Nesåvatn

68000X

BILAG 3



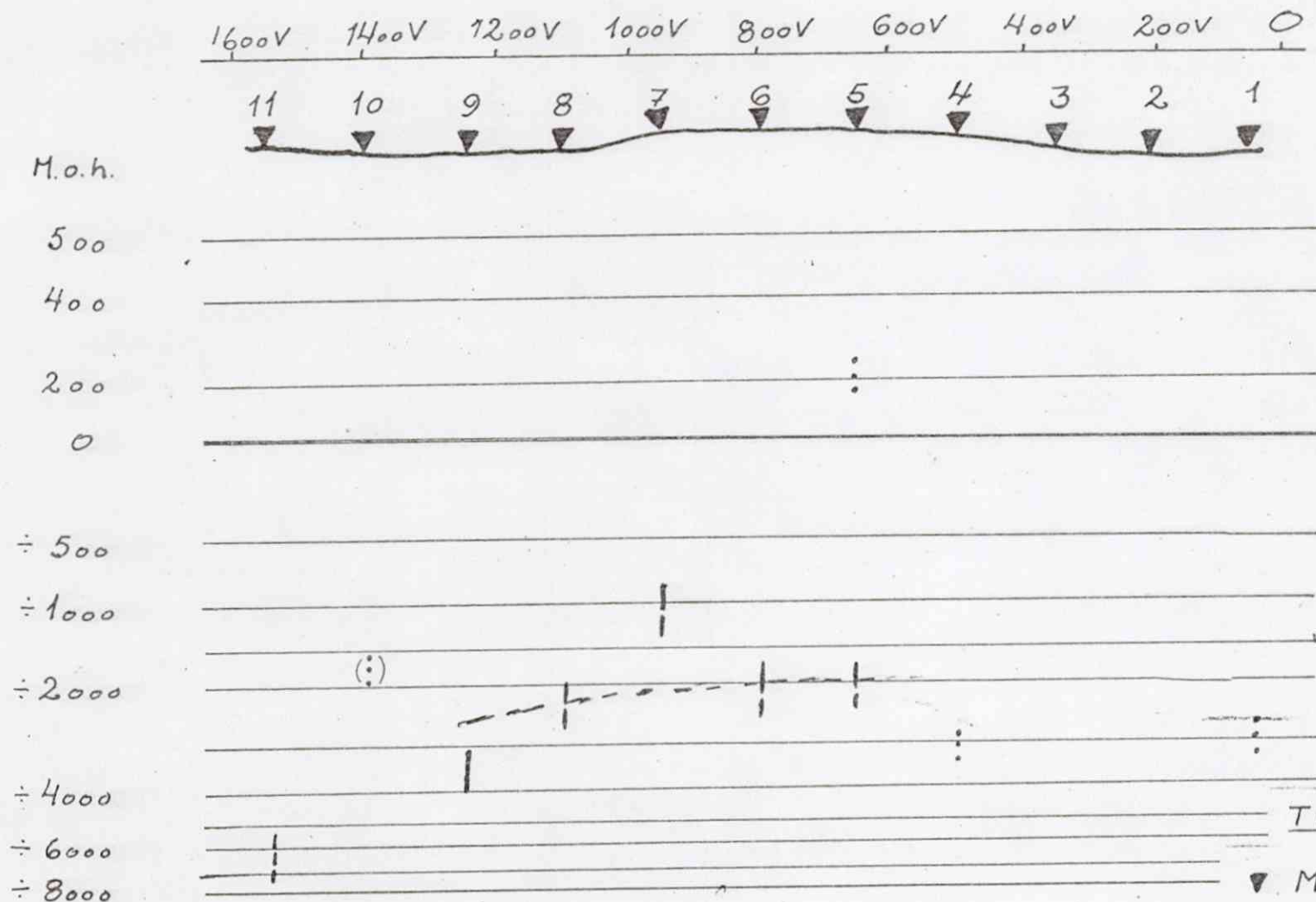
Motstandsprofil (ohmmeter) 17.00 S
Skorovatn

TEGNFORKLARING:

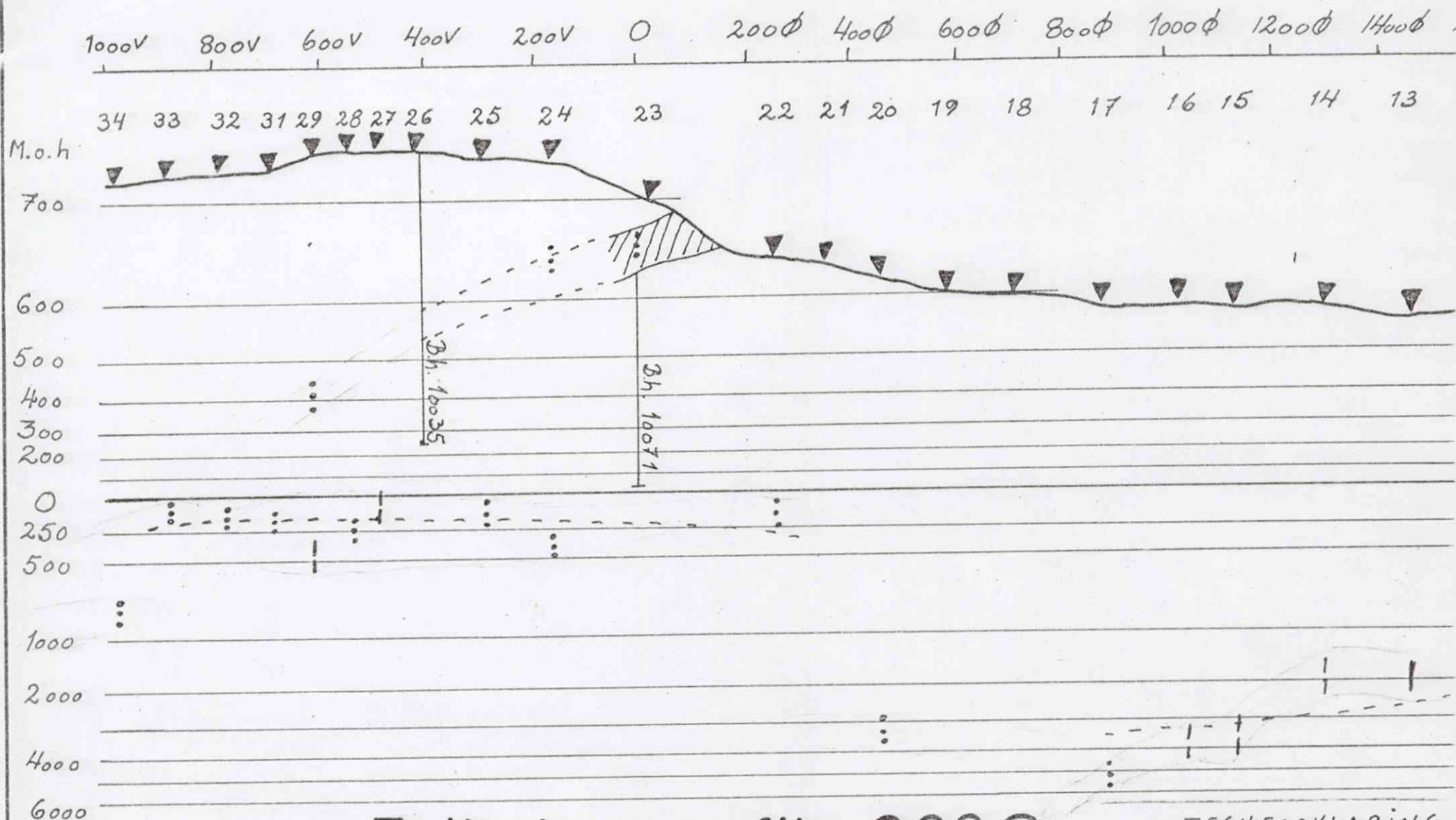
$\square > 30.000 \Omega m$	$1000 \Omega m \geq \square \geq 500 \Omega m$
$30.000 \Omega m \geq \square \geq 10.000 "$	$500 " \geq \square \geq 100 "$
$10.000 " \geq \square \geq 5.000 "$	$100 " \geq \square \geq 50 "$
$5.000 " \geq \square \geq 1.000 "$	$\square < 50 "$

CWL G. Foslie

BILAG 4



Tolkningsprofil 100 N
Skorovatn



Tolkningsprofil 200 S Skorovatn

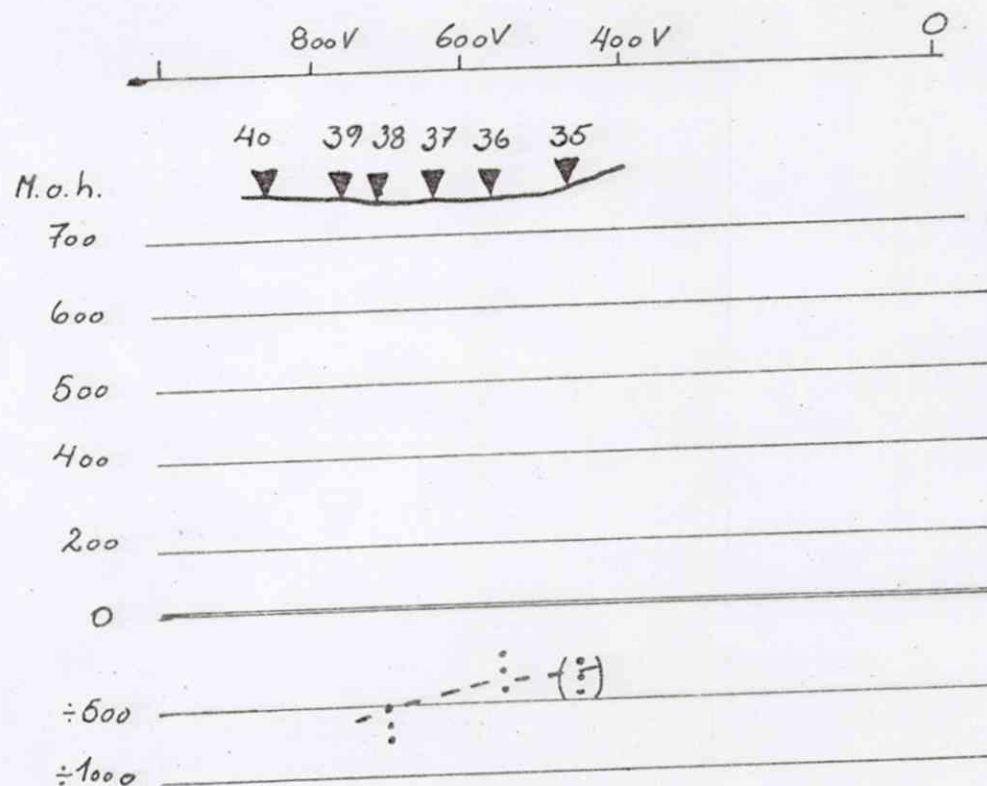
TEGNFORKLARING

▼ MÅLESTASJON

| GOD LEDNINGSEVNE KONTR

- - - - - MIDDELS - - - - -

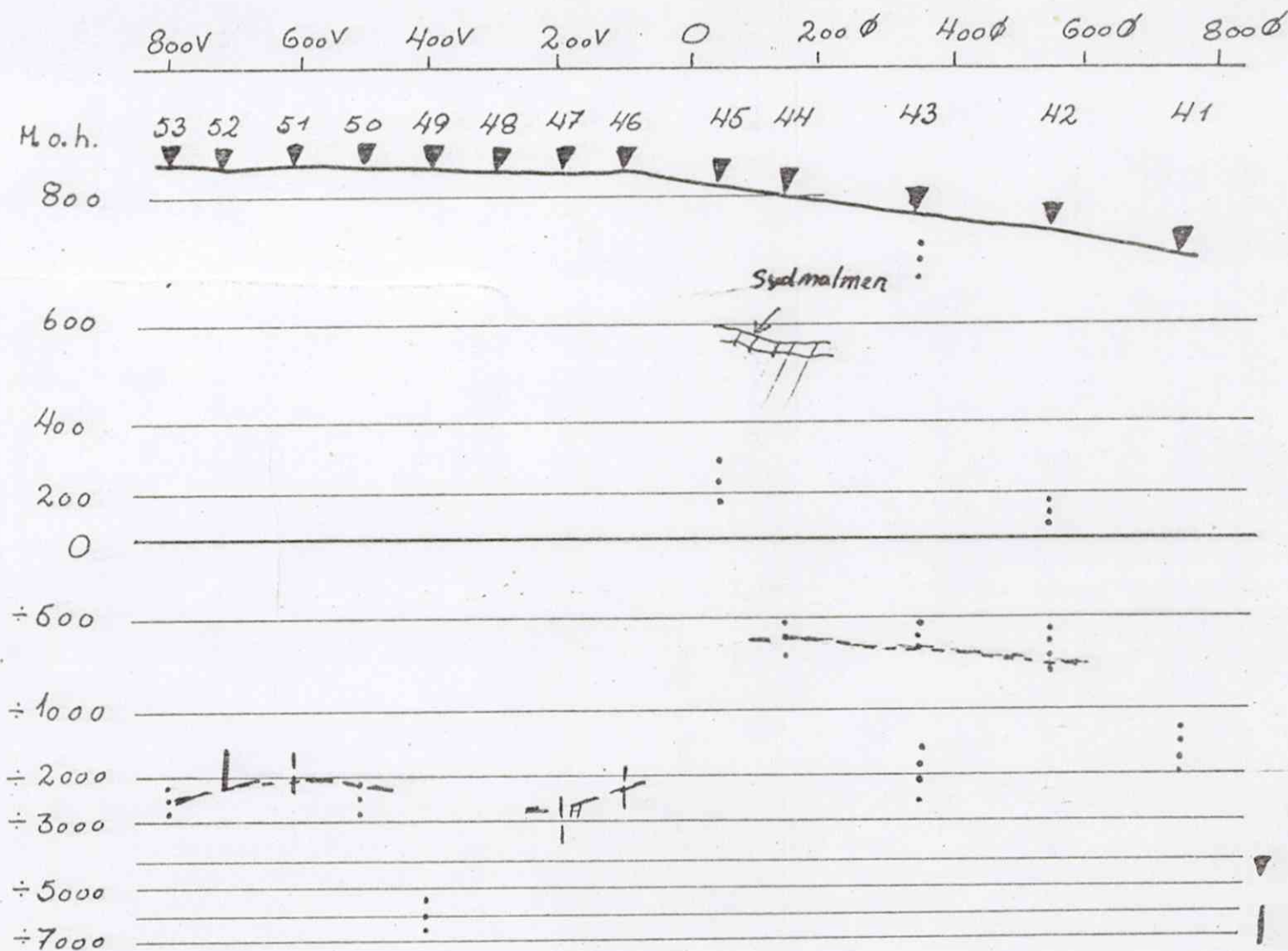
: DÅRLIG - - - - -



Tolkningsprofil 500 S
Skorovatn

TEGNFORKLARING

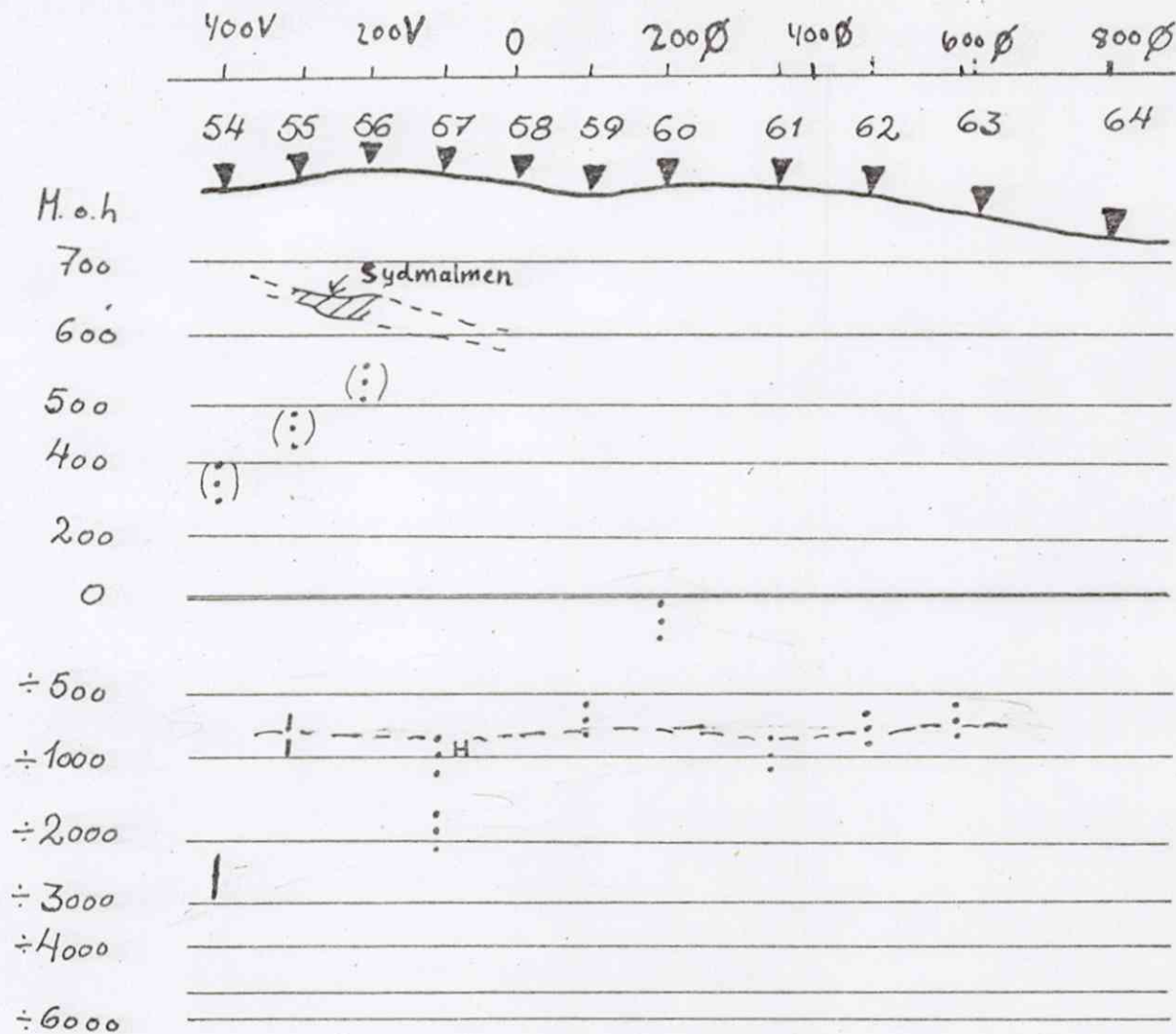
- ▼ MÅLESTASJON
- | GOD LEDNINGSEVI
KONTRAST
- | MIDDLELS — " —
- : DÄRLIG — " —



TEGNFORKLARING

- ▼ MÅLESTASJON
- | GOD LEDNINGSEI KONTRAST
- | MIDDELS — " —
- : DÅRLIG — " —
- H MÅLT PÅ TVER AV STRØKE

Tolkningsprofil 1000S
Skorovatn



Tolkningsprofil 1700 S Skorovatn

TEGNFORKLARING

- ▼ MÅLESTASJON
- | GOD LEDNINGSEVN KONTRAST.
- | MIDDELS — " —
- : DÅRLIG — " —
- H MÅLT PÅ TVERS AV STRØKET

