



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2013	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "542300002"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Turam- og VLF måling Lergruvebakken, Røros. Felteksempel.				
Forfatter SINGSAAS P. NGU		Dato 1974	Bedrift Sulitjelma Gruber A/S	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype	Emneord			
Sammendrag Felteksemplet omtaler et forsøk med VLF måling på relativt flattliggende plateforma malmsoner. Undersøkelsen er utført ved Lergruvebakken pū Røros. Malmsonene er tidligere undersøkt ved Turam-målinger og borer. På grunne soner framkom sterkere indikasjoner med VLF enn med Turam. VLF-metoden kan brukes på svakt hellende malmsoner, men valget av senderstasjon er svært viktig. EM-målinger.				

FELTEKSEMPEL

Turam- og VLF-målinger

LERGRUVBAKKEN

RØROS

1960/1973

Per Singsaas

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Geofysisk avdeling

Mai 1974

3. VLF-målingene har til dels gitt like sikre holdepunkter om fallretning og dyp som Turammålingene. VLF-målingene er mindre sikre enn Turammålingene i spørsmålet om malmplatenes utstrekning i fallretningen.
4. VLF-målingene har i foreliggende forsøksfelt hatt en dybderekkevidde på 100 meter, muligens noe mer.

INNLEDNING

ABEM, Stockholm, utførte i 1959 EM-flymålinger i Rørosdistriktet for A/S Røros Kobberverk. Ved målingene ble det påvist ledende soner en rekke steder, bl.a. i Lergruvbakken. Etter flymålingene foretok Kobberverket gun-målinger på de indikerte ledere i Lergruvbakken og satte dessuten ned et par sonderende borhull.

Resultatene av disse undersøkelser førte til at GM i 1960-61 fikk i oppdrag å utføre Turammålinger i området. Det ble da funnet 5 plateformete ledere som i vedlagte fig. 1 er merket A, B, C, D og E, kfr. GM Rapport 293 og 335. Platene har svakt fall mot syd og ligger i forskjellige nivå. Leder A er delvis utgående under 3 - 4 meter overdekke, B ligger 40 - 50 meter under dagen, C 100 - 150 meter, D 75 - 100 meter og E ca. 80 meter under dagen.

Etter Turammålingene er det utført ganske omfattende boringer på de anviste ledere, særlig på C som er den betydeligste. Det er påvist malm som består av magnetkis/svovelkis med sinkblende og kobberkis. Oppfærings- og produksjonsdrift ble satt i gang på A og C i 1972/73.

NGU gjorde i 1973 forsøk med VLF-målinger over malmsone. Formålet var å vinne erfaringer med VLF-metoden, Lergruvbakken ble valgt som forsøksfelt fordi forekomsten var godt kartlagt på forhånd og fordi en her fikk anledning til å foreta sammenlikning med Turammetoden.

MÅLEMETODER ETC.

Som primærfelt ved VLF-målingene benyttet feltet fra radiosendere satt opp for kommunikasjonsformål forskjellige steder i verden. Disse sendere bruker frekvenser i området 10.0 - 20.0 kHz. Feltet står vinkelrett på radiobølgenes utbredelsesretning og er horisontalt.

Som ved andre elektromagnetiske metoder vil primærfeltet indusere

virvelstrømmer i eventuelle ledere, og sekundærfeltet fra disse kan måles opp som anomalier ved hjelp av egnede instrumenter.

Forsøksmålingene foregikk med et instrument bygget av Geonics Limited, Canada. Instrumentet har betegnelsen EM 16 (Ronka), og det måler styrken - både i fase og ut av fase - av den vertikale komponent av sekundærfeltet i prosent av styrken av primærfeltet.

Som nevnt er malmsone i Lergruvbakken relativt flattliggende. Forholdene ligger av denne grunn ikke særlig godt til rette for VLF-metoden som benytter horisontalt induserende felt. Det ble gjort forsøk med flere stasjoner:

1	NAA	USA	17.8 kHz	$\sqrt{\text{styrke}}$	$< 45^\circ$
2	GBR	England	16.0	" "	$> 45^\circ$
3	GBZ	"	19.6	" "	$> 45^\circ$
4	UMS	USSR	17.1	" "	?

Det viste seg at bare den førstnevnte stasjon ga klare indikasjoner på malmsone. Retningen av primærfeltet fra NAA er antydnet i fig. 1.

Turammålingene i 1960/61 ble foretatt ved 500 per. vekselstrøm tilført undergrunnen gjennom kabel utlagt rettlinjet på bakken og jorden i begge ender. Den vertikale komponent av feltstyrken ble bestemt ved kvotientmålinger.

Det er ikke foretatt nøyere bestemmelse av malmens ledningsevne, men på basis av Turammålingene må ledningsevnen karakteriseres som relativt god. Den gode ledningsevne har utvilsomt sammenheng med at malmens grunnmasse vesentlig består av magnetkis.

KOMMENTAR TIL FELTKURVENE

Det er vedlagt 6 blad feltkurver. Hvert blad inneholder en VLF- og en Turamkurve fra ett og samme profil. Den reelle komponent er tegnet

opp. På kurvbladene er også vist skjematiske vertikalsnitt av malmsone-
ne. Snittene er skissert på grunnlag av Turammålingene med støtte i borin-
gene og kan anses relativt sikre. Det har gjennomgående vært meget god
overensstemmelse mellom resultatene av Turammålingene og boringene.

VLF-kurvene viser styrkeforholdet i prosent mellom vertikalfeltet og hori-
sontalfeltet langs måleprofilen, dvs. at observasjonene er tegnet opp ubear-
beidet. Turamkurvene viser såkalt "normalisert" feltstyrke, dvs. forhold-
et mellom den målte og den normale styrke av vertikalfeltet for det kabel-
anlegg som ble benyttet. Det fremgår av eksemplene at feltkurvene fra
VLF og Turam umiddelbart kan sammenliknes, og en videre bearbeidelse
av VLF-resultatene etter Frasermetoden ble ikke ansett nødvendig.

Turamkurvene er hentet fra målingene i 1960 med kabel utlagt langs linje
ONS nord for - på liggsiden av - malmsone. De supplerende målingene
i 1961 foregikk hovedsakelig ut fra kabel utlagt på hengsiden, og de bidro
vesentlig til en sikrere avgrensning av sonenes utstrekning mot dypet.
En har imidlertid ikke funnet det nødvendig å vise feltkurver fra disse må-
lingene.

For å illustrere feltvariasjonene over en svakt hellende malmsplate har
en i fig. 8 vist et par Turam modellkurver målt i laboratoriet. En gjør
oppmerksom på at modellen - en sinkplate - ble energisert rent induktivt
beliggende i luft. Malmsone i Lergruvbakken ble energisert blandet
induktivt - konduktivt.

VLF-målingene ble forstyrret en del av en høyspent kraftledning bygget
i forbindelse med gruvedriften etter at Turammålingene ble utført. For-
styrrelsene er særlig tydelige i profil 1400 V, se fig. 2. De store utslag
med negativt fortegn i partiet 200 - 300 S skyldes utvilsomt kraftlednin-
gen.

Figur 2 Feltkurver fra profil 1400 V

Ved Turammålingene fremkom sterke indikasjoner på leder A og B,
mens C - som har østre begrensning ved profil 1400 V - ikke ga

indikasjoner.

Bredden av A og B fremgår klart av Turamkurven. Så vel øvre som nedre kant er tydelig markert. Turamkurven gir gode informasjoner om fallretning og dyp.

Også VLF-målingene gir forholdsvis sikre holdepunkter vedrørende fallretning og dyp, men gir ikke så klare indikasjoner som Turam når det gjelder sonenes utstrekning i fallretningen. Beliggenheten av A's øvre kant kan fastlegges sikkert på grunnlag av VLF-kurven. Her er det god overensstemmelse mellom Turam- og VLF-målingene. Vanskeligere er det å an vise A's nedre kant på basis av VLF-målingene.

Turamfeltkurvene over A og B er temmelig like. Begge kurver viser typiske feltvariasjoner over svakt hellende plater med markerte kanter, kfr. modellkurvene i fig. 8. VLF-feltvariasjonene er mer forskjelligartede og likner mindre på hverandre. Dette må antas å ha sammenheng med at A og B ligger i forskjellig dyp. VLF-kurven viser ingen markert strømkonsentrasjon i øvre kant av sone B slik som i A. I sone B synes de induserte strømmer å være mer fordelt, idet det foreligger en jevn gradient i feltstyrken over hele platebredden.

Som det vil fremgå av fig. 1 opptrer det en uregelmessighet i nordre/øvre kant av sone A i partiet ved profil 1400 V. Hva uregelmessigheten består i, er ikke klarlagt, men sannsynligvis har en å gjøre med en sprekk, muligens en liten fold, i platen. Som feltkurvene viser, er uregelmessigheten indikert både med Turam og VLF, men sterkest med VLF.

Fig 3 Feltkurver fra profil 1500 V

Feltkurvene fra profil 1500 V likner meget på feltkurvene fra profil 1400 V. Dette gjelder for både Turam og VLF.

Det foreligger relativt sikre indikasjoner på sone C med Turam. Med VLF derimot fremkom ingen indikasjoner på C.

Feltkurvene fra profil 1500 V taler ellers for seg selv. Et forhold skal dog nevnes. I fig. 3 er begrensningen av sone A ikke inntegnet på grunnlag av den viste Turamkurve alene. Anvisningen bygger her til dels også på feltstyrkens imaginærkomponent som tydelig viser at sone A strekker seg noe lenger mot nord enn den reelle komponent kan gi inntrykk av. Det er således god overensstemmelse mellom VLF reell og Turam imag når det gjelder beliggenheten av A's nordre kant. Av dette kan trekkes den slutning at sonen sannsynligvis er svakere ledende/mindre mektig i partiet langs nordre kant.

Fig. 4 Feltkurver fra profil 1700 V

I dette profilet er det god overensstemmelse mellom Turam og VLF. De grunnere soner kommer sterkere frem med VLF enn med Turam, og av denne grunn er VLF-kurven ikke så "glatt" som Turamkurven. Likevel kan en anviser en ganske tydelig VLF-indikasjon på malmsone C som ligger 100 - 150 meter under dagen. Det er vesentlig feltvariasjonene i partiet 500 S - 800 S som antas å ha tilknytning til sone C.

Sone B synes å være indikert både med Turam og VLF.

Det ser ut til å være mulig å angi VLF-indikasjoner også på sone D. VLF-kurven er så vidt lik Turamkurven at det neppe kan være tvil om dette. Sone D ligger i ca. 100 meters dyp. VLF-feltvariasjonene på D er tydeligst i partiet fra sonens nordre kant og innover platen.

Den forholdsvis markerte variasjon i VLF-kurven ved 1300 S skyldes en gruntliggende sone med liten utstrekning.

Fig. 5 Feltkurver fra profil 1800 V

Feltkurvene fra dette profil har meget til felles med kurvene fra foregående profil.

Den gruntliggende sone omkring 375 S har gitt relativt sterkere feltvariasjoner med VLF enn med Turam. Over sone C er forholdet omvendt.

Turamkurven er tydelig når det gjelder spørsmålet om C's utstrekning mot nord. VLF-kurven derimot gir ingen sikre holdepunkter vedr. dette spørsmål.

Med VLF er det observert ganske tydelige feltvariasjoner over sone D og så i dette profil. Det er grunn til å merke seg den sterke "hevningen" over D's nordre kant.

Fig. 6 Feltkurver fra profil 1900 V

Det er observert ganske tydelige indikasjoner på sone C med Turam. VLF-indikasjonen på C er derimot mindre sikkert fastlagt enn i de foregående profilene. Dette kan skyldes at den overliggende sone i partiet omkring C's nordre kant preger feltstyrkeforholdene noe sterkere her enn i profilene østenfor.

De observerte indikasjoner på sone D er litt annerledes enn i foregående profil. Dette gjelder så vel Turam- som VLF-feltvariasjonene. VLF og Turam viser innbyrdes god overensstemmelse. Både Turam- og VLF-målingene kan tyde på at dypet ned til sone D er mindre enn antydnet i snittet. Det er ikke boret i dette parti, og det foreligger derfor plass for justering av snittet så det blir mer i samsvar med måleresultatene.

Ved 1200 S er det observert indikasjoner både med Turam og VLF på en svakt ledende sone med liten utstrekning.

Fig. 7 Feltkurver fra profil 2000 V

Det er ikke observert indikasjoner med Turam på den overliggende sone i partiet over C's nordre kant i profil 2000 V. Sonen er derfor ikke inntegnet i snittet. Til gjengjeld er sone C kommet klart frem til tross for at måleprofilen bare ligger ca. 100 meter fra malmsplatens vestre begrensning. Som vist i fig. 1 begrenses sone C mot vest av en skyvesone.

Det kan være grunn til å nevne at det dyp som kan bestemmes på grunn-

lag av Turamkurven når det gjelder sone C i dette profil, er noe mindre enn det virkelige. Uoverensstemmelsen har antakelig sammenheng med at måleprofilen ligger ut mot kanten av den ledende sone.

I et borhull satt ned i punktet 2000 V, 360 S er den overliggende kissone registrert som tynne striper og svake impregnasjoner i dyp 35 - 38 meter. Den relativt sterke VLF-indikasjon som er observert, skyldes antakelig denne sonen, som etter Turammålingene å dømme må være svakt ledende i dette parti. Hvorvidt det foreligger indikasjoner på sone C med VLF i dette profilet, kan ikke sies med sikkerhet, men visse trekk i feltkurven synes å kunne ha tilknytning til den dypereliggende leder.

Det ble observert svake indikasjoner på sone D både med Turam og VLF. VLF-indikasjonen synes usikker, men som i profilene foran fester en seg ved den typiske "hevningen" av feltkurven over D's øvre/nordre kant.

I partiet 1100 S - 1200 S er det observert en svak indikasjon så vel med Turam som med VLF. Det er ikke nærmere klarlagt hva indikasjonen skyldes, men den har ikke sammenheng med sone D. En bygger her på resultatene av Turammålingene i 1961 med kabel utlagt på hengsiden av malmsone.

SLUTTBEMERKNING

Forsøket har vist at VLF-metoden kan brukes også på ledende soner som ligger forholdsvis flatt. Det fremgår imidlertid av målingene at VLF-indikasjoner på flattliggende ledere til dels kan være vanskelige å tolke og at VLF-metoden under slike forhold ikke er så godt egnet som Turammetoden. Spesielt når det gjelder å bestemme arealet av flattliggende ledere synes Turam sikrere enn VLF. Dette kan i noen grad ha sammenheng med at dybderekkevidden gjennomgående er større med Turam enn med VLF. I Lergruvbakken har dybderekkevidden vært 100 - 120 meter med VLF, mot anslagsvis det dobbelte med Turam.

Forsøket har ellers vist at det i mange tilfelle vil kunne være fordelaktig å benytte VLF parallelt med Turam. For kartlegging av detaljer kan en utvilsomt ofte like godt benytte VLF som Turam. Kombinererte Turam/VLF-undersøkelser vil neppe bli mindre sikre enn rene Turamundersøkelser, men de kan sannsynligvis bli vesentlig billigere.

Til slutt skal understrekes at en hittil har utført for lite VLF-målinger til å kunne vurdere metoden nøyere. NGU's erfaringer er langt mer omfattende med Turammetoden.

RESYMÉ

Felteksemplet omtaler et forsøk med VLF-målinger på relativt flattliggende, plateformete malmsoner. Malmsonene er tidligere undersøkt ved Turam-målinger og boringer og er godt kjent. Formålet med forsøksmålingene var å vinne erfaring med VLF-metoden ved hjelp av resultatene fra Turammålingene.

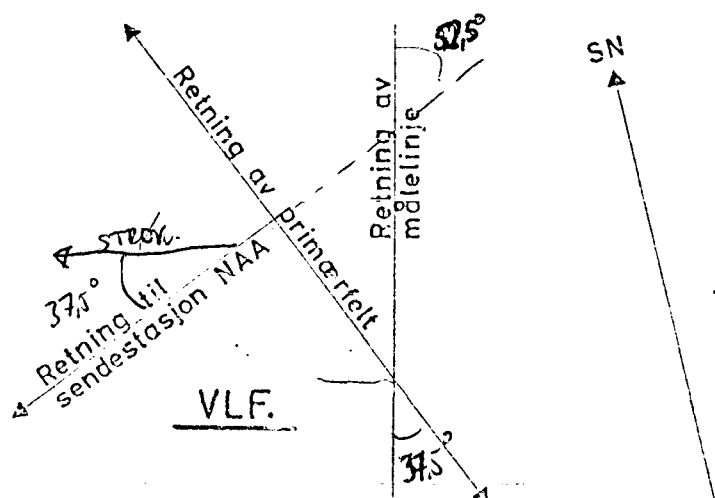
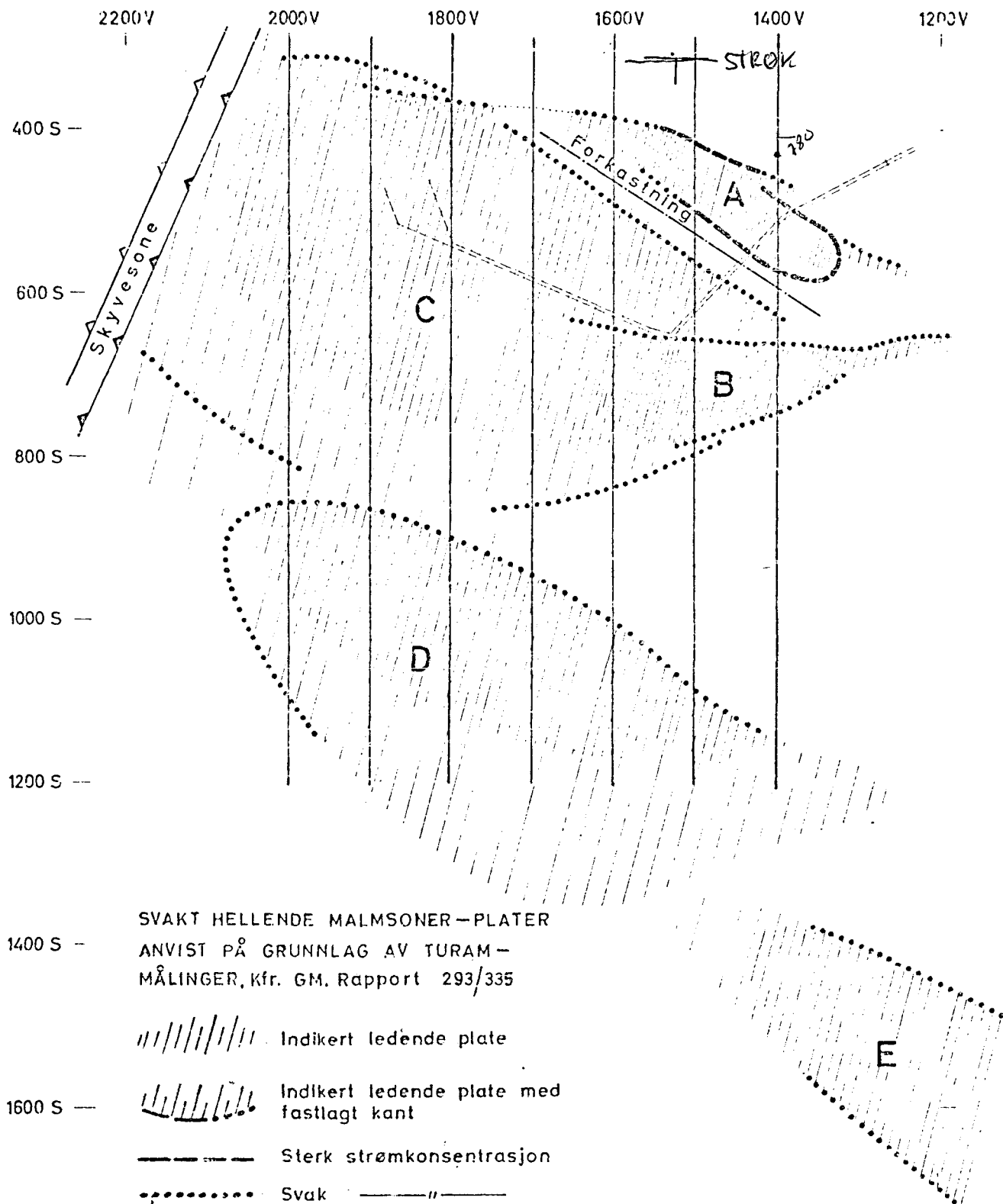
VLF-målingene ble foretatt med Ronka, Geonics EM 16. Tilfredsstillende induksjon i malmsplatene ble oppnådd med senderstasjon NAA(USA), frekvens 17.8 kHz.

Bilag:

- Fig. 1 Skisse som viser malmsonene slik de ble anvist etter Turammålingene
- Fig. 2-7 Turam- og VLF-feltkurver sammenstillet/vertikalsnitt gjennom malmsplatene
- Fig. 8 Turam-feltkurver fra modellmålinger

Målingene har vist:

1. VLF-metoden kan benyttes på svakt hellende malmsoner, men valget av senderstasjon er meget viktig under slike forhold.
2. Det fremkom sterkere indikasjoner med VLF enn med Turam på de gruntliggende soner. På de dypere liggende synes forholdet å være omvendt.



Felteksempel

Turam og VLF målinger
LERGRUVBAKKEN
Røros 1960/1973

Fig. 1

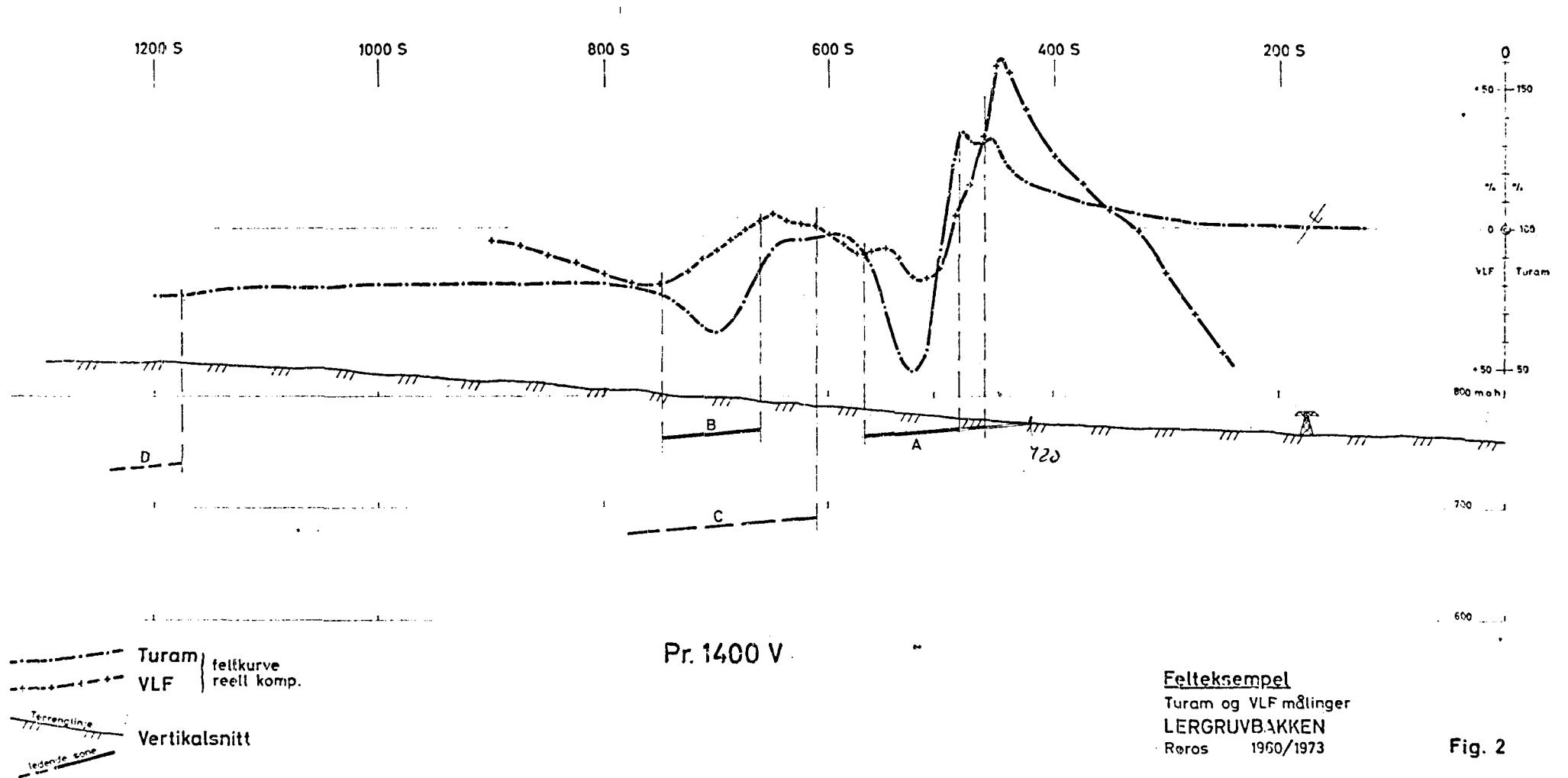
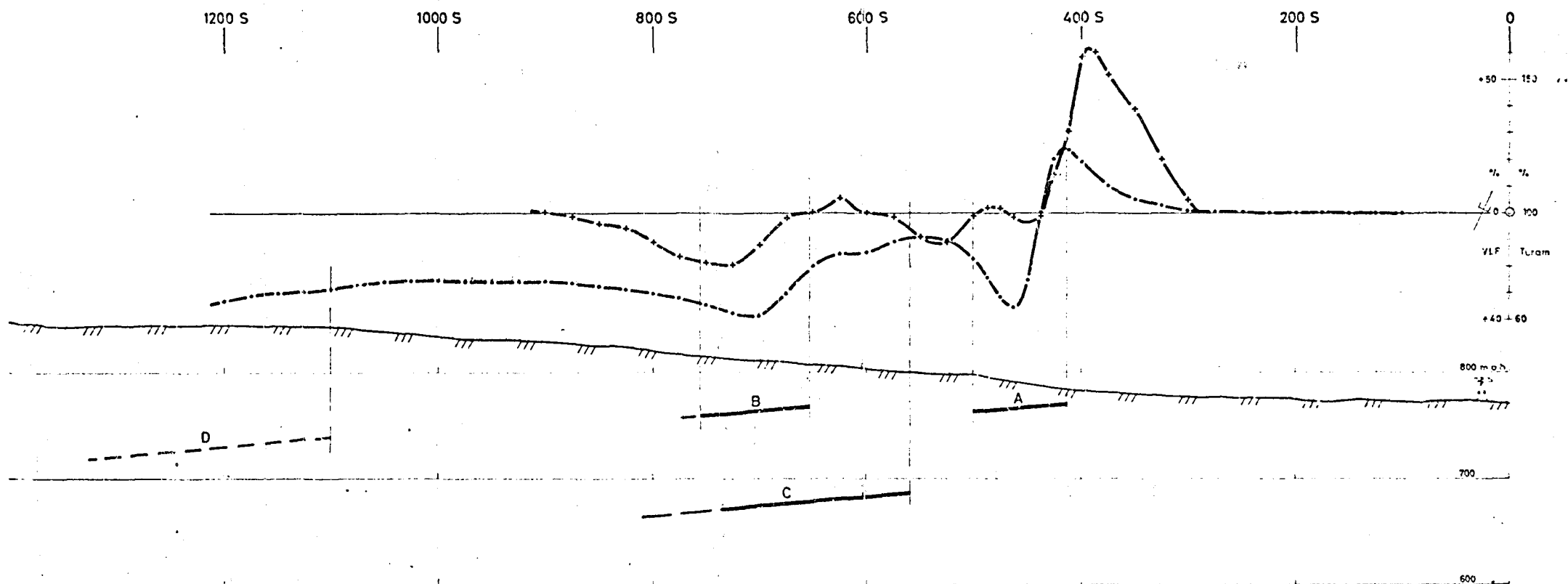


Fig. 2

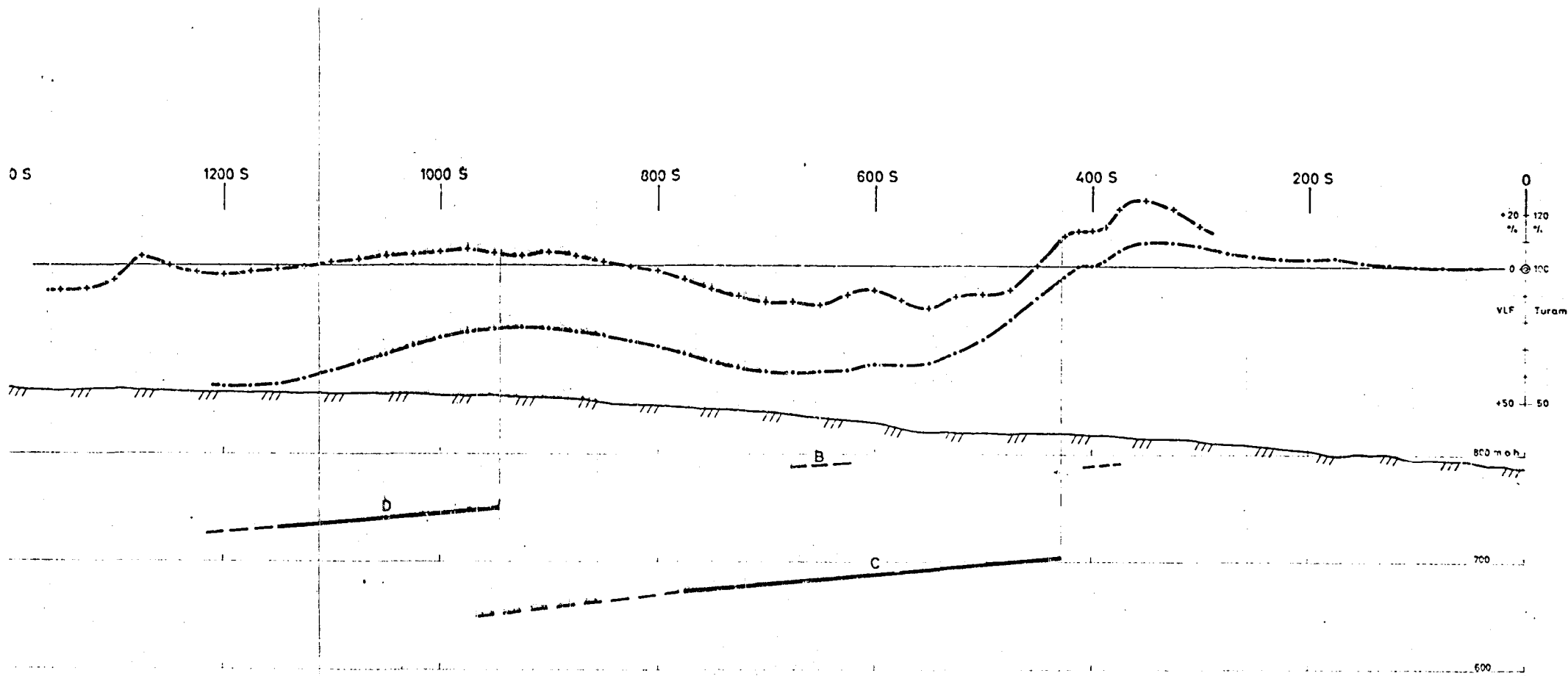


Pr. 1500 V

--- Turam } feltkurve
 -.- VLF } reell komp.
 --- Terränglinje
 --- ledenus sone
 Vertikalsnitt

Felteksempel
 Turam og VLF målinger
 LERGRUVBAKKEN
 Røros 1960/1973

Fig. 3



Pr. 1700 V

--- Turam
 --- VLF
 --- Terränglinje
 --- ledande zone
 Vertikalsnitt
 feltkurve
 reell kcomp.

Felteksempel

Turam og VLF målinger

LERGRUVBAKKEN

Reros 1960/1973

Fig. 4

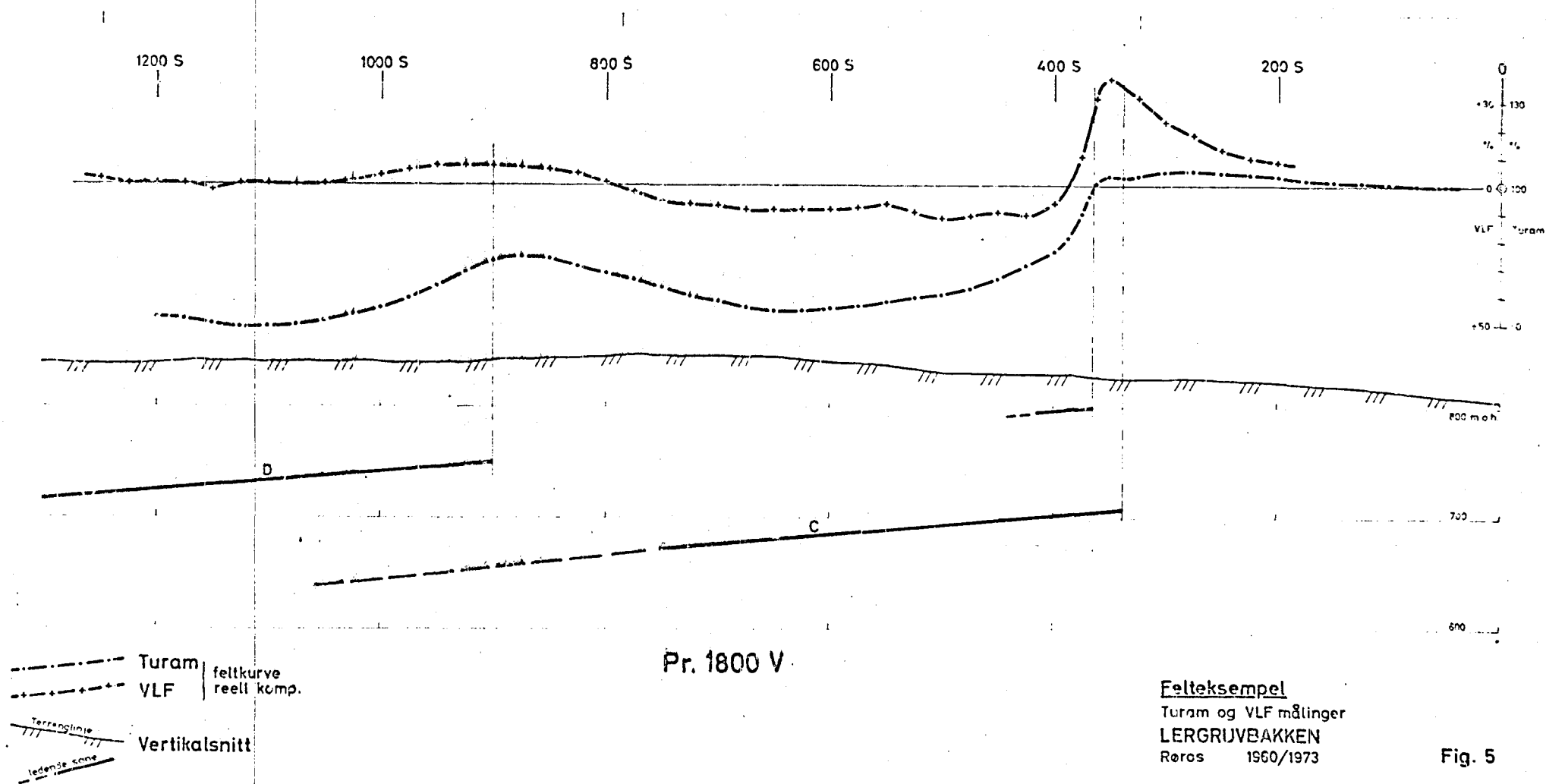
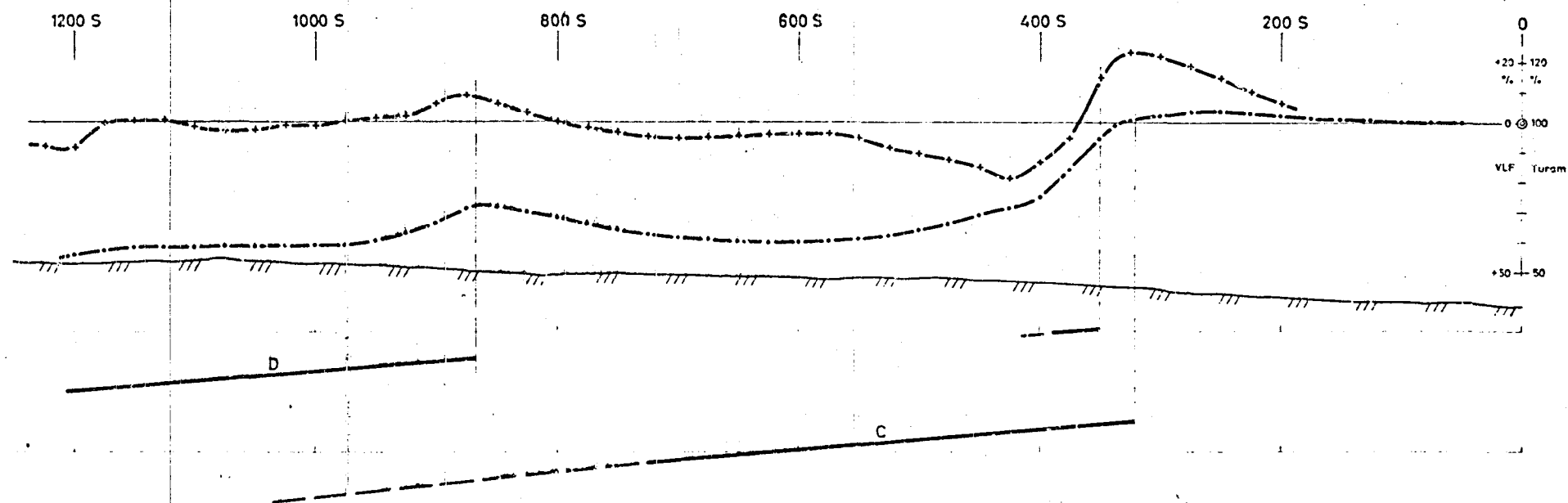


Fig. 5



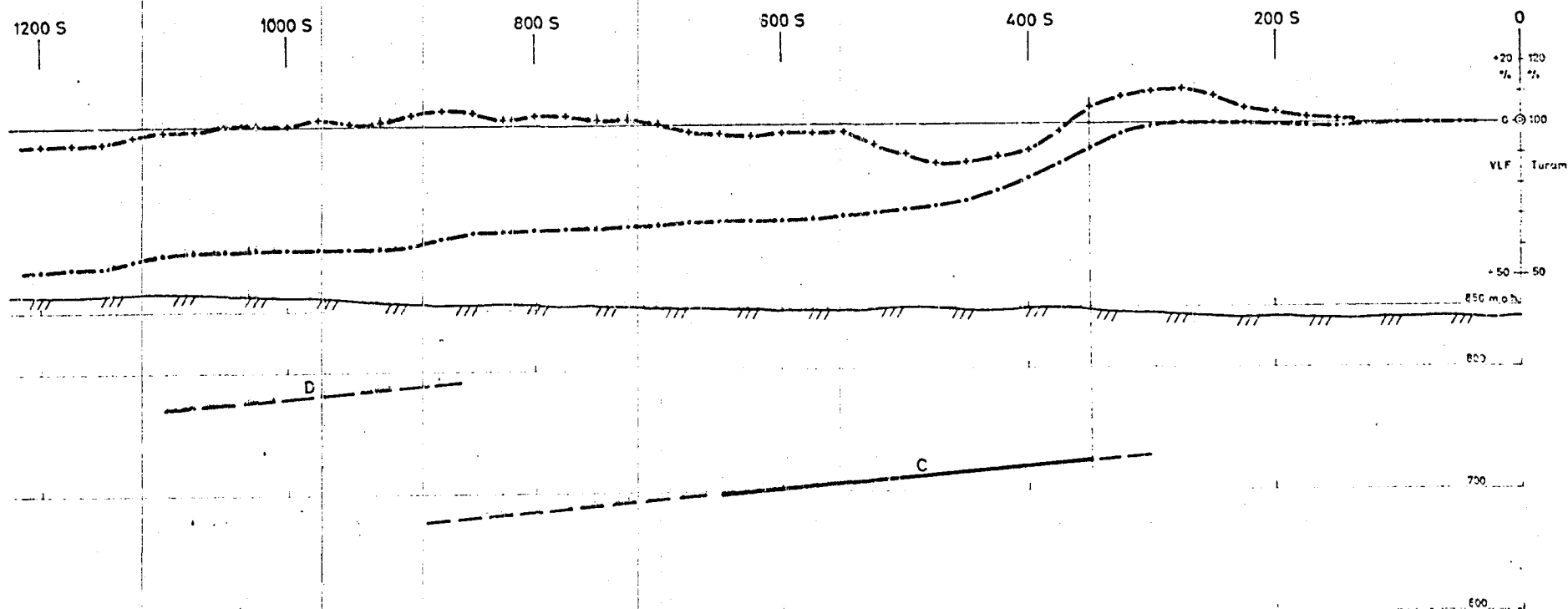
--- Turam
 -+ VLF
 --- Terrænlinje
 --- ledende sone

Vertikalsnitt
 feltkurve
 reell komp.

Pr. 1900 V

Felteksæmpel
 Turam og VLF målinger
 LERGRUVBAKKEN
 Røros 1960/1973

Fig. 6



Pr. 2000 V

- - - - - Turam
 - x - x - VLF

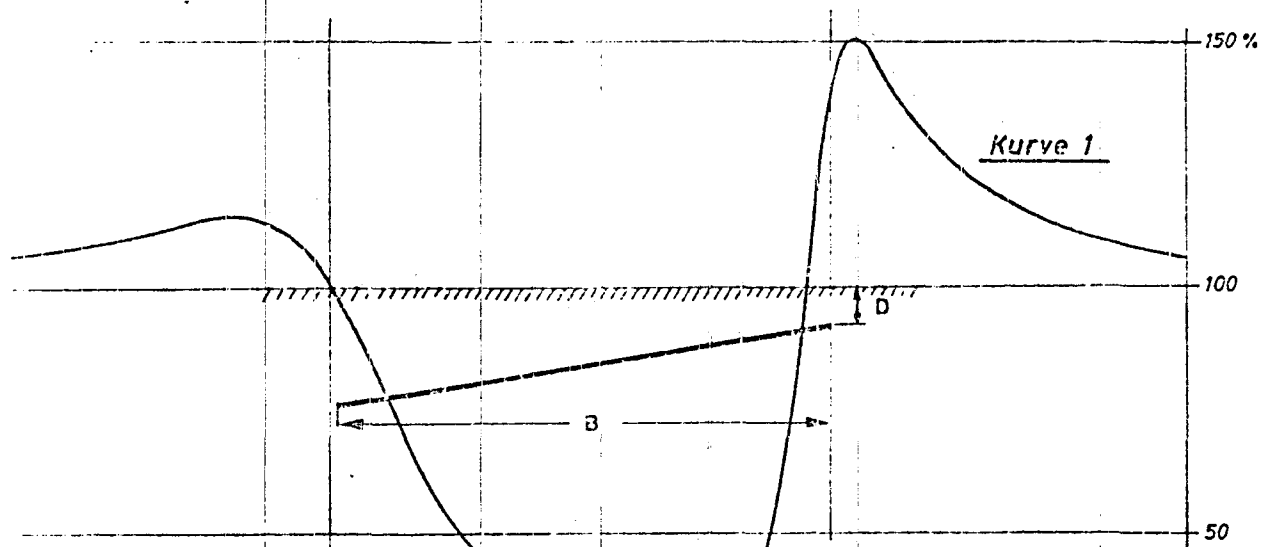
feltkurve
 reell komp.

Terrainlinje
 lederde zone

Vertikalsnitt

Felteksempel
 Turam og VLF målinger
 LERGRUVBAKKEN
 Røros 1960/1973

Fig. 7



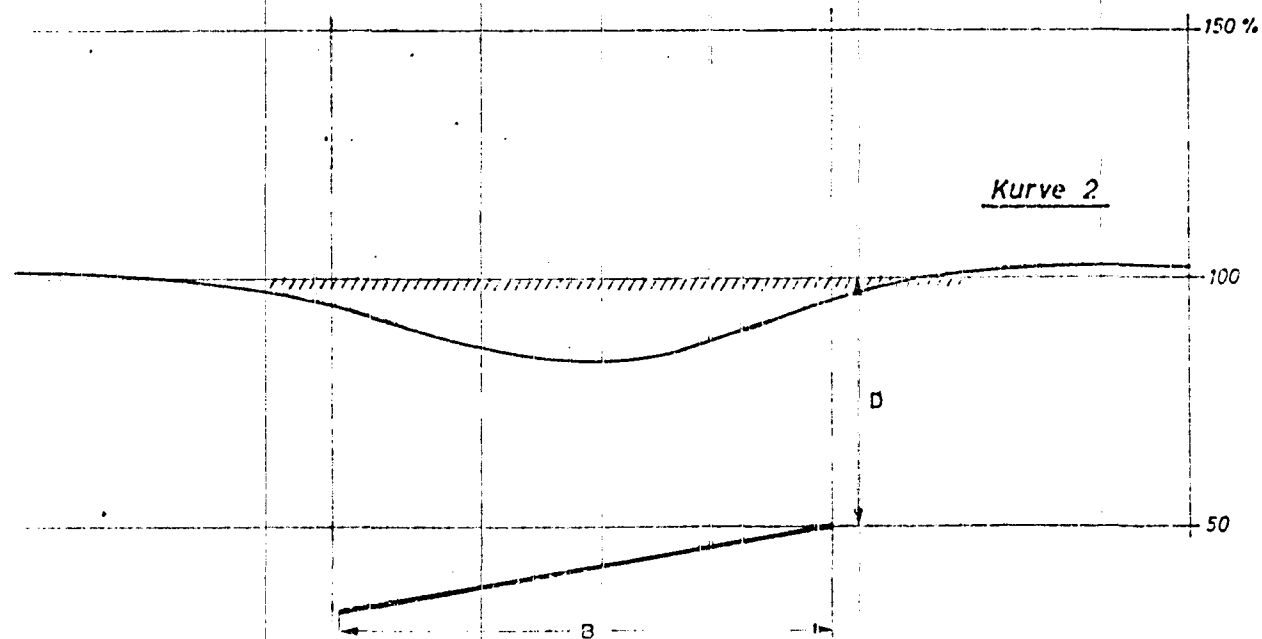
TURAM MODELLKURVER

Reell komp. „normalisert“

MODELLMÅLINGER FORETATT OVER
EN SVAKT HELLENDE SINKPLATE
BELIGGENDE I LUFT I HOMOGEN
VERTIKALFELT. FREKVEN 500 Hz

KURVE 1 $\frac{D}{B} = 0.075$

KURVE 2 $\frac{D}{B} = 0.5$



Felteksempel

Turam og VLF målinger
LERGRUVBAKKEN
Røros 1960/1973

Fig. 8