

Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2052	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "552130001"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Geologisk / geofysisk sammenstilling, Østerfeltet.				
Forfatter CARSTENS C.		Dato 1977	Bedrift Sulitjelma Gruber A/S	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype	Emneord			
Sammendrag Sammenstilling av geologiske og geofysiske arbeider i området Hankenhola - NySulitjelma - Lomivann. Sulitjelma-malmenes kisdrag fortsetter østover i retning Otervann / Lomi-området. Mektig kismalm er påvist ved Valdis. Ytterligere TURAM-mølinger og detaljkartlegging anbefales.				

GEOLOGISK/GEOFYSISK
SAMMENSTILLINGSRAPPORT OVER
ØSTERFELTET

Sulitjelma, 8.1.1977
C.W. Carstens

INNHALDSFORTEGNELSE

Innledning

Abstract

Tidligere arbeid

- a) Geologi
- b) Geokjemi
- c) Geofysikk

Motiv for geologisk kartlegging

Resultater

I (generell geologi)

- a) Stratigrafi
- b) Litt strukturgeologi
- d) Generell geologi øst for Otervann

II (anomaliårsaker - geologi)

- 1. Grafittskifer i Furulundgruppen
- 2. "Ny-Sulitjelma malminivå"
 - a) Øst for Otervann (Lomi malmfelt)
 - b) Hankabakken - Valdisområdet
 - c) Valdis - Otervann
- 3. Gudrun Holmsen malminivå og andre ledere
- 4. Hankenhola grafittdrag
- 5. Fjeld grube sonen-øst

Diamantboring

Sluttord

- a) Konklusjon
- b) Oppfølging
- c) Frimodig ytring

Bilag: Geologisk kart 1:10000 med transparent
for geofysisk tolkning

INNLEDNING

I denne sammenheng defineres østerfeltet som området øst for Gikenelva over Ny-Sulitjelma og Hankenhola.

Vedlagte sammenstillingsrapport skal vise hva som er gjort i feltet fra 1973 frem til i dag. Det geologiske innslag dominerer, men geofysiske resultater kommer også innpå. Angående geofysisk metodikk og nærmere tolkning vises til egen rapport.

ABSTRACT

I et ca. 10-12 km² område har geologisk kartlegging mest av regional karakter pågått i tidsrommet 73-76. Noe geokjemi er gjort i 1975. Angående geofysikk så har VLF-målinger av rekognoserende og noe detalj art foregått de siste 2 år. Dagsonen ved Hankabakken ble turam-målt av NGU i 1941.

Mektige grønnsteinshorisonter som erfaringsmessig er malmførende strekker seg østover forbi Otervann. Ca. 3 km øst for Otervann kiler de ut. Struktuellet er området rolig og amfibolitten får mer sedimentær karakter mot øst. Geologisk kan horisonter nær kontaktsonen amfibolitt/Furulundskifer være mest lovende. Ved Valdis finner en ca. 30 m massiv kobbermalm. Øst for Otervann forefinnes en ca. 2 km lang sone med endel kobberkisklyser i grafittførende kloritt/serisittskifre.

Kompakt kis nord for Storholman er funnet ved sprengskyting på sterke VLF-ledere, hvor for øvrig det mest markante VLF-drag finnes. Markerte VLF-drag i undre deler av den meta-vulkanske lagpakke mot Valdis finnes også om det kanskje lukter mer garfitt enn malm der. Bortsett fra klare VLF-ledere knyttet til grafittiske bergarter i øvre deler av lagpakken, er VLF-ledere der dels svake og usammenhengende.

TIDLIGERE ARBEIDER I FELTET

Geologi

Gammelt geologisk kart etter Fr. Carlson (1924-30) over Hankabakken - Ny-Sulitjelmaområdet finnes. Kart-beskrivelser mangler.

Områder ved Hankabakken og et stykke av Ny-Sulitjelmasonen østover er kartlagt av B. Rommenstad og T. Heaton i 1973. Kartleggingen er mangelfull da relativt få blotninger er tatt med. Blotningenes geologi er registrert på geomapkort. (Prosjekt 7.301/B)

Et område ved Gudrun er kartlagt med geomapsystem av J. Harrison og C. Callay i 1974. Resultatet her er mer tilgjengelig da de har tegnet strukturkart og en del geologiske profiler (Prosjekt 7.402/E).

J. Harrison med noe assistanse av M. Chambers (1975) har kartlagt plataet omkring Otervannsløkken østover til Nedre Otervann samt det sydlige Tverrfjellområdet fra Gikenelva til Øvre Otervann. Resultatet er et bra geologisk kart (Prosjekt 7.504/A)

Harrison har ikke delt inn amfibolittene over alt. Disse områder er markert med uddifferensierte amfibolitter.

Geokjemi

Et lite område i nordvest ble underlagt jordprøvetaking og analysert på Cu (1975).

Resultatet var et par anomale punkter på Fjeldgrubesonen, øst. Meget svake indikasjoner fikk en også nedstrøms og grafitthorisont.

Geofysikk

Det vises til egen rapport angående utdyping av metodikk og resultater fra geofysiske målinger i årene 1975-76.

GENERELL BAKGRUNN FOR GEOLOGISK KARTLEGGING

Malmer dannes under bestemte fysiske betingelser, som ingen ennå skjønner fullt ut.

Kompakte kismalmer antas å være et produkt av primære sedimentære exhallasjonsprosesser på havbunnen og sekundære prosesser som mobilisering under tektonisk urolige perioder. Malm finnes ofte i tilknytning til relativt mektige partier av grønnsteinsbergarter. I metavulkanske lagpakker med sedimentære innslag finnes de dessuten ofte på grensen mellom vulkanske sykluser. Malm finnes ellers på svakhetsplan representert av overskyvingskontakter.

Foruten at ovennevnte faktorer kan være aktuelle i Sulitjelma vet en her at kismalm er stratabundet til nivå nær kontakten amfibolitt/Furulundskifer.

Østerfeltet er godt blottlagt, hvilket tilsier at gode geologiske kart kan fremskaffes.

På grunn forvitring eller løsavleiringer kan det være vanskelig å finne kishorisonter ved generell kartlegging. Geologisk oppfølging av geofysiske anomalier om nødvendig med cobra, sprengstoff og graveredskap anses vesentlig.

Formål med årets kartlegging

I

Ved fortsettelse av geologisk kartlegging øst for Otervann ville en søke å få et oversiktskart og stratigrafi over størst mulige områder av Østerfeltet.

II

Oppklare geofysiske anomalier.

Mannskap. P.H.O.-student Allan Boyle og cand. Real. Gunnar Johannessen har vært engasjert. (Geologisk kartlegging). Geofysisk måling og røskearbeider er utført av noen av stedets skoleungdom. Undertegnede har i egenskap av prosjektleder utført en del målinger og fungert som skytebas.

RESULTATER

I (GENERELL GEOLOGI)

a) Stratigrafi

Stratigrafien er ikke fullstendig gjennom hele kartet, da geologer dessverre ser med forskjellige øyne. Den er et resultat av Harrison og Boyles arbeid. Siste nevnte person fremheves, da denne spesielt har greid å klassifisere amfibolittene.

I de vestlige deler er klassifiseringen og dels stratigrafien ufullstendig.

Nedenfra og opp er stratigrafien omtrent slik:

Furulundskiferen er en brunlig biotittrik skifer. Den brunlige farge skriver seg fra forvitring av biotitt. Denne er stedvis granatførende. Inneslutninger av psamittiske og kvartsrike partier finnes. Det bør nevnes at det f.eks. ca. 200 m syd for Valdis er klartlagt båndede og skifrige amfibolitter i et profil. Dette kan vise at det nede i Furulundskiferen opptrer vulkanske sedimenter.

Kartet viser 2 andre nivå med skifer. Makroskopisk er det umulig å skille disse fra Furulundskifer. Disse er imidlertid gitt forskjellig farge, da de dels er bundet til stratigrafiske nivå.

Skifrig amfibolitt følger over Furulundskiferen. På kontakten kan overgangen være meget difus. Generelt er sonen mer grønlig av farge og har mindre spaltbarhet. Kornstørrelsen er dessuten mer variabel.

Det må presiseres at man inne i sonen kan finne ganske massive grønnstener og dessuten tufittiske mørke og lysere bånd (keratofyrer).

Båndet amfibolitt. På grunn av innholdet av vulkanske sedimenter kan det være vanskelig å skille den ovenfor omtalte sone fra den båndede amfibolitt. For denne sone er innholdet av tufittiske båndede horisonter mer utbredt.

Kalkholdig amfibolitt

Denne amfibolitt inneholder endel kalklinser og slirer, og p.g.a. forvitring av kalkspatter kan den være noe brunlig.

For klassifisering av bergarten har områdets geologer vært uenige.

Det er kun Allan Boyle som klart har skilt ut bergarten i området litt vest og øst for Otervann. G. Johannessen, som har kartlagt de østligste deler har ikke skilt ut bergarten, men har markert at grønnsteinen kan inneholde betydelige kalklinser. Harrison har bare skilt ut bergarten et stykke ved kontakten mot Furulundskifer nord for østre Smålomi. Jeg har inntrykk av at en del av hans udifferensierte amfibolitt hører hjemme i klassen kalkholdig amfibolitt.

Ved gjennomgåelse av datakort kan det ikke ses at "geomap-geologene" har skilt ut omtalte bergart i sydvest.

Metaporfyrittisk amfibolitt

Dette navn ble i Sulitjelma først brukt av Mason og Wilson. Bergarten er massiv og relativt finkornet og kan inneholde betydelige mengder med porfyroblaster av feltspat. I motsetning til de andre bergarter er denne grei å skille ut. Det må nevnes at spesielt den kalkholdige amfibolitt inneholder rester av denne. Allan Boyle har skilt ut en del av disse.

Flasergabbro

Bergarten som finnes i nord kjennetegnes med innhold av store grovkornete amfibolittblokker. Innholdet av grovkornete amfibolaggregater kan gi den et knudrete utseende. Matrix for disse subrundede blokker er en irregulær båndet amfibolitt. Mer finkornige varianter av flasergabbroen finnes også. Harrison har skilt ut 2 typer avhengig av texturen. Dette er ikke gjort på oversiktskartet.

Lapphelleren-skiifer

Øverst i nordvest finnes Lapphelleren-skiifer. På kontakt mot flasergabbroen er denne ofte bituminøs. Ganske feite grafittiske partier er sett. Denne øvre skiifer synes ellers å ha mer pelittisk preg sammenlignet med den undre Furulundskiifer.

b) Litt strukturgeologi

Med unntak av området Gikenelva og Hankabakken er strøket nokså jevnt mot VNN og med gjennomsnittsfall ca. 40°. Fallet kan variere fra 20° til 80°. Harrison er den eneste som har markert forkastninger på kartet. Med unntak av forkastning i nordvest ved Douldaopjavre er det ikke observert relativbevegelser i nevneverdig grad.

Harrison har skilt ut en overskyvning i området nord for Smålomi på grunn av strukturell ukonformitet under et overheng.

En del foldeakser, lineasjoner og boundinage strukturer har retning mot NV og NNV.

d) Generell geologi øst for Otervann

G. Johannessen og A. Boyle har arbeidet i henholdsvis østlige og vestlige halvpart.

Johannessen har opprinnelig ikke klassifisert amfibolittene nevneverdig. På grunnlag av mer detaljobservasjoner av ham er kartet sammentegnet med Boyles stratigrafi. Sammenstillingskartet som ellers taler for seg selv viser blant annet at den metavulkanske lagpakke tynner ut mot øst.

II (GEOFYSISKE ANOMALIÅRSAKER)

1. Grafittskiifer i Furulundgruppen

Grafittskiiferen er geologisk oppfulgt østover fra planlagt tunneltracé. Grad av grafittinnhold varierer. Mektighetsvariasjonen er 1-4 m. Geofysisk er sonen fulgt mot Hankabakken.

2. "Ny-Sulitjelma malmnivå"

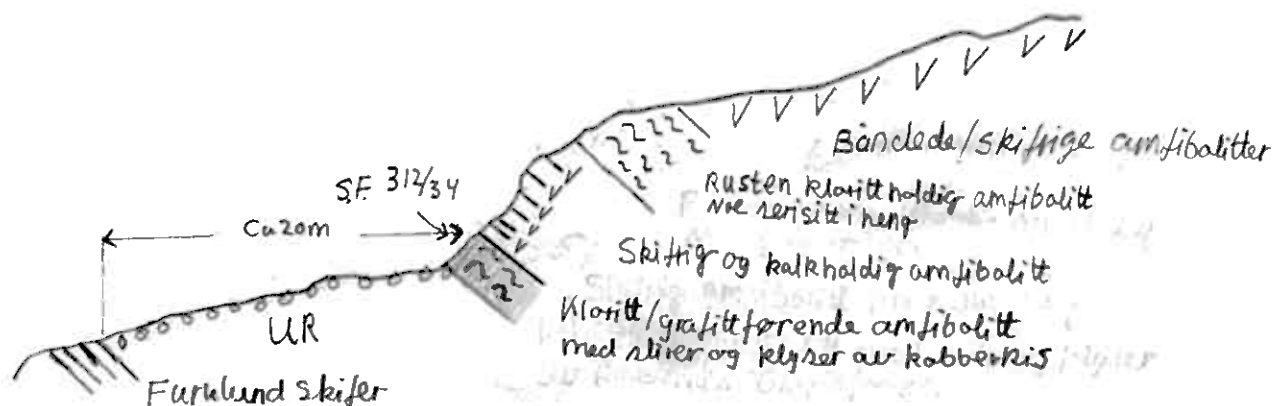
Ledere på eller nær kontakten Furulundskiifer/amfibolitt defineres som tilhørende Ny-Sulitjelma malmnivå.

a) Øst for Otervann (Lomi malmfelt)

Et markert VLF-drag ved kontakt skiifer/amfibolitt hvis utstrekning er ca. 2.5 - 3 km gjør området interessant. Overliggende amfibolitt kiler ut i øst og anomaliene opphører.

Sonen er forvitret, men en del malakittutfellinger viser tilstedeværelsen av Cu-mineraler i denne. En del cobraboring og skyting har verifisert at klysemineraliseringer av kobberkis finnes i større eller mindre grad langs sonen. Det nevnes for øvrig at Harrison tidligere "malakittfunn", ca. 300 m vest for Otervannselva skjerpet undersøkelsene på sonen mot øst.

Hans lokalitet er friskutt og skjematisk skisse nedenfor viser resultatet.

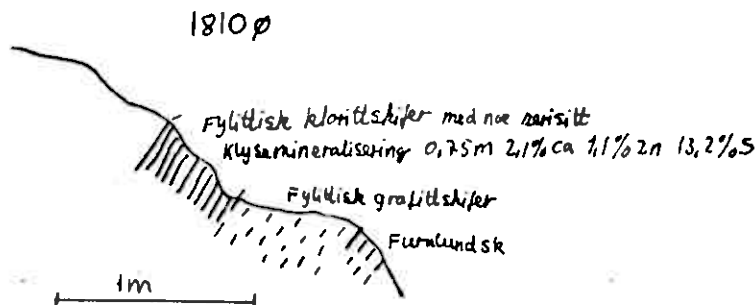
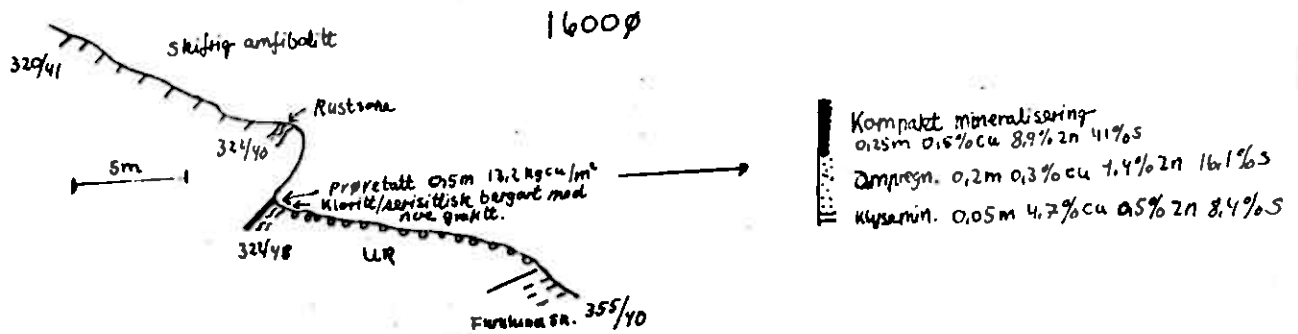


Med dynamit og cobra anvendt på spesielle tydelige geofysiske anomalier er det nord for Storholman funnet 2 tynne massive kisbenker. Utstrekning i felt er ikke helt oppklart, men antas å være meget begrenset.

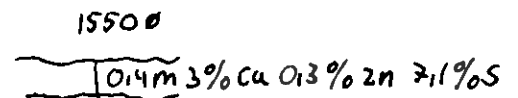
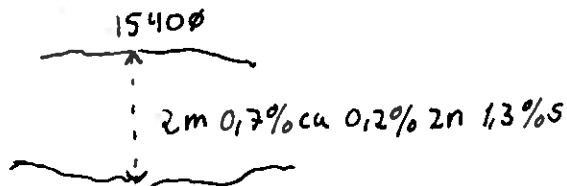
Meget tynne kobberkisbånd (1-25 mm) synes å være utholdende i sonens heng. Dessverre er sonen for øvrig grafittholdig, og klysemineraliseringer av kobberkis finnes i grafittholdige kloritt/serisittskifre.

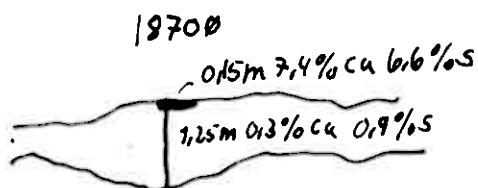
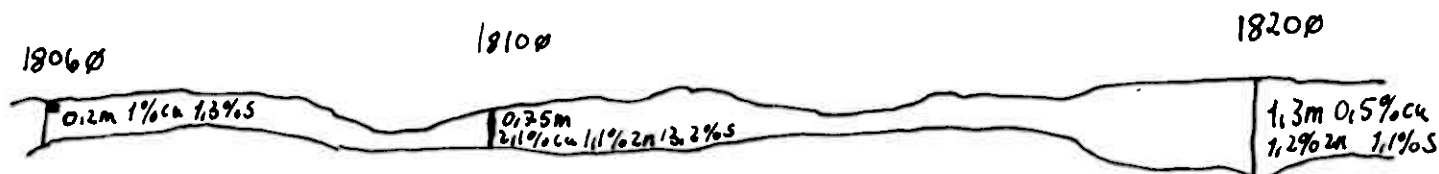
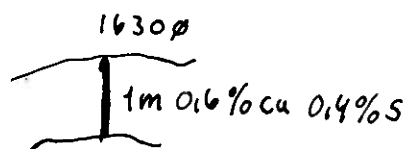
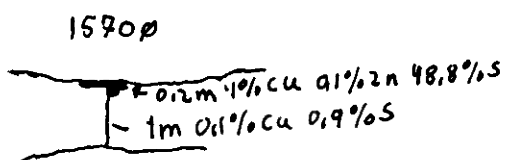
Hele sonens mektighet varierer p.g.a. undulerende folder med akser i nordvestlig retning. Et gjennomsnittsfall på ca. 30 cm kan antydes.

Under følger 2 detaljprofiler over sonen.



Værehindret utførelse av skikkelig støvborprøvetaking av sonen. Et begrenset område er røfft prøvetatt med snøspade, feisel og kile. Resultatet som følger under antyder imidlertid at selv grafittrike profiler er kobberholdige.

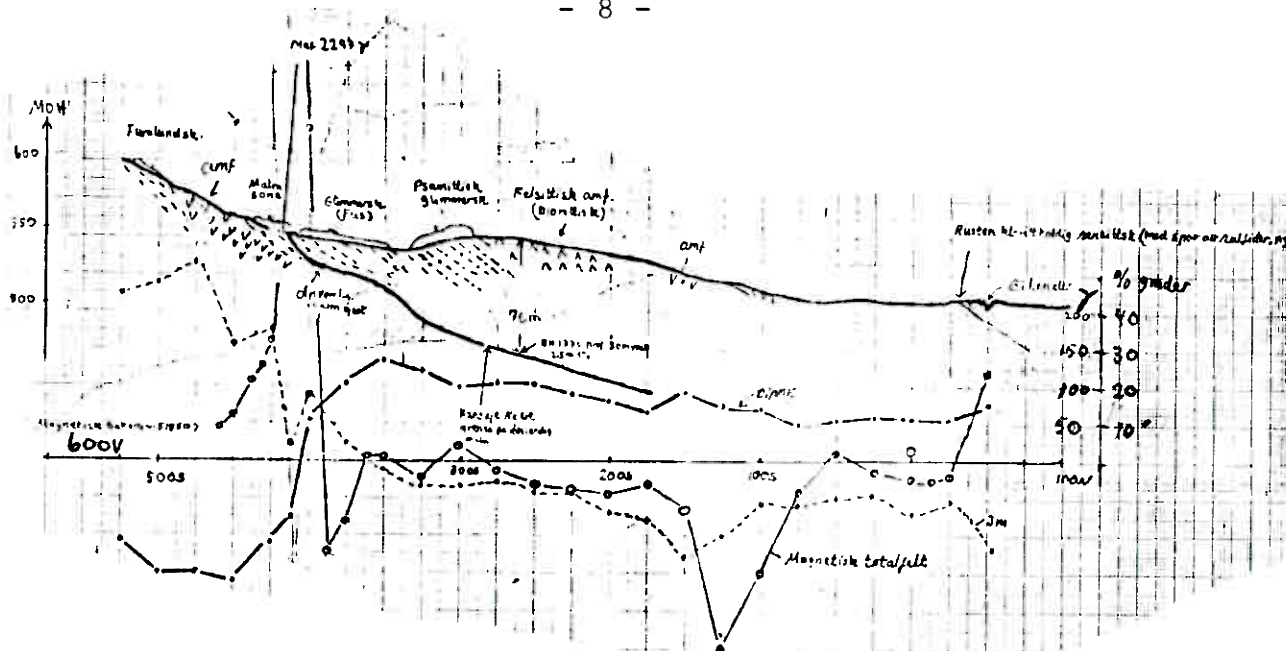




Området nord for Storholman blir ikke mindre interessant da en vet den kalkholdige amfibolitt også fører litt kis. Svake VLF anomalier der kan skyldes en svak pyrittimpregnert sone hvis mektighet er ca. 2-3 m. Stratigrafisk kan denne sone muligens parallelliseres med Charlottasonen.

b) Hankabakken - Valdisområdet

Dagsonen i Hankabakken mot Ny-Sulitjelma har gitt markerte Em. anomalier. Mineraliseringen er av impregnasjonskarakter, men det er ikke mulig uten prøvetaking å si om noe kan være drivbart. På neste side følger et geologisk/geofysisk profil over Hankabakken.



Mellom Valdis og Ny-Sulitjelma finnes en rekke skjerp, og geofysiske anomalier er knyttet til et mineralisert drag. Beklageligvis er området tynt dekket geofysisk. Ved Valdis, som er et vannfylt skjerp, finnes en ca. 0.3 m mektig rengang. (1 prøve 26 % Cu).

c) Valdis - Otervann

Mot øst dukket renmalmen i år under et utholdende snølag, men markerte og utholdende VLF-anomalier kan indikere at lederen har 3-400 m utstrekning i felt. Mot tunneltracé er geofysiske ledere svake.

Over og øst for planlagt tunneltracé er geofysiske indikasjoner gode. Grafitt med noe spor av kis antas å være årsaken, men det må bemerkes at området er mangelfullt undersøkt angående røskearbeid.

Under omtalte leder ved grensen amfibolitt/Furulund-skifer finnes ledende drag som strekker seg mot Otervann. Mot Otervann skyldes de varierende geofysiske indikasjoner tiltagende mineralisering i grafittiske kloritt/serisittskifre.

3. Gudrum Holmsen Malmnivå (og andre ledere)

Gudrun Holmsen-sonen gir middels sterke geofysiske indikasjoner. Det kan synes som om strømkonsentrasjonen finnes et stykke under dagen. Geofysisk og geologisk er utstrekningen vestover begrenset. Østover fortsetter sonen over Valdis.

Over sonen finnes 3 andre mer eller mindre sammenhengende ledere hvis geofysiske indikasjoner er svake. Utgående er funnet i sydvest på noen lokaliteter og skyldes ubetydelige kisimpregnasjoner i kloritt/serisittskifre. Den nordligste leder korresponderer mot øst med den ene av rustsonene kartlagt av Harrison og Galay. Disse er kartlagt som sulfidholdige klorittbreksjer. Undertegnede er tilbøyelig til å sette etiketten sulfidfattige kalkholdige amfibolitter. VLF måling i 1975 frembrakte ikke anomalier over rusthorisontene.

Øst for omtalte rustsoner ble det i år foretatt noe VLF-måling i håp om å finne mineraliseringer som kunne skjære planlagt tunneltracé. Lederne er dels svake og lite sammenhengende, og noen skyldes ubetydelige kismineraliseringer.

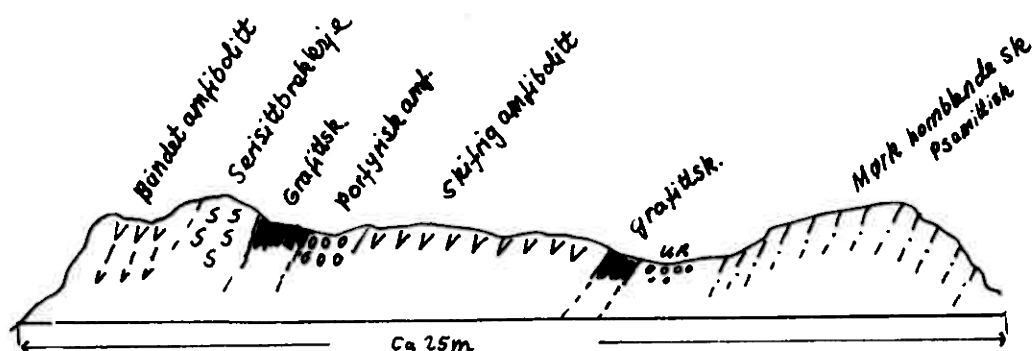
På grunn av nevnte mineraliseringer og ikke minst tidligere omtalte kraftige anomali i syd ble det besluttet å påsette et borhull i håp om å finne malm på dyp tilsvarende tunneltracéen. Avtalen var at Lomi kraftverk skulle dekke endel av boreutgiftene. Boringen omtales senere.

Nord for og delvis i kontakt med undre skifer mot Otervann finnes middels og svake ledere. Årsaken er grafittholdige skifre ved kontakten og ellers svake kismineraliseringer litt oppe i amfibolitten. Mineraliseringene kan stragrafisk sammenlignes med Charlotta nivå.

4. Hankenholta grafittdrag

Fra Hankenholta løper et ledende drag østover. Mot øst er årsaken av Harrison kalt grafittførende granat og biotittskifer. Ved Hankenholta like på østsiden av Gikenelva er den derimot beskrevet som en ertzipregnert klorittskifer.

En del røske og skytevirksomhet ved Gikenelva og østenfor har dessverre brakt for dagen grafittske anomaliårsaker. På 2 lokaliteter finnes tektonisk grafittholdige og noe klorittførende breksjesoner med noe magnetkisimpregnasjon. Kobberkis er akessorisk. Ca. 250 m øst for Gikenelva og oppe på floget er intense grafittserisitt-breksjer funnet. Ved sistnevnte lokalitet er for øvrig funnet ubetydelig magnetitt. Vegskjæring opp mot Tverrfjellet går for øvrig gjennom sonen og nedenforstående skisse viser tilstedeværelsen av grafit der.



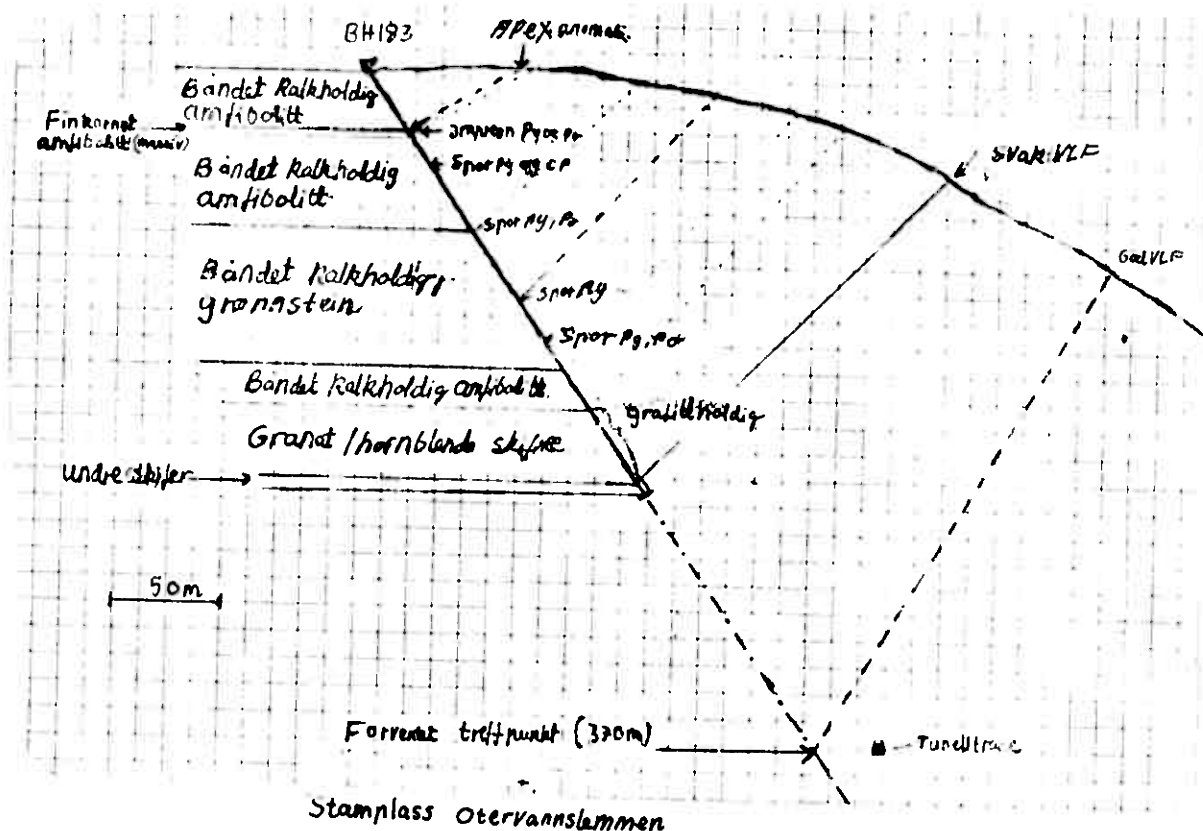
5. Fjeldgrubesonen - øst

Stratigrafisk over omtalte horisont finner vi fortsettelsen av Fjeld grubehorisont mot øst. Sonen kiler ut mot øst. I de vestlige og mektigste partier er sonen noe klorittholdig og inneholder ubetydelig spor av kis.

Et par sprenghull på sonen er ikke skutt på grunn av daværende anleggsvirksomhet nedenunder. Sonen har ikke gitt klare VLF anomalier slik som øst for Gikenelva. T.S. Hansen befarte tunneltracéen like før jul og bekrefter at lite interessante mineraliseringer skjærer tracéen.

BORING

Logg av borhull 183 er vist nedenfor. På grunn av værforhold er det boret 249 m mot planlagt ca. 370 m.



Lagpakken over skiferen karakteriseres av kalkholdige båndede amfibolitter, som i overgang mot skifer er grafittholdig. Forklaring på en Apex anomali og en VLF anomali er bekreftet i hullet. Mest interessant skjæring var ventet på ca. 320 m.

SLUTTORD

Konklusjon

Målet i disse håpløse tider er å finne en relativt dagnær rikmalm. Undersøkelser har vist at horisonter som grovt tilsvarende kjente malmnivå som Ny-Sulitjelma og Gudrun har størst interesse. Lomiområdet lukter det noe av. Valdisområdet fremheves også.

Sammenlignet med utgående geologi for Giken, Charlotta og Mons Petter er det geologiske miljø i Østerfeltet noe forskjellig.

Geologien for grubesonene bærer preg av mer storstilt vulkanisme og tektonisering. I Østerfeltet synes forholdene å være roligere. Amfibolittene som huser mineraliseringene har mer pyroklastisk materiale, hvilket viser mer innslag av sedimentære horisonter. Amfibolittene blir dessuten mer lavmetamorfe mot øst.

Valdismalmen ligger sogar i Furulundskifer. Det er nærliggende å trekke paralleller med sydfeltet hvor mineraliseringene foreligger i mer rolige sedimentære omgivelser.

Oppfølging

Det sydvestre området av kartbladet for Hankabakken østover mot tunneltracéen bør suppleres og eller kartlegges på nytt. En er på kloss hold av rike gruber i Norges rikeste kobberprovins og bør derfor ikke nøle med å fremskaffe skikkelige geologiske kart.

Området fra Ny-Sulitjelma og østover et stykke forbi Valdis bør turam-måles. Ved både konduktive strømtilførsler via skjerp og induktiv energisering burde denne metode også kunne gi opplysning om malm på noe dyp. CP-målinger med jording bl.a. i rikmalm ved Valdis er et naturlig prosjekt i egen regi.

Mineralisert sone ved Lomi bør snarest følges opp med detalj VLF og magnetometer-målinger. Forsøk med CP-måling bør prøves med jording i kjent massivmalm. Turam-målinger bør overveies.

Sonen bør dessuten snarest oppfølges med detaljgeologisk kartlegging og helst prøvetaking.

"Tørre" diamantborhull påsatt uten tilstrekkelig (nødvendig) forundersøkelser kan skape falsk pessimisme hos ledelsen.

Ved å forsere geofysiske og geologiske undersøkelser neste år burde en greie å fremskaffe resultater til et fornuftig diamantboropplegg allerede kommende sesong.

Her tenkes på Ny-Sulitjelma øst og Lomifeltet. Geofysikk på påskeføre håpes å la seg gjennomføre.

Blant andre lavere prioriterte undersøkelsesprosjekter nevnes platå ved Otervannsløkken, nord og vestsiden av Gudrunfjell. Mer systematisk VLF og magnetiske målinger bør gjøres for å få sammenheng i lederne der.

Harrissons grafittførende biotitt og granatglimmerskiferhorisont bør ikke ubetinget avskrives mot øst. Om ikke i Sulitjelma så finnes kisforekomster i skjernetilstand av grafitt. Litt oppfølging med VLF, magnetometer og sprengning foreslås.

Frimodig ytring

Geologisk kartlegging i Østerfeltet har pågått siden 1973. Totalt er for mange mannskift brukt på det relativt begrensede område. Det har kostet tid, men ikke så meget penger, da arbeidsstyrken mest har bestått av studenter. Kartlegging av metavulkanske bergarter er vanskelig og krever kvalifiserte feltgeologer.

Den geofysiske VLF metode er hurtig. Hurtigere går det ved oppskritting på kompasskurs uten målesnor og hjelpemann. Resultatet blir ofte galt plasserte ledere og tolkningsproblemer. Målearbeid selv av rekognoserende art må gjøres skikkelig.

Undertegnede må ta på seg skylden for at området mellom Ny-Sulitjelma og Valdis ikke er detaljmålt. Prosjektet ble utsatt for lenge, slik at snø og vanskelig føreforhold hindret utførelsen.

Det er blitt antydnet at oppfølging av geofysiske anomalier med cobra, sprengstoff og graveutstyr er gammeldags. Det er vel ingen billigere og mer effektiv metode som kan oppklare anomalier og samtidig gi geologisk detaljinformasjon i flere snitt. Geokjemiske undersøkelser og eller kostbar diamantboring kan derved spares.

Prospektering kan sammenlignes med en bedriftsforskning for å finne frem til nye investeringsobjekter. Resultater kan forventes hvis leting gjennomføres over et lengre tidsrom med kombinasjoner av geologi og geofysikk. Her i Norges rikeste og godt blottlagte kobberprovins er geologisk dagkartlegging forsømt. Skikkelig geologisk kartlegging av amfibolittende malmstudier og utstrakt bruk av geofysikk burde sette en mer i stand til å planlegge fornuftige borletingsprogram. Generelt på landsbasis spares det for meget, når det gjelder råstoffprospektering. Over et ca. 400 000 km² landareal satses det paradoksalt nok ikke mer enn hva det koster å bore et eneste borhull ute i Nordsjøen.

MAPPEFORTEGNELSE

- I Geologisk/geofysisk sammenstillingsrapport over Østerfeltet
- II Geofysiske bakkemålinger i Nordgrubefeltet øst
- III Apendix - Teori, tolkning, fremtidsperspektiver og case historie (Paulsens VLF-apparat)
- IV Geofysiske profiler
- V Geifysisk tolkningskart
- VI Geologisk kart med geofysisk overlay

I

GEOLOGISK/GEOFYSISK
SAMMENSTILLINGSRAPPORT OVER
ØSTERFELTET

Sulitjelma, 8.1.1977
C.W. Carstens

INNHALDSFORTEGNELSE

Innledning

Abstract

Tidligere arbeid

- a) Geologi
- b) Geokjemi
- c) Geofysikk

Motiv for geologisk kartlegging

Resultater

I (generell geologi)

- a) Stratigrafi
- b) Litt strukturgeologi
- d) Generell geologi øst for Otervann

II (anomaliårsaker - geologi)

- 1. Grafittskiifer i Furulundgruppen
- 2. "Ny-Sulitjelma malminivå"
 - a) Øst for Otervann (Lomi malmfelt)
 - b) Hankabakken - Valdisområdet
 - c) Valdis - Otervann
- 3. Gudrun Holmsen malminivå og andre ledere
- 4. Hankenhola grafittdrag
- 5. Fjeld grube sonen-øst

Diamantboring

Sluttord

- a) Konklusjon
- b) Oppfølging
- c) Frimodig ytring

Bilag: Geologisk kart 1:10000 med transparent
for geofysisk tolkning

INNLEDNING

I denne sammenheng defineres østerfeltet som området øst for Gikenelva over Ny-Sulitjelma og Hankenhola.

Vedlagte sammenstillingsrapport skal vise hva som er gjort i feltet fra 1973 frem til i dag. Det geologiske innslag dominerer, men geofysiske resultater kommer også innpå. Angående geofysisk metodikk og nærmere tolkning vises til egen rapport.

ABSTRACT

I et ca. 10-12 km² område har geologisk kartlegging mest av regional karakter pågått i tidsrommet 73-76. Noe geokjemi er gjort i 1975. Angående geofysikk så har VLF-målinger av rekognoserende og noe detalj art foregått de siste 2 år. Dagsonen ved Hankabakken ble turam-målt av NGU i 1941.

Mektige grønnsteinshorisonter som erfaringsmessig er malmførende strekker seg østover forbi Otervann. Ca. 3 km øst for Otervann kiler de ut. Struktuellet er området rolig og amfibolitten får mer sedimentær karakter mot øst. Geologisk kan horisonter nær kontaktsonen amfibolitt/Furulundskifer være mest lovende. Ved Valdis finner en ca. 30 m massiv kobbermalm. Øst for Otervann forefinnes en ca. 2 km lang sone med endel kobberkisklyser i grafittførende kloritt/serisittskifer.

Kompakt kis nord for Stornholman er funnet ved sprengskyting på sterke VLF-ledere, hvor for øvrig det mest markante VLF-drag finnes. Markerte VLF-drag i undre deler av den meta-vulkanske lagpakke mot Valdis finnes også om det kanskje lukter mer garfitt enn malm der. Bortsett fra klare VLF-ledere knyttet til grafittiske bergarter i øvre deler av lagpakken, er VLF-ledere der dels svake og usammenhengende.

TIDLIGERE ARBEIDER I FELTET

Geologi

Gammelt geologisk kart etter Fr. Carlson (1924-30) over Hankabakken - Ny-Sulitjelmaområdet finnes. Kart-beskrivelser mangler.

Områder ved Hankabakken og et stykke av Ny-Sulitjelmasonen østover er kartlagt av B. Rommenstad og T. Heaton i 1973. Kartleggingen er mangelfull da relativt få blotninger er tatt med. Blotningenes geologi er registrert på geomapkort. (Prosjekt 7.301/B)

Et område ved Gudrun er kartlagt med geomapsystem av J. Harrison og C. Callay i 1974. Resultatet her er mer tilgjengelig da de har tegnet strukturkart og en del geologiske profiler (Prosjekt 7.402/E).

J. Harrison med noe assistanse av M. Chambers (1975) har kartlagt plataet omkring Otervannslemmen østover til Nedre Otervann samt det sydlige Tverrfjellområdet fra Gikenelva til Øvre Otervann. Resultatet er et bra geologisk kart (Prosjekt 7.504/A)

Harrison har ikke delt inn amfibolittene over alt. Disse områder er markert med udifferensierte amfibolitter.

Geokjemi

Et lite område i nordvest ble underlagt jordprøvetaking og analysert på Cu (1975).

Resultatet var et par anomale punkter på Fjeldgrubesonen, øst. Meget svake indikasjoner fikk en også nedstrøms og grafitthorisont.

Geofysikk

Det vises til egen rapport angående utdyping av metodikk og resultater fra geofysiske målinger i årene 1975-76.

GENERELL BAKGRUNN FOR GEOLOGISK KARTLEGGING

Malmer dannes under bestemte fysiske betingelser, som ingen ennå skjønner fullt ut.

Kompakte kismalmer antas å være et produkt av primære sedimentære exhallasjonsprosesser på havbunnen og sekundære prosesser som mobilisering under tektonisk urolige perioder. Malm finnes ofte i tilknytning til relativt mektige partier av grønnsteinsbergarter. I metavulkanske lagpakker med sedimentære innslag finnes de dessuten ofte på grensen mellom vulkanske sykluser. Malm finnes ellers på svakhetsplan representert av overskyvingskontakter.

Foruten at ovennevnte faktorer kan være aktuelle i Sulitjelma vet en her at kismalm er stratabundet til nivå nær kontakten amfibolitt/Furulundskiifer.

Østerfeltet er godt blottlagt, hvilket tilsier at gode geologiske kart kan fremskaffes.

På grunn forvitring eller løsavleiringer kan det være vanskelig å finne kishorisonter ved generell kartlegging. Geologisk oppfølging av geofysiske anomalier om nødvendig med cobra, sprengstoff og graveredskap anses vesentlig.

Formål med årets kartlegging

I

Ved fortsettelse av geologisk kartlegging øst for Otervann ville en søke å få et oversiktskart og stratigrafi over størst mulige områder av Østerfeltet.

II

Oppklare geofysiske anomalier.

Mannskap. P.H.O.student Allan Boyle og cand. Real. Gunnar Johannessen har vært engasjert. (Geologisk kartlegging).

Geofysisk måling og røskearbeider er utført av noen av stedets skoleungdom. Undertegnede har i egenskap av prosjektleder utført en del målinger og fungert som skytebas.

RESULTATER

I (GENERELL GEOLOGI)

a) Stratigrafi

Stratigrafien er ikke fullstendig gjennom hele kartet, da geologer dessverre ser med forskjellige øyne. Den er et resultat av Harrison og Boyles arbeid. Siste nevnte person fremheves, da denne spesielt har greid å klassifisere amfibolittene.

I de vestlige deler er klassifiseringen og dels stratigrafien ufullstendig.

Nedenfra og opp er stratigrafien omtrent slik:

Furulundskiferen er en brunlig biotittrik skifer.

Den brunlige farge skriver seg fra forvitring av biotitt. Denne er stedvis granatførende. Inneslutninger av psamittiske og kvartsrike partier finnes.

Det bør nevnes at det f.eks. ca. 200 m syd for Valdis er klartlagt båndede og skifrige amfibolitter i et profil. Dette kan vise at det nede i Furulundskiferen opptrer vulkanske sedimenter.

Kartet viser 2 andre nivå med skifer. Makroskopisk er det umulig å skille disse fra Furulundskifer. Disse er imidlertid gitt forskjellig farge, da de dels er bundet til stratigrafiske nivå.

Skifrig amfibolitt følger over Furulundskiferen. På kontakten kan overgangen være meget diffus. Generelt er sonen mer grønnlig av farge og har mindre spaltbarhet. Kornstørrelsen er dessuten mer variabel.

Det må presiseres at man inne i sonen kan finne ganske massive grønnstener og dessuten tufittiske mørke og lysere bånd (keratofyrer).

Båndet amfibolitt. På grunn av innholdet av vulkanske sedimenter kan det være vanskelig å skille den ovenfor omtalte sone fra den båndede amfibolitt. For denne sone er innholdet av tufittiske båndede horisonter mer utbredt.

Kalkholdig amfibolitt

Denne amfibolitt inneholder endel kalklinser og slirer, og p.g.a. forvitring av kalkspatter kan den være noe brunlig.

For klassifisering av bergarten har områdets geologer vært uenige.

Det er kun Allan Boyle som klart har skilt ut bergarten i området litt vest og øst for Otervann. G. Johannessen, som har kartlagt de østligste deler har ikke skilt ut bergarten, men har markert at grønnsteinen kan inneholde betydelige kalklinser. Harrison har bare skilt ut bergarten et stykke ved kontakten mot Furulundskifer nord for østre Smålomi. Jeg har inntrykk av at en del av hans udiffereensierte amfibolitt hører hjemme i klassen kalkholdig amfibolitt.

Ved gjennomgåelse av datakort kan det ikke ses at "geomap-geologene" har skilt ut omtalte bergart i sydvest.

Metaporfyrittisk amfibolitt

Dette navn ble i Sulitjelma først brukt av Mason og Wilson. Bergarten er massiv og relativt finkornet og kan inneholde betydelige mengder med porfyroblaster av feltspat. I motsetning til de andre bergarter er denne grei å skille ut. Det må nevnes at spesielt den kalkholdige amfibolitt inneholder rester av denne. Allan Boyle har skilt ut en del av disse.

Flasergabbro

Bergarten som finnes i nord kjennetegnes med innhold av store grovkornete amfibolittblokker. Innholdet av grovkornete amfibolaggregater kan gi den et knudrete utseende. Matrix for disse subrundede blokker er en irregulær båndet amfibolitt. Mer finkornige varianter av flasergabbroen finnes også. Harrison har skilt ut 2 typer avhengig av texturen. Dette er ikke gjort på oversiktskartet.

Lapphelleren-skiifer

Øverst i nordvest finnes Lapphelleren-skiifer. På kontakt mot flasergabbroen er denne ofte bituminøs. Ganske feite grafittiske partier er sett. Denne øvre skiifer synes ellers å ha mer pelittisk preg sammenlignet med den undre Furulundskiifer.

b) Litt strukturgeologi

Med unntak av området Gikenelva og Hankabakken er strøket nokså jevnt mot VNN og med gjennomsnittsfall ca. 40°. Fallet kan variere fra 20° til 80°. Harrison er den eneste som har markert forkastninger på kartet. Med unntak av forkastning i nordvest ved Douldaopjavre er det ikke observert relativbevegelser i nevneverdig grad.

Harrison har skilt ut en overskyvning i området nord for Smålomi på grunn av strukturell ukonformitet under et overheng.

En del foldeakser, lineasjoner og boundinage strukturer har retning mot NV og NNV.

d) Generell geologi øst for Otervann

G. Johannessen og A. Boyle har arbeidet i henholdsvis østlige og vestlige halvpart.

Johannessen har opprinnelig ikke klassifisert amfibolittene nevneverdig. På grunnlag av mer detaljobservasjoner av ham er kartet sammentegnet med Boyles stratigrafi.

Sammenstillingskartet som ellers taler for seg selv viser blant annet at den metavulkanske lagpakke tynner ut mot øst.

II (GEOFYSISKE ANOMALIÅRSAKER)

1. Grafittskifer i Furulundgruppen

Grafittskiferen er geologisk oppfulgt østover fra planlagt tunneltracé. Grad av grafittinnhold varierer. Mektighetsvariasjonen er 1-4 m. Geofysisk er sonen fulgt mot Hankabakken.

2. "Ny-Sulitjelma malmnivå"

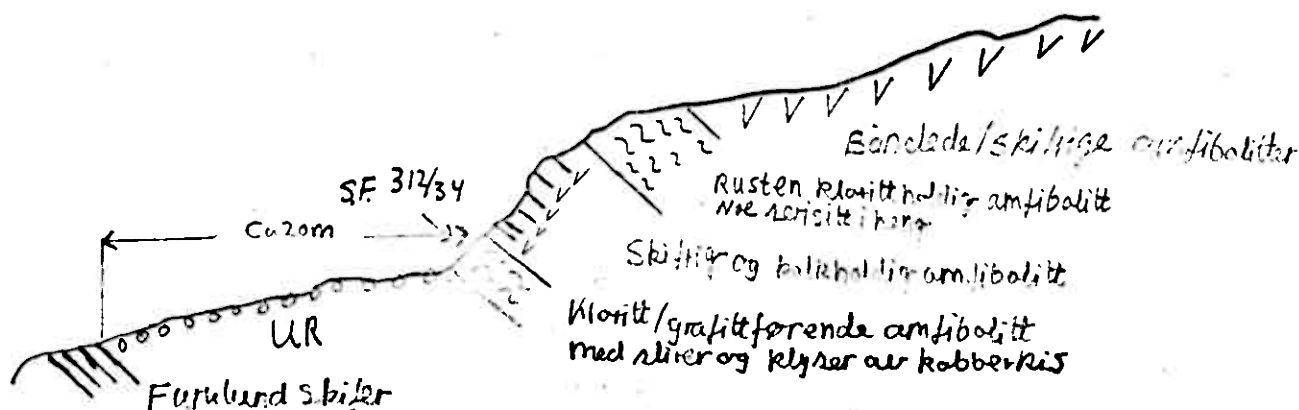
Ledere på eller nær kontakten Furulundskifer/amfibolitt defineres som tilhørende Ny-Sulitjelma malmnivå.

a) Øst for Otervann (Lomi malmfelt)

Et markert VLF-drag ved kontakt skifer/amfibolitt hvis utstrekning er ca. 2.5 - 3 km gjør området interessant. Overliggende amfibolitt kiler ut i øst og anomaliene opphører.

Sonen er forvitret, men en del malakittutfellinger viser tilstedeværelsen av Cu-mineraler i denne. En del cobraboring og skyting har verifisert at klysemineraliseringer av kobberkis finnes i større eller mindre grad langs sonen. Det nevnes for øvrig at Harrison's tidligere "malakittfunn", ca. 300 m vest for Otervannselva skjerpet undersøkelsene på sonen mot øst.

Hans lokalitet er friskutt og skjematisk skisse nedenfor viser resultatet.

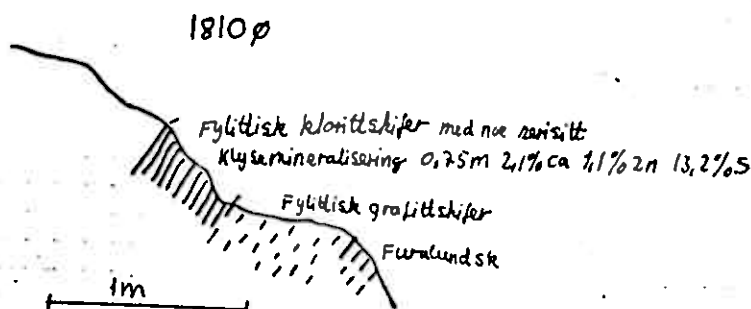
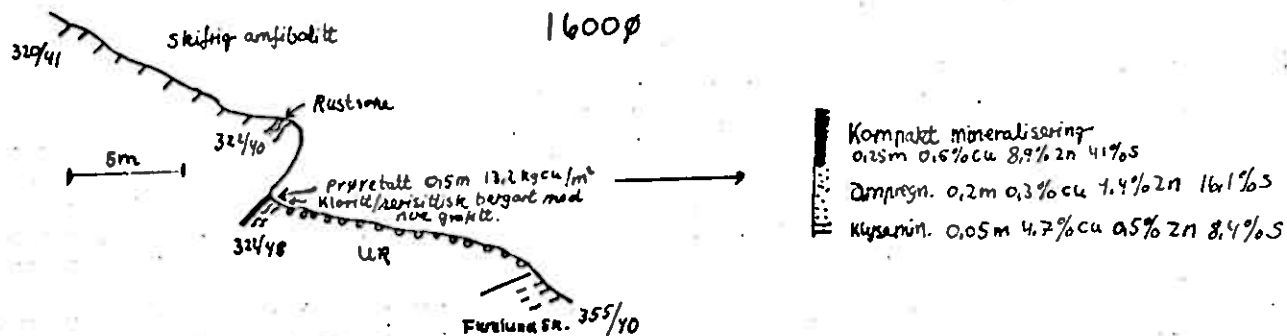


Med dynamit og cobra anvendt på spesielle tydelige geofysiske anomalier er det nord for Storholman funnet 2 tynne massive kisbenker. Utstrekning i felt er ikke helt oppklart, men antas å være meget begrenset.

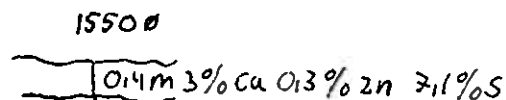
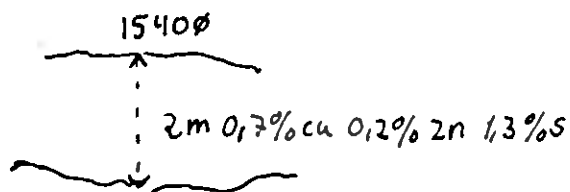
Meget tynne kobberkisbånd (1-25 mm) synes å være utholdende i sonens heng. Dessverre er sonen for øvrig grafittholdig, og klysemineraliseringer av kobberkis finnes i grafittholdige kloritt/seriittskifre.

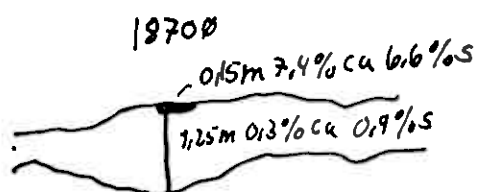
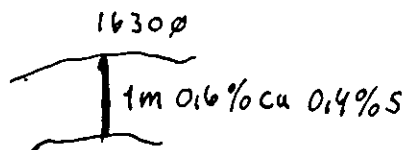
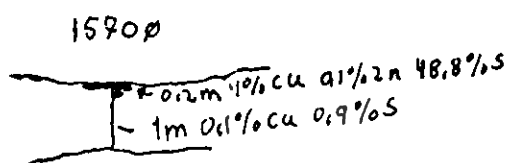
Hele sonens mektighet varierer p.g.a. undulerende folder med akser i nordvestlig retning. Et gjennomsnittsfall på ca. 30 cm kan antydes.

Under følger 2 detaljprofiler over sonen.



Værehindret utførelse av skikkelig støvborprøvetaking av sonen. Et begrenset område er røfft prøvetatt med snøspade, feisel og kile. Resultatet som følger under antyder imidlertid at selv grafittrike profiler er kobberholdige.





Området nord for Storholman blir ikke mindre interessant da en vet den kalkholdige amfibolitt også fører litt kis. Svake VLF anomalier der kan skyldes en svak pyrittimpregnert sone hvis mektighet er ca. 2-3 m. Stratigrafisk kan denne sone muligens parallelliseres med Charlottasonen.

b) Hankabakken - Valdisområdet

Dagsonen i Hankabakken mot Ny-Sulitjelma har gitt markerte Em. anomalier. Mineraliseringen er av impregnasjonskarakter, men det er ikke mulig uten prøvetaking å si om noe kan være drivbart. På neste side følger et geologisk/geofysisk profil over Hankabakken.

c) Valdis - Otervann

Over og øst for planlagt tunneltracé er geofysiske indikasjoner gode. Grafitt med noe spor av kis antas å være årsaken, men det må bemerkes at området er mangelfullt undersøkt angående røskearbeid.

3. Gudrum Holmsen Malminivå (og andre ledere)

Over sonen finnes 3 andre mer eller mindre sammenhengende ledere hvis geofysiske indikasjoner er svake. Utgående er funnet i sydvest på noen lokaliteter og skyldes ubetydelige kisimpregnasjoner i kloritt/serisittskifre. Den nordligste leder korresponderer mot øst med den ene av rustsonene kartlagt av Harrison og Galay. Disse er kartlagt som sulfidholdige klorittbreksjer. Undertegnede er tilbøyelig til å sette etiketten sulfidfattige kalkholdige amfibolitter. VLF måling i 1975 frembrakte ikke anomalier over rusthorisontene.

Øst for omtalte rustsoner ble det i år foretatt noe VLF-måling i håp om å finne mineraliseringer som kunne skjære planlagt tunneltracé. Lederne er dels svake og lite sammenhengende, og noen skyldes ubetydelige kismineraliseringer.

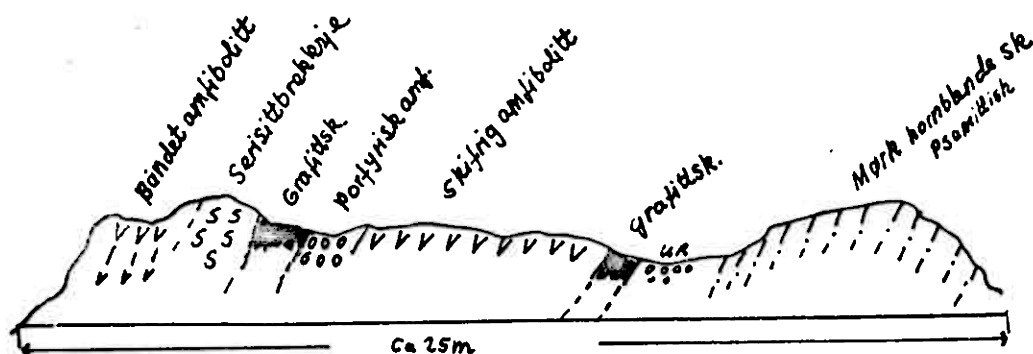
På grunn av nevnte mineraliseringer og ikke minst tidligere omtalte kraftige anomali i syd ble det besluttet å påsette et borhull i håp om å finne malm på dyp tilsvarende tunneltracéen. Avtalen var at Lomi kraftverk skulle dekke endel av boreutgiftene. Boringen omtales senere.

Nord for og delvis i kontakt med undre skifer mot Otervann finnes middels og svake ledere. Årsaken er grafittholdige skifre ved kontakten og ellers svake kismineraliseringer litt oppe i amfibolitten. Mineraliseringene kan straigrafisk sammenlignes med Charlotta nivå.

4. Hankenholia grafittdrag

Fra Hankenhola løper et ledende drag østover. Mot øst er årsaken av Harrison kalt grafittførende granat og biotittskiifer. Ved Hankenhola like på østsiden av Gikenelva er den derimot beskrevet som en ertzipregnert klorittskiifer.

En del røske og skytevirksomhet ved Gikenelva og østenfor har dessverre brakt for dagen grafittiske anomaliårsaker. På 2 lokaliteter finnes tektonisk grafittholdige og noe klorittførende breksjesoner med noe magnetkisimpregnasjon. Kobberkis er aksessorisk. Ca. 250 m øst for Gikenelva og oppe på floget er intense grafittserisitt-breksjer funnet. Ved sistnevnte lokalitet er for øvrig funnet ubetydelig magnetitt. Vegskjæring opp mot Tverrfjellet går for øvrig gjennom sonen og nedenforstående skisse viser tilstedeværelsen av grafitt der.



5. Fjeldgrubesonen - øst

Stratigrafisk over omtalte horisont finner vi fortsettelsen av Fjeld grubehorisont mot øst. Sonen kiler ut mot øst. I de vestlige og mektigste partier er sonen noe klorittholdig og inneholder ubetydelig spor av kis.

SLUTTORD

Konklusjon

Målet i disse håpløse tider er å finne en relativt dagnær rikmalm. Undersøkelser har vist at horisonter som grovt tilsvarende kjente malmnivå som Ny-Sulitjelma og Gudrun har størst interesse.

Lomiområdet lukter det noe av. Valdisområdet fremheves også.

Sammenlignet med utgående geologi for Giken, Charlotta og Mons Petter er det geologiske miljø i Østerfeltet noe forskjellig.

Geologien for grubesonene bærer preg av mer storstilt vulkanisme og tektonisering. I Østerfeltet synes forholdene å være roligere. Amfibolittene som huser mineraliseringene har mer pyroklastisk materiale, hvilket viser mer innslag av sedimentære horisonter. Amfibolittene blir dessuten mer lavmetamorfe mot øst.

Valdismalmen ligger sogar i Furulundskifer. Det er nærliggende å trekke paralleller med sydfeltet hvor mineraliseringene foreligger i mer rolige sedimentære omgivelser.

Oppfølging

Det sydvestre området av kartbladet for Hankabakken øst-over mot tunneltracéen bør suppleres og eller kartlegges på nytt. En er på kloss hold av rike gruber i Norges rikeste kobberprovins og bør derfor ikke nøle med å fremskaffe skikkelige geologiske kart.

Området fra Ny-Sulitjelma og østover et stykke forbi Valdis bør turam-måles. Ved både konduktive strømtilførsler via skjerp og induktiv energisering burde denne metode også kunne gi opplysning om malm på noe dyp. CP-målinger med jording bl.a. i rikmalm ved Valdis er et naturlig prosjekt i egen regi.

Mineralisert sone ved Lomi bør snarest følges opp med detalj VLF og magnetometer-målinger. Forsøk med CP-måling bør prøves med jording i kjent massivmalm. Turam-målinger bør overveies.

Sonen bør dessuten snarest oppfølges med detaljgeologisk kartlegging og helst prøvetaking.

"Tørre" diamantborhull påsatt uten tilstrekkelig (nødvendig) forundersøkelser kan skape falsk pessimisme hos ledelsen.

Ved å forsere geofysiske og geologiske undersøkelser neste år burde en greie å fremskaffe resultater til et fornuftig diamantboropplegg allerede kommende sesong.

Her tenkes på Ny-Sulitjelma øst og Lomifeltet. Geofysikk på påskeføre håpes å la seg gjennomføre.

Blant andre lavere prioriterte undersøkelsesprosjekter nevnes platå ved Otervannslemmen, nord og vestsiden av Gudrunfjell. Mer systematisk VLF og magnetiske målinger bør gjøres for å få sammenheng i lederne der.

Harrissons grafittførende biotitt og granatglimmerskiferhorisont bør ikke ubetinget avskrives mot øst. Om ikke i Sulitjelma så finnes kisforekomster i skjermet tilstand av grafitt. Litt oppfølging med VLF, magnetometer og sprengning foreslås.

Frimodig ytring

Geologisk kartlegging i Østerfeltet har pågått siden 1973. Totalt er for mange mannskift brukt på det relativt begrensede område. Det har kostet tid, men ikke så meget penger, da arbeidsstyrken mest har bestått av studenter. Kartlegging av metavulkanske bergarter er vanskelig og krever kvalifiserte feltgeologer.

Den geofysiske VLF metode er hurtig. Hurtigere går det ved oppskritting på kompasskurs uten målesnor og hjelpemann. Resultatet blir ofte galt plasserte ledere og tolkningsproblemer. Målearbeid selv av rekognoserende art må gjøres skikkelig.

Undertegnede må ta på seg skylden for at området mellom Ny-Sulitjelma og Valdis ikke er detaljmålt. Prosjektet ble utsatt for lenge, slik at snø og vanskelig føreforhold hindret utførelsen.

Det er blitt antydnet at oppfølging av geofysiske anomalier med cobra, sprengstoff og graveutstyr er gammeldags. Det er vel ingen billigere og mer effektiv metode som kan oppklare anomalier og samtidig gi geologisk detaljinformasjon i flere snitt.

Geokjemiske undersøkelser og eller kostbar diamantboring kan derved spares.

Prospektering kan sammenlignes med en bedriftsforskning for å finne frem til nye investeringsobjekter. Resultater kan forventes hvis leting gjennomføres over et lengre tidsrom med kombinasjoner av geologi og geofysikk.

Her i Norges rikeste og godt blottlagte kobberprovins er geologisk dagkartlegging forsømt. Skikkelig geologisk kartlegging av amfibolittende malmstudier og utstrakt bruk av geofysikk burde sette en mer i stand til å planlegge fornuftige borletingsprogram. Generelt på landsbasis spares det for meget, når det gjelder råstoffprospektering. Over et ca. 400 000 km² landareal satses det paradoksalt nok ikke mer enn hva det koster å bore et eneste borhull ute i Nordsjøen.

II

GEOFYSISKE BAKKEMÅLINGER

I

NORDGRUBEFELTET ØST

Innholdsfortegnelse:

1. Tidligere målinger
2. Bakgrunn, formål (I-V)
3. Feltarbeid, måleutstyr etc.
4. Måleresultater
5. Metodikk-bakgrunn for geofysisk tolkning
 - a) VLF-metoden
 - b) Apex-metoden
 - c) Magnetisk metode
6. Konklusjoner og tolkningsresultater
 - I Holmsen-sonen vest og andre ledere, (profil 800V-400Ø)
 - II Hankenhola, Valdis, øst
(profil 2-14, P1-P3, 50-66 og 1800-1200V)
 - III Gudrunfjell (profil 2430-1900V)
 - IV Lomifeltet (profil 700V-5100Ø)
 - V Hankabakken og Mons Petter (profil 50V, 100V, 400-800V)
7. Oppfølgings-forslag
 - a) Lomiområdet
 - b) Valdis - Ny-Sulitjelma nivå
 - c) Nordskråning av Otervannslemmen

Sluttord

1. TIDLIGERE MÅLINGER

- 1941 Nordgruvefeltet, Turam-målinger, NGU v/Singsaas
- 1974 Lapphelleren, VLF-målinger, Soumen Malmi
- 1975 Fjeld grube øst, VLF-målinger, A/S Sulitjelma Gruber v/O. Valla
- 1975 Valdisområdet, VLF-målinger, Soumen Malmi
- 1976 Holmsen - Furulund, VLF-"påske"-målinger, A/S Sulitjelma Gruber

Rapportene danner noe forenklet en geografisk ramme rundt nærmere undersøkte områder. Rapporten er et naturlig supplement til den geologiske/geofysiske sammenstillingsrapport over området.

2. BAKGRUNN / FORMÅL

Øst for Gikenelva over Ny-Sulitjelmaområdet mot Otervann har det ved tidligere regionale VLF-målinger fremkommet en rekke elektriske ledere fordelt gjennom serien av Sulitjelmas metavulkanske bergarter.

Detalj turam-målinger er gjort over Hankabakken mot Ny-Sulitjelma.

Fra Valdisområdet og ca. 1.5 km østover er det gjort VLF-detajlmålinger.

Foruten kjente anomaliårsaker over Hankabakken og Ny-Sulitjelma grube er lederne østover fra Valdis kjent som Ny-Sulitjelma malmnivå, uten at en dermed kjente anomaliårsaken. Den sydligste leder var delvis kjent som en garfittførende horisont. Mesteparten av indikasjoner på Ny-Sulitjelma malmnivå og høyere oppe i lagpakken var uopplart.

Ved årets feltarbeid ville en bringe klarhet i følgende oppgaver:

- I Ved lokale VLF-målinger mellom Gudrun mot Lapphelleren, bringe klarhet i Holmsen-sonens forløp og andre ukjente ledere.
- II Ved lokale VLF og Apex-målinger på kjente anomalidrag ville en forsøke å oppklare anomaliårsaker, for derved å kunne prioritere bestemte anomalihorisonter.
- III Påvise anomalier hvis ev. malm kunne skjære planlagt tunneltrace mellom Tverrfjell og Lomi.

- IV Fremskaffe en oversikt om hvor langt mot øst elektriske ledere fortsatte. Foreta detaljmålinger og direkte undersøkelser på gode anomalier.
- V Skaffe mer erfaring ved VLF og magnetiske metoder ved måling over Hankabakken og Mons Petter.

3. FELTARBEID, MÅLEUTSTYR ETC.

Tidsrom : Hoveddelen av feltarbeidet pågikk i perioden 20. juni - 6. august, men det ble periodevis arbeidet frem til begynnelsen av oktober.

Mannskap : I. Bjørnmyr, M. Finne, T.E. Finne, B.G. Lund, T. Okkenhaug, S.E. Raae.
Av disse arbeidet i gjennomsnitt 3.3 mann til 6. august. Siste del av feltsesongen var R. Fredriksen og G. Johannessen engasjert. Undertegnede som var ansvarlig leder har også utført målinger.

Måleutstyr: Paulsens VLF instrument, Apex instrument (Em.stav) og Protonmagnetometer.

Kartgrunnlag: Fotogrammetriske karter 1:10 000.

Stiknings-
nett : Basislinje og profil-linjer er satt ut med kompass, målesnor og kart. Målepinner er delvis satt ned for hver 25 m og delvis bare ved profil-ender og anomalisteder, se bilag.

Arbeids-
rutine : Normalt bestod målelaget av 3 mann. En stod for stikking mens de 2 andre målte henholdsvis med VLF og Apex. Målinger der delvis blitt avbrutt med røsking og cobraboring. Undertegnede var skytebas.

Forlegning: Ny-Sulitjelma Turisthytte og 1 campingvogn plassert ca. 1 km vest for Nedre Otervann.

Effekt : I perioden 20. juni - 6. august ble ca. 16 profil-km målt. Dette gir omlag 460 m pr. dag og 140 m pr. mannskift. Dette tall er ikke helt elendig da effektiv arbeidstid ligger rundt 4.5 timer pr. dag. Årsaken til liten effektiv arbeidstid er mye gangtid, tungt terreng, liggdager p.g.a. tett tåke og avbrytelser grunnet røskearbeider.

4. MÅLERESULTATER

Registrerte måledata ble fortløpende nedtegnet i måledagbøker hvorfra observasjonene er opptegnet i diagramform, og tolkning påført et geofysisk tolkningskart, bilag V.

Andre bilag: VI Oversikt over målte profiler og metodikk og resultater i diagramform.

Med bakgrunn i de opptegnede profiler har en klassifisert VLF-anomaliene som sterke, middels og svake. Sammenholdt med geologisk materiale har en trukket forbindelser mellom de enkelte profilers anomalier.

Apex anomaliene er kun påført kartet der disse kan ha betydning. De magnetiske målinger er begrenset til noen profiler ved Hankabakken og Ny-Sulitjelma, hvor de faller sammen med VLF-anomaliene. Disse er ikke påført kartet.

5. METODIKK - BAKGRUNN FOR GEOFYSISK TOLKNING

a) VLF-metoden

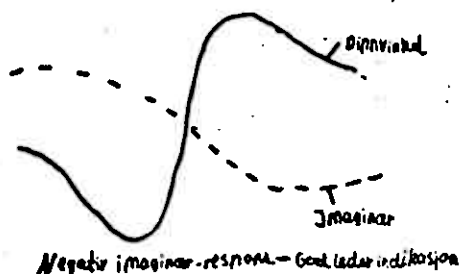
Det vises til eget apendix hvor denne metode er beskrevet. Dette apendix er en noe forkortet utgave av VLF-foredrag av undertegnede holdt på Røros 16.11.1976.

De viktigste ting tas frem her. VLF-metoden utnytter geofysisk sett høgfrekvente radiosignaler som primært er beregnet til kommunikasjon med ubåter.

På grunn av den høye frekvens skal det ikke rare mineraliseringsgraden til før en får anomalier. Betingelsen er at lederen har stor utstrekning i felt. Like vest for Nedre Otervann gav Apex tydelig anomali på en grafittførende og noe kismineralisert sone. VLF gav overhodet ingen utslag. Rundt regnet bør sonen være ca. 100 m lang for å få anomali.

Best kobling mellom en malmkropp og primærfelt fås når senderstasjonen ligger i strøkretningen og lederen er steil. Erfaringer fra Sulitjelma viser at senderretningen kan avvike ca. 60° uten at dette har praktisk betydning for steile objekter. For flate malmer (Mons Petter) var derimot senderretningen kritisk.

Det er noe usikkert å klassifisere lederne som gode eller dårlige ved VLF-metoden. Årsaken er at imaginærfeltet måles i forhold til et referansefelt som er forskjellig fra målepunkt til målepunkt. Uten ledende overdekke kan gode og dårlige ledere grovt klassifiseres slik:



Tydelige grunne strømkonsentrasjoner markeres ofte med markerte kurveamplityder for dippvinkelen.

For gode ledere har I_m og dippvinkel-kurven motsatte gradienter over utgående. (negativ imaginærespons).

For dårlige ledere (positiv imaginærespons).

Dypet ned til lederen er teoretisk den halve avstand mellom dippvinkelkurvens neg. og pos. ekstremalpunkter. Dvs. store gradienter for grunne objekter. I praksis kan selv for grunne ledere de sekundære strømmer gå et stykke nede i platen. Dybdetolkningen er således noe usikker.

b) Apex-metoden

Apexen er kort sagt en elektromagnetisk stav med sender og mottaker i hver sin ende. Instrumentet ble brukt til å finne nøyaktig utgående på VLF-anomalier.

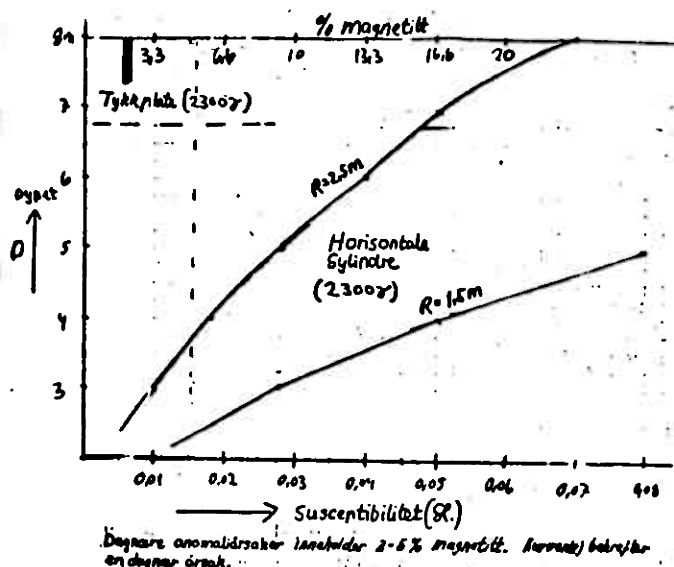
Måleusikkerheten avhenger av signalforholdene og ikke minst av operatørens tålmodighet.

Dersom disse faktorer er gode, er usikkerhet i dippvinkel ca. $\pm 0.5^\circ$ og ca. 2-5 % for immaginærkomponentene.

c) Magnetisk metode

Protanmagnetometret består enkelt sagt av en flaske vann med 2 spoler. Ved å sette på et kraftig magnetfelt på tvers av jordfeltet vil hydrogenkjernene i vannet rette seg inn langs dette. Når en slår av feltet vil de igjen rette seg inn langs jordfeltet. På grunn av at protonene har magnetisk moment vil vannet da indusere strøm i den andre spolen. Ved å måle denne frekvens finnes det magnetiske totalfelt.

Ved skikkelige magnetiske tolkninger blir målte kurver sammenlignet med beregnede kurver for forskjellige modeller. I vårt tilfelle hvor viktige parametre som susceptibilitet og remonens er ukjente faktorer er dette vanskelig. Nedenfor er vist et diagram hvorfra en har forsøkt å finne ut megnetittgehalten for malmsone ved Hankabakken med anomalitopp på ca. 2300 γ ved enkle modellberegninger.



6. KONKLUSJONER OG TOLKNINGSRESULTATER

I Holmsensonen vest og andre ledere (Profil 800V - 400 Ø)

Profiler over Holmsensonen gir middels sterke anomalier. Det kan synes som om strømkonsentrasjonene er utstrekningen begrenset, mens den østover synes å korrespondere med Valdis. Over sonen finnes 3 andre mer eller mindre sammenhengende svake ledere, hvis årsak er ubetydelige mineraliseringer. Det vises ellers til bilag III-5 om anomalienes forklaring.

II Valdis-øst (Profil 50-66 og 1800-1200V)

Ved Valdis finnes en rik ca. 30 cm mektig kobberkisgang, som er årsakene til Soumens Malmi anomalier der. Østover løper et terrengsøkk. P.g.a. gammel snø og tidlig vinter er området ikke undersøkt. Det nevnes for øvrig at anomaliene blir svakere i øst.

Hänkenhola (Profil 2-14 + P0, P1 og P2)

Lokale VLF og apexmålinger og direkte undersøkelsesmetoder på det tidligere markerte anomalidrag ved Hänkenhola har brakt for dagen stygge grafittbreksjer og skifre. Angående undersøkelser mot øst (øst for Otervann) ble derfor Ny-Sulitjelma malmnivå prioritert (IV Lomifeltet).

II-III

Lengst i øst hvor 2 markerte bekker skjærer topografien strekker et markert anomalidrag etter Soumen Malmi seg østover. Da anomalier dels var trukket på tvers av geologisk strøk og eventuell malm her ville skjære planlagt tunneltracé ble området målt på nytt. Dessverre så er forklaringen grafitt med noe kisimpregnasjon. Denne har et noe forskjellig forløp enn hva som var opptegnet av Soumen Malmi. Lederne tolkes som gode og grunne.

III Otervannslemmen (Profil 2450-1900V)

På platå ved Otervannslemmen ble 4 profiler målt uten at klare, gode ledende horisonter ble funnet. Anomaliene er svake og skyldes ubetydelig kisimpregnasjon her og der.

Det ble besluttet å påsette et hull fra Otervannslemmen for å skaffe opplysninger om disse og de sønnenforliggende anomalier på dyp tilsvarende tunneltracéen. Lomi Kraftanlegg skulle betale en del av kostnadene. (Boreplass måtte dessverre tidlig evakueres p.g.a. snøstorm).

IV Lomifeltet (Profil 700-5100Ø)

Ved VLF-målinger øst for Otervann kunne en følge en god ledende horisont ca. 3 km. Deretter avtok anomaliene for så å forsvinne helt. Det synes om om feltets østlige grense er nådd noe som korresponderer med geologien.

Et stykke øst for Otervann er sonen fulgt opp med detaljmålinger. Utstrakte detaljmålinger ble ikke fullført p.g.a. tidlig vinter. Resultatet av hittil utførte detaljmålinger og tolkninger er at en har påvist massiv kis ved cobraboring. 2 tynne soner med usikker feltutstrekning finnes ved 1600 Ø. Ellers er påvist at den godt ledende sone fører noe kobberkis sammen med grafitt og kloritt/serisittiske bergarter.

Nord for den mest interessante del av sonen finnes dårlige VLF-indikasjoner, hvis årsak kan være en fattig impregnasjon i dagen.

V Hankabakken (Profil 50V, 100V, 400-800V)

Noen av profilene ved Gikenelva ble forlenget sydoover over Hankensonen. Bortsett fra at de tidligere turamanomalier er mer retningsnyansert p.g.a. 4 ganger lettere profilavstand, er det relativt bra overensstemmelse mellom turam og VLF for grunne soner. Se bilag ().

Ved turam-målingene er den øvre grense for drivbar malm i "øvergruva" kommet enestående godt frem. "Grensen" forsvinner ca. 50 m øst for det østlige brytningsområdet. For de 2 VLF profilene (60 V og 700 V) som dekker området kan ikke en sådan grense sees.

Merkelig nok (ingen turamindikasjoner) kan VLF-kurver indikere en nedre begrensning på malmen, som løper fra kjent grense i driftsområdet (profil 800 V) mot hull 179 c.

Terratest utførte i 1970 en del magnetiske målinger over Giken, Charlotta og Mons Petter-området, hvor man delvis fikk anomali på utgående.

I år er henholdsvis 4 og 2 profiler over Hankabakken og Ny-Sulitjelma målt.

For Hankabakken fikk en klare anomalier over utgående, noe som viser at susceptibilitetskontrast mellom malmsone og amfibolitt er tilfredsstillende.

Beregninger med tykke plater og horisontale sylindermønstre viser at magnetittgehalten for dagnære årsaker ligger rundt 5 %. Hvis man antar at anomalieårsaken er dypere kommer en på ca. 10 meters dyp opp i magnetittgehalter på ca. 20 % hvilket ikke er rimelig for en kismalm.

For de 2 profilene over Ny-Sulitjelma var anomalien mer uklare, og årsaken kan være for stor målepunktavstand. Prøvemålinger langs utgående viste nemlig anomalitopper der også.

I motsetning til Hankabakksonen fikk en ikke magnetiske anomalier over Em.indikasjoner (ubetydelig mineralisering) nede ved Gikenelven.

VLF Man har gode erfaringer med VLF apparatur som plukker opp alt bare det er langt nok. Senere kan være et problem. Bodø (Jxz) er uregelmessig, mye reparasjon. USA (NAA) er stundom for svak.

Et profil over Mons Petter 1 gav underlig nok VLF-anomali. Forekomsten ligger flatt, har liten feltutstrekning og er derfor et ugunstig VLF-objekt. Forutsetning for anomali var en gunstig sender. De magnetiske anomalier var utydelige. (Se bilag ())

Apex. I flatt terreng og bra vær har den vært til stor hjelp å finne utgående på grafitthorisonter. På noen del lokaliteter har den i motsetning til VLF markert grensen mellom Furulund skifer og amfibolitt. Det må ellers bemerkes at instrumentet er vanskelig å bruke i steilt terreng og at driften på vårt eksemplar kunne være plagsom i fuktig vær.

Protonmagnetometer

Utførte totalfeltmålinger er sparsomme, men har vist at metoden kan egne seg for prospektering etter kismalmer. I Sulitjelmas sydfelt har den vist seg egnet til å skille grafithorisonter fra malmsonen. Sulitjelma Gruber bør overveie anskaffelse av en bærbar susceptibilitetsmåler som fås kjøpt på NGU.

7. OPPFØLGINGSFORSLAG

Lomiområdet

Det geofysisk mest lovende drag er området nord for Storholman ved Lomi. Det foreslås at undersøkelsene allerede ved påsketider forsøkes tatt opp med videre detalj-VLF-målinger og magnetometriske målinger i egen regi. CP-målinger med jording i allerede kjent kis bør også kunne utføres. Turam-målinger bør overveies. Man bør med detaljgeofysikk på et tidligst mulig tidspunkt prøve å fremskaffe resultater, slik at et fornuftig diamantboropplegg kan igangsettes i 1977.

Faktorer som taler for undersøkelser på sen vinteren er relativt stabilt, godt vær. Hvis veien holdes farbar til Lomi, vil adkomsten over islagt Lomivann bli lettere. NGU har god erfaring med f.eks. turam-målinger på vinters tid. Problemet i Sulitjelma er snøforholdene i bratt terreng.

Valdisområdet

Valdis danner kjernen for et annet undersøkelsesobjekt. Noe østenfor er som nevnt området undersøkt av Soumen Malmi, og dels sterke anomalier er fremkommet. Vestover ned til Ny-Sulitjelma er kun 2 VLF-profiler målt. Man er her på kloss hold av utdrevne rike malmer. Det bør derfor ikke nøles med å engasjere NGU til å foreta turam-målinger fra Ny-Sulitjelma østover forbi Valdis. Valdis mineraliseringen er for øvrig et naturlig CP-objekt. Ved konduktiv energisering i diverse skjerp burde en ved turam- og CP-måling bli istand til å styre strømmen gunstig. Til tross for uheldige topografiske forhold og grafittiske ledere i syd burde en bli istand til å uttale seg om kjente og ukjente malmer på 200-400 m dyp. Før boring settes i gang bør området undersøkes mest mulig. Tørre hull påsatt på svake grunnlag kan lett skape falsk pessimisme hos ledelsen.

Nordskråning av Otervannslemmen

Blant mindre prioriterte undersøkelsesobjekter nevnes nordskråningen av Gudrunfjell.

Mer systematisk VLF-måling bør utføres der for å få klarhet i ledernes opptreden og utstrekning.

SLUTTORD

De geofysiske målinger har gått sent. Årsaken er blant annet for lite mannskap. Undertegnede har hele tiden gått inn for å oppklare flest mulig anomalier. Dette førte til for målelaget mange irriterende avbrekk. (Avbrytelser til røsking og cobraboring).

VLF-måling er hurtig, men bør gjøres skikkelig.

Oppskritting på kompasskurs er for dårlig. Resultatet fra slike målinger kan bli vanskelig å tolke.

Pr. i dag er de aller fleste em.anomalier oppklart. Et nytt relativt interessant prospekteringsområde (Lomiområdet) har oppstått. Angående oppfølgings-geofysikk vil geofysikere fra NGU snarest kontaktes. Prinsipielt bør det i alle fall ikke nøles med å engasjere NGU til turam-målinger øst for Ny-Sulitjelma.

BILAGSLISTE IV

1. Oversikt over målte profiler og metodikk
2. Kart over Mons Petter
3. Geofysisk/geologisk profil over Mons Petter
4. Hankabakken , Profil 800V
5. Hankabakken, Profil 500V - 700V
6. Hankabakken, Profil 100V - 400V
7. Ny-Sulitjelma-Holmsen, Profil 60V - 400Ø
8. Hankenhola, Profil 200Ø
9. Hankenhola, Profil PO, P1 og P2
10. Ny-Sulitjelma øst, Profil 1400V - 2450V
11. Ny-Sulitjelma øst, Profil 1900V og 2000V
12. Ny-Sulitjelma øst, Profil 100V - 1300V
13. Otervann øst, 100Ø - 900Ø
14. Otervann, øst 1100Ø - 3100Ø
15. Otervann, øst Detaljmålinger 800Ø - 1250Ø
16. Otervann øst " 1550Ø - 1850Ø
17. Otervann øst, 3500Ø - 5100Ø

III

VLF-METODEN.

TEORI, TOLKNING, FREMTIDSPERSPEKTIVER OG CASE HISTORIES (Paulsens VLF-apparat)

En noe forkortet versjon av innlegg holdt på Røros 17.11.76
av C.W. Carstens.

Innholdsfortegnelse:

Innledning	side 1
Det primære VLF-felt	" 1
Det sekundære VLF-felt	" 2
Hvordan måles dippvinkel og Imaginærkomponenter	" 2-3
Tolkning	" 3
1. Dypet	" 3
2. Gode eller dårlige ledere	" 3
3. Kurveform og fall	" 4
4. Anomaliårsakens fallretning	" 4
5. Frazerfiltrering	" 5
Faktorer som kan gjøre VLF målinger usikre	" 5
Faktorer som favoriserer VLF-målinger	" 5-6
Fremtidsperspektiver	" 6
1. VLF i gruber	" 6
2. VLF i borhull	" 6-7
Konklusjon	" 7
Liste over case-histories	" 8
Referanser	" 9

Innledning

Denne relativt nye malmletingsmetode hører i prinsippet inn under de elektromagnetiske metoder.

Felles for de fleste elektromagnetiske metoder er at elektriske ledere, f.eks. en malmkropp, kan registreres p.g.a. at elektromagnetiske felter vil omgi lederen når denne befinner seg inne i elektromagnetiske vekselfelter. Induksjonsfenomenet burde være velkjent, og her vil bare særmerkte ting for VLF bli tatt opp. For å kunne underbygge tolkninger er det nødvendig å forstå en del teori og skjønne hvordan og hvilke størrelser som måles. Til slutt skal en del case-histories vises.

Det primære VLF-feltet

VLF er en radioteknisk betegnelse og står for very low frequency: Det omfatter frekvensområdet 10-25 KHZ hvilket er meget høyt for anvendt geofysikk. Energiseringskildene er egentlig beregnet på ubåt navigasjon.

Feltet deles opp i 3 komponenter, det elektriske felt E , det magnetiske felt H og den såkalte Poyntings vektor S som angir utbredelsesretningen.

Se fig. 1 a

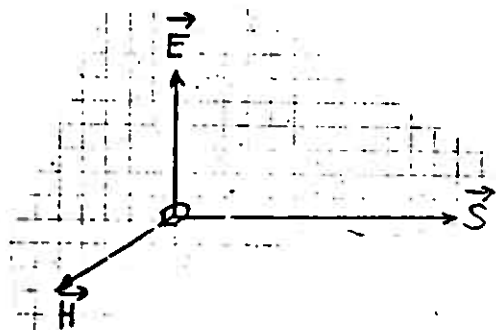
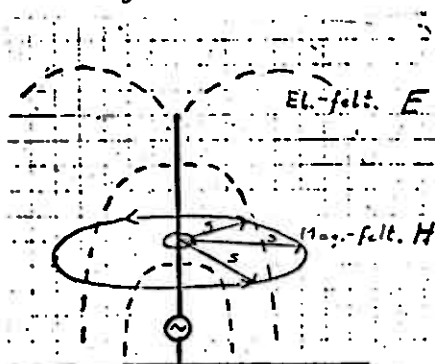


Fig.1 a

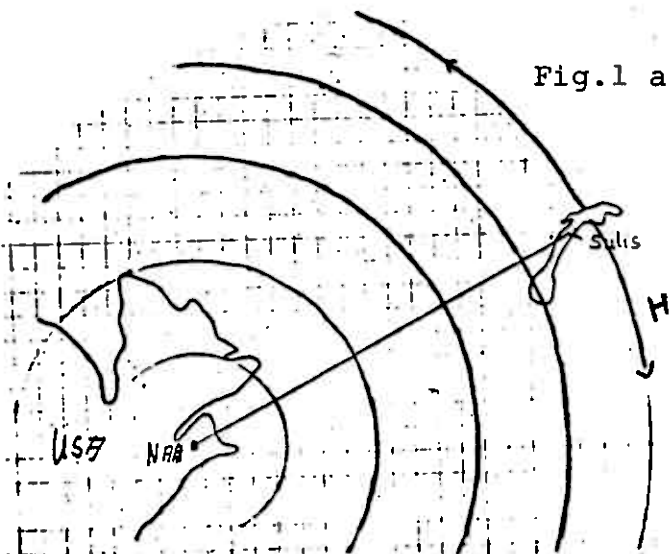


Fig.1 b

Det magnetiske felt betyr mest i VLF øyemed, se fig. 1 b. E vektoren skal ikke helt glemmes da denne etter Paulsens mening har betydning for energisering av flate objekter. I homogen og lite ledende berg-grunn har det primære magnetfelt stor gjennomtrengningsevne.

Geofysiker Ø. Logn har fått inn Bodø (JXZ) og Frankrike (FUO) 1100 m under havet ved Fosdalen Gruber.

Det sekundære VLF-felt

Når en elektrisk leder, f.eks. en sulfid mineralisering, befinner seg gunstig an i primærfeltet, vil det ifølge induksjonsloven bli induisert strømmer og vekselfelter omkring denne, hvis fase og amplitude er forskjellig fra primærfeltet.

Resultant-feltet av primær og sekundærfeltet er den målbare størrelsen. Se fig. 2.

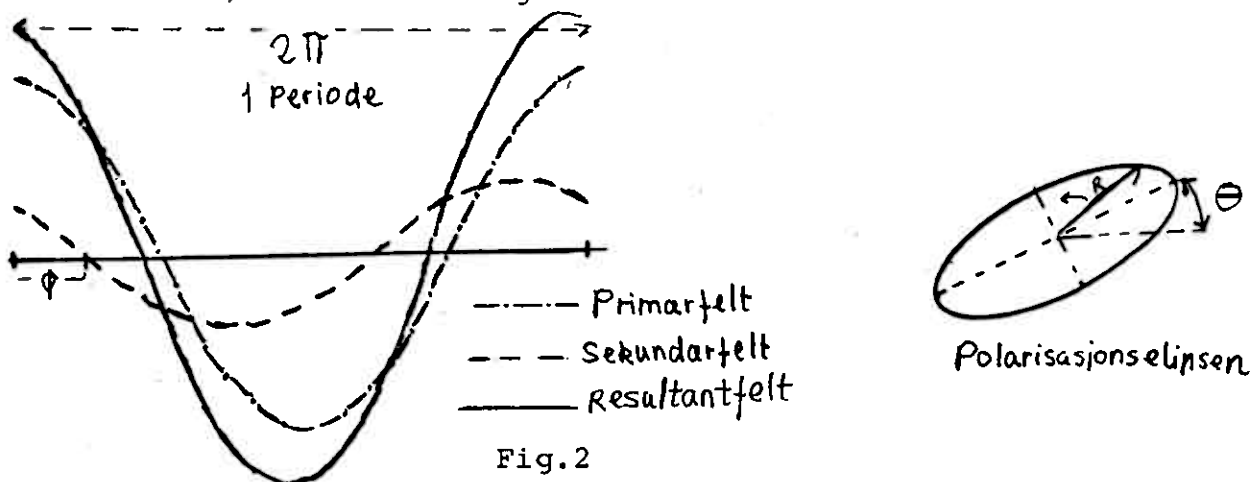


Fig. 2

For å forstå hvordan denne måles bør en forstå hva begrepet polarisasjonselipse innebærer.

Vektor addisjon av primær og sekundærfeltet vil gi en ligning hvis uttrykk tilsier at en har en elipse. Den fysiske betydning av dette er at den totale magnetiske feltstyrkevektoren på et punkt i rommet i løpet av en periode vil rotere og beskrive en elipse. Dette er polarisasjonselipsen.

Dippvinkelen som er elipsens lengste akse's vinkel med horisontalplanet er den viktigste størrelse som måles. Elipsens eksentritet måles også, og denne gir et uttrykk for imaginærkomponenten. Tangens til dippvinkelen vil forenklet uttrykke en reellkomponent.

Hvordan måles dippvinkel og Im-komponent ?

Paulsens instrument er utstyrt med 2 ferittspoler som står loddrett på hverandre. Først peiles senderen inn og deretter vippes apparatet ned i vertikalplanet og roteres i planet til lavest lydnivå. Se fig. 3.

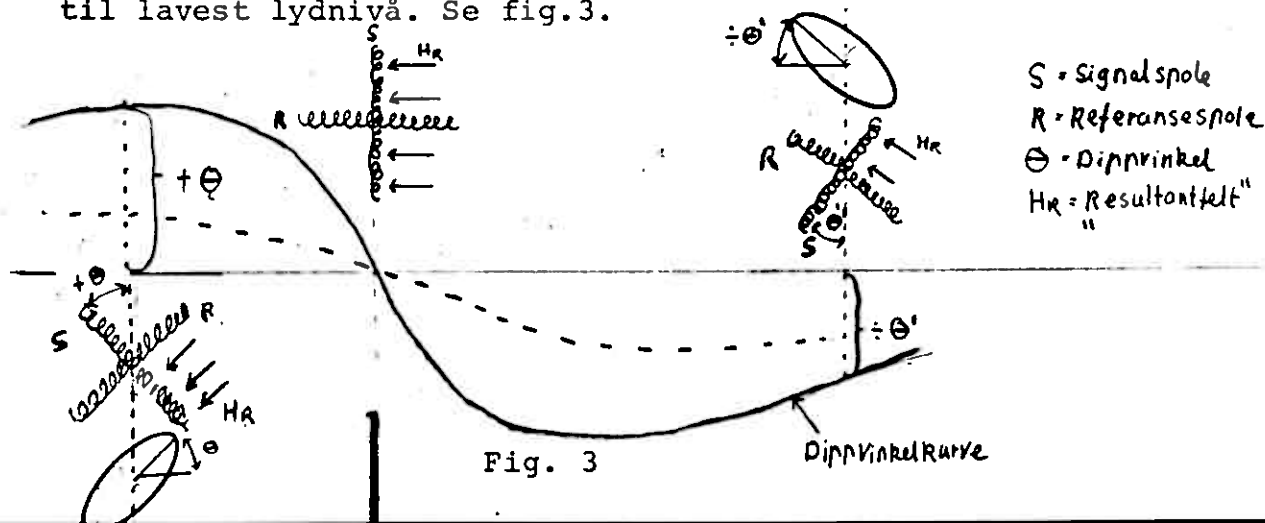


Fig. 3

Dippvinkelkurve

Ved denne stilling vil polarisasjonseilipsens korteste akse være parallell med signalspolen. På grunn av faseforskjell mellom primær og sekundær-magnetisk felt vil det fremdeles gå noe strøm i signalspolen. Denne dempes ytterligere ved å kjøre strøm fra referansespolen i motfase over på signalspolen.

Dette gjøres ved å skru på instrumentets imaginærknapp. Ved lydminimum vil elipsens lengste akse danne en vinkel med horisontalen denne leses av (Dippvinkelen).

Tolkning

Dypet

Dypet ned til lederen kan tolkes at fra horisontale avstander mellom maksimale og minimale punkter på dippvinkelkurven. Se fig. 4.

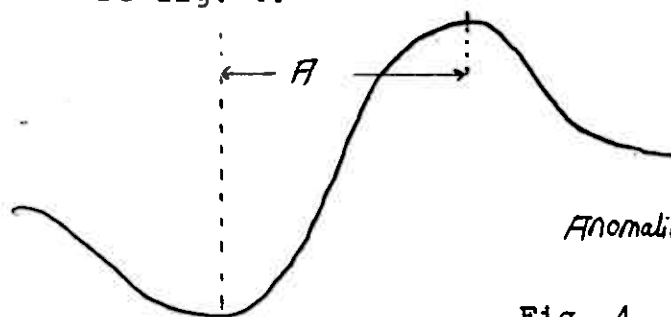


Fig. 4

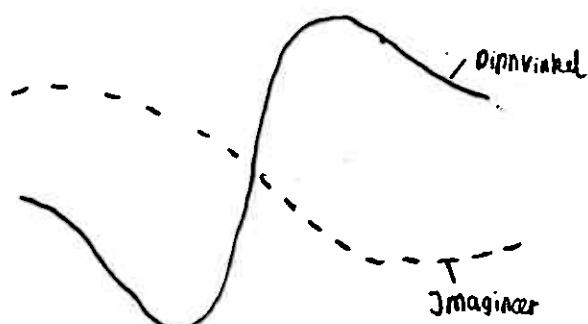
Anomalårsakens dyp D :
 Steile plater $D \approx A/2$
 Kuleformede legemer $D \approx A$
 Horisontale cylindre $D \approx 0.86A$

Metoden kan være usikker da gode grunne ledere kan gi mindre dippvinkelgradienter over utgående. Årsaken kan være at de øvre virvelstrømmer går et stykke nedenfor øvre platekant.

I tilfellet med relativt små dippvinkelgradienter kan det for øvrig være vanskelig å si om årsaken er en grunn dårlig leder eller en god dypere leder. Problemet gjelder for alle Em.metoder.

Gode eller dårlige ledere

Under forutsetning av at målingene ikke influeres av ledende overdekke kan ofte følgende tommeregler benyttes: For gode ledere har gradienter for dippvinkel og imaginærkurve motsatt fortegn, d.v.s. negativ imaginærrespons. For dårlige ledere positiv imaginærrespons. Se fig. 5.



Negativ imaginær-respons - God leder indikasjon

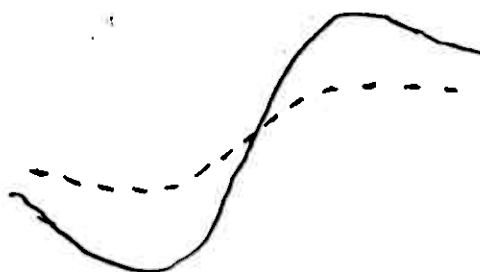


Fig. 5 Positiv imaginær-respons - Dårlig leder indikasjon

Kurveform og fall

For steile ledere med fall inntil ca. 50° vil dippvinkelkurven bli nokså symmetrisk. Jo mer asymmetrisk denne er jo slakkere er fallet.

Anomaliårsakens fallretning

Det har forekommet feilboring på grunn av manglende forståelse. Problemet er delvis en erfaringssak hvis man geometrisk forstår hvordan kurveformen er avhengig av geologisk strøk og senderetning. Se fig. 6.

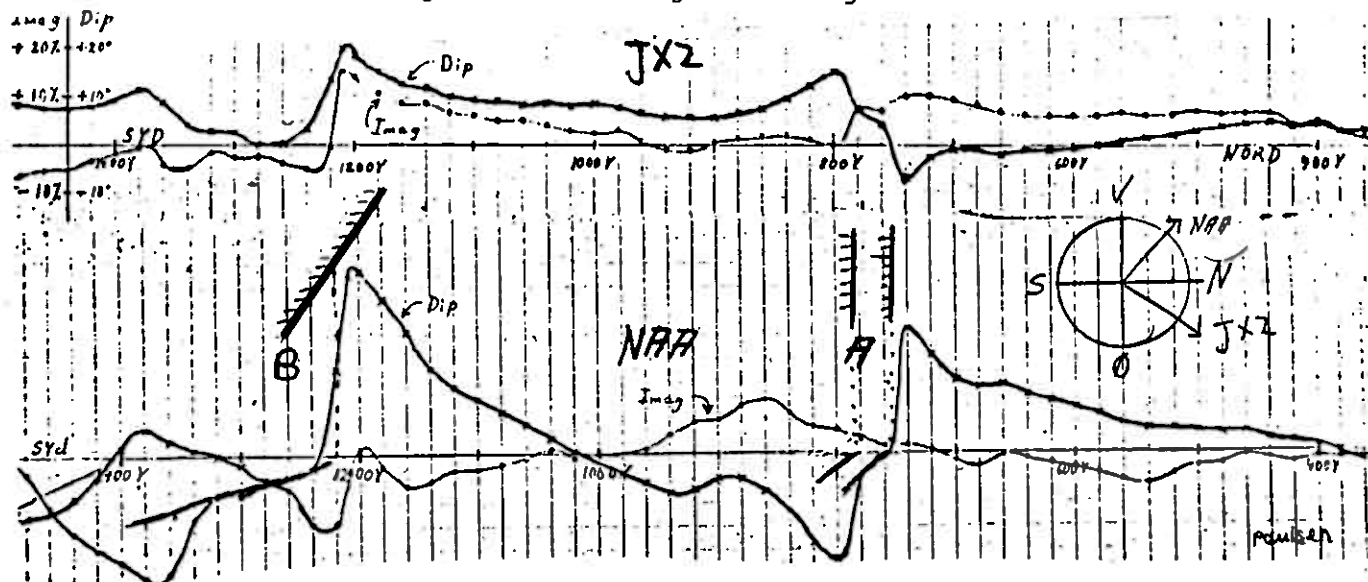


Fig. 6 Kongens Grube, Røros

Polarisasjonseilipsens lengste akse vil ha dippvinkler med forskjellig fortegn på heng og liggsiden. I dette tilfelle tenker vi oss at den er negativ på nordsiden. Da en står vendt mot senderen ved målinger vil en for tilfellet A (2 vest-øst ledere) registrerer vinkler med forskjellige fortegn med bruk av de 2 sendere. Sett i et vertikalplan loddrett på strøket må apparatet vippe motsatt veg for å lyde ved bruk av JXZ senderen.

Tilfellet B: På grunn av at stasjonens retning avviker mindre enn 100° fra strøket vil samme vinkel fortegn måles. Avhengig av strøk og senderetningen vil en få anomalien på heng eller liggside av malmen. Ellers bør det legges merke til at anomalien for B tilfellet blir best med NAA senderen som ligger ideelt med hensyn til strøket.

Konklusjonen på fallretningen blir: Når man kjenner fallretningen og anomaliformer på et sted, kan dette overføres til nærliggende steder når de ovenfor nevnte geometriske betraktninger huskes på.

Frazerfiltrering:

For tegning av isoanomali-kart kan måledatene frazerfiltreres. Derved vil utgående som finnes under kurvenes steileste partier komme ut som anomalitopper. Geofysikerne Singsaas, Logn og produsent Paulsen mener en derved kan filtrere bort data som kan være viktig for tolkning. Soumen malmi frazerfiltrerer konsekvent sine målinger.

Faktorer som kan gjøre VLF-målinger usikre

Ved andre elektromagnetiske målinger angis imaginærkomponenten i forhold til et fast referansefelt. For VLF-målinger representerer imaginærfeltet polarisasjonselipsens korteste akse. Det vil si at referansefeltet vil være forskjellig fra målepunkt til målepunkt. Spesielt hvis ledende overdekke finnes vil da imaginærverdiene gi usikre opplysninger om anomaliårsakens ledningsevne.

Dersom lederen har uensartet ledningsevne kan det hende at induserte virvelstrømmer ikke blir horisontale. I ytterkant av leder er de i allefall ikke det. Resultatet vil bli at polarisasjonselipsen ikke lenger blir vertikal. Da målingene foregår i vertikalplanet, kan dette føre til at målte størrelser blir små.

Ikke minst kan den høye frekvensen være en ulempe. Denne medfører at en vil få anomalier på nesten alt mulig bare "rusket" er langt nok.

Omvendt synes gode ledere å måtte ha en viss feltutstrekning (100 m) for å gi anomali.

I Sulitjelma har en erfaring med at en oppblussende kiskførende grafitthorisont ikke gir VLF anomali til tross for enorm apexanomali.

En annen ting som man bør være oppmerksom på er at det primærmagnetiske felt har tendenser til å følge terrengformasjoner. I Sulitjelma hvor terrenget til dels er meget steilt har en f.eks. erfaring med at retningen til senderen tilsynelatende kan forandre seg opptil 35° avhengig av topografien.

Faktorer som favoriserer VLF-målinger

VLF apparatets fordeler på regional og oppfølgingsnivået er åpenbare.

Det er enmannsbetjent.

I alle fall er de 3 eksemplarer av Paulsens instrument undertegnede har erfaring med meget pålitelig. Det kan stå for en støyt og fungerer pålitelig dag etter dag i pøsende regnvær.

Tolkning av VLF kurver kan være enkle hvis det ikke finnes flere tettliggende parallelle ledere. Den høye frekvensen kan være en fordel når det gjelder prospektering etter typiske impregn. malmer hvor det kan erstatte eller supplere den relativt dyre IP-metoden.

Sammenlignet med gun-metoden har VLF stor dybderekkevidde, selv om frekvensen er høy.

Grønnsteiner har relativt dårlig ledningsevne.

(Grong ca. 3 000 m) Under forutsetning av at ikke skjermende horisonter finnes blir skinndypet ca. 200 m. I praksis er dybderekkevidden noe mindre.

Fremtidsperspektiver

VLF i gruber.

Som tidligere nevnt har geofysiker og geolog Ørnulf Logn uten vansker nede på 1100 meters dyp i Fosdalen fått inn primærfeltet fra sendere. Dette viser at man med følsomme instrumenter burde kunne registrere sekundærfelters innflytelse selv i dype gruber.

På relativt grunne nivåer i Vigsnes Gruber på Karmøy har videre Logn utført interessante eksperimenter. Ved målinger i liggorter har spesielt imaginærkomponentene vist systematiske variasjoner. Fig. 7 viser et noe ideelt bilde fra Vigsnes.

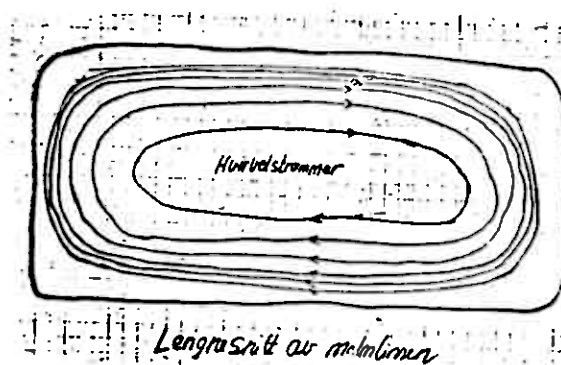
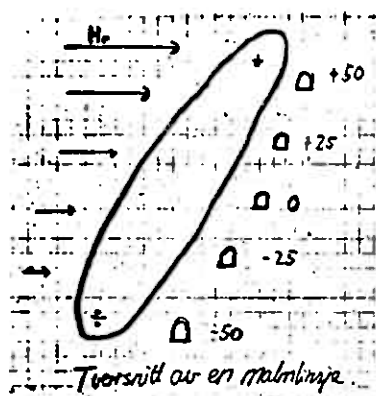


Fig. 7

Null verdier ble registrert omtrent midt i malmlinsen hvor en ikke har sekundære strømmer. Forsøket viser at man ved VLF faktisk kan gjøre enkle tolkninger om en malms utstrekning i dypet.

VLF i borhull

Nylig er et forskningsprosjekt med VLF i borhull igangsatt. Logn hadde idéen og er formann i utvalget hvor også undertegnede er med. "VLF produsent", ingeniør Steinar Paulsen, skal forsøke å konstruere en målesonde og tilleggsutstyr til hans type VLF.

I prinsippet er borhullsmålinger enkle. En signalspole skal tilpasses borhull hvor det elektromagnetiske felt i hullretningen skal måles.

Referansefeltet vil være et egnet sted over hullet. Med referansespole kan en så tilnærmet finne ut hvor meget feltene i hullretningen er ute av fase i forhold til referansefeltet.

Lignende turammålinger er utført i borhull. På grunn av den høye frekvens vil dette bli vanskeligere med VLF. Vann i hullet og ledningen til signalspole regnes med å forsinke feltene meget.

I første omgang tas sikte på målinger i korte hull. Paulsen som er en dyktig elektromann tror forsøket skal lykkes.

Konklusjon

Som en generell konklusjon kan en si at VLF bakkemålinger egner seg godt under norske forhold hvor overdekket og sidebergartene har relativt dårlig ledningsevne. Under forutsetning av at ikke skjermende grafitthorisonter finnes er tolkningene relativt enkle og metoden har god dybderekkevidde (150 m).

Hvis det lykkes å komme frem til egnet utstyr til målinger i borhull, vil en modifisert VLF metode bli et billig hjelpemiddel til å finne malmen som borhullet bommet på.

Liste over case-histories

- Fig 3. Kongens Grube, Røros. Viser hvordan anomali er avhengig av geologisk strøk og retning til stasjon.
- Blad 1 Sulitjelma. Anomali fra relativt god leder.
Anomali med andre sendere.
- Blad 2 Jakobsbakken, Sulitjelma. Meget god anomali fra god gammel utdrevet grube.
- 3 Grongfeltet. Anomali fra gode ledere.
 - 4 Sulitjelma. Anomali over fete grafittskiifer.
 - 5 Sulitjelma. Hvordan kompakt mineralisering ble funnet.
 - 6 Mons Petter, Sulitjelma. Anomali fra flat malm og gunstig sender kan benyttes.
 - 7 Skorovatn. Asymetrisk dippvinkelkurve over relativ flat leder.
 - 8 Leirgruvebakken, Røros. Anomali fra dyp malm.
 - 9 Kongens Grube, Røros. Anomali fra dyp malm (150 m).
 - 10 Hankabakken, Sulitjelma. God anomali fra heng- og liggmalm. Kanskje kan nedre malmkant sees.
 - 11 Namskogan. Anomali fra leire.

Referanser

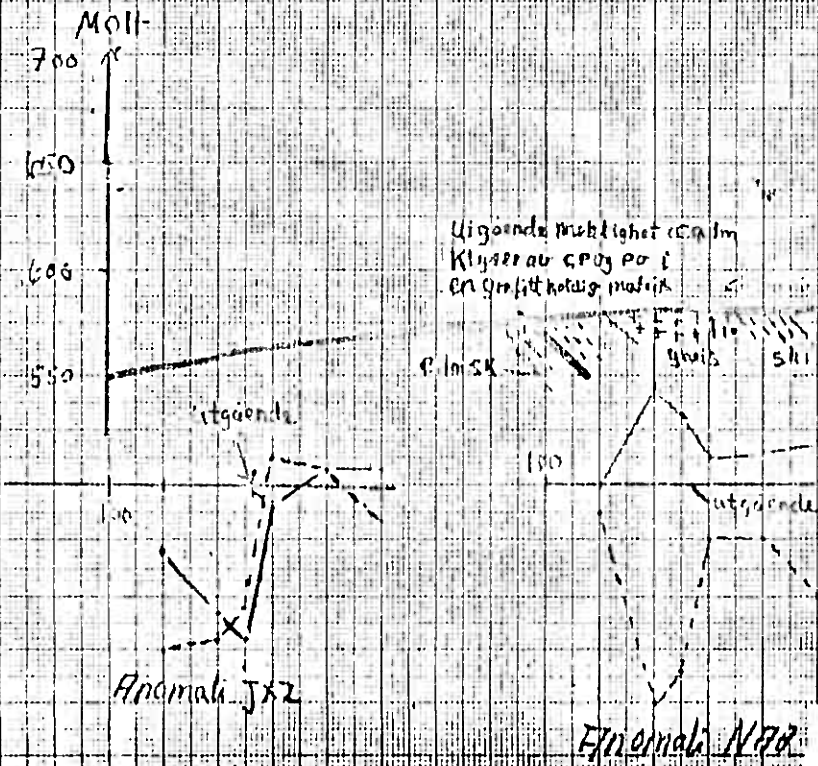
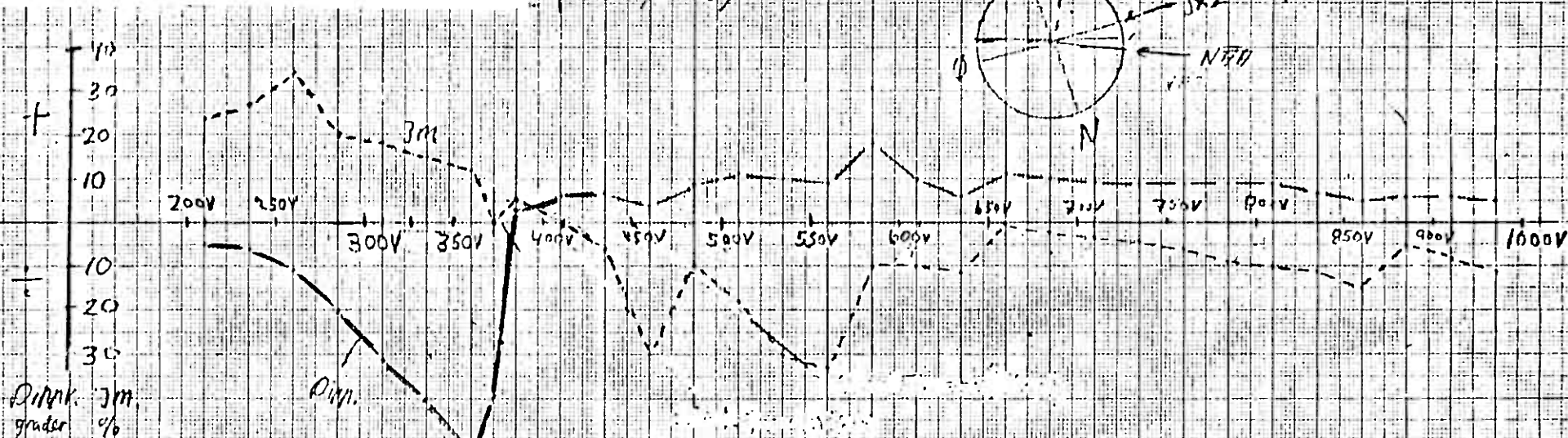
1. N.R. Paterson and V. Ronka. Geoxploration Jan. 1970
Five years of surveying with the very low frequency
electromagnetic method.
2. W. J. Phillips and W.E. Richards Geoxploration Oct. 1975
A study of the effectiveness of the VLF method for
location of narrow mineralized fault soner.5
3. D. S. Parasnis
Prinsiples of applied geophysics.
4. P. Singaas
Case histories fra Leirgruvebakken og sammenligning med
turam-metoden.
5. Ø. Wangens diplomoppgave NTH 1974.

Må spesielt takke Steinar Paulsen for noen case-histories
og utdypende samtaler.

A. Haugen og O.S. Hembre har også bidratt med eksempler.

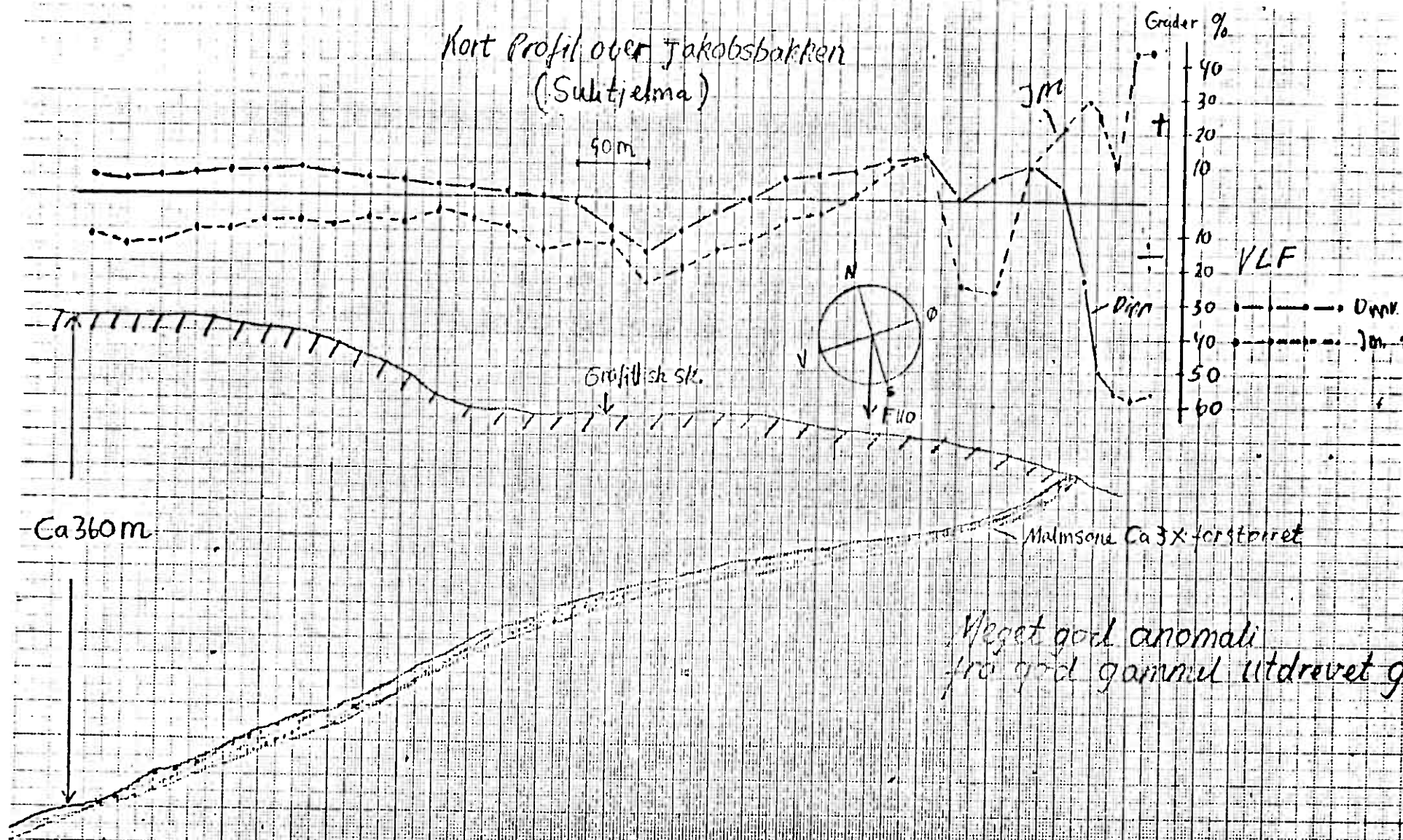
Ø. Logn har gitt muntlige opplysninger.

(Sutitjelma)



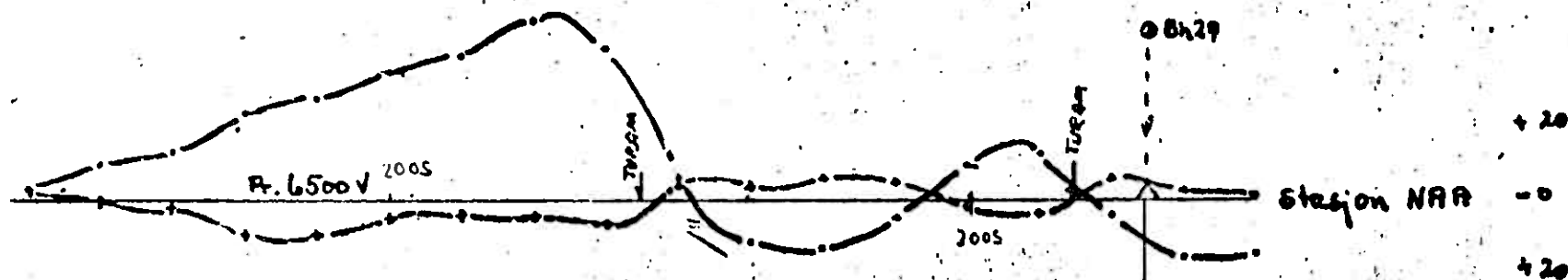
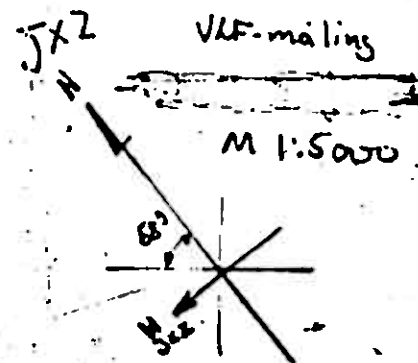
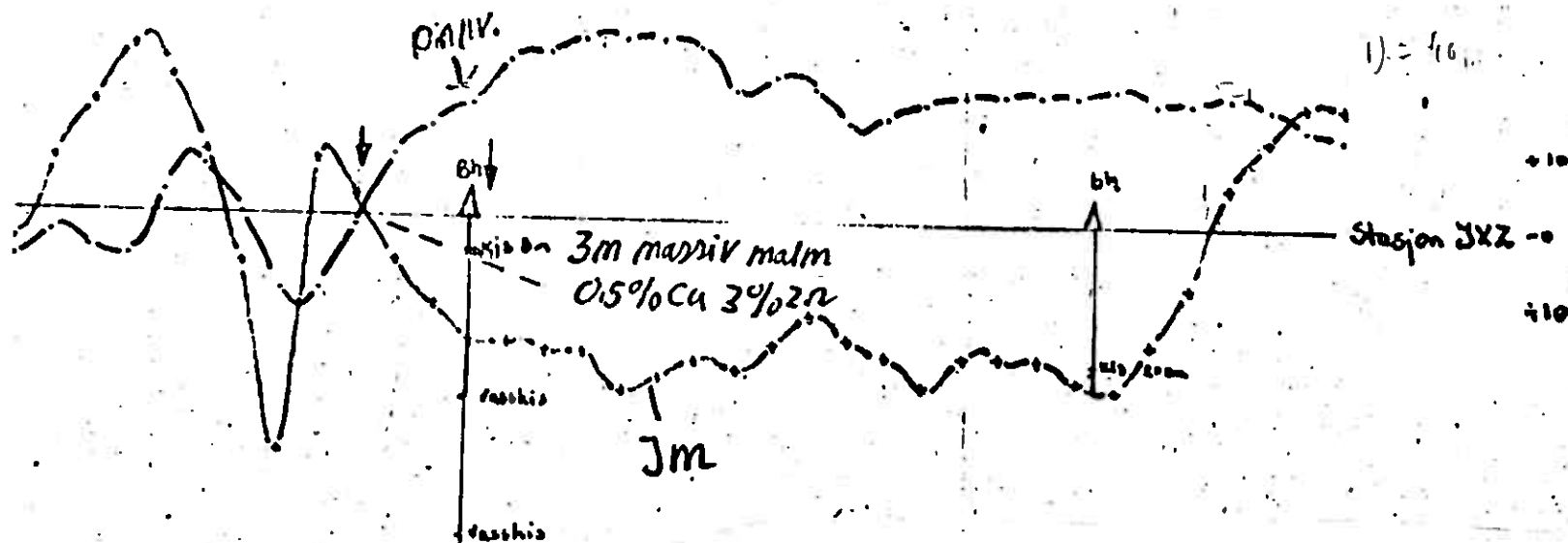
Anomali fra relativt god leder
God anomali tyder på en Røysen med
gunstig sender (Fuo)
Dårligere anomali med ugunstig sender (Jxz)
"Hetsatt" anomali med NRP senderen som
"forevrig" ligger ugunstig til med hensyn til strøket

Kort Profil over Jakobsbakken (Sulstjælma)



Grongfeltet

7normali fra gode ledere.

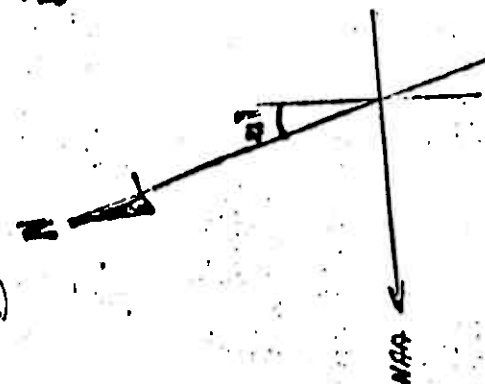


VLF-måling 7oma
M 1.1250

Stasjon NAA

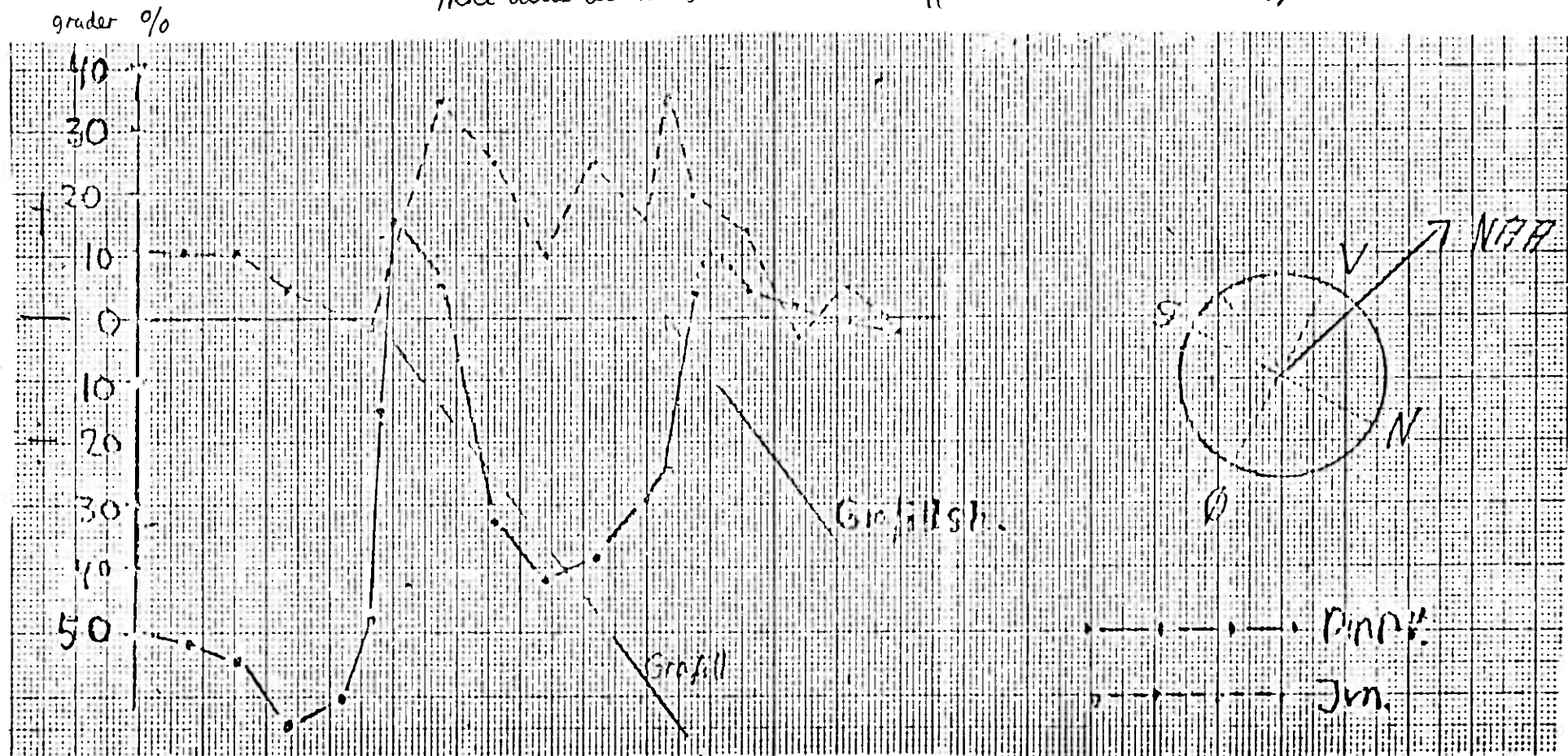
— · — · — · Redd
- - - - - Imaginer

Båndet malm
(1.5m 10% Cu)



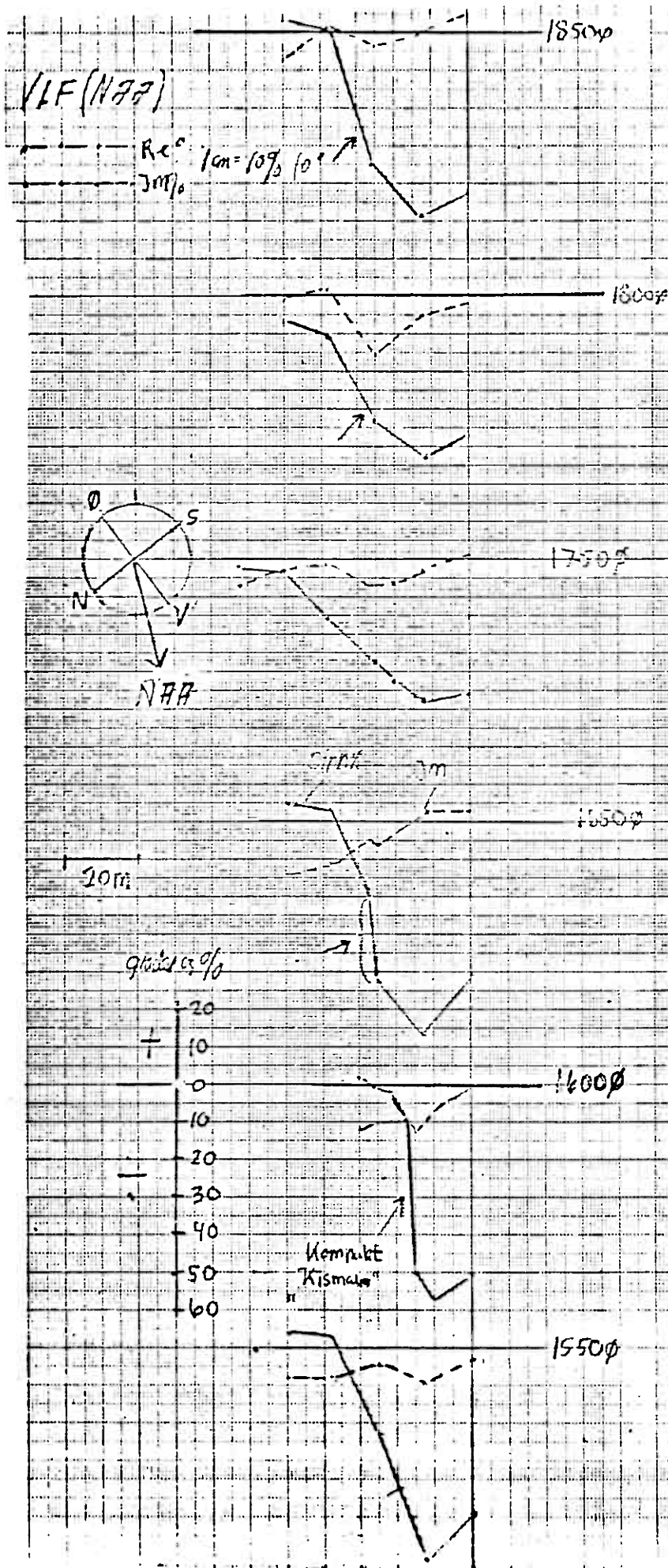
Profil over feite grafittrosker Hannehola (Sulitjelma)

Dippvinkelen markerer grunne strømkonsentrasjoner
Trass i tilsynelatende gode lodere (geologisk) markerer
ikke dette av imaginærkomponenten. ((Muligens ledende overdekke))



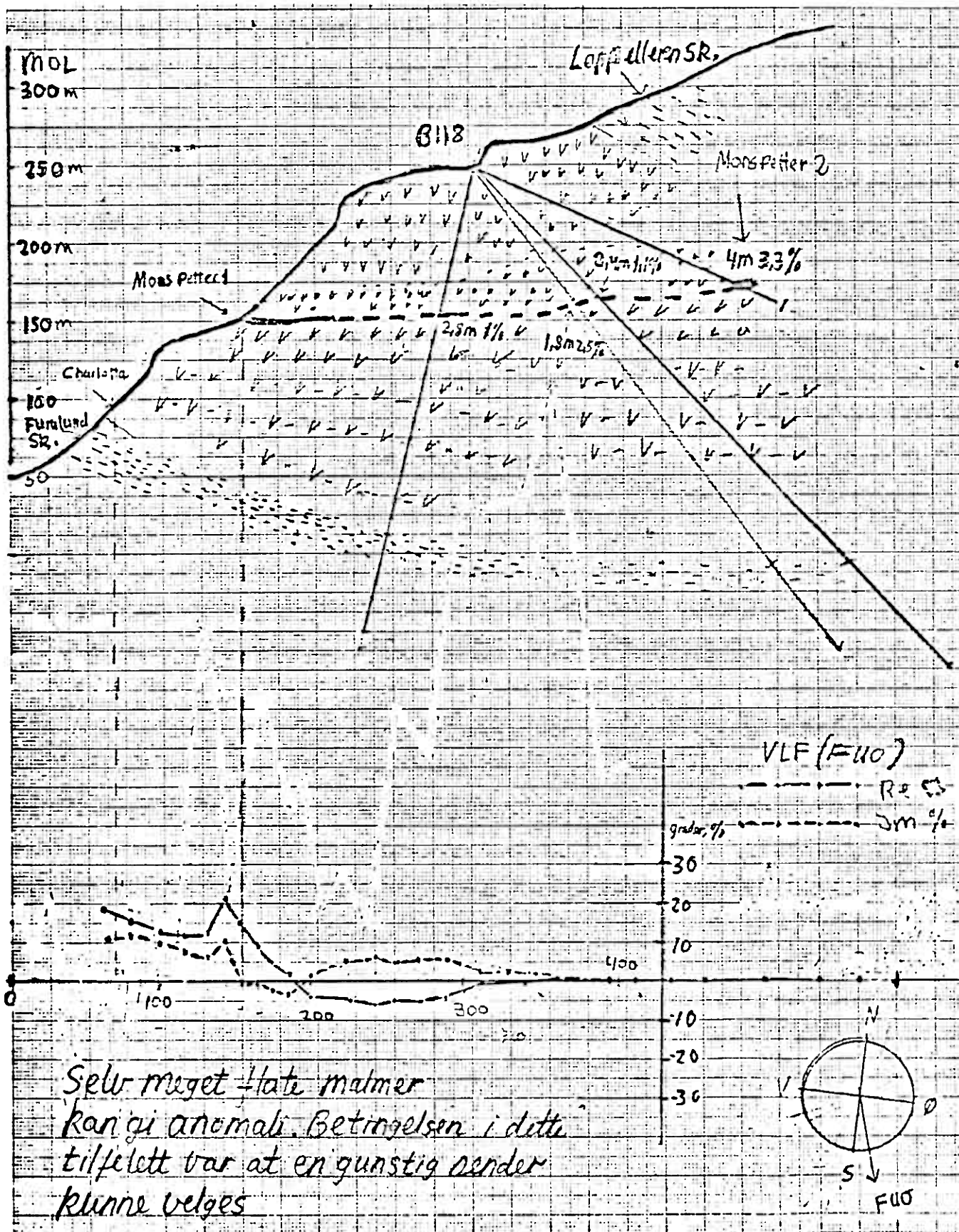
5

Øster Sulitjelma Detaljmålinger



Kompakt mineralisering
ble funnet i profilet
hvor dipvinkelkurven
viste størst gradient
1600m

Profil over Monspetter (Sulitjelma)



IV

Hankabakken og Nysulitälma.

Profil nr.	Lengde	Markering	Målemetoder
800W	125N-550S	675m	VLF N77+JX2
700W	150N-525S	675m	↑
600W	75N-525S	600m	50N-125S
500W	175N-500S	675m	JX2
400W	135N-500S	635m	94N-125S
300W	125N-100S	225m	125N-125S
200W	160N-150S	310m	160N-120S
100W	200N-550S	750m	120N-125S
60W	250S-450S	200m	200N-100S
0	275N-275S	550m	N77
100ø	450N-0	450m	150N-150S
200ø		300m	N77+JX2
300ø		850m	↑
400ø		850m	JX2
			↓
			300m
			350m
			275m

Nysulitjerna Øst

Profil nr.

Lengde

Markering

Målemetoder

2450W 1225N-1425N 200m

2350W 1150N-1425N 275m

2150W 1100N-1450N 350m

2000W 575m

1900W 700m

1800W 1350N-850N 500m

1700W 1275N-1000N 275m

1600W 1325N-885N 390m

1500W 1225N-900N 325m

1400W 1250N-650N 600m

1300W 1100N-775N 325m

1200W 1100N-790N 310m

1100W 1125N-825N 300m

1000W 1150N-800N 350m

900W 1300N-950N 350m

800W 1250N-950N 300m

700W 1250N-975N 275m

500W 1275N-975N 275m

300W 1275N-975N 275m

100W 1250N-875N 375m

1000 1650N-750N 900m

3000 1225N-875N 350m

7000 1050N-900N 150m

7500 1037-900N 137m

8000 1037-900N 137m

8500 1000N-900N 100m

9000 1325-900N 425m

Pinne hver 25. m.

Pinne ved
anomalistår
og profilgrenser

VLF(JX2)

VLF(NAA)

APEX

JX2

JX2

JX2

NAA

Ny Sulitjelma Øst

Profilnr.

Langde

Markering

Målestokk

VLF

APET

9500	1037N-900N	137m	÷
10000	1020N-900N	120m	÷
10500	1020N-900N	120m	÷
11000	1320N-900N	120m	Pinne ved Profilender
11500	1020N-875N	145m	÷
12000	1000N-875N	125m	÷
12500	1020N-875N	145m	÷
13000	1275N-875N	1100m	Pinne ved Profilender

15000 1320N-850N 1170m II

15500 ca 50m ÷

16000 " ÷

16500 " ÷

17000 1175N-850N 325 Pinne ved Profil
ender

17500 ca 50m ÷

18000 " ÷

18500 " ÷

19000 1225N-850N 375

23000 1150N-875N 275

27000 1100N-875N 225

31000 1163N-900N 263

35000 1125N-900N 225 pinne ved
Profilender

39000 1275N-850N 375

43000 1600N-700N 900

47000 1418N-725N 693

51000 1350N-725N 625

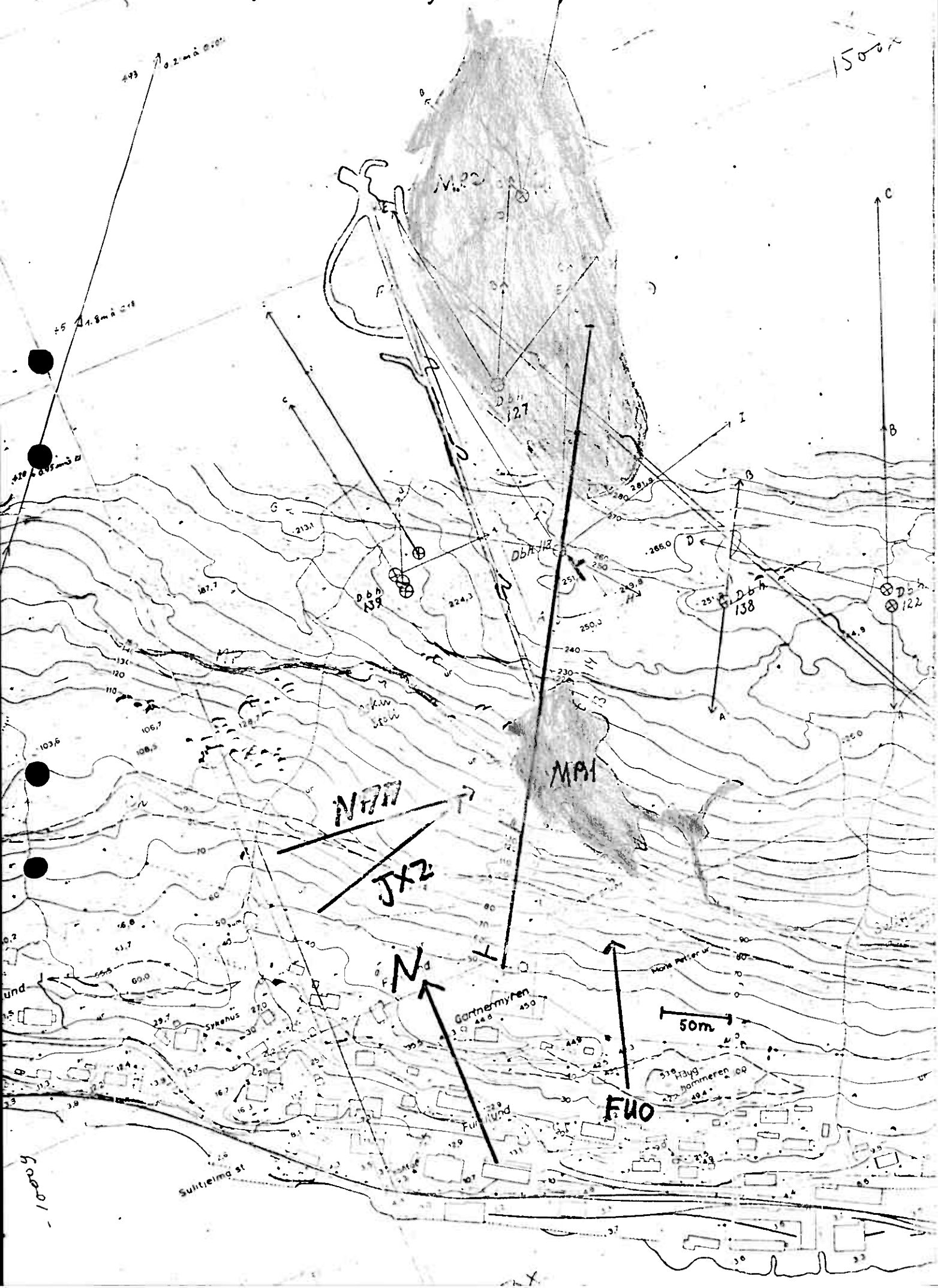
VLF

NAB

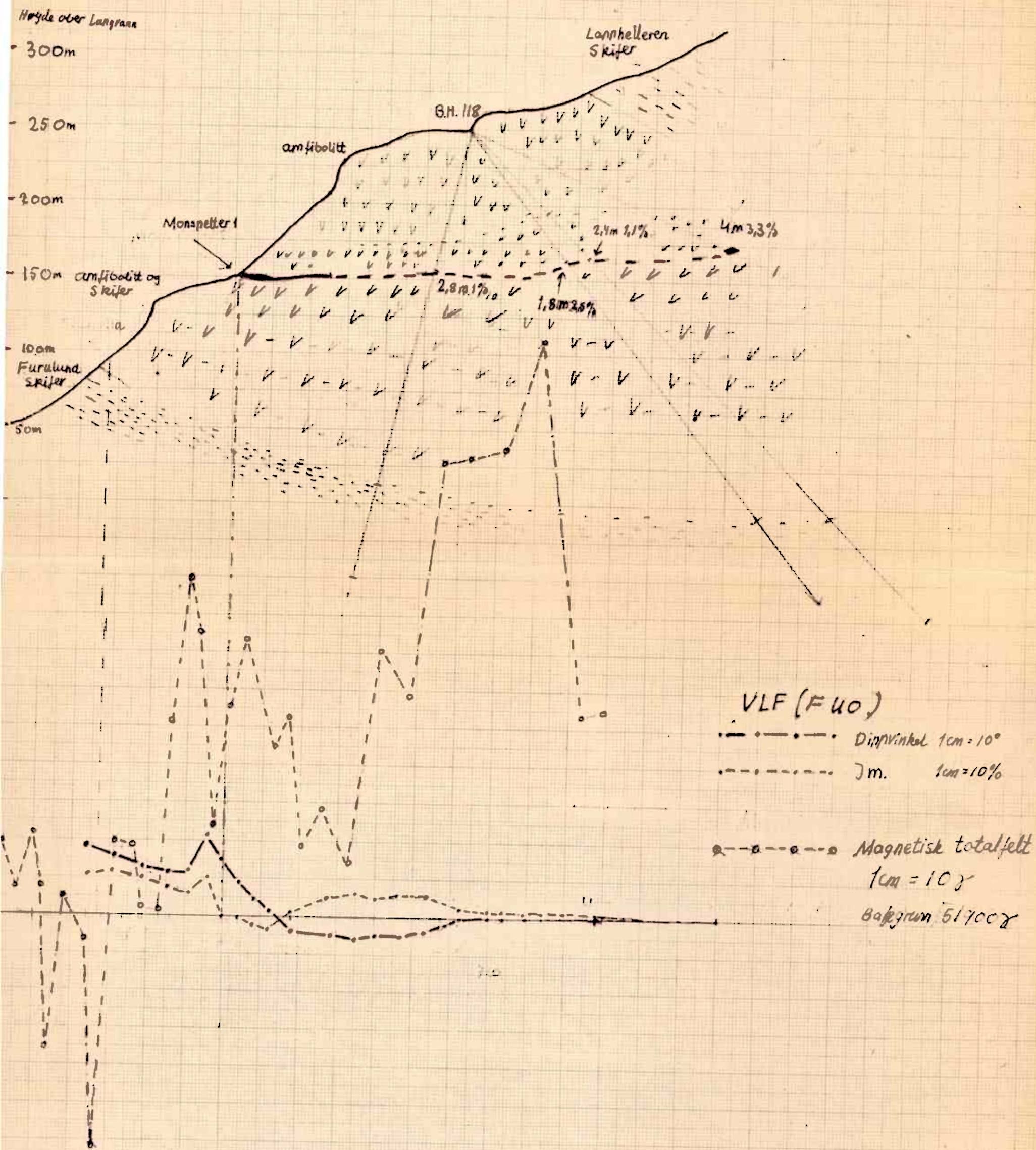
JX2

APET på
aromatier

Profil Gartnermyra - Monspetter



Profil Gartnermyra over Monspetter M=1:2500



Max 1550γ

Max 1550γ

Profil 800V

Hankabakken

M = 1:2500

MOH

VLF (NFF) (TXZ)

----- Difer.°
..... 3m% 1cm = 10°, 10%

●-●-●-● Magnetisk Totalfelt 1cm = 50γ
Bakgrunnsverdi 51850γ

1950

4m 13%

4.2m 1%

Geologisk nedre grense

Indikasjon på nedre
grense geofysisk

5505

4005

3005

2005

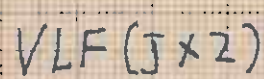
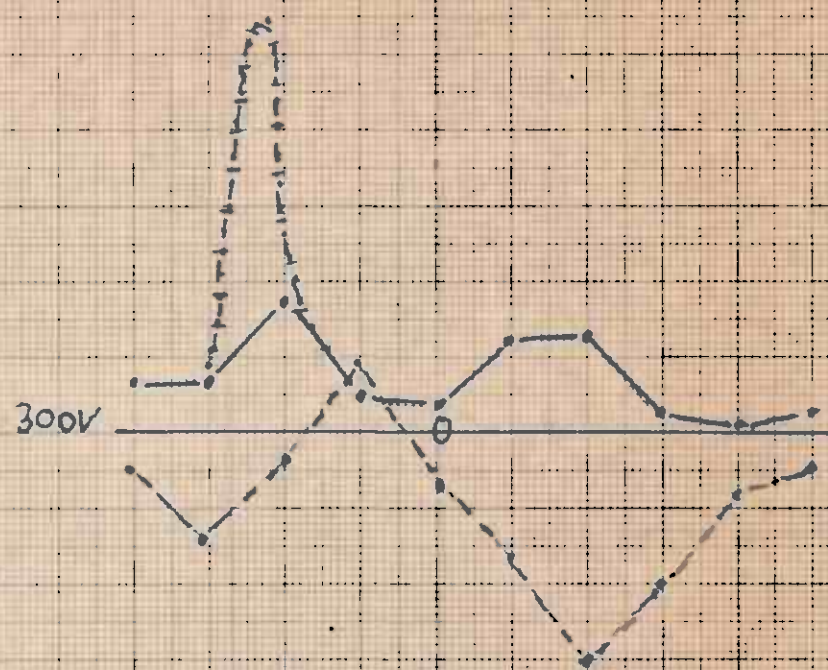
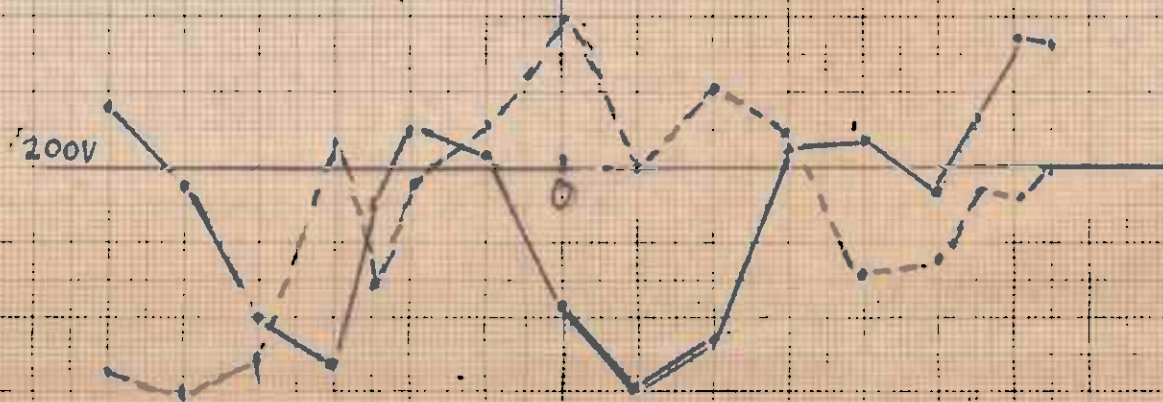
1005

0

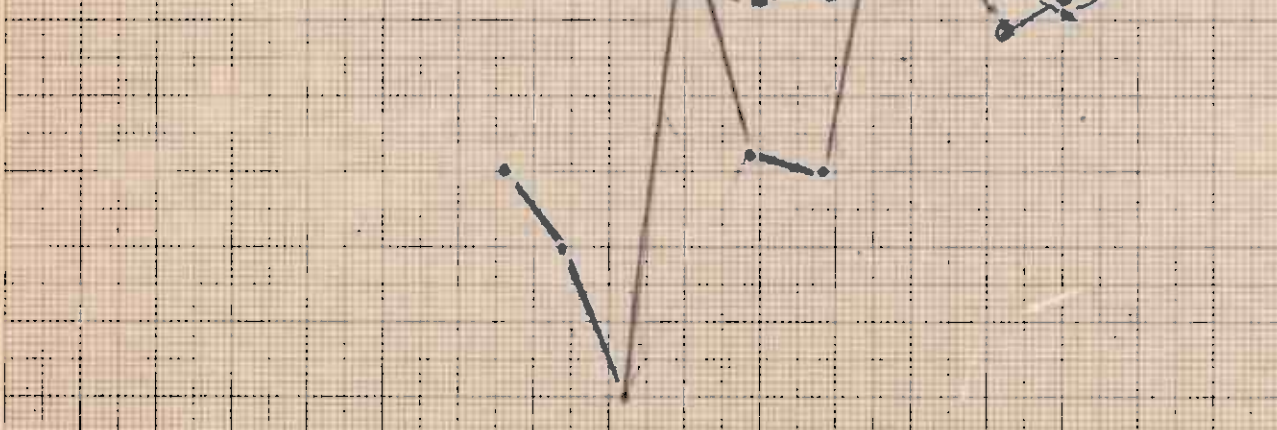
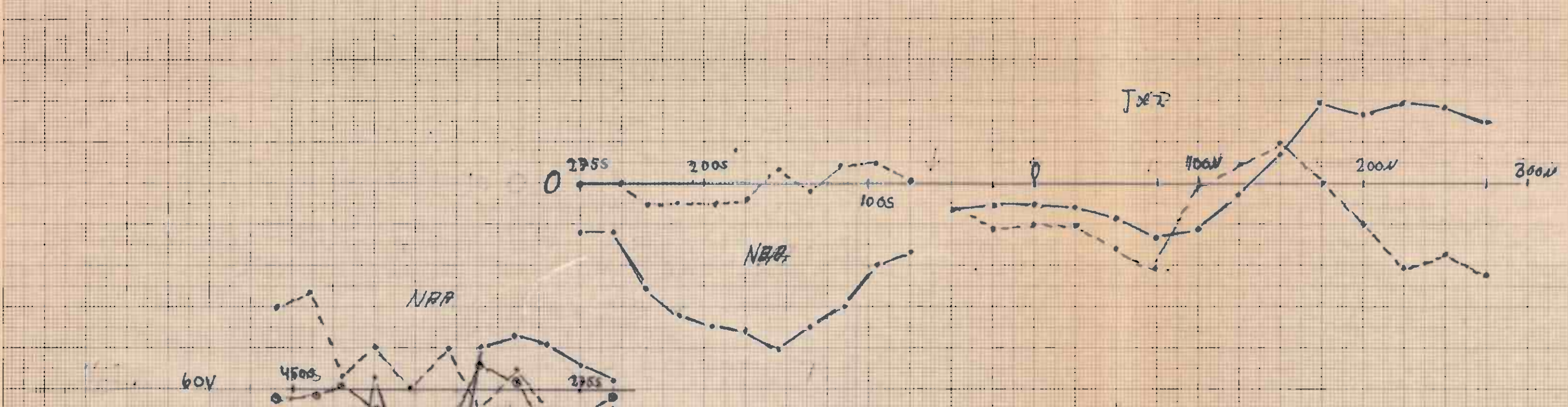
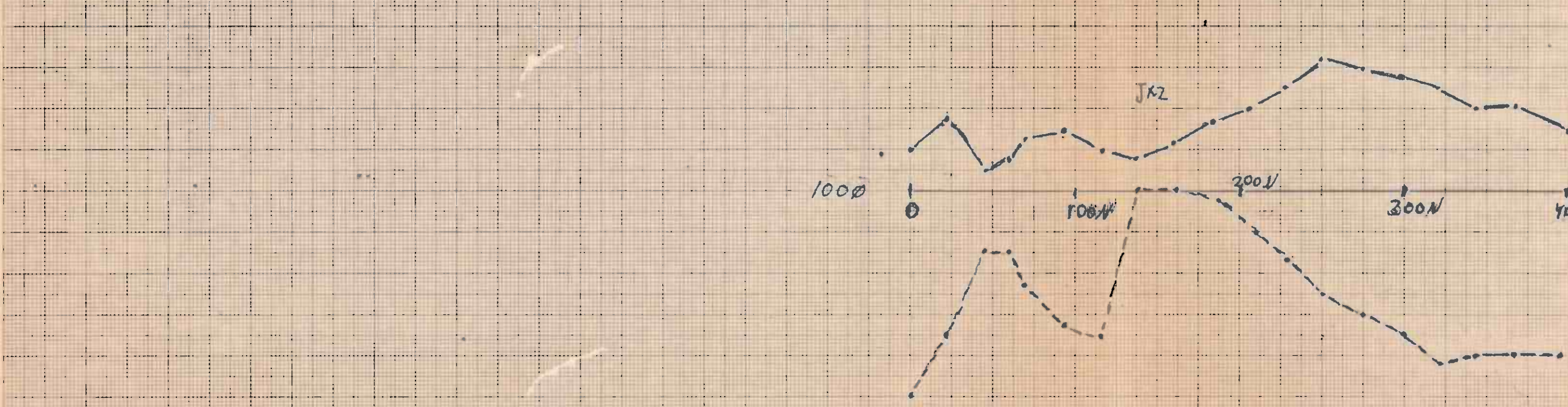
100M

NFF

JXZ



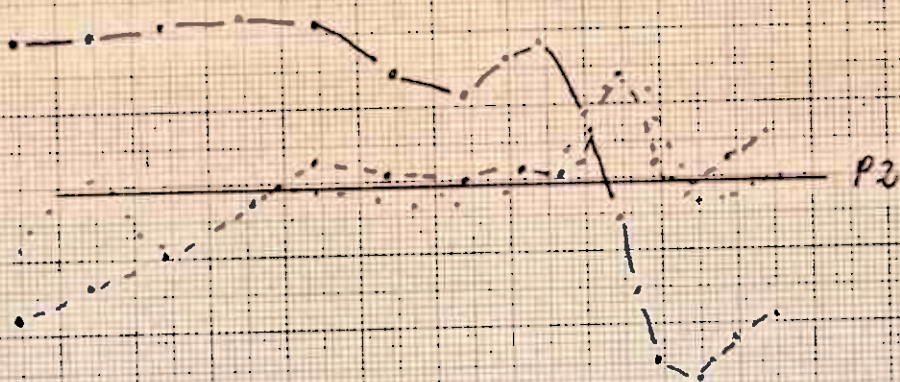
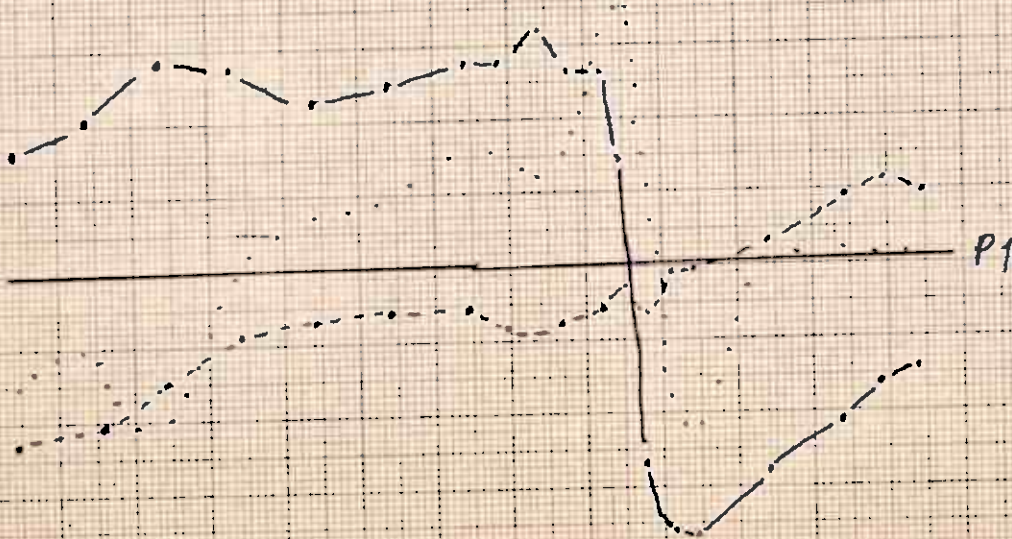
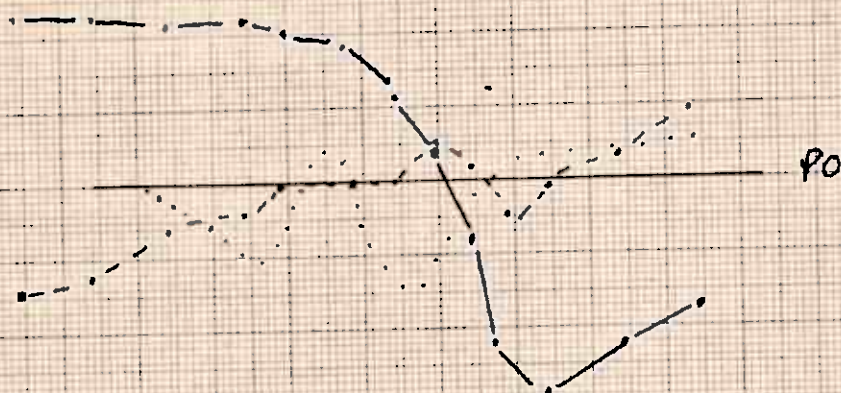
- • • • • Dimp. Winkel $^{\circ}$ $1 \text{ cm} = 10^{\circ}$
• • • • • Jm. % $1 \text{ cm} = 1.0\%$
• • • • • Magnetisk totalfelt, bakgrunn 5.880 γ $1 \text{ cm} = 50 \gamma$



VLF (Jx2)(NRR)

- Dipwinkel $\tan=10^\circ$
- $J_m \tan=10^\circ$
- o-o-o-o Magnetisk totalfelt $\tan=50^\circ$
Bekræftet 5/1950

Hankenhola (grafitdrag)

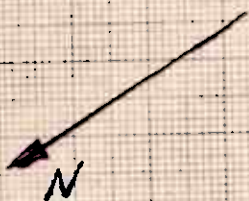


..... Dippvinkel $1\text{cm} = 10^\circ$

..... 3m $1\text{cm} = 10\%$

VLF

..... $\Delta P_{\text{ex}} \text{ R}_2$ $1\text{cm} = 50\text{ppm}$



P0 P1, P2 Hankenhola (Floget)

↑ 3000 γ

Målestokk:

1 cm = 25 m

1 cm = 10%, 10° og 100 γ

Profilen markerer 51800 γ

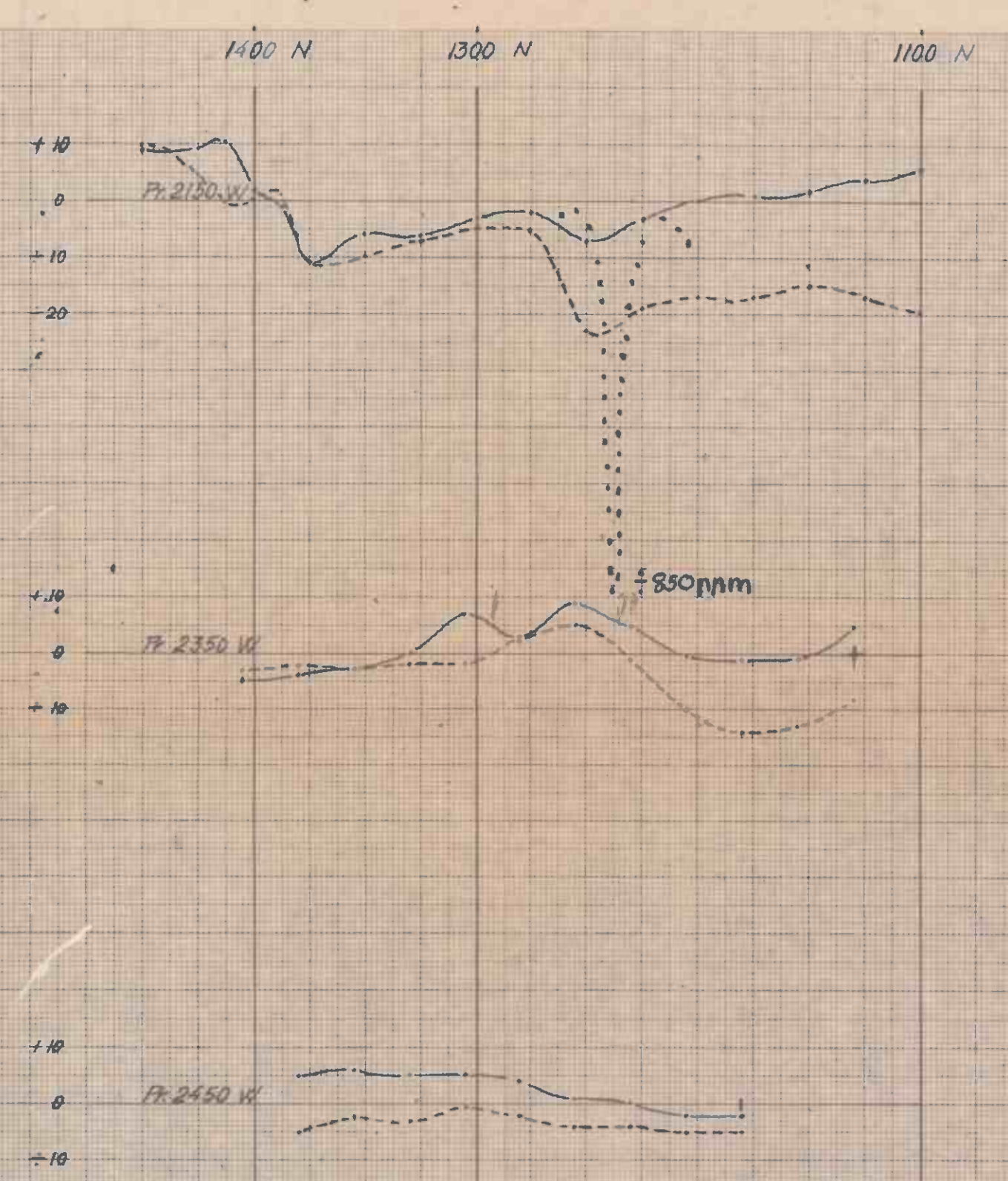
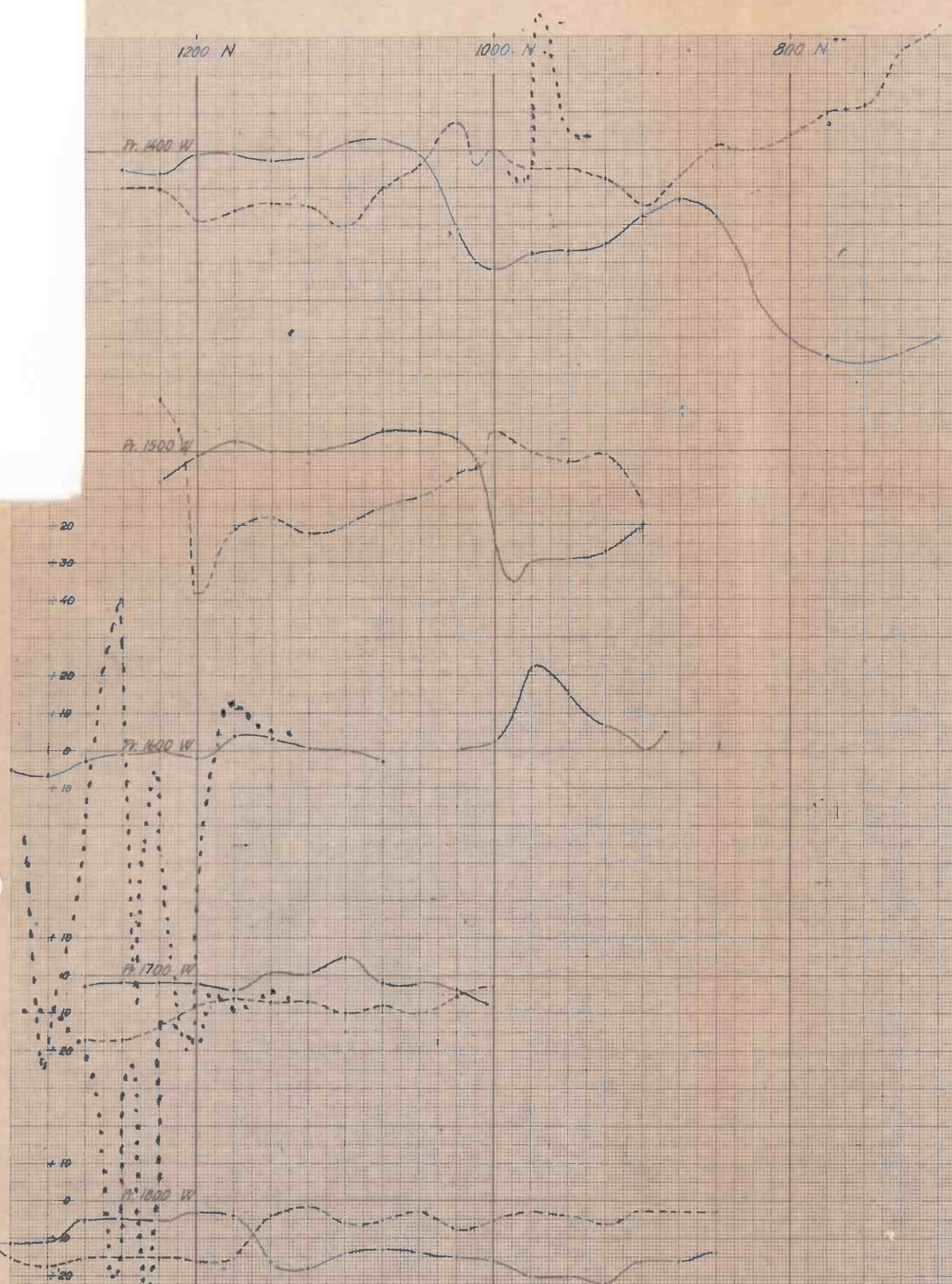
— — — VLF Reel
 - - - - - 3 m.
 x - x - x - x Magnetisk totalfelt

Hankenholta (grafitt forekomst)

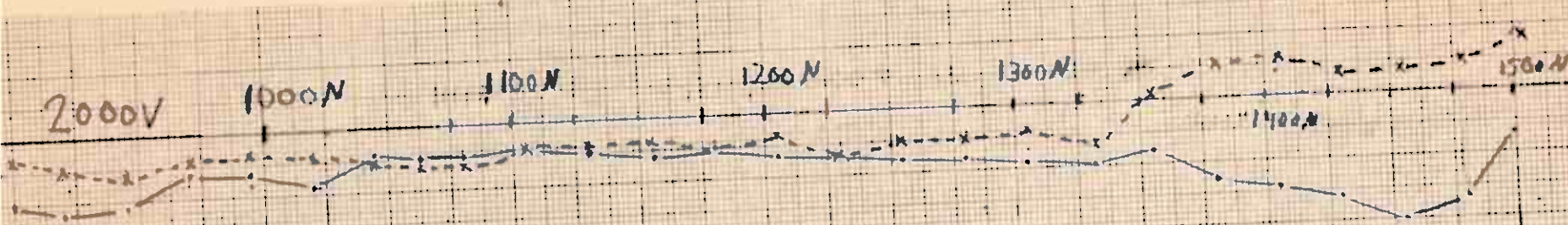


· · · · · Dipvinkel 1 cm = 10°
 - - - - - 3 m. 1 cm = 10%

○ - ○ - ○ - Magnetisk totalfelt 1 cm = 10
 Bakgrunn 51800 γ

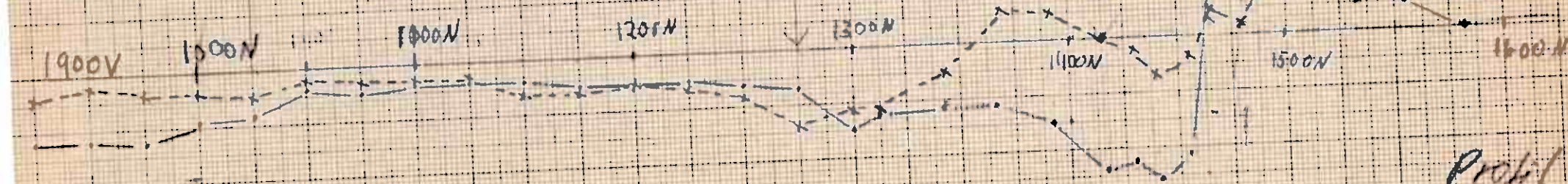


NY-SULITJELMA OST		Målt: 1. 25.00		Målt: 1. 25.00	
VLF-målinger vest Ottervann		H=1km ± 10'		H=1km ± 10'	
Prosjekt nr. 7.603		og 10%		og 10%	
A/S Sulitjelma Gruber		Sulitjelma Gruber		Sulitjelma Gruber	



Mult for kort!

1900 og 2000V



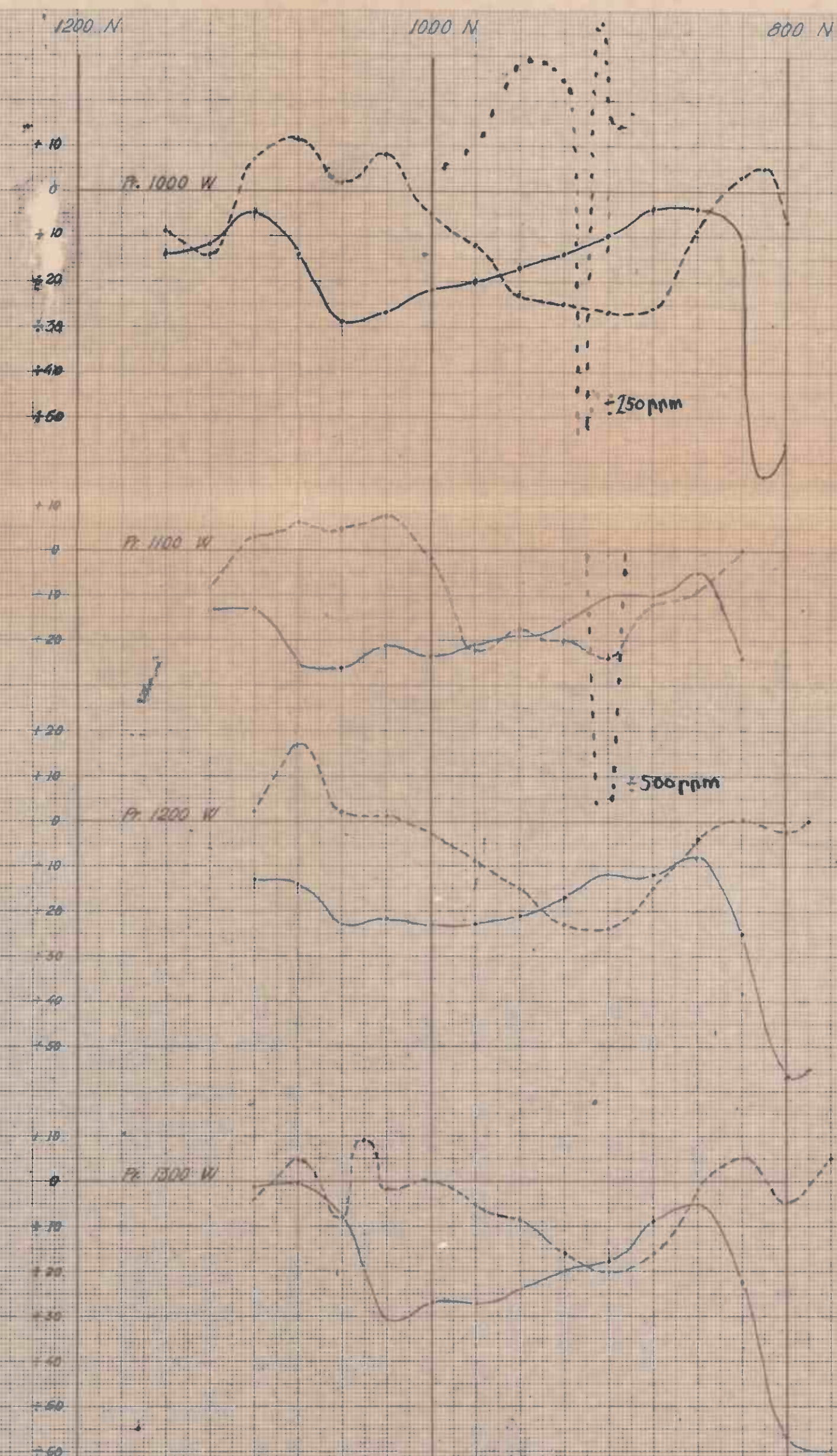
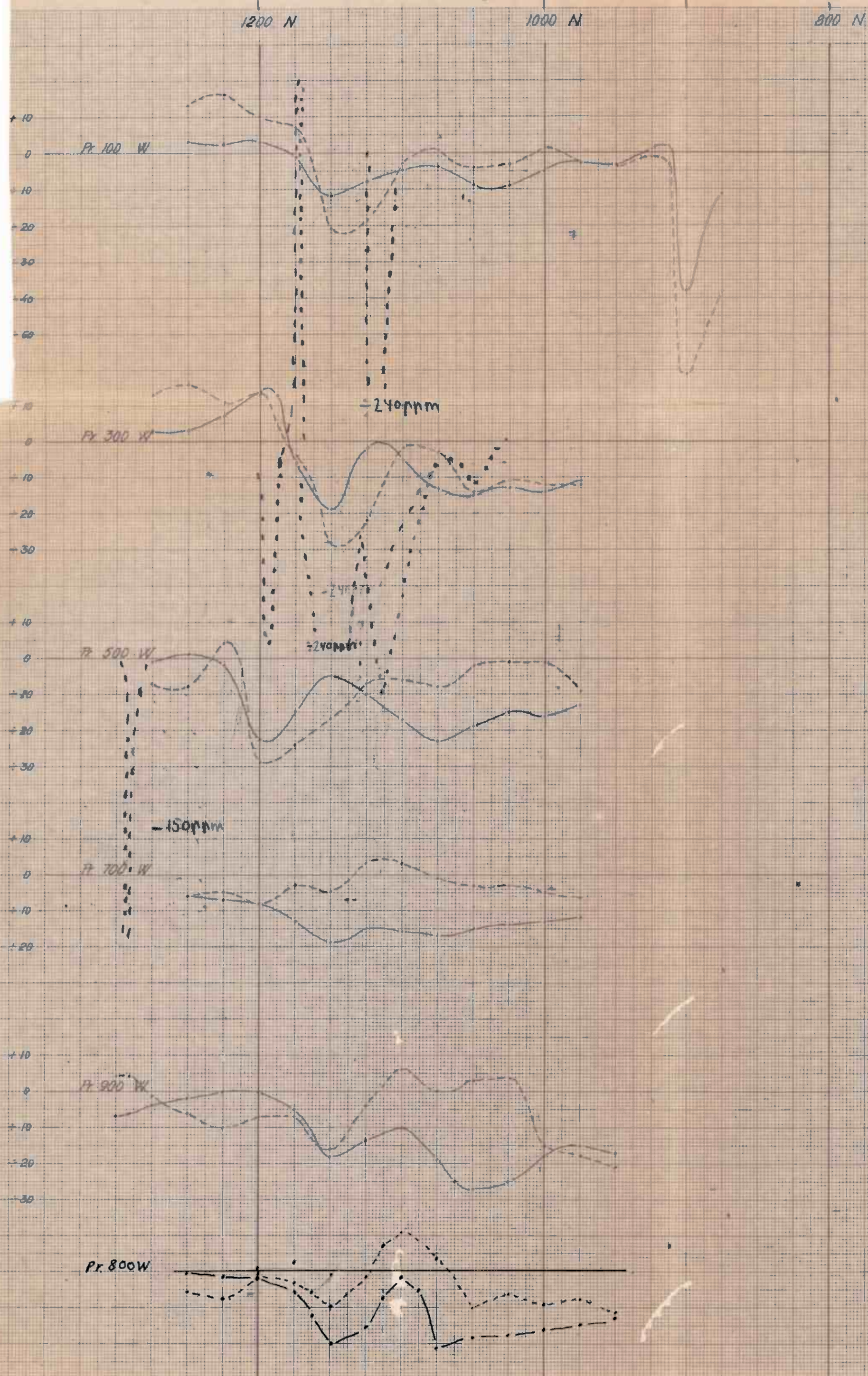
Profil 1900 og 2000V

sender Jx2

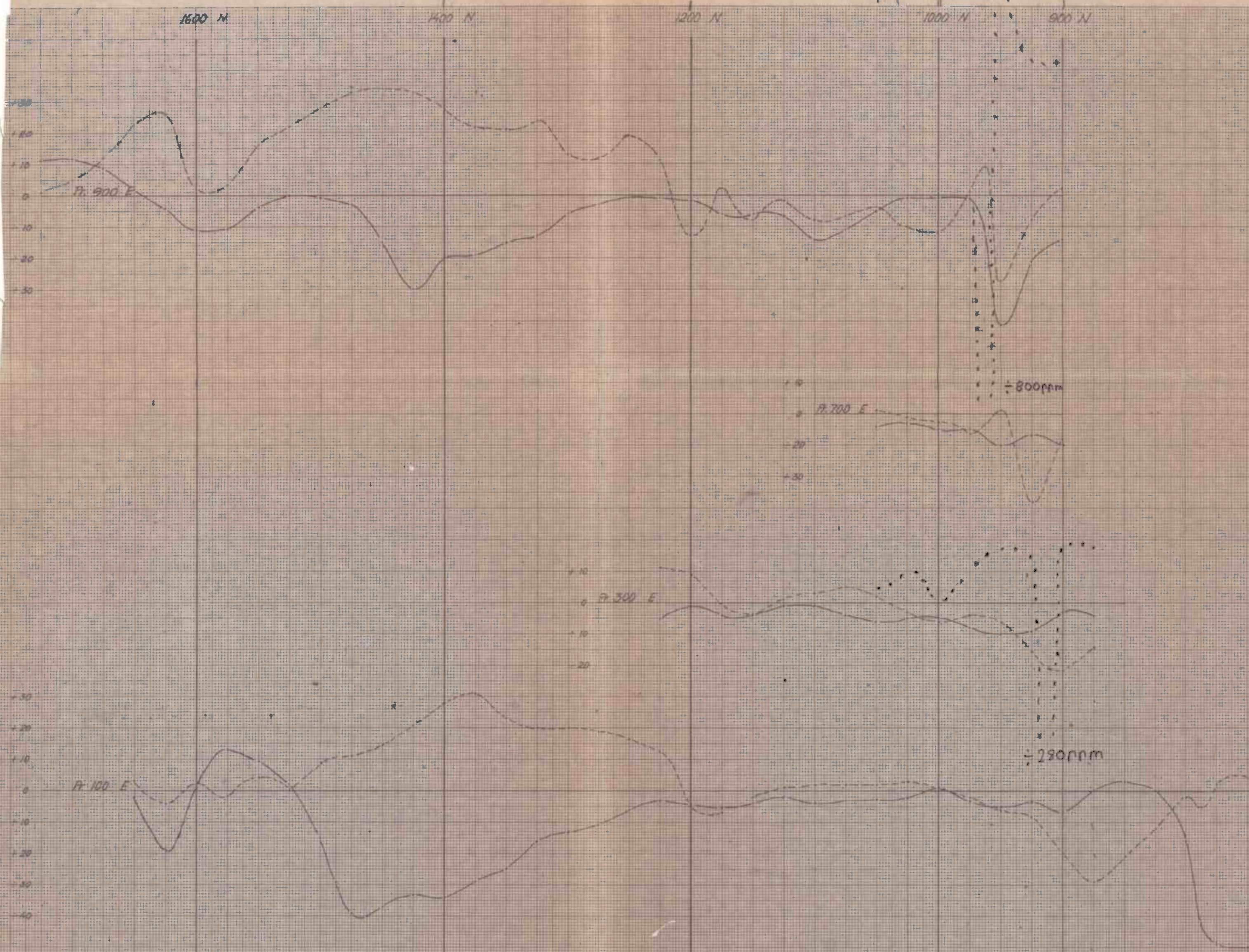
Dimm.

3m %

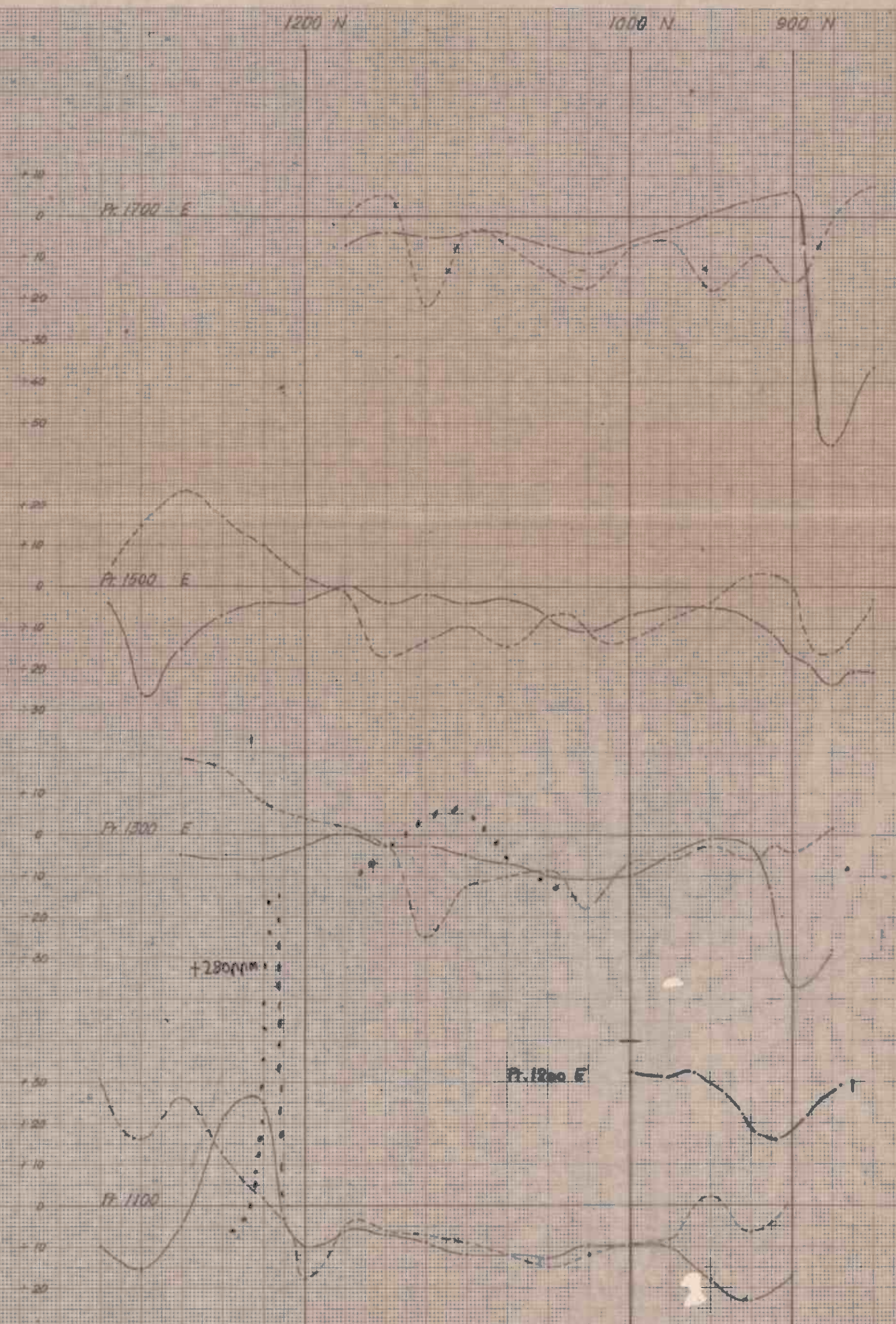
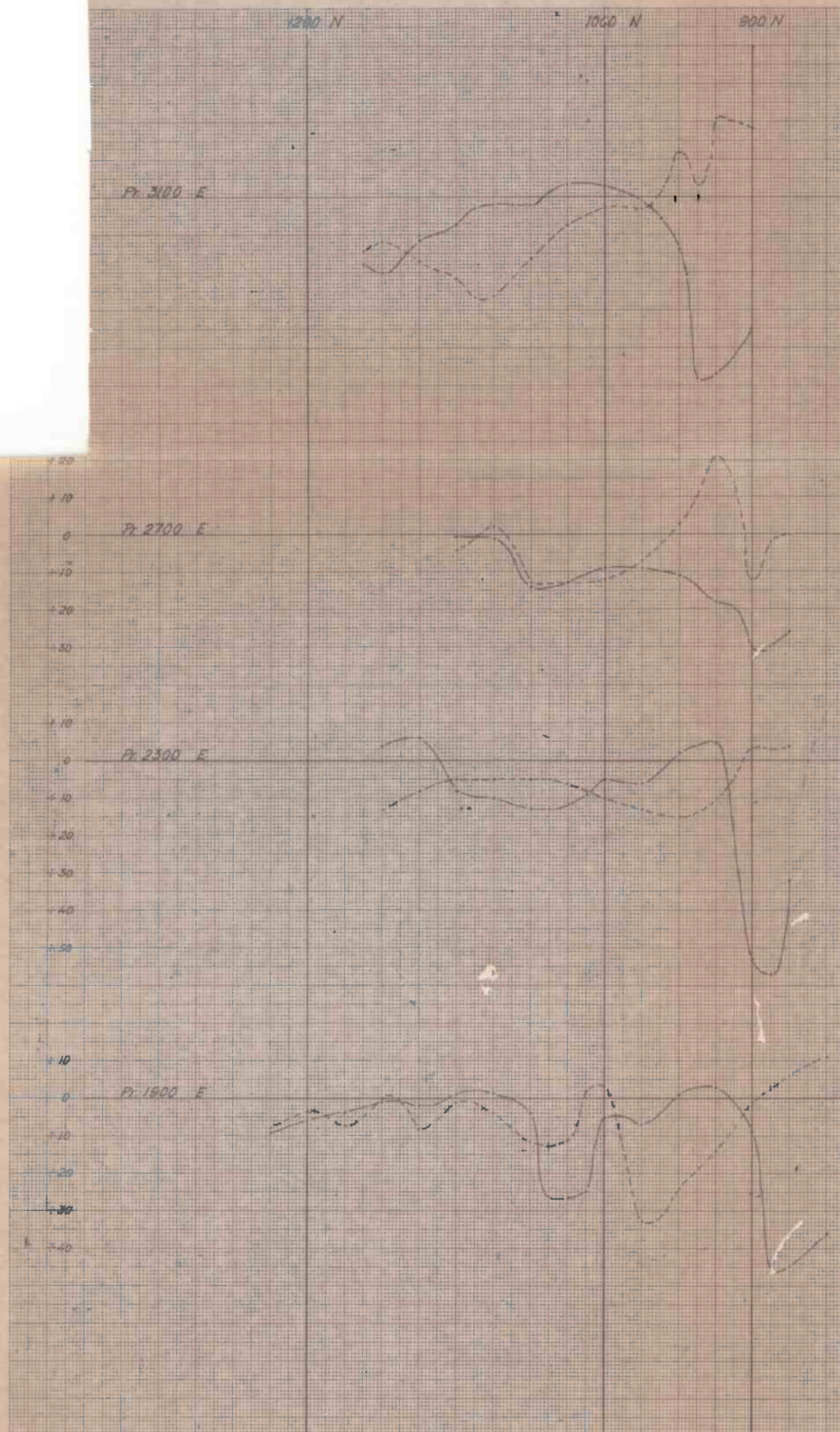
1cm = 10% 10%



NY-SULITJELMA ÖST		Maxi	Temp CWC	-76
Värmdölingar vest Östervann		Le: 2500	Time	OV
projekt 2603		Ha: 1000	10%	
A/S Sulitjelma Gruber				



NY-SULITJELMA ØST VLF-målinger øst Ottervann Prosjekt 7.603	Mål:	Prosjekt CWC	-76
	1:2500	Prosjekt OV	-76
	Hv. cm x 10 ³ og 10 %		
A/S Sulitjelma Gruber	Beregning av:		
	Beregnet av:		



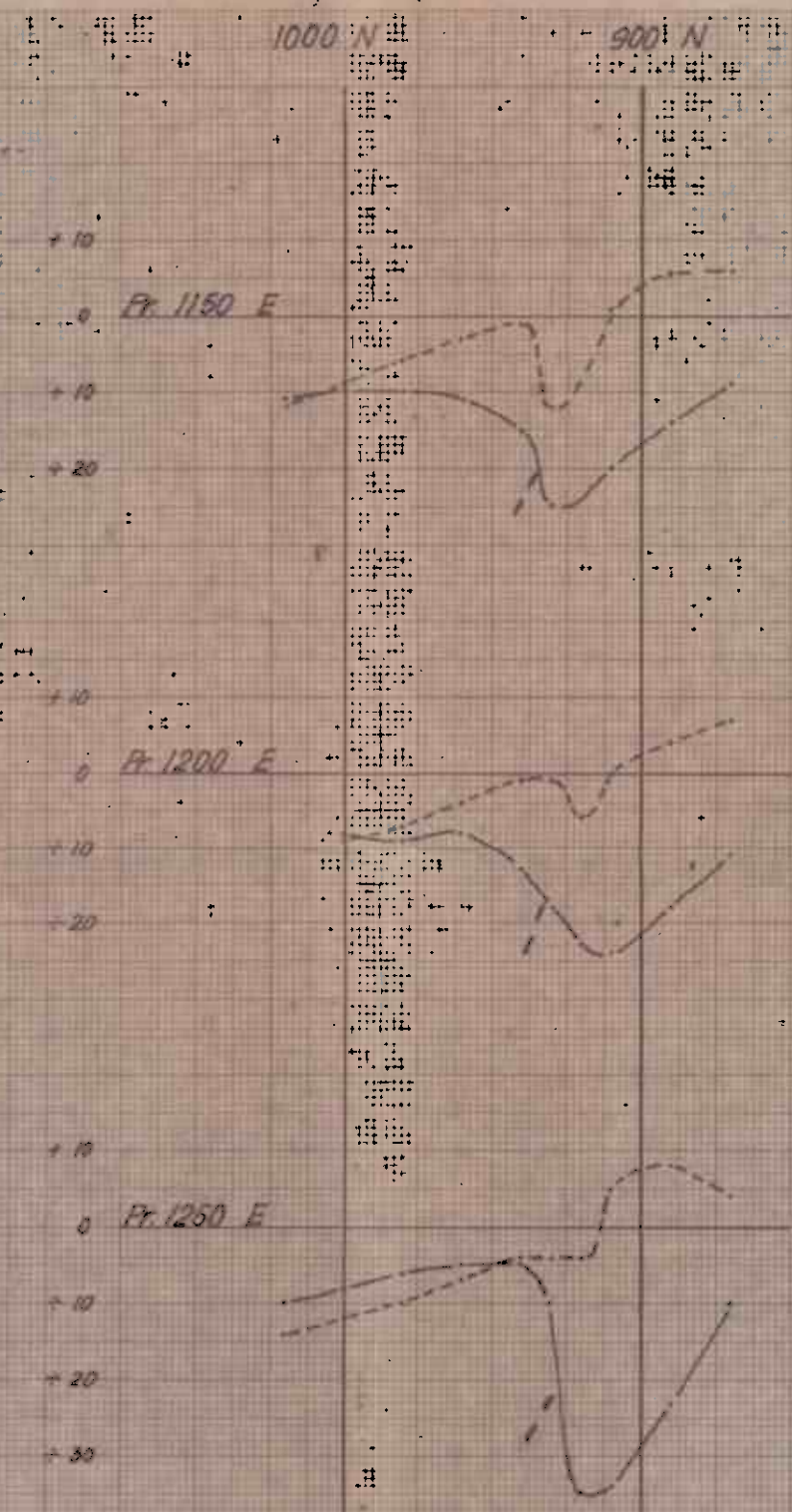
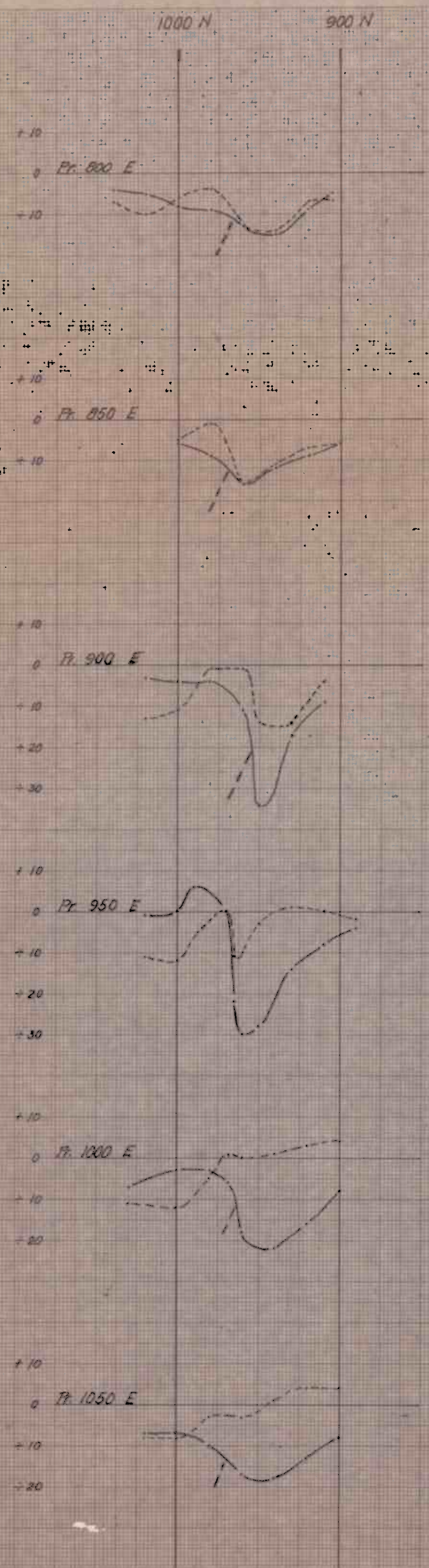
Pt. 1200 E

DEEPVINKEL
MAGNET

NY-SULITJELMA ÖST
VLF-målinger øst Ottervann
Prosjekt nr 7603

A/S Sulitjelma Gruber

Skala 1:2500	Skala 1:2500
Høyde 10% og 10%	Høyde 10% og 10%
Skala 1:2500	Skala 1:2500
Skala 1:2500	Skala 1:2500



NY-SULITJELMA ÖST
VLF-målinger öst Otervann
Prosjekt nr 7603

A/S Sulitjelma Gruber

Skala	1:12500	Tab. OV
H=16m 10 ⁹		
99 10%		
Forfatter		
Forfatter		

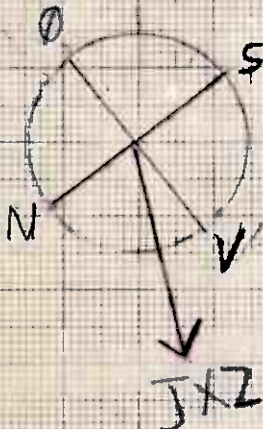
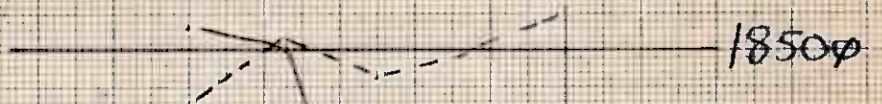
Korte detaljprofil over øster malmen

M = 1:1000

VLF (NFF)

--- Re°
--- Im%

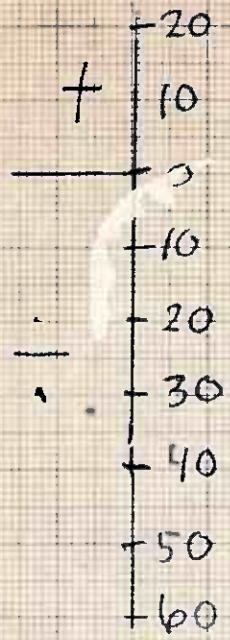
1cm = 10% 10°



20m



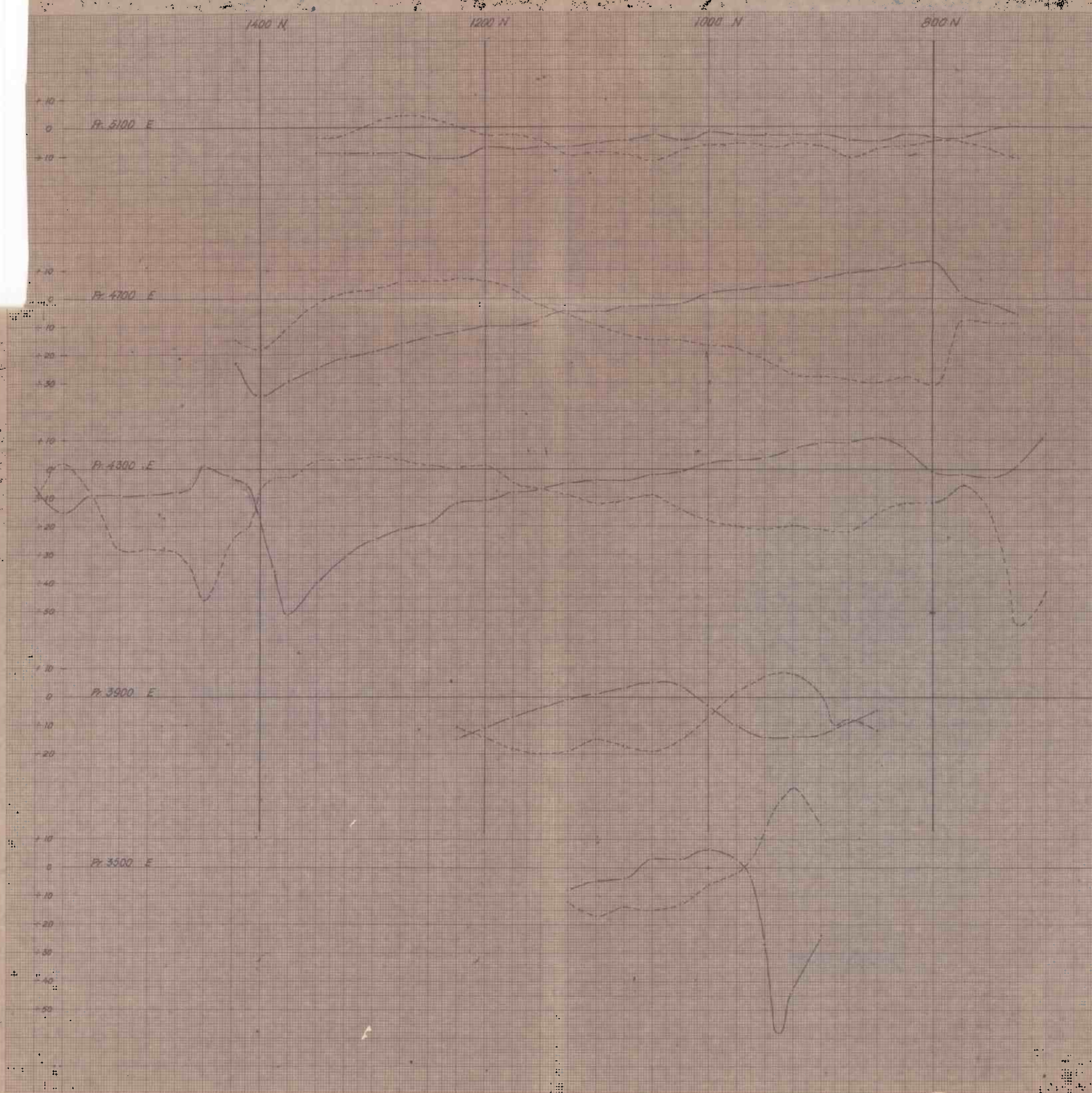
grader og %



Kompakt
Kismalm



1550 Ø - 1850 Ø Detaljmålinger



DEEPYINKEL
IMAGINAR

NY-SULITJELMA ÖST		Tabb	Form CWC	-
VLF-målinger öst Ötervann		L=2500	Form OV	-
Prosjekt nr 7603		H=1cm 30'	Sk.	
A/S Sulitjelma Gruber		Skala 1:1000		
		Dato 1964		

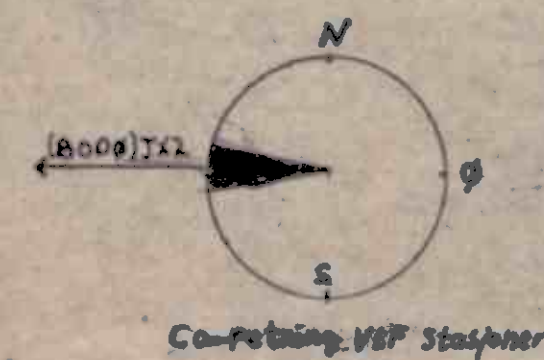
V

GEOFYSISK SAMMENSTILLINGSKART

OVER

NORDGRUVEFELTET ØST

M=1:10000



— Profil målt 1994-95 VLF
 - - - Profil målt 1996 VLF og delvis ØPex
 - - - - - Målt magnetisk totalfelt

--- Sterk indikasjon
 - - - Middel indikasjon
 Svakt indikasjon

g grafitt
 M Massiv lvs

Approx anomali
 uten VLF indikasjon

C.W. Carstens

LOMI (709 m.o.H.)

Storholman

Nordre
 Otterman

Små Lomi

Basis Sverige Malmi 1995

Basis Field grab øst 1995

Swedish Malmi 1992

Basis

Så H 1994

HANKEN

GRUBA

Girken elva

Nygrunden

Øst

Gudrun elva

Valda

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

Øst

VI