



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2174	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "529300028"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel
Undersøkelse av vare malmleier etter moderne metoder. Prospektering

Forfatter VOGT T.	Dato 1936	Bedrift Sulitjelma Gruber A/S
----------------------	--------------	----------------------------------

Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
---------	-------	--------------	--------------------	---------------------

Fagområde	Dokument type	Forekomster
Råstofftype	Emneord	

Sammendrag

Moderne malmleiting består av samarbeide mellom geofysikk og geologi. Omtale av utforte geofysiske arbeider på Røros og i Vaddas. Prospektering

UNDERSØKELSE AV VÅRE MALMLEIER EFTER MODERNE METODER

FOREDRAG VED DET 3. NORSKE
INGENIØRMØTE 28. AUGUST 1936

AV
THOROLF VOGT
PROFESSOR DR.

PAPERS FROM THE
DEPARTMENT OF MINERALOGY AND GEOLOGY,
TECHNICAL UNIVERSITY OF NORWAY, TRONDHEIM

31

Særtrykk av Tidsskrift for Kjemi og Bergvesen nr. 9 — 1936

S. T. nr. 398

UNDERSØKELSE AV VÅRE MALMLEIER EFTER MODERNE METODER

FOREDRAG VED DET 3. NORSKE
INGENIØRMØTE 28. AUGUST 1936

AV
THOROLF VOGT
PROFESSOR DR.

Særtrykk av Tidsskrift for Kjemi og Bergvesen nr. 9 — 1936

UNDERSØKELSE AV VÅRE MALMLEIER EFTER MODERNE METODER

Foredrag ved det 3. norske ingeniørmøte i Oslo den 28. august 1936.

Av professor dr. Thorolf Vogt.

De malmforekomster som rekker helt op til den nuværende overflate vil som regel være lette å finne, og kan i hvert fall finnes av selv forholdsvis ukyndige folk. Det går nok også an å si at vårt land er ganske godt gjennomtrålt av skjerpere, og selv om det vel ennå kan finnes større malmforekomster bare ved å gå og se, så får man nok si at denne epoke stort sett er avsluttet. Imidlertid er som bekjent en meget stor del, ja den aller vesentligste del av fjelloverflaten av vårt land overdekket med løsmateriale, av jord og leire, av sand og grus og stein. Det er da ved opsporingen av malmforekomster under dette jorddekke, og undertiden også under et dekke av fjell, at de moderne malmletingsmetoder setter inn. Dessuten spiller de moderne metoder også en stor rolle ved undersøkelse av kjente malmforekomster.

Enkelte geofysiske metoder er jo nu ganske gamle og har alt i mange år hørt til de rutinemessige metoder. Det gjelder spesielt den magnetometriske undersøkelse av de sterk-magnetiske magnetitforekomster. Det er imidlertid de moderne geofysiske metoder som interessen samler sig om idag. Man har de gravimetriske metoder som

spiller en meget betydningsfull rolle, når det gjelder å opspore saltdomer og petroleumforekomster. Bergsaltenene er jo lettere enn annet fjell og gir markerte utslag ved nøiaktige tyngdemålinger. Vi har videre de seismiske metoder, som hos oss sannsynligvis vil bli en viktig hjelpemetode ved grunnundersøkelser. Man får nemlig hurtig og lett bestemt dybden ned til fast fjell, man får altså tykkelsen av jordlaget. Og man har en rekke forskjellige elektriske metoder som er av den største aktuelle interesse for oss ved opsporing og undersøkelse av malmforekomster som er lite eller ikke magnetiske. Disse metoder gir frem for alt det rette middel til å undersøke våre kisforekomster, som danner, og i flere hundrede år har dannet tyngden i vår bergindustri.

Liksom den magnetometriske metode er utviklet i Sverige, kan man si at vårt naboland er hjemlandet også for de elektriske metoder. Ellers har Statene i Amerika, Frankrike, England og Tyskland utviklet metodene i høi grad, og enkelte spesie" metoder er også utviklet i disse land. Omslaget for den elektriske malmleting kom omkring 1918—19, siden man i disse år opnådde positive resultater i marken, bl. a. Skjelftefeltet i Sverige, hvor det berømte Boliden senere blev funnet.

Det viste sig like fra begynnelsen av, i Sverige og i alle andre land, at funn av virkelige malmforekomster blev opnådd ikke bare ved anvendelsen av de geofysiske metoder alene, men ved samarbeidet mellom geofysikk og geologi. Den moderne malmleting består ganske enkelt av disse to ledd, og beror på et samarbeide mellom disse to videnskaper. Dette er et punkt av meget stor betydning. Det må vel også legges til at man ikke alltid har vært fullt klar over dette her hjemme. Ledelsen av Bolidenselskapet har uttalt at forekomstene der oppe ikke vilde ha vært funnet ved de elektriske metoder alene, og heller ikke ved de geologiske metoder alene, men bare ved en kombinasjon av disse to forskjellige arbeidsmetoder. Forklaringen på dette forhold ligger selvsagt deri, at malmene optrer på en lovmessig måte, således at der er chanser for malm i enkelte bestemte drag, mens man kan si at det ikke er chanser for malm

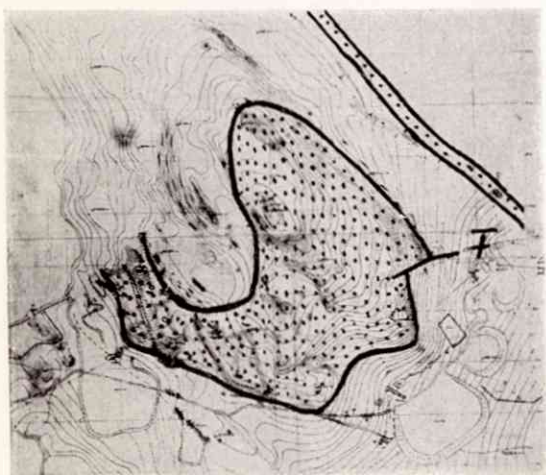


Fig. 1. Fotografi av det geologiske originalkart over Kvintushøgda ved Røros. Gabbrofeltene er prikket, glimmerskifer og overdekket terreng er uten betegnelse. Forkastning til høire ved F. Partiet på nordsiden er sunket inn. Rutene er 100 m i kvadrat. Solskinnsfeltet ligger rett til høire for figuren.

andre steder. En fullstendig utredning av fjellgrunnens struktur er derfor nødvendig som forarbeide for den geofysiske malmleting. Bolidenselskapet har derfor også tatt i sin tjeneste en hel stab av geologer, som teller flere medarbeidere enn vår offentlige institusjon Norges Geologiske Undersøkelse. Og denne stab har arbeidet der oppe i en årrekke.

Ved siden av en detaljert geologisk kartlegning av området og en utredning av dets struktur, spiller den såkalte blokkleting en meget stor rolle. Innlandsisen rev løs blokker fra fjellgrunnen under istiden, og deriblant også blokker fra malmforekomstene selv. Disse malmblokkene spredte sig vifteformig i isbevegelsens retning, med malmforekomsten selv liggende i viftens spisse ende. De løse malmblokkene opsøkes i marken og avsettes på et kart. Sammenholdt med strukturkartet får man til slutt en geologisk indikasjon, hvor så den geofysiske malmleting tar fatt. Dette er en normal fremgangsmåte, men ellers må det sies at geologene må arbeide på forskjellige vis og efter varierende metoder eftesom forholdene ligger an, og bestemte regler kan neppe angies.

I vårt land står vi nå ganske godt rustet med henblikk på geofysisk malmleting, selv om vi er kommet sent med. Et foredrag av dosent C. W. Carstens i Bergingeniørforeningen gav støtet til at foreningens styre ved den daværende formann, statsgeolog Arne Bugge, fremkom med et forslag til Handelsdepartementet. Handelsdepartementets Industrikontor, ved direktør Hj. Batt, tok saken op, og takket være hans store interesse er man nå kommet godt på vei. Fysikeren Håkon Brækken blev utsendt som stipendiat til De Forenede Stater for å sette sig inn i apparatene og metodene, og har senere organisert den geofysiske malmleting ved Norges Tekniske Høiskole, under samarbeide med Industrikontoret, som har bevilget pengemidlene, og en rådgivende departemental komité med fysikeren professor Holtsmark og geologene direktør Carl Bugge, dosent C. W. Carstens og mig selv som medlemmer.

Man kan ikke, eller bare i liten utstrekning, kjøpe de apparater man trenger mest her. Apparatene må for det meste konstrueres efter kjente generelle prinsipper og lages her i landet, i vårt tilfelle ved det rikt utstyrte finmekaniske verksted ved Det fysiske institutt ved Høiskolen. Laboratorieingeniør Brækken har vist sig å være en fremrakende dyktig apparatkonstruktør og har bygget en rekke utmerkede apparater av forskjellig karakter som nå brukes i marken. I løpet av tre somre har hr. Brækken og hans medarbeidere arbeidet kortere eller lengere tid ved Løkken, Grong og Røros, og flere av våre større grubeforetagender er sterkt interessert i å få satt igang malmleting ved sine felter. Under dette arbeide i marken er også alle våre yngste bergingeniører utdannet som geofysiske malmlettere, likesom det også har arbeidet en ingeniør i verkstedet med apparatkonstruksjoner. Denne utdanning av yngre krefter ser vi

på som en meget viktig sak. Vi ønsker å starte den geofysiske malmleting på en så bred basis som mulig, og å få så mange bergingeniører som mulig utdannet til dette arbeide som vi mener er av den største betydning for vår fremtidige bergverksdrift.

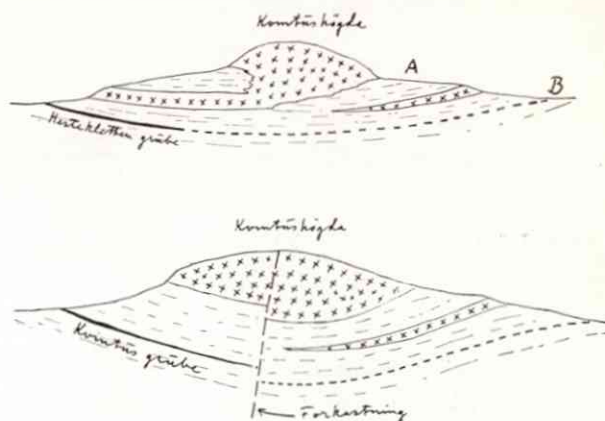


Fig. 2. To skjematiskke profiler over Kvintushøgda ved Røros. Profilenes høide er forstørret i forhold til lengden.

Der finnes en rekke forskjellige elektriske metoder, og der har også her i Norge vært arbeidet med flere. Den som ser ut til å passe best for en rekognosering av våre kisforekomster er den *elektromagnetiske metode*. Det er bygget en rekke apparatsett med en egen utformning, men efter de generelle prinsipper som nå anvendes over hele verden. Våre apparater kan visstnok måle sig med de beste som finnes, og i en enkelt henseende, nemlig med hensyn til regntetthet tør de overgå de utenlandske apparater. Prinsippet her er at der sendes en primær vekselstrøm inn i en isolert kabel på jordoverflaten. Den induerte sekundærstrøm i jorden følger de beste ledere, i. eks. malm, og denne sekundærstrøm måles igjen ved anvendelse av rørførsterkere. Vi har videre *egenpotentialmetoden* som først blev anvendt i Norge av Christian Münster ved Kongsberg alt i 1890-årene. Metoden blev dessverre hemmeligholdt, men er nå kjent over hele verden, om enn utlendinger angies som opdagere av metoden. Her i Norge har bergingeniør Magne Mortenson og ingeniør Håkon Lie arbeidet efter denne metode i de senere år¹⁾. Prinsippet her er å måle de naturlige potentialforskjeller. Strømmen antaes sedvanligvis å bero på oksydasjon av sulfider. Vi har videre *ekvipotentialmetoden*, hvor målingene finner sted under tilførsel av strøm til jorden, og man har også andre metoder. Særskilt kan det nevnes at man bygger apparater til dybde-måling, således at man kan måle malmforekomstenes dybde under overflaten. Det kan nevnes at bergingeniør Arne Hofseth har opnådd gode resultater når det gjelder dybde-måling, med et enkelt provisorisk apparat. Man har også ratiometermetoden som representerer en forbedring av ekvipotentialmetoden.

¹⁾ Jeg har senere bragt i erfaring at direktør Worm Lund har anvendt denne metode i en årrekke.

Foredragsholderen demonstrerte derefter nogen malmførende områder i Norge, hvor det har vært foretatt såpass nøiaktige geologiske undersøkelser, at alt stort sett skulde ligge til rette for den geofysiske malmleting. I Vaddasområdet i Troms fylke har man et svært gab-

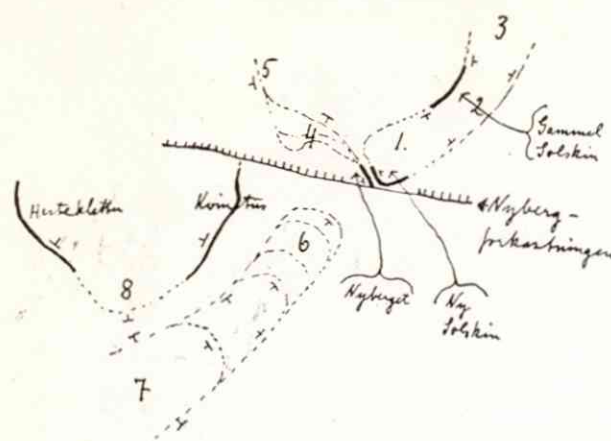


Fig. 3. Idéskisse over malmsonens utgående i Solskinn-Kvintusfeltet ved Røros. Tekstfigur til forfatterens skrivelse av 20. september 1935 med forslag til elektrisk malmleting.

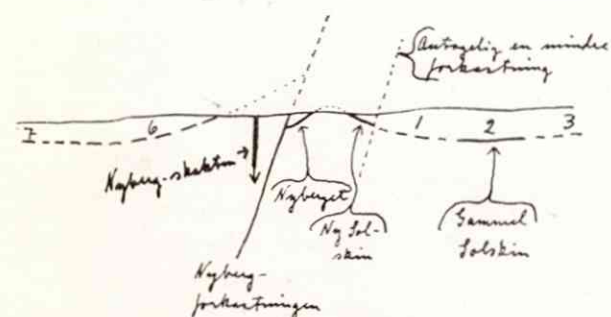


Fig. 4. Skjematisk profil mellom punktene 3 og 7 i fig. 3. Tekstfigur til skrivelse av 20. september 1935.

bro-område som fører kisleforekomster, som vesentlig ligger i den undre del av gabbroen efter bestemte omvendte bergartssoner, og for en del også på grensen mot den underliggende glimmerskifer. Gabbro-området selv er omkring 5—15 km bredt. Fra gabbroen går en utløper, hvor det for øvrig ved de geologiske undersøkelser blev funnet en ny malmforekomst i omkring 10 km's avstand fra hovedforekomsten. Her vil man kunne foreta geofysisk malmleting i en forholdsvis smal sone som fremgår av det geologiske kart.

Ved Sulitjelma har man også et svært gabbro-område, hvor malmforekomstene vesentlig ligger i glimmerskifer like under gabbrogrensen, i en avstand av omkring 30 m eller mindre. Noen forekomster ligger også på gabbrokontakten og enkelte små litt oppe i gabbroen. Gabbro-området her er omkring 5—10 km bredt og omkring 20 km langt, men også fra dette felt går der en utløper som kan følges milevis. Malmforekomstene ligger vesentlig langs undersiden av utløperen, og også her angir det geologiske kart den smale stripe hvorefter den geofysiske malmleting bør foregå. Forskjellige foldninger

kompliserer bildet, men disse er utredet ved geologiske detaljarbeider, og forholdene ligger vel til rette for den geofysiske malmleting. Det kan merkes at det både ved Vaddas og ved Sulitjelma optrer gabbroer som ikke er malmførende. Ved Sulitjelma er også en stor del av hovedgabbroens underside tom for malm. Det er således ingen grunn til å lete efter malmforekomster overalt hvor der er gabbro.

Fra Røros skal det nyfunne malmfelt i Solskinnfeltet omtales noe nærmere. Foredragsholderen hadde påbegynt en geologisk undersøkelse av Rørosfeltet sommeren 1934 efter opfordring av den daværende formann i Røros Verks direksjon, professor Harald Pedersen, med det formål å undersøke mulighetene for nye malmfunn. Disse undersøkelser blev fortsatt sommeren 1935, bl. a. også med blokkleting.

Ved Røros var det ikke bare av betydning å finne malm, men for at malmfunn skulde være til øieblikkelig hjelp i den vanskelige situasjon som Rørosdistriktet befant sig i, måtte man finne malm i nærheten av et eksisterende anlegg med flotasjon og transportinnretninger. Sånne anlegg fantes ved Kongens grube og ved Storvarts grube. Storvartsfeltet blev valgt, både fordi flotasjonsanlegget her var igang, med drift av fattig malm fra de gamle berghallene, og fordi der eksisterte et gammelt uløst geologisk problem, som alt professor Amund Helland hadde omtalt inngående i 1873, og som det syntes verd å søke å løse. Det kan bemerkes at den nye malm disse undersøkelser førte til (i Solskinnfeltet) bare ligger omkring 1 ½ km fra flotasjonsanlegget ved Storvarts grube.

Ved den geologiske kartlegning av Storvartsplatået fikk man først isolert et område, hvor optreden av malmforekomster var mulig. I dette område lå den malmførende gabbro stort sett i en skål som var avgrenset mot syd, men åpen mot nord. Ved små foldninger var den malmførende gabbro opdelt i en rekke mindre felter, som dannet små innfoldete skåler. Den første spesielle opgave man måtte stille sig var å søke å løse de geologiske problemer som hang sammen med Solskinnfeltet. I den anledning blev det først av Røros Verk ved bergingeniør Welde optatt et topografisk kart over Kvintushøgda med omgivelser i målestokk 1:2000 høsten 1934 og våren 1935. Problemet var her bl. a. en utredning av de forkastninger som begrenser Nyberget og Ny Solskin gruber til begge sider, siden disse forkastninger tidligere ikke var kjent i overflaten. Man viste derfor ikke om malmen var forskjøvet op eller ned i forhold til den kjente malm i grubene. Det kan merkes at Amund Helland i sin tid hadde antatt at malmen var hevet i været (forkastet opover) på sydsiden av Nyberget grube, dog ut fra uholdbare generelle forutsetninger og uten holdepunkter i iakttagelser. En kommisjon bestående av professorene W. C. Brøgger og J. H. L. Vogt og bergingeniørene Alfred Getz, P. Larsson og Th. With, antok derimot senere at

malmen var sunket her. På grunnlag av kommisjonen innberetning blev der drevet ned en synk på sydsiden av forkastningen til omkring 150 m's dyp uten at malm blev påtruffet.

Ved de geologiske detaljundersøkelser på grunnlag av det nye topografiske kart viste det sig med full tyde-

På grunnlag av denne tydning av feltet var det klart at der måtte eksistere ukjent malm i hvert fall nord for Nyberget og Ny Solskin gruber, og det blev derfor foreslått elektrisk malmleting i Solskinsfeltet i en lengere skrivelse til Røros Verk av 20. september 1935. Det kan henvises til fig. 3 og fig. 4 som representerer uforandrede

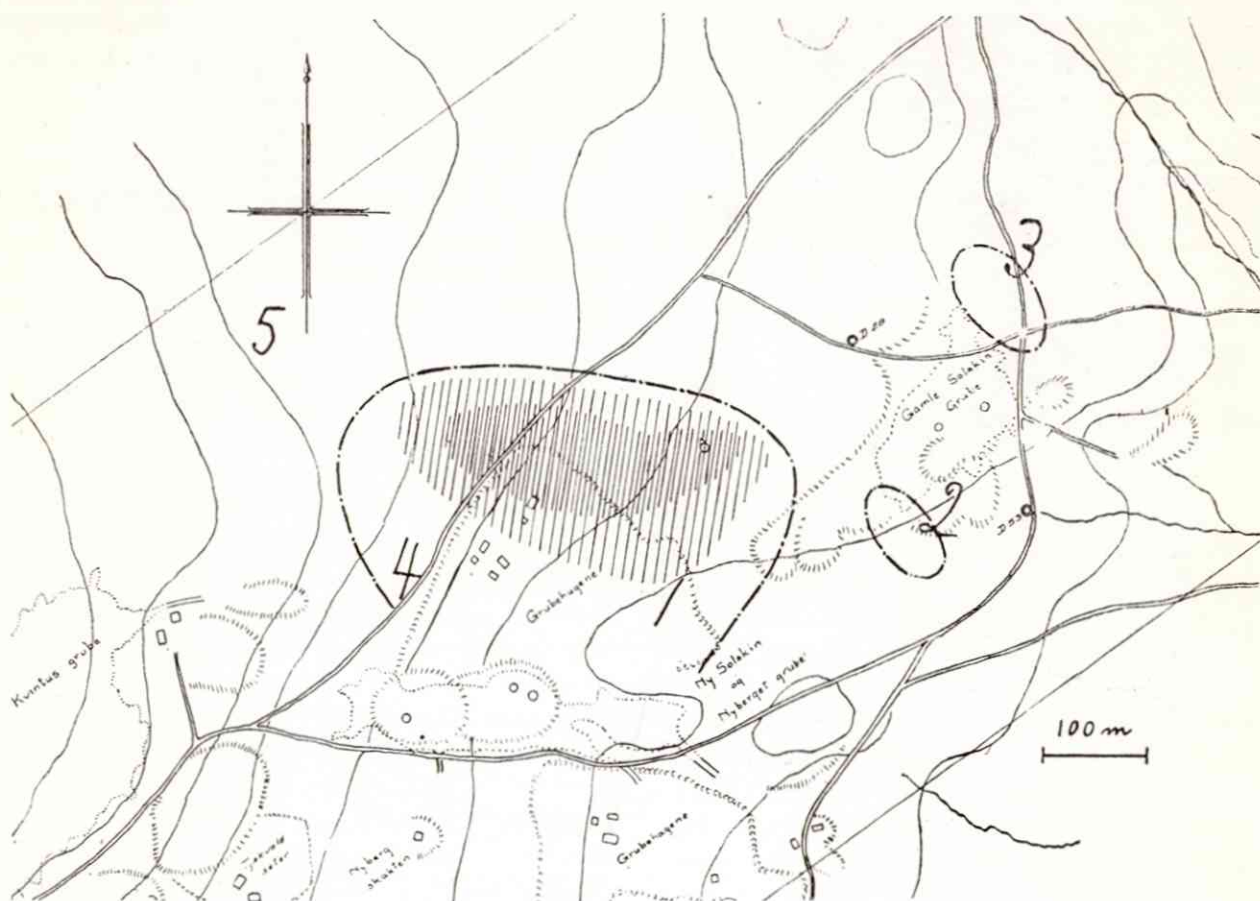


Fig. 5. Utsnitt av laboratorieingeniør Haakon Brækkens kart over de elektriske indikationer i Solskinsfeltet. I det store felt er indikasjonenes styrke angitt ved forskjellig strekning. På kartet er inntegnet senere, efter fig. 3, de felter (3, 2, 1 og 4) hvor der efter forfatteren burde finnes malm. Ved 5 blev der antatt optreden av malminnå uten malm, siden malmen i felt 4 burde være kilet ut et eller annet sted mellom 4 og 5. Målestokken er også inntegnet senere.

lighet at malmen måtte være sunket på nordsiden av forkastningen og ikke på sydsiden. Det blev da i virkeligheten overveiende sannsynlig at alle malmene i dette område (i Hestekletten, Kvintus, Nyberget, Ny Solskin og Gammel Solskin gruber) representerte ett og samme malminnå, mens Storvarts grube representerte et annet mere dyptliggende malminnå. Enn videre viste det sig at malmsonen måtte komme i dagen, ikke under østsiden av Kvintushøgdas gabbro, men under en smal og nesten helt overdekket gabbrostripe lenger mot nordøst. Det kan henvises til figur 1 som representerer detaljkartet over Kvintushøgda, hvor forkastningen sees som en knekk i gabbrogrensen i øst. Den smale gabbrostripe som malminnået ligger under sees lengst mot nord-øst. Figur 2 viser to forskjellige snitt gjennom det samme gabbrofelt. Malminnået måtte være å søke ved B og ikke ved A på det øverste profil.

gjengivelser av to tekstfigurer i denne skrivelse. Det sies i forslaget at man kan vente malm i feltene 1, 2, 3 og 4 på fig. 3, samtidig med at der også kunde tenkes malm mellom 3 og 5 som ikke er kommet med på figuren. Ved punkt 5 antokes malmen i felt 4 å være kilet ut (siden nemlig dette punkt ligger på en linje hvor malmen i den foreliggende malmlinjal kiler ut mot nord på andre steder, i Hestekletten, Kvintus og Gammel Solskin gruber). Andre steder kunde der under visse forutsetninger være chanser for malm (i felt 6), og ved felt 8 kunde der tenkes noget malm. Ved felt 7 hadde man malminnået uten drivverdig malm.

Forholdet med forkastningene var i virkeligheten ganske komplisert. Oppe i Kvintushøgda fantes der bare en eneste forkastning, men i fortsettelsen ved Nyberget og Ny Solskin gruber var der kjent to adskilte forkastninger, som skar over malmen langs grubenes sydside og nord-

side. Det var i og for sig rimelig at forkastningen i Kvintushøgda hadde delt sig mot øst ved de ovenfor nevnte gruber, men sikkert var dette ikke. Hvilken av disse forkastninger var den største var ikke lett å si, men etter eldre iakttagelser fra grubene hadde jeg inn-

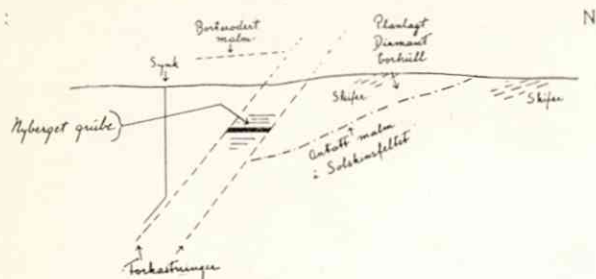


Fig. 6. Skjematisk profil over den vestlige del av den store indikasjon, tegnet før diamantboringene i feltet blev påbegynt. Profillets høide er forstørret i forhold til lengden.

trykk av at den sydlige forkastning var den mest fremtredende, mens den nordlige antokes å være mindre, idet det dog i teksten gjøres uttrykkelig opmerksom på at intet sikkert kan sies herom. På fig. 4 er denne forkastning inntegnet uten sprang, siden det nemlig i hvert fall måtte være malm på nordsiden av den. På fig. 3 er den ikke inntegnet. Det var klart at malmen på nordsiden av forkastningen måtte bli større jo større synkning man antok.

Siden man hadde en ganske stor sikkerhet for malmfunn i feltet skaffet professor Harald Pedersen tilveie det beløp som den elektriske malmleting kostet, og man henvendte sig til laboratorieingeniør Brækken med en forespørsel om han kunde påta sig arbeidet efter at malmleting for Røroskommisjonen var avsluttet. Den elektriske malmleting foregikk dernest i oktober måned, med bergingeniør Welde som leder av arbeidet i marken.

Ved den geofysiske malmleting blev der påvist malmindikasjoner i Solskinsfeltet på alle de steder hvor der efter det geologiske forhåndsbillede burde ventes malm, nemlig i feltene 3, 2, 1 og 4 på fig. 3. Det kan henvises til fig. 5, som representerer hr. Brækkens kart over malmindikasjoner, med inntegning av foredragsholderens tall for felter med ventet malm (3, 2, 1 og 4). Mens malmindikasjonene ved felt 3 og 2 var forholdsvis små, var malmindikasjonene ved feltene 1 og 4 større enn antydnet på fig. 3, likesom disse felter var forenet til en enkelt stor malmindikasjon. Dette viste at den ovenfor omtalte forkastning langs nordsiden av Nyberget og Ny-

Solskin grube ikke kunde være helt ubetydelig, i hvert fall ikke i den østlige del av feltet.

Ved felt 6 fantes ingen malm, men her var der bare angitt chanser for malm under den forutsetning at malmnivået kom ned i fjellet i nærheten av Nyberget grube (i så fall burde det være god malm her, siden det fantes mektig og god malm i den sydlige del av Nyberget grube). Ved felt 5 og 7 var ingen malm ventet. Ved felt 8 blev der funnet en mindre malmindikasjon i fortsettelsen av Hestekletten grube.

Overensstemmelsen mellem den geologiske forhåndsbetømmelse og de geofysiske indikasjoner var således så stor som man i det hele tatt kunde vente. Foredragsholderens sikkerhet i uttalelser om at der måtte foreligge malm i Solskinsfeltet tør forstås ut fra disse forhold. Av geologiske grunner var det også utelukket at indikasjonene kunde skyldes grafitiskifer.

Diamantboringer var foreslått for Røros Verk og Socialdepartementet i begynnelsen av mai måned, og foredragsholderen kunde meddele at det første diamantborthull var påbegynt for tre dager siden. Forsinkelsen med hensyn til diamantboringene skyldtes omstendigheter som lå utenfor Røros Verks og foredragsholderens rekkevidde. Fig. 6 som blev fremvist som lysbillede, gir et helt skematisk profil over den vestlige del av Solskinsfeltet. Diamantboringene foretas av et norsk selskap, A/S Norsk Diamantboring, ved bergingeniør J. Helverschou.

Foredragsholderen vilde til slutt uttale følgende: Der gjenstår ennu en instrumental utvikling innenfor den geofysiske malmleting, så man kan opnå å beherske alle de moderne metoder som trenges. Til denne utvikling håper vi fremdeles på Handelsdepartementets støtte. Det må imidlertid kunne konstateres at arbeidet er kommet i god gjenge.

Dernest vil jeg si, at vi fra begynnelsen av har ønsket å legge vårt arbeide på et så høit videnskapelig nivå som metodene i sig selv krever. Dette gjelder såvel den geofysiske side av saken, nemlig apparatkonstruksjoner og anvendelse i marken, som den geologiske side av saken. Der må et geologisk forarbeide til, foretatt av faggeologer, og dette er en absolutt forutsetning hvis man ønsker å sikre positive resultater med hensyn til funn av nye malmer. Vi føler et visst ansvar her, fordi vi vet at arbeidet må legges an på et slikt nivå hvis man her i landet, som ellers ute i verden, skal kunne håpe på resultater av virkelig betydning for norsk bergindustri.