

PRIS KR. 3.00



Norges Geologiske
Undersøkelse

Nr. 127

NORGES
SVOVELKISFOREKOMSTER

AV
STEINAR FOSLIE

MED 5 PLANCHER OG 21 FIGURER I TEKSTEN
ENGLISH SUMMARY



OSLO 1926

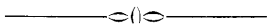
I KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE NR. 127

**NORGES
SVOVELKISFOREKOMSTER**

AV
STEINAR FOSLIE

MED 5 PLANCHER, OG 21 FIGURER I TEKSTEN
ENGLISH SUMMARY



OSLO 1926

I KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

Innholdsfortegnelse.

	Side
Forord	5
Geologisk oversikt	
Kisforekomstenes geologiske optreden	7
Kisforekomstenes geologi	13
Statistisk oversikt	
Historie	19
Norges produksjon av svovelkis	20
Norges forbruk og eksport av svovelkis	23
Beskrivelse av gruber og forekomster	25
1. Hardanger-Karmø distriktet	26
1a. Vestkystens distrikt	44
2. Trondhjems-distriktet	46
3. Grong-distriktet	83
4. Nord-Norge	100
Norges forråd av svovelkis	118
English summary	121

Forord.

Våren 1925 fikk Norges Geologiske Undersøkelse anmodning fra presidenten for Den XIV Internasjonale Geologkongress (Spanien, 1926) om å utarbeide en oversikt over Norges svovelkisforekomster, som bidrag til et arbeide over verdens svovelkisforråd, som skal utgis av denne kongress. Direktøren for Norges Geologiske Undersøkelse overdrog så utførelsen av dette arbeide til undertegnede, og det ferdige manuskript blev sendt i januar 1926.

Hovedhensikten med arbeidet er som det vil sees å skaffe en mest mulig pålitelig oversikt over de forhåndenværende forråd av svovelkis, på samme måte som de av tidligere kongresser utarbeidede oversikter over jern- og kullforrådene.

For Norges vedkommende forelå der på dette område kun yderst litet offentliggjort på forhånd, så det også for oss måtte ansees meget ønskelig å få dette arbeide utført.

Det ligger i sakens natur, at kun de nyeste resultater fra feltenes undersøkelse kunde være anvendbare her, og forfatteren rettet derfor en henvendelse til våre svovelkisprodusenter om oppgaver over deres nuværende malmforråd.

Gjennemgående har de stillet sig meget velvillige, og når der her kan fremlegges en forholdsvis pålitelig oversikt, skyldes det for en stor del disse oppgaver, dels i form av ferdige beregninger, dels i form av materiale til sådanne, som forfatteren selv har utført. For gruber som nu ikke er i drift, er benyttet resultatene fra de senest foreliggende undersøkelser, beregnet efter beste skjønn.

Jeg vil her benytte anledningen til å takke de herrer, som selv har levert beskrivelsen og beregningen av en del gruber i dette arbeide, nemlig overingeniør Fr. CARLSON for *Sulitjelma-grubene*, bergingeniør H. H. SMITH for *Svanø* og *Rødfjeld gruber* og bergingeniør TH. BRODTKORB for *Undals grube*. Dessuten vil jeg spesielt takke bestyrer A. EGGE, som har sammenstillet alt det nødvendige materiale for beregningen av *Bossmo*, *Malmhaug*, *Varaldsø* og *Mælen* gruber, og dessuten levert en rekke karter og profiler fra disse, som bare for en del har kunnet finne plass her. Videre takkes en rekke andre herrer for oppgaver eller bistand.

De generelle geologiske forhold er behandlet kort i et kapitel for sig. Geologiske detaljkarter og beskrivelser av kislefeltene foreligger ennu bare i liten utstrekning, og må bli gjenstand for spesialarbeider.

Da den spanske publikasjon blir kostbar og forholdsvis vanskelig tilgjengelig for de fleste, ansåes det ønskelig å trykke dette arbeide paa norsk i noget utvidet form. Den geologiske oversikt er gjort noget fyldigere, produksjonsstatistikken er ført frem til utgangen av 1925 og en del flere karter er medtatt.

Oslo, februar 1926.

Steinar Foslie.

Geologisk oversikt.

Kisforekomstenes geologiske optreden.

De norske svovelkisforekomster er knyttet til den Kaledoniske fjellkjede og finnes over største delen av dennes lengde fra den stikker under havet i Rogaland i sydvest og op til henimot Finnmark.

Deres dannelse skyldes visse facer av den eruptive virksomhet, som ledsager denne fjellkjedes foldning, og de forekommer i *kambrisk-ordoviciske* bergarter, som har vært gjenstand for regional metamorfose under denne samme serie av foldnings- og erupsjonsprosesser. Det kan bemerkes, at man finner svovelkisforekomster innen alle metamorfosegrader av disse bergarter, fra de plagioklasrike gneiser i de centrale deler, som har vært sterkest forandret, og ut til clorit-fyllitene. Derimot finnes de aldri i de klastiske bergarter utenfor (øst for) fjellkjeden, hvor intrusiver enten helt mangler, eller hører til en ganske annen petrogenetisk type.

Det ledsagende kart, pl. I, viser deres utbredelse i forhold til fjellkjeden.

I andre formasjoner hos oss finnes ikke egentlige svovelkisforekomster. Ganske visst er der i grunnfjellet på mange steder sulfidiske impregnasjoner (fahlbånd), men de hører til en annen forekomststype og er med få undtagelser helt udrivverdige. Bare to gruber har vært drevet på svovelkis i grunnfjellet, nemlig *Kisgruben* ved Kongsberg og *Lindvik* grube i Hardanger. Begge er temmelig små.

De viktigste problemer for våre kisforekomsters regionale geologi knytter sig derfor til utredningen av fjellkjedens eruptiv-

stammer og disses forhold til dens stratigrafiske avdelinger og dens tektonik. Disse spørsmål har i lang tid vært gjenstand for diskusjon, og særlig hvad angår stratigrafien har så mange meninger vært forfektet, at det hele problem var blitt i høi grad innviklet. I de senere år er der imidlertid kommet adskillig mere klarhet over disse spørsmål.

V. M. GOLDSCHMIDT har i sitt arbeide: „Eruptivgesteine im Kaledonischen Gebirge zwischen Stavanger und Trondhjem“¹ levert en petrografisk beskrivelse av de herhen hørende bergarter, og inndelt dem i forskjellige eruptivstammer.

C. W. CARSTENS har ved sine arbeider i Trondhjemsfeltet² bragt forståelsen av lagfølgen her et langt skritt fremover, særlig ved sin påvisning av at Gulagruppens og Rørosgruppens skifre må være av samme alder, og ved at samle omtrent alle Trondhjemsfeltets grønnstener til én bestemt lavahorisont av underordovicisk alder, eldre enn Hovingruppen.

Forfatteren er ved sine studier i Grongdistriktet kommet til resultater, som hvad den stratigrafiske lagfølge angår stemmer godt overens med Carstens, samt dessuten til viktige resultater med hensyn til eruptivenes alder og de tektoniske forhold, som også angår spørsmålet om kisforekomstenes alder og regionale optreden.

Ved J. KLÆR'S³ seneste paleontologiske undersøkelser i Trondhjemsfeltet er Hovingruppens alder rykket adskillig bakover. Den tilhører sannsynligvis eldre til opimot midlere ordovicium.

Sammenholdes disse de senere års resultater, får vi følgende stratigrafisk-tektoniske rekkefølge, gjeldende for Trondhjems- og Grongfeltene, men med visse modifikasjoner visstnok i hovedsaken anvendbar for hele det sydlige Norges fjeldkjedeformasjon.

¹ Kra. Vidensk.-Selsk. Skrifter, I, 1916, nr. 2.

² C. W. CARSTENS: Oversigt over Trondhjemsfeltets bergbygning. Kgl. Norske Vidsk.-Selsk. Skr. 1919, nr. 1.

C. W. CARSTENS: Der Unterordovisische Vulkanhorizont in dem Trondhjemgebiet. Norsk Geol. Tidsskr. Bd. VII, 1923.

³ Norsk Geol. Tidsskr. Bd. VIII, s. 227.

Overskyvninger. Fortsatt foldning og nogen meta- morfose.	<i>Flysch-formasjon</i>	E k n e- gruppen	Undre silur.
	Discordans?		
	<i>Flysch-formasjon</i> med konglomerater, kalksand- sten, kalksten etc. <i>Jaspis-konglomerat</i>	H o v i n- gruppen	Undre- midlere ordovicium
<hr/>			
Erosjon, Discordans (i fjellkjeden).			
<hr/>			
Metamorfose. Dyperuptiver, basiske til sure. Foldning.			
	<i>Grønnstensformasjonen</i> (spilitisk lava) <i>Geosynclinalsedimenter</i> (mest skifre) <i>Sparagmitformasjonen</i>	B y m a r k s- gruppen R ø r o s- gruppen	Undre ordovicium Kambrium- ordovicium
<hr/>			
Discordans. Peneplain.			
<hr/>			
<i>Grunnfjell</i>			

Den tidligere Gulagruppe, som på mange steder tilsynelatende overleiret Hovingruppen, er altså falt bort. Hvorvidt den nevnte overleiring skyldes en central opfoldning langs fjellkjedens akse, som Carstens antar, eller den for en del skyldes overskyvninger, har i denne forbindelse mindre betydning. Hele bergartsserien er metamorfosert, men over jaspiskonglomeratet øiensynlig noget svakere enn nedenfor samme, på tilsvarende lokaliteter.

I Grongdistriktet optrer Rørosgruppens skifre og grønnstensformasjonen i mektig utvikling, og distriktet har i denne henseende betydelig likhet med Trondhjemsfeltets vestlige del. Begge de nevnte formasjoner er rikelig gjennomsett av gabbroide, dioritiske og trondhjemitiske dyperuptiver.

Derover følger så en diskordans, der fremtrer som en ennu mere utpreget erosjonsdiskordans enn gjennomgående i Trondhjemsfeltet. Over denne følger det vanlige, jaspisførende grønnstenskonglomerat og tildels mektige dolomitekonglomerater, som kunde tyde på, at der over grønnstenen muligens har vært en dolomitformasjon, som i så fall må være helt borterodert.

Videre følger mektige konglomerater, sparagmiter og kalksandstener, blandt hvis rullestener der er svære masser av trondhjemit og forøvrig boller av alle de før nevnte dypbergarter. Denne serie svarer til Trondhjemsfeltets Hovinggruppe og er en typisk flysch-formasjon.

Jeg vil særlig feste oppmerksomheten ved, at det i Grong ikke har lykkedes mig å finne en eneste dyperuptiv som gjennomsetter denne formasjon, mens de alle finnes i dens konglomerater.

Det ser altså ut som om fjellkjedens dyperuptiver her kun ledsager den eldste og dypest gående foldning av fjellkjeden, mens de senere foldninger, som omfatter alle i foranstående tabell opførte lagrekker, ikke har vært ledsaget av intrusjoner. Dette fører til den ved første øiekast noget forbløffende slutning, at alle dyperuptiver her, samt de ledsagende kisforekomster, må være eldre enn Hovinggruppen og av gammelordovicisk alder.

Ser vi på dette forhold i de øvrige deler av fjellkjeden må det erindres, at erkjennelsen av Hovinggruppen som en yngre flysch-formasjon er av meget ny datum, og spørsmålet om eruptivenes alder i forhold til denne kun i liten utstrekking har vært studert.

Fra *Trondhjemsfeltet* foreligger der ganske visst i litteraturen en del angivelser om dyperuptiver som gjennomsetter „Hovinggruppen“, men dette er Hovinggruppen i eldre betydning. Jeg har ikke kunnet fremskaffe sikre eksempler på, at de gjennomsetter den virkelige flysch-formasjon.

Eruptivene i *Jotunheimen* tilhører, som V. M. GOLDSCHMIDT (loc. cit.) har påvist, en eruptivstamme for sig, som ikke er ledsaget av kisforekomster. I sitt interessante arbeide: „Konglomeratene innen høifjellskvartsen“¹ har Goldschmidt videre påvist, at bollene i disse konglomerater må stamme fra eruptivene i Jotunheimens østlige del, som senere delvis er overkjøvet over sine egne konglomerater. En direkte sammenligning med Trondhjemsfeltet er her vanskeligere, bl. a. fordi grønnstensformasjonen mangler, men det må ansees overveiende sann-

¹ Norges Geol. Unders. Skr. nr. 77.

synlig, at høifjellskvartsen svarer til Hovinggruppen. Vi får da også her det samme forhold, at i det minste den overveiende del av eruptivene er eldre enn denne.

I *Nordland* er den facielle utvikling så forskjellig, at en parallellisering med Syd-Norge ennå ikke lar sig gjennomføre. Det er på det rene, at den laveste gruppe, Rørosgruppen, er representert i overordentlig stor utstrekning. Det lar sig bl. a. direkte påvise på grensen mellom Nordland og Grong, men forøvrig er sammenligningen ennå haltende, og nogen diskordans er hittil ikke med sikkerhet påvist.

I *Finnmark* finner vi atter grunnstensformasjonen representert. Efter O. HOLTEDAHL¹ må Raipasavdelingens grunnstene antas å svare til Bymarksgruppen. De er gjennemsatt av gabbroide og trondhjemitiske dyperuptiver, og overleires diskordant av Bossekopavdelingens kvartsiter, konglomerater etc.

I denne siste synes Hortedahl intet sted å ha iaktatt gjennomsettende eruptiver, mens de av ham iakttatte mektige grunnstenskonglomerater i Korsfjord inneholder boller, bl. a. av Raipasavdelingens dyperuptiver.

Over disse avdelinger, og skilt fra dem ved et markert glideplan, følger sterkt metamorfe skifre, gjennemsatt av dyperuptiver. De synes å innta en ganske lignende stilling som den tidligere Gulagruppe i Trondhjemsfeltet, og å representere overskjøvne partier av skifre tilsvarende Rørosgruppen.

Der synes altså intet å være i veien for, at Bossekopavdelingen er en parallell til Hovinggruppen og er yngre enn fjellkjedens dyperuptiver. Her finner vi også et bekreftende forhold utenfor den egentlige fjellkjede, i Østfinnmark, hvor tallrike diabasganger gjennomsetter den eldre sandstensavdeling, men ikke de yngre tillitiske konglomerater, som tilsvarende Bossekopavdelingen.

Som det vil sees av ovenstående er der en rekke momenter som taler for, at over store deler av fjellkjeden er i det minste hovedmassen av dens dyperuptiver eldre enn Hovinggruppen og av gammel-ordovicisk alder, altså adskillig eldre enn hittil almindelig antatt.

¹ Finnmarkens geologi. Norges Geol. Unders. Skr. nr. 84.

Vi skulde da få følgende utvikling:

Efter avsetningen av Rørosgruppens mektige geosynclinal-sedimenter er de tektoniske bevegelser innledet med dannelsen av de spalter efter hvilke grønnstenformasjonens submarine lavaer er trengt op. Så følger den orogene foldning, efterhånden ledsaget av store masser av optrengende dyperuptiver, hvorunder lagene langs foldningsaksen er hævet op over havflaten, en fjellkjede er dannet, og erosjonen begynt å virke. Derved er fremkommet den omtalte utpregede diskordans, og under stadig hevning og samtidig nederosjon av fjellkjeden er de typiske flyschsedimenter fra Hovingruppen av blitt dannet, muligens ledsaget av en del tuffer og dagbergarter. Efterhånden er også disse inndratt i foldningen, og fjellkjedetrykket er til slutt utløst i mere eller mindre betydelige overskyvninger.

Som rimelig kan være optrer flyschsedimentene innen mere lokalt avgrensede områder og viser større faciesforskjelligheter enn de lavere lag. Ut fra de centralere deler av fjellkjedeområdet forsvinner efterhånden konglomeratenes bestanddeler av dyperuptiver. Lagene blir mere kvartsitiske. I østligere distrikter finnes på mange steder utstrakte kvartsitiske formasjoner (f. eks. i Jämtland og *Kvitvola-etagen* i Trysil), hvis alder har vært meget omdisputert, men hvis nuværende geologiske position mange steder synes å stemme påfallende godt overens med Hovingruppens alder efter Kiærs nye aldersbestemmelse.

Hvis de ovenfor antydede slutninger med hensyn til vår fjellkjedes geologi ved videre undersøkelser viser sig å være riktige, har de for såvidt betydelig interesse også med hensyn på kisforekomstene, idet disses alder blir temmelig nøiaktig bestemt til under-ordovicium, og Hovingruppen kan utskilles som ikke kisførende.

For det betydelige kisdistrikt i Grong er dette nu temmelig sikkert på det rene, og det samme vil visstnok finnes å være tilfellet også i de andre kisdistrikter, iallfall i det sydlige Norge. Kisforekomstene optrer her innen Rørosgruppen og grønnstenformasjonen. Det er bemerkelsesverdige at et meget stort antall av de betydeligste finnes innen sistnevnte formasjon, som må antas å ha vært den yngste ved tiden for kisens dannelse.

Disse forekomster kan derfor formodes å være dannet på forholdsviis moderat dyp.

Som det sees av pl. I forekommer Syd-Norges svovelkisforekomster ikke langs hele fjellkjeden, men er fordelt paa 3 hoveddistrikter:

Hardanger-Karmø distriktet.

Trondhjems-distriktet.

Grong-distriktet.

De to sistnevnte er bare adskilt ved et erosjonsområde, hvor det underliggende grunnfjell trer frem, mens de to førstnevnte er adskilt ved en meget betydelig del av fjellkjeden, strøket Jotunheimen—Indre Sogn, hvor intrusivene som før nevnt hører til en annen stamme, som ikke er ledsaget av kisforekomster, og hvor grønnstensformasjonen også mangler.

I Nord-Norge optrer de viktigere kisforekomster vesentlig innen enkelte mindre distrikter, og er av genetisk ganske tilsvarende typer som i det sydlige. Dyperuptivene er også i det store og hele de samme, skjønt kaligranitter her spiller en betydelig større rolle.

Kisforekomstenes geologi.¹

De norske svovelkisforekomster ansåes fra først av almindelig som sedimentære dannelser. I 1871 henledet TH. KJERULF oppmerksomheten på, at de meget ofte forekommer i nærheten av saussuritgabbro-felter. I 1894 gav J. H. L. VOGT² i en utmerket rekke avhandlinger den første inngående beskrivelse av deres geologi og kom til det resultat, at de var direkte knyttet til gabbroide intrusiver og visstnok dannet ved pneumatolytiske eller pneumato-hydratogene prosesser. I 1901 fant W.C. BRØGGER og J. H. L. VOGT, at de måtte være direkte magmatiske utsondringer fra disse intrusiver, og være typiske høi-temperaturs-dannelser. Dette har så vært den rådende teori like til de senere år. Ingen har ennå for alvor kommet inn på detaljene ved de geofysikalske forhold hvorunder de er dannet, et temmelig vanskelig spørsmål.

¹ Den viktigste litteratur anført i: Beyschlag-Krusch-Vogt: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Bd. I.

² Z. f. prakt. Geologie, 1894.

Som det fremgår av foregående avsnitt er senere kjennskapet til fjellkjedens almindelige geologi betydelig utvidet, og for kisleforekomstenes vedkommende har tendensen i de senere år gått i retning av å opdele dem i flere grupper av noget forskjellig genetisk opprinnelse, om enn alle knyttet til den samme cyclus av eruptiv virksomhet i fjellkjeden.

I 1920 og 1922 har C. W. CARSTENS levert et inngående bevismateriale for, at en viss gruppe av kisleforekomstene, *Leksdalstypen*, må være dannet som biokjemiske sedimenter mellom submarine lavabanker av grønnstensformasjonen, idet materialet er tilført ved lavaens erupsjon.

Denne teori har ennå ikke vært gjenstand for nogen diskusjon. De forekomster som har dannet grunnlaget for den, er forholdsvis tynne svovelkislager av liten økonomisk betydning, og den vil bli stillet på prøve når den skal overføres på Stordøforekomsten, hvor man har opptil 40 m. mektighet av en meget lignende malmtypen.

Leksdalstypen er karakterisert ved å være overordentlig finkornig, ofte båndet, nesten helt fri for kobber og ofte bitumen- og magnetitførende.

En annen type er representert ved *Bjørkaasen grube* i Ofoten, hvor en betydelig forekomst av krystallin svovelkis i kvarts-grunnmasse opptrer på grensen av og tildels inne i en hornblendeskifer (gabbroidal intrusiv).

Forfatteren kunde her i 1914 påvise, at malmen i virkeligheten er *ynge* enn en rekke lagerganger av natrongranitt (nesten trondhjemitiske), som er intrudert i den basiske bergart parallell skifriheten. Kisen inneholder vakre og tydelige inneslutninger av denne granitt, og ledsages forøvrig av en intens sericitisasjon av de omgivende skifre, som må skyldes en kalitilførsel sammen med malmdannelsen.

Ved *Bossmo* grube i Ranen finnes malmen helt *inne* i et stort felt av lignende natrongranitt, som er sterkt metamorfosert og i stor utstrekning impregnert med svovelkis. Malmen er av noget annen type enn ved Bjørkåsen.

Da natrongranittene i disse strøk alltid opptrer i nøie tilknytning til de basiske eruptiver, og begge øiensynlig er ledd i samme differentiasjonsserie, blir der også her en viss forbin-

delse mellom de basiske eruptiver og kisforekomstene, men i disse tilfelle bare en indirekte.

Studiet av disse kisforekomster fører til den generelle slutning, at de må være dannet ved betydelig lavere temperatur og av en betydelig mere hydratisk magma eller oppløsning, enn man kan anta for de forekomster som er direkte utskilt av gabbromagmaer. De må representere den siste fase av den eruptive virksomhet i strøket.

Malmene av denne type er i almindelighet karakterisert ved høi kvartsgehalt, undertiden endog med overganger til kisleørende kvartsmasser, og oftest ved relativt lav kobbergehalt. Også i Syd-Norge er der, som CARSTENS har påvist, en rekke kisforekomster som optrer i forbindelse med trondhjemitiske bergarter, og videre studier vil sannsynligvis øke deres tall betydelig.

De fleste kisforekomster, og blandt dem mange av de betydeligste, ansees almindelig som dannet ved magmatisk differentiasjon av gabbroidale intrusiver. Deres geologi og genesis er så utmerket beskrevet av J. H. L. VOGT i hans ovenfor citerte lærebok, at nogen rekapitulasjon her skulde være overflødig. For kjennskapet til de geofysikalske prosesser, som er bestemmende for deres dannelse, er videre studier høist påkrevet.

Denne gruppe av forekomster karakteriseres i almindelighet ved en lav gehalt av gangkvarts, oftest under 8 0/0, i enkelte tilfeller op til 15 0/0. Kobbergehalten er ytterst varierende, fra nesten 0 til 4 0/0 og mere. Sink er som oftest til stede, undertiden i betydelige mengder. Den var tidligere en ulempe ved malmen, men ved nyere metoder kan den utnyttes, idet den utvinnes ved ekstraksjon av avbranden. Arsengehalten er, som hos alle norske svovelkiser, meget lav, oftest omkring 0,02 0/0 og aldri over 0,07 0/0.

Ved variasjoner i mineralsammensetning og struktur får vi flere forskjellige malmtyper innen denne gruppe. Når svovelkismengden avtar, magnetkis- og kobberkismengden tiltar, får vi en gruppe av forekomster, hvor svovlet ikke har nogen kommersiell verdi, og som bare drives på kobber. De blir derfor ikke medtatt i dette arbeide, ennskjønt de genetisk er meget nøie forbundet med de andre.

Efter ovenstående kan vi altså for øieblikket tale om 3 genetiske hovedgrupper blandt våre svovelkisforekomster, øiensynlig fremkommet ved en fraksjonering av stammagmaens oprindelige svovelinnhold, nemlig fra eldre til yngre:

1) Kisforekomster som ledsager de basaltiske lavaerupsjoner og er avsatt som sedimenter mellom de submarine lavabenker.

2) Kisforekomster som ledsager de gabbroidale dypbergarter som magmatiske differentiasjonsprodukter. De gjennomsettes leilighetsvis av yngre bergartsganger.

3) Kisforekomster som følger etter de yngre natrongranitter og trondhjemiter som hydromagmatiske eller hydrotermale dannelser og representerer den yngste fase av den eruptive virksomhet.

De tilhører alle én komplett cyklus av eruptiv virksomhet i fjellkjeden, som visstnok må ha funnet sted innen et relativt kort tidsrum i underordovicium. Aldersforskjellen mellom de 3 grupper er derfor ikke særlig betydelig.

De norske svovelkisforekomstene mineralogi er ytterst enkel. Ertsmineralene er *svovelkis*, *magnetkis* og *kobberkis* (etter ТН. VOGT også *cuban*), samt *sinkblende* og i mange tilfeller *magnetit*. Andre er ytterst underordnet.

Blandt gangmineraler som følger malmen er *kvarts* alltid overveiende, *grønn hornblende* forekommer ofte i mindre mengde, andre silikatmineraler er sjeldne. *Kalkspatt* forekommer på noen få forekomster temmelig rikelig.

Malmlegemet er i almindelighet innleiret helt parallell skifriheten, men i de fleste tilfeller vil man kunne finne over-skjæringer i detalj, som er tilstrekkelig til å bevise den epigenetiske opprinnelse. Meget ofte finnes forekomstene i nærheten av basiske intrusiver, som er metamorfosert til saussuritgabbroer eller skifrige amfiboliter. Hvor malmen er innleiret i glimmerskifer foretrekker den ofte grensen mellom utpreget skifrige partier og en „hårdart“, som nu almindelig ansees for en metamorf facies av glimmerskiferen. I andre tilfeller følger den glideplaner etter skifriheten, hvor bergarten til en viss grad er

opbrutt til en breccie. Hvis bituminøse lag forekommer vil de fortrinsvis virke som glideplaner. I grønnstensformasjonen finnes malmene også oftest i de mere skifrige partier. Hvor bergarten er mere massiv forekommer undertiden brecciemalm. Også inne i de basiske intrusiver kan man undertiden finne disse kisforekomster, og da alltid etter glideplaner.

Norske svovelkisforekomster (med undtagelse av gruppe 1) utmerker sig oftest ved en dominerende akseretning (linealform), som alltid faller sammen med distriktets foldningsakser. Det mest ekstreme tilfelle har vi ved Kongens grube ved Røros, hvis malm nu kan sies å være påvist i 3000 m. aksial lengde, mens linealens bredde bare varierer mellom 50 og 100 m. og malmtykkelsen oftest er 1—4 m.

Disse kislinealenes akseretninger kan falle sammen med fallretningen eller strøkretningen eller en hvilkensomhelst mellomliggende retning. Vinkelen mellom fall- og akseretningen betegnes som „dragningen i felt“. Kisens linealform viser for det første at foldningsprosessen må være påbegynt før maldannelsen, og er for det annet et utmerket bevis imot den gamle sedimentasjonsteori.

Blandt forekomstene i glimmerskifer finner vi bare de største mektigheter der, hvor foldningsakser er tydelig utviklet. I ekstreme tilfeller kan mektigheten da bli lik eller større enn bredden, så linealen går over til en stökk. Hvor foldningsakser ikke er fremtredende er gjerne to dimensjoner mere jevnbyrdige, og malmtykkelsen går sjelden over 5 meter.

De største kjente malmmektigheter, op til 50 a 70 m., finner vi i forekomster i grønnstensformasjonen. Selv i tilfeller hvor skifrikkhet og foldningsakser er litet fremtredende, kan vi her finne en markert lengdeakse hos malmen (f. eks. Løkken grubes hovedmalm), som øiensynlig skyldes tilstedeværelsen av samme tektoniske stress-krefter som de der ståri forbindelse med foldningen.

En annen meget almindelig form for kisforekomstene er linser der ligger „stjert om stjert“, således at når en linse kiler ut begynner en ny i et noget høiere eller lavere nivå, stadig forflyttet til samme side.

I almindelighet er kisens grense mot den omgivende bergart forholdsvis skarp, men undertiden finner vi rik malm som

stokker eller linser i et belte av fattigere malm eller impregnasjoner.

Sekundære anrikninger spiller ingen rolle hos oss på grunn av den glaciale erosjon. Riktignok finner vi bare i sjeldne tilfeller kisen frisk helt op i dagen, men på den annen side når oksydasjonssonen (jernhatten) omtrent aldri ned til større dyp enn omkring 5 m. Sekundær anrikning av kobber synes i et par tilfeller å være påvist ned til omkring 20 m. dyp, og må da opfattes som rester av en preglacial anrikning.

Statistisk oversikt.

Historie.

Svovelkismalmene, og i forbindelse med dem forekommende kobbermalmer, har nu i lang tid spillet den mest fremtredende rolle i norsk grubedrift og mineralproduksjon. På grunn av deres kobbergehalt har man allerede vært opmerksom på dem fra gammel tid, og fra første halvdel av det 17de årh. har enkelte vært gjenstand for grubedrift.

På den tid var svovlet verdiløst, og malmene blev smeltet på stedet for utvinning av kobberet. Det meste blev riktignok vunnet fra sådanne forekomster, som var relativt fattige på svovel, og som også nutildags behandles som kobberforekomster; men også de egentlige svovelkismalmer med helt ned til 2,5 % Cu blev røstet og smeltet. For disses vedkommende blev smeltningen imidlertid helt ulønnsom i slutten av 1840-årene på grunn av synkende kobberpriser, og man gikk på enkelte steder over til å benytte bergmester SINDINGS ekstraksjonsprosess, hvorved driften kunde opprettholdes ennu en tid fremover. De kobberfattige kiser blev den hele tid kastet på berghallen.

Denne tingenes tilstand varte ialt i mer enn to hundrede år, inntil også malmenes svovelinnhold begynte å få verdi, og svovelkisforekomstene etterhånden fikk sin nuværende plass i norsk bergverksdrift.

Den første utnyttelse av kisens svovelinnhold går hos oss tilbake til 1841, da *Leren kromfabrikk* ved Trondhjem begynte å bryte en del kis på Ytterøen for fremstilling av svovelsyre til eget bruk. Derefter begynte *Lysaker svovelsyrefabrikk* en liten grubedrift i Hardanger i 1859 og eksporterte endog

en prøvelast. Den samlede produksjon til utgangen av 1860 kan dog ikke anslåes høiere enn til 4 500 t. I 1861 begynte den regelmessige eksport av svovelkis til utlandet, vesentlig fra *Ytterøen*, og dette regnes almindelig som begynnelsesåret for den norske svovelkisproduksjon. Allerede 5 år senere var den vokset op til en betydelig industri, med en årlig produksjon av 50—80 000 t. malm. I 1896 begynte produksjonen å stige raskt videre, inntil den nådde et maksimum i 1915, som fulgtes av en depresjon under og efter krigen. I 1925 er produksjonen atter, til tross for de lave svovel- og kobberpriser, nådd op til en høide som aldri før.

Norges produksjon av svovelkis.

Tabell I.

Norges årlige svovelkisproduksjon i tonns.

1841—60	Ialt 4 500	1882	77 315	1904	133 603
1861	2 700	83	65 090	05	162 012
62	11 700	84	71 277	06	197 886
63	11 000	85	65 255	07	236 038
64	14 000	86	53 589	08	269 129
65	31 060	87	57 222	09	287 431
66	56 350	88	58 752	10	329 648
67	70 840	89	64 751	11	369 055
68	63 225	90	62 369	12	464 326
69	70 155	91	53 048	13	441 291
70	67 120	92	61 570	14	420 886
71	90 355	93	53 754	15	513 333
72	96 850	94	70 859	16	295 354
73	73 645	95	49 248	17	328 694
74	56 212	96	60 507	18	338 849
75	57 720	97	94 484	19	309 011
76	50 025	98	89 763	20	333 011
77	51 231	99	96 436	21	231 123
78	55 495	1900	98 945	22	396 411
79	60 154	01	101 894	23	375 161
80	59 495	02	121 247	24	403 411
81	70 558	03	129 939	25	625 000

10 242 405

Korreksjonsopgaver fra grubene + 29 339

Rikets samlede produksjon 10 271 744

Som det vil sees avviker de her opgitte tall for en rekke år fra tiden før 1899 adskillig fra Norges offisielle statistikk.

Dette skyldes to grunner. For det første har en del gruber enkelte år undlatt å avgi opgaver over sin produksjon til bergmestrene. De derved fremkomne lakuner er dessverre ikke blitt utfylt ved senere innhentede opgaver, men er blitt stående som et minus i rikets totalproduksjon for vedkommende år. Således er f. eks. opgavene fra Stordø gruber i de eldre år ytterst mangelfulle. En rekke av disse manglende tall har det lykket mig å fremskaffe fra annet hold, og for de øvriges vedkommende er produksjonen anslått efter det anvendte arbeiderantall i forhold til foregående og senere års produksjon. Dette blir iallfall meget riktigere enn helt å utelate dem.

For det annet er der en del direkte feil. Således er for Gamle Vigsnes grube i årene 1873—77 kun medtatt stykkisproduksjonen, mens vaskeriets finkisproduksjon, som var omtrent like stor, er uteglemt i summeringen. For denne grube får jeg derfor en samlet produksjon av 844 640 tonn hvorav omtrent 53 640 tonn er smeltet til skjærsten på stedet, og derfor fratrekkes.

Også for årene efter 1899 er et par spredte rettelser foretatt.

Dertil kommer en del uoverensstemmelser med hensyn til enkelte grubers totalproduksjon mellem statistikens og grubenes egne opgaver.

Således er den samlede kisproduksjon til utgangen av 1924:

	Bergstatistikken	Grubenes opgaver
Sulitjelma gruber	2 418 562 t.	2 468 885 t.
Bossmo grube	517 583 -	525 790 -
Rødfjell grube	49 264 -	52 883 -
Killingdal grube	487 227 -	(466 082 -)
Kongens grube, Røros	515 190 -	(503 508 -)

For Killingdals vedkommende synes differensen å skyldes, at bergstatistikken for enkelte år har medregnet sinkholdig sekundmalm som lagres på hallen.

For Sulitjelma og Røros skyldes den visstnok usikkerhet med hensyn til hvilke produkter er blitt solgt som kobbermalm, eller tilblandet den kobberholdige eksportkis.

Tabell II.

Totalproduksjon fra norske svovelkisgruber til utgangen av 1925.

Grubens navn	Totalproduksjon av svovelkis	Midlere gehalt		Svovelinnhold i svovelkisen	Kobberinnhold i svovelkisen	Totalproduksjon av kobbermalm	Metallisk kobber av kobbermalmene	Samlet kobbermengde fra gruben	Viktigste produksjonsår for svovelkis
		% S	% Cu						
Sulitjelma	2 617 900	43,9	3,11	1 149 400	81 400	387 000	19 600	101 000	1890-1925
Løkken	2 170 400	42,0	2,3	937 100	51 300	ca. 750 000	ca. 14 400	65 700	(1861)-1910-1925
Orklas andre gruber	60 800								
Vigsnes	791 000	44,0	3,0	348 000	23 700	ca. 56 000	3 400	27 100	1865-1894
Foldal	790 600	45,2	1,85	357 300	14 600	ca. 250 000	ca. 3 500	18 100	1907-1925
Bossmo	525 800	49,13	0,4	258 300	-	-	-	-	1894-1921
Røros:									
Kongens grube	510 300	43,5	2,6	228 200	13 600	ca. 545 000	19 500	99 500	1878-1920, 1924-25
Andre gruber	14 300								
Killingdal	493 400	46,5	1,7	229 400	8 400	-	-	8 400	1890-1925
Ytterøen	458 800	44,5	0,7 ?	204 200	-	?	Max. 1 000	Max. 1 000	1861-1912
Stord	446 100	39,5	0,05	176 200	-	-	-	-	1865-1903, 1906-25
Bjørkåsen	346 400	46,7	0,4	160 100	-	-	-	-	1916-1925
Røstvangen	205 000	43,5	2,65	89 200	5 400	-	-	5 400	1906-1920
Kjøli	201 500	44,0	1,9	88 700	3 800	ca. 14 000	ca. 250	4 000	1899-1920
Varaldsø	170 200	42,0	0,5	71 500	-	-	-	-	1867-88, 1910-19
Rødklev	88 100	43,5	2,8	38 300	2 500	-	-	2 500	1900-1920, 1924-25
Meraker	72 000	43,2	1,55	31 100	1 100	ca. 140 000	ca. 7 250	8 400	1905-10, 1915-20
Rødfield	52 900	49,5	0,6	26 200	-	-	-	-	1911-1919
Undal	40 400	41,0	1,0	16 600	-	-	-	-	1864-76, 1915-22
Svanø	36 500	43,5	1,75	15 900	600	-	-	600	1909-1920
Andre svovelkis gruber	179 300	44,0 ² / ₃ × 2,0	-	78 800	ca. 2 400	-	-	2 400	-
Andre kobber gr.	-	-	-	-	-	?	ca. 42 000	ca. 42 000	-
	10 271 700	43,9 %		4 504 500	ca. 209 000	-	ca. 177 000	ca. 386 000	

I *tabell II* er opført de enkelte grubers samlede svovelkisperduksjon, samt en tilnærmet beregning av deres kobberproduksjon.

Som det sees varierer gehalten av de ferdige svovelkisprodukter (salgsprodukter) mellom 39,5 og 49,5 0/0 S, med et middel for hele landets totalproduksjon av omtrent 44 0/0 S. Kobbergehalten varierer mellom praktisk talt null og litt over 3 0/0 Cu; enkelte partier leveres med op til 4 0/0 Cu. Ved ennu høiere kobbergehalt blir malmen som regel behandlet som kobbermalm eller tilblan net kobberfattigere svovelkis. I malmer med under 1 0/0 Cu er dette som regel uten verdi, og 1 0/0 Cu utgjør oftest den kommersielle grense mellom „cupreous“ og „non-cupreous“ produkter.

Vårt lands svovelkisperduksjon fordeler sig mellom disse to grupper omtrent som følger:

„Non-cupreous“ svovelkis,	0—1 0/0 Cu	ca. 2 100 000 t.
„Cupreous“	„ , over 1 0/0	- - 8 172 000 -
		----- 10 272 000 t.

Den samlede kobbergehalt i sistnevnte gruppe av våre svovelkismalmer har vært ca. 209 000 tonn. Går vi ut fra et midlere ekstraksjonstap av 0,2 0/0 Cu skulde der av disse malmer kunne være utvunnet ca. 193 000 tonn metallisk kobber, praktisk talt alt i utlandet.

Til sammenligning gis et overslag over kobberproduksjonen av alle norske malmer:

Metallisk kobber, utsmeltet innenlands	ca. 1630—1922	ca. 148 000 t.
Kobber i eksportert kobbermalm og -skjærsten „	1825—1925	- 29 000 -
Kobber, utvunnet av svovelkismalmene	„ 1861—1925	- 193 000 -
		----- I alt ca. 370 000 t.

Det fremgår herav, at der av våre svovelkismalmer er utvunnet mere kobber i løpet av 65 år, enn av våre kobbermalmer i løpet av 3 århundreder.

Norges forbruk og eksport av svovelkis.

Hovedmassen av vår svovelkis blir eksportert. Det innenlandske forbruk var inntil 1901 meget ubetydelig, og blev hovedsakelig anvendt til svovelsyrefremstilling. Skjønt der foreligger

en nøiaktig eksportstatistikk, er forskjellen mellem produksjon og eksport i perioden 1861—1901 betydelig større enn det innenlandske forbruk faktisk har vært. Dette skyldes den omstendighet, at mens de kobberrikere kiser i produksjonsstatistikken er opført under svovelkis, er en del av dem i eksportstatistikken opført som kobbermalm, skjønt også svovlet blev utnyttet. Dette gjelder særlig Vignesmalmen. For denne periode kan det innenlandske forbruk derfor bare anslåes. Professor J. H. L. VOGT har anslått det til i middel litt over 2000 tonn pr. år. Det samlede innenlandske forbruk inntil 1901 kan derfor antas å ha utgjort ca. 95 000 tonn.

Fra 1902 begynte anvendelsen av svoveldioksyd i sulfitt-cellulose-fremstillingen i Norge, og forbruket øket raskt, inntil det nu utgjør omkring 65 000 tonn kis pr. år.

For perioden 1902—1925 har differensen mellem produksjon og eksport vært 1 150 000 tonn og dette skulde svare til det innenlandske forbruk. Nogenlunde samme resultat kommer vi til efter eksporten av kisavbrand, som i denne tid har vært 698 000 tonn. Med rundt tall gir 3 tonn kis omtrent 2 tonn avbrand, men en del av den kobberfattige avbrand er ikke salgbar, og blir følgelig ikke eksportert.


Vi får altså følgende fordeling av vår kisproduksjon:

Innenlandsk forbruk	1 245 000 t.
Eksportvare	9 027 000 -
	<hr/>
	10 272 000 t.

Det normale årlige svovelkisforbruk i de nordiske land for den nærmeste fremtid, forutsatt at rent svovel ikke benyttes, er av F. H. MÜNSTER anslått som følger:

Norge	80 000 t.
Sverige	250 000 -
Danmark	50 000 -
	<hr/>
	380 000 t.

Svovelkisforekomster i Norge.

 Fjeldkjædens foldete og metamorfe bergarter.

● Svovelkisgruber og forekomster.

○ Viktigste kobberforekomster av samme genesis.



- 1 Rödkelev grube.
- 2 Stordö gruber.
- 3 Varaldsö gruber.
- 4 Mælen grube.
- 5 Svanö gruber.
- 6 Verkensdalen forekomst.
- 7 Foldals gruber.
- 8 Sevalen grube.
- 9 Vingelen grube.
- 10 Fosgruben.
- 11 Röros gruber.
- 12 Killingdal grube.
- 13 Kjöli grube.
- 14 Rödhammer forekomst.
- 15 Gresli grube.
- 16 Meraker gruber.
- 17 Vaarstigen forekomst.
- 18 Hemtjönhö forekomst.
- 19 Röstvangen gruber.
- 20 Kvikne gruber.
- 21 Indset grube.
- 22 Undal grube.
- 23 Flöttum grube.
- 24 Lökken grube.
- 25 Ulriksdal grube.
- 26 Selbu forekomst.
- 27 Leksdal forekomst.
- 28 Ytterö grube.
- 29 Malsaa forekomst.
- 30 Finbur forekomst.
- 31 Skorovas forekomst.
- 32 Gjersvik forekomst.
- 33 Joma forekomst.
- 34 Bossmo gruber.
- 35 Malmhaug grube.
- 36 Röd fjeld grube.
- 37 Sulitjelma gruber.
- 38 Björkaasen grube.
- 39 Ringvatsö forekomst.

Beskrivelse av gruber og forekomster.

Planche I.

Våre svovelkisforekomster kan innordnes i følgende geografiske hovedgrupper fra syd til nord:

1. *Hardanger-Karmø distriktet.*
- 1a. *Vestkystens distrikt.*
2. *Trondhjems-distriktet.*
3. *Grong-distriktet.*
4. *Nord-Norge.*

Nærmere behandlet blir bare de forekomster, som for tiden kan ansees å spille nogen kvantitativ rolle, mens rene smågruber, uttømte gruber og litet undersøkte forekomster bare delvis blir kort omtalt. Alle de kjente forekomster i Syd-Norge, stort og smått, vil finnes avsatt på mitt kart over Syd-Norges gruber og malmforekomster.¹

De geologiske forhold ved hver enkelt grube blir bare forholdsvis kort omtalt. De er forøvrig gjennomgående enkle, og ofte temmelig ensartet for store grupper. Der er lagt adskillig vekt på fremstillingen av forekomstenes generelle form og begrensnng, da dette spiller en stor rolle for bedømmelsen av deres malmforråd, hvis beregning som nevnt er arbeidets hovedhensikt.

Da de norske svovelkisforekomster meget ofte er temmelig regelmessige, kan deres betydning og produksjonsevne ved sammenligninger kortest uttrykkes ved *malmarealet*. Dette beregnes enten i horisontalsnitt (for steilt fallende forekomster), eller

¹ Norges Geol. Unders. Skr. nr. 126.

loddrett på fallretningen, eller aller best loddrett på lengdeaksen, hvor denne er kjent. Det er som regel av stor viktighet å bestemme denne akseretning før den endelige planleggelse av driften.

Den annen viktige produksjonsfaktor er *utvinningsprosenten*, der forresten oftest uttrykkes som antall tonn ferdige produkter pr. m³ av selve leistedet. Denne faktor varierer betydelig for de forskjellige forekomster, men næsten alltid innenfor grensene 1 til 4 tonn pr. m³.

I det følgende beregnes malmforrådene alltid som *ferdige salgsprodukter*.

Som *actual ore (påvist malm)* betegnes kun malmmengden ned til grubens dypeste punkt eller til en serie av borhull, som skjærer malmen, uansett om malmtykkelsen fremdeles er uforminsket.

Som *probable ore (sannsynlig malm)* betegnes en begrenset fortsettelse av malmen i fall- eller akseretningen, i noget forskjellig lengde i forhold til det tidligere kjente, alt efter forekomstens større eller mindre regelmessighet, og angitt i hvert enkelt tilfelle. I begrepet sannsynlig malm er *ikke* innbefattet den påviste malm.

Possible ore (mulig malm) uttrykkes rent skjønsmessig, eller som produksjonsevne pr. løp. m.

1. Hardanger-Karmø distriktet.

Fra den midtre del av Hardangerfjorden strekker der sig et sterkt mineralisert belte i 150 km. lengde til Karmøen, hvor det forsvinner under havet. Det følger de metamorfe fjellkjedebergarten og fører vesentlig forekomster av svovelkis med eller uten kobber. De fleste av disse forekomster synes å optre innen grunnstensformasjonen, som her består av meget skifrige grunnstenslavaer og tuffer, med en del innleirede sedimenter, og gjennemsatt av basiske og sure intrusiver. Nogen få forekomster synes også å optre i den underliggende glimmerskiferformasjon.

Meget få av forekomstene her er av virkelig betydelig størrelse, mens der er et meget stort antall av små gruber.

Gamle Vigsnes grube

er beliggende på NV-siden av Karmøen, ganske nær sjøen og kun få meter over dennes nivå. Den må omtales her skjønt den sikkerlig aldri vil bli optatt igjen, men den spillet i lang tid den mest fremtredende rolle i vår svovelkisproduksjon. Med et vertikalt dyp av 732 m. er den også vår dypeste kisgrube.

I et belte av kloritiske skifre, som stryker VNV, og innen en samlet strøklengde av 300 m. var der 5 større malmlegemer. De var typiske linealer eller rettere stokker med stor mektighet i forhold til bredden og med sin lengdeakse mot dypet. De faller med skifrene omtrent 70° mot nord og drar sig i felt omtrent 20° mot vest. Bare en av dem nådde op til overflaten, i hvis nærhet den hadde en strøklengde av 80 m. og en tykkelse av ca. 4 m. Denne malmstokk blev grubens viktigste, og er den eneste som har holdt sig nogenlunde gjennom grubens hele dyp. Fra 40 til 300 m. dybde hadde den en meget betydelig mektighet, maksimum 20 m., og en strøklengde (bredde) av 50—130 m. I detalj var dens begrensnig meget uregelmessig, og den førte ofte innleiringer og inneslutninger av skiferen. Videre nedover fortsatte den med mindre dimensjoner helt tiibunns, hvor den fremdeles anstod med 30 m. strøklengde og 4 a 5 m. mektighet. Denne stokk har altså en aksial lengde av over 750 m. De andre malmstokker blev funnet ved grube-driften på nogenlunde samme horisont videre vest. De hadde samme akseretning, men ingen av dem synes å ha nådd ned under 580 m.-nivået.

Fordelingen av kobbergehalten i denne grube er meget interessant, og har vært benyttet som eksempel på primær avtagen av kobberet mot dypet. Nær overflaten holdt malmen i middel omtrent 5 % Cu, og til 50 m. dyp holdt den sig fremdeles på ca. 4 %. Videre ned til ca. 550 m. dyp holdt den midlere kobbergehalt i produktene sig mellom 2 og 3 %, for endelig i grubens dypeste parti å gå ned til knapt 1 %. Nu må det imidlertid bemerkes, at denne avtagen ikke har vært helt kontinuerlig eller regelmessig. Nogen av malmstokkene, eller deler av dem, var rike på kobber, andre fattige, og dette var tilfellet også i de øvre etasjer. Således kunde der finnes forholdsvis kobberrike malmer iallfall ned til 600 m. dyp, mens

på den annen side nesten kobberfri malmer kunde finnes også over 100 m.-nivået, men blev som regel ikke brutt.

Vigsnes grube blev drevet kontinuerlig og meget intenst fra 1865 til 1894. I alt leverte den 791 000 tonn eksportmalm med ca. 44 0/0 S, i middel ca. 3 0/0 Cu og nogen få prosent sink. Dessuten blev ca. 56 000 tonn kobberrike malmer forsmeltet til skjærsten ved gruben.

Den kan ansees helt utdrevet til 700 m. dyp og har følgelig gitt 1 200 tonn skeidet og anriktet malm pr. m. vertikal avsenkning. Da utvinningen gjennomgående synes å ha vært 2,3 tonn pr. m³ av leistedet, svarer dette til et midlere malmareal av 520 m² for den hele grube. I bunnen gjenstod malmen med et areal av omtrent 150 m², og det var vesentlig den lave kobbergehalt i forhold til de store omkostninger, som forårsaket nedleggelsen.

Da bergfestene tilslutt blev utdrevet op gjennom gruben, er denne i sin helhet gått i ras, og tilgjengelige malmforråd finnes ikke.

Rødklev eller Ny Vigsnes grube

ligger i samme kloritskifersone, 700 m. sydøst for Gamle Vigsnes, som den i enhver henseende ligner. Den er dog av betydelig mindre dimensjoner, og består av en enkelt malmstokk med en gabbroid bergart i hengen og skifrig grønnsten i liggen, strykende NV—SØ.

Malmstokken er hittil fulgt i aksial retning omtrent 450 m. (til 290 m. vertikalt dyp), med en bredde av bare 30—50 m. og mektighet 1—6 m., i middel omtrent 3 m. Ned til omtrent 210 m. vertikalt dyp følger den fallet, som er 45° mot nordøst. Videre ned øker fallet etterhånden til 65° og samtidig får malmstokken en draging i felt av omtrent 30° mot nordvest, og denne draging synes i det aller siste (330 m.-etasjen) å bli ennå sterkere, samtidig som malmen blir bredere. (Fig. 1).

Malmen er en middels-kornig svovelkis med noget kvarts og en del inneslutninger og innleiringer av skiferen. Den utvunne råmalm holder omtrent 30 0/0 S, 2—2,5 0/0 Cu og omtrent 5 0/0 Zn. Kobbergehalten har ikke avtatt mot dypet.

Ved håndskjeidning produseres litt stykkmalm med 45 0/0 S, 4—5 0/0 Cu og 2 0/0 Zn, dessuten endel sinkmalm med 22 0/0 Zn.

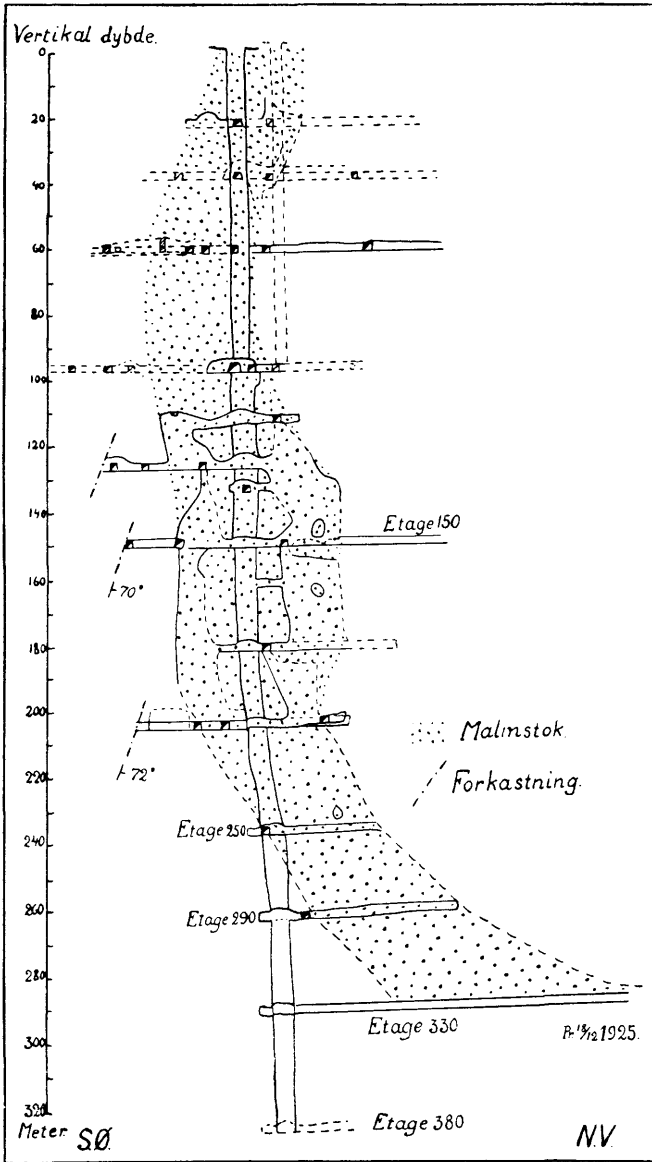


Fig. 1. Rødklev grube. Lengdeprojeksjon.

Det meste av råmalmen blir imidlertid opberedet og gir en fin-
kis med 43—44 0/0 S, 2,5 0/0 Cu og omtrent 4 0/0 Zn. Tapet
ved opberedningen er betydelig.

I strøkfortsettelsen av hovedmalmen og delvis i liggen er
adskillige kisimpregnasjoner, som er for fattige til å utvinnes.

Gruben har vært under arbeide siden år 1900 og er åpnet
ved en skrås jakt av 460 m. lengde til et vertikalt dyp av 325 m.
Den nederste opfarte etasje, 330 m.-etasjen, er på 290 m. vertikalt
dyp, og ned til dette nivå beregnes mengden av eksportmalm til:

Utvunnet svovelkismalm	88 100 t.
Utvunnet sinkmalm	4 800 -
Gjenstående svovelkismalm	25 000 -
	<hr/>
	117 900 t.

Den tilsvarende lengde av malmstokken er ca. 450 m., og
den gir følgelig i middel 260 tonn eksportmalm pr. løp. m.
Utvinningen har gjennomgående bare vært 2 tonn pr. m³ rå-
malm, så det midlere malmareal, loddrett på akseretningen,
blir 130 m².

Som sannsynlig malm kan vi med rimelighet regne en fort-
settelse videre 150 m. etter akseretningen, eller 39 000 tonn.

<i>Påvist malm</i>	25 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	39 000 -
<i>Mulig malm</i>	Neppe meget.

På Karmøen forøvrig er der en hel del smågruber og
skjerp, dels på overveiende kobbermalm, dels på svovelkismalm,
som i dette distrikt nesten alltid synes å være forholdsvis kobberrik.
De mere kjente av disse små svovelkisgruber er *Hinderaker*
grube og *Jordans* grube (*Skeie*-feltet). I den første er all den
kjente malm utdrevet, i den annen synes malmarealet å være
meget beskjedent. Tross en intens skjerpningsvirksomhet og en
rekke forsøksarbeider, hvorav mange riktignok bare har foregått
etter ønskekvistens anvisning, er det hittil ikke lykkedes å på-
vise nogen annen drivverdig svovelkisforekomst i dette tidligere
så betydningsfulle distrikt.

Fortsetter vi nordover fra Karmøen treffer vi på *Espevær*
ved sydspissen av Bømmeløen en liten kisforekomst, og på den

midtre del av Bømmeløen har vi en hel del gamle smågruber, dels på kobberkis, dels på svovelkis, ganske som på Karmøen. Et par kobbergruber har i 1860—70-årene vært drevet adskillig, mens svovelkisgrubene har vært ganske ubetydelige. De som har produsert en del er *Lindø*, *Våge* og *Sakseid* gruber, alle drevet på små kislinser.

Først når vi kommer over på Stordøen, finner vi atter betydelige forekomster, de største i det sydvestlige Norge.

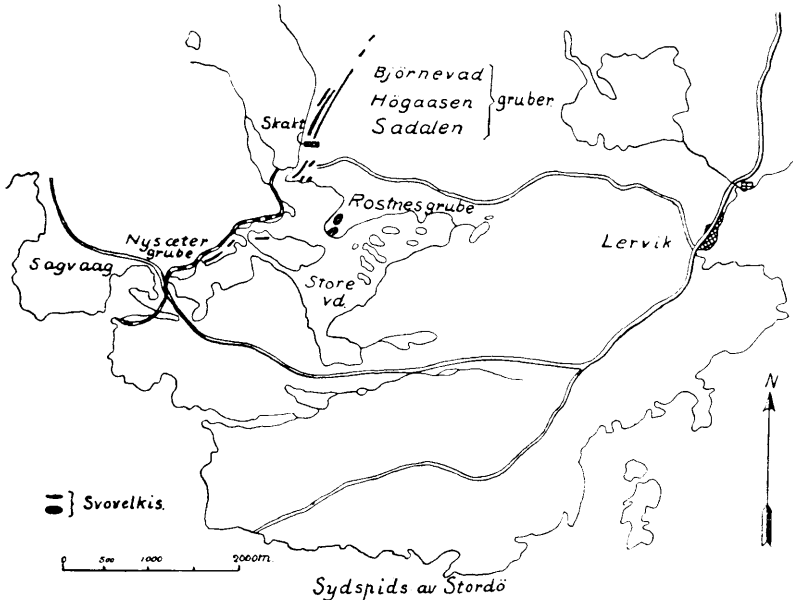


Fig. 2. Situasjonkart over Stordø gruber.

Stordø eller Lillebø gruber.

Disse gruber ligger i den sydlige del av den betydelige ø, Stordø, og er forbundet med havnen Sagvåg ved en henimot 3 km. lang elektrisk jernbane.

Fra et geologisk synspunkt er forekomstene meget eien-dommelige og adskiller sig betydelig fra de fleste andre norske svovelkisforekomster. Deres genesis er ennå ikke tilfredsstillende forklart.

De forekommer i grønnstensformasjonen, som her består av meget skifrig grønnsten og hvori er innleiret lag av sedimentære,

bituminøse skifre. Malmen ligger som regel helt eller nesten parallell med skifriheten. I omtrent 2 km. avstand fra den er der betydelige felter av gabbro og trondhjemit.

Svovelkisen selv er nøie forbundet med en mørk „gangmasse“, som på stedet kalles *svartberg*, og består av en finkornig blanding av magnetit og jernkloriten stilpnomelan. I samme forbindelse optrer betydelige masser av rød og grønn jaspis, ofte båndet.

Hvis vi går ut fra, at alt dette danner en genetisk enhet og hører med til leiestedet, får dette en temmelig skarp grense mot den omgivende grønnsten og en betydelig regelmessighet og utholdenhet. Svovelkisen selv derimot optrer innenfor leiestedet ofte temmelig uregelmessig fordelt, og består av flere forskjellige typer, som tilhører minst 2 generasjoner.

De viktigste typer kalles „svart-kis“ og „blank-kis“.

Svart-kisen er en mørk grå, meget finkornig bituminøs kis, ofte så forskjellig fra vanlig svovelkis, at den er vanskelig å erkjenne som sådan, når man første gang treffer på den. Den er som regel båndet, meget ofte intenst foldet, og holder omkring 2 0/0 bitumen. Den ligner ofte meget den såkalte Leks-dalskis, som CARSTENS anser dannet som biokjemisk sediment.¹

Blank-kisen, som må være noget yngre, ligner mer vanlig svovelkis, men er ytterst finkornig, helt massiv og uten bånding. Den er ofte meget uregelmessig fordelt i svartberget.

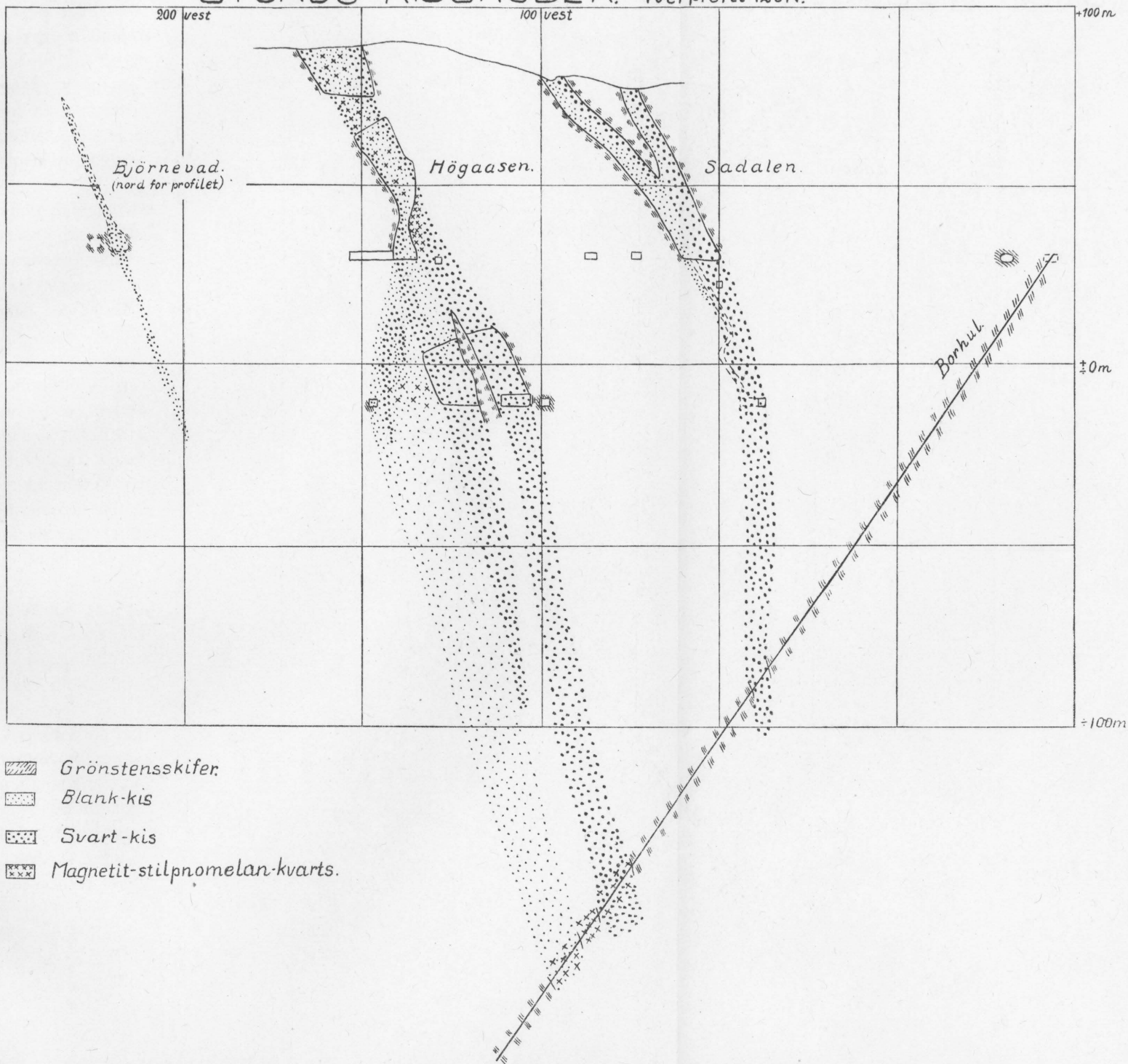
I henhold til forekomstens ovenfor beskrevne karakter holder råmalmen en god del bergart, som må fjernes ved en omhyggelig skjeidning og for en stor del ved opberedning. Kisen selv holder en del „gangminerale“, vesentlig kvarts, som er så fint iblandet, at den overhodet ikke kan fjernes.

Derfor holder de ferdige produkter som regel bare 40 0/0 S. Kobber er praktisk talt fraværende, idet malmen ikke holder mere enn 0,05 0/0 Cu og ofte ikke engang spor. Sinkgehalten er også meget lav. Magnetkis er det eneste ertsmineral, som undertiden forekommer i begrensede mengder sammen med svovelkisen. Bitumengehalten har vist sig ikke å være skadelig. Den gjør kisen meget lettrøstende, men er allikevel ikke så lett oksyderbar, at den ikke tåler en rimelig lagring.

¹ C. W. CARSTENS, loc. cit.

STORDØ KISGRUBER. Tverprofil 120N.

Planche II



	<i>Svart-kis</i> Typisk analyse 0,0	<i>Blank-kis</i> Typisk analyse 0,0	<i>Eksport-kis</i> Middel-analyse 0 0
S	39,78	46,85	40,02
Fe	37,84 (totaljern)	43,11 (totaljern)	32,89 (39,39 0 0 totaljern)
Cu	-	null	null
Zn	-	0,075	0,28
As	-	-	0,071
Se	-	0,0005	null
SiO ₂	13,20	3,43	9,96
Al ₂ O ₃	2,28	2,31	3,55
Fe ₂ O ₃	-	-	0,22
FeO	-	-	8,35
MnO	-	null	null
MgO	-	-	0,69
CaO	-	1,06	0,38
BaO	-	-	null
Na ₂ O	-	-	2,02
K ₂ O	-	-	0,39
CO ₂	-	-	0,45
C	3,40	0,46	0,55
P ₂ O ₅	-	-	0,139 (P = 0,061 0 0)
H ₂ O	-	-	0,04
	96,50 0 0	97,32 0 0	100,00 0 0

I det malmførende distrikt var tidligere en stor mengde spredte forekomster påvist i dagen. De fleste av dem falt innenfor et noget buet belte av 2 800 m. samlet lengde og op til 300 m. bredde, med strøk mot nordøst og steile fall, som regel mot sydøst.

Ved de nyere opfaringsarbeider i den nordlige del av dette belte har det vist sig, at de fleste av disse forekomster kan forbindes til 3 parallelle leiesteder av den ovenfor beskrevne type, hvor det vesentlig er svovelkisføringen innen leiestedet som varierer, så de ikke overalt er drivverdige.

Disse ved grubedrift opfarte leiesteder er:

Høgåsen, med hovedmalmen.

Sadalen, 60 m. i det hengende.

Bjørnevad, 80 m. i det liggende.

Utenfor det område, som nu er under arbeide, er de viktigste felter *Nyseter* grube ved den sydlige ende av det malmførende belte og *Rostnes* grube noget øst for dette belte.

Grubedriften på Stordø blev påbegynt i 1865, og siden den tid har en eller annen av forekomstene stadig vært i drift, undtagen i årene 1904—1905.

På grunn av de ufullstendige opplysninger i bergstatistikken angående dette grubefelts produksjon i eldre tid, gis nedenfor en så vidt mulig fullstendig tabell over denne:

År	Tonn	År	Tonn	År	Tonn
1865	960	1885	3 000	1906	300
66	2 530	86	3 670	07	2 760
67	3 200	87	4 000	08	2 525
68	2 640	88	2 850	09	2 380
69	480	89	5 700	10	1 663
70	ca. 500	90	3 700	11	5 636
71	5 600	91	4 000	12	20 419
72	7 520	92	3 000	13	22 201
73	5 760	93	2 100	14	26 400
74	1 500	94	3 000	15	36 281
75	1 500 ?	95	2 243	16	13 358
76	2 500 ?	96	2 080	17	26 147
77	2 500 ?	97	1 642	18	24 360
78	5 000	98	1 239	19	8 914
79	3 500 ?	99	1 236	20	21 022
80	1 950	1900	956	21	15 747
81	4 030	01	500	22	48 334
82	3 000	02	670	23	16 500
83	3 000	03	300	24	0
84	2 500	1904—05	0	25	45 116

Ialt 446 119

Inntil 1903 var der bare produsert 108 000 tonn, hvorav 12 000 tonn fra Nyseter grube og 20 000 tonn fra Rostnes grube, resten fra de gruber som nu er i drift.

I denne første periode hadde man intet anrikningsverk, så de fattigere malmer måtte kastes på berghallen, hvor de senere for den overveiende del er oksydert og gått tapt. Dette kan dreie sig om ca. 80 000 tonn fattig råmalm, hvilket vilde ha svart til omtrent 35 000 tonn eksportmalm.

I 1906 blev grubedriften gjenoptatt og en liten produksjon vedlikeholdt, inntil de moderne grube- og vaskerianlegg var ferdige i 1911, og produksjonen kom op i 20—40 000 tonn årlig. Anleggets kapasitet er betydelig større.

Den nuværende grube er åpnet ved en vertikal centralsjakt og en hovedstoll, som innbringer omtrent 55 m. under malmens

utgående. Høgåsens og en del av Sadalens leiesteder er dessuten opfart på første dypetasje, ca. 40 m. lavere. Videre er malmen påvist ved diamantboringer til en midlere dybde av 125 m. under hovedstollen. Se profil, planche II.¹

Direktør C. Nielsen har elskverdigst gitt mig en meddelelse om opfaringsarbeidets nuværende stilling, og de påviste malm-mengder:

„Opfaringsarbeidet inntil 1925 har bare foregått i de deler av feltet, som ligger nord for den nuværende sjakt, og bare på følgende 3 leiesteder.

Arealene av de hittil påviste drivverdige deler av disse leiesteder i et horisontalt snitt i hovedstollens nivå er:

	Malmareal	Lengde
Høgåsen	2 700 m ²	440 m.
Sadalen	2 250 -	750 -
Bjørnevad	1 030 -	200 -
	5 980 m ²	

Disse arealer blir nu stadig øket ved påbegynte opfaringsarbeider syd for sjakten, og vil også bli øket ved opfaringsarbeider videre mot nord, mot der kjente leiesteder.

De påviste malmforråd, når vi bare medregner den hittil opfarte del av leiestedene *nord* for sjakten, og beregner dem som eksportkis, er:

Opfart i gruben	300 000 t.
Påvist ved borhull	1 200 000 -
	Påvist malm 1 500 000 t.

Dertil har vi den kjente fortsettelse av de samme leiesteder videre mot nord og syd, samt forekomstene ved Rostnes og Nyseter gruber, som nu ikke er i drift. Disses dimensjoner er:

	Horisontalt malmareal	Fall- vinkel
Rostnes grube	ca. 4 000 m ²	80°
Nyseter „	„ 1 500 -	70°

Råmalmen fra den nuværende grubedrift holder 22—24⁰/₀ S og ca. 34⁰/₀ Fe. Den anrikes til en eksportmalm med ca. 40⁰/₀ S, og gir 45⁰/₀ eksportmalm av råmalmen.“

¹ Flere karter og profiler i OTTO FALKENBERG: Süd-Norwegische Schwefelkiesvorkommen. Z. f. p. Geologie, 1914.

På opfaringens nuværende stadium er det vanskelig å få noget pålitelig tall for den sannsynlige malmmengde, og gruben har derfor heller ikke opgitt noget sådant tall. Av hensyn til sammenregningen for det hele land skal jeg forsøke å gi et litet begrep om hvad det kan dreie sig om.

Den opfarte del av leiestedet inneholdt ned til borhullenes midlere dybde, 180 m. under overflaten:

Påviste malmforråd.....	1 500 000 t.
Produksjon hittil.....	410 000 -
I berghallene.....	25 000 -
	<hr/>
	1 935 000 t.

Dette gir en midlere produksjon av 10 750 tonn pr. m. avsenkning. Går vi ut fra en fortsettelse av 50 % av den kjente malmhøide videre mot dypet, eller 90 m., får vi et forråd av henimot 1 000 000 tonn av sannsynlig malm i denne del av leiestedet. Dertil kommer den fulle høide av dettes fortsettelse mot nord og syd, for tiden bare kjent i overflaten, samt forekomstene ved Rostnes og Nyseter, som hittil bare er kjent til en liten dybde. Det synes derfor rimelig å sette den sannsynlige malmmengde like stor som den påviste.

<i>Påvist malm</i>	1 500 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	(1 500 000 -)
<i>Mulig malm</i>	<i>Betydelig</i>

På sydøstkysten av Stordø, i den underliggende glimmer-skiferformasjon, er den gamle *Guldberg* grube, som førte uregelmessige linser av kobberrik svovelkis omtrent av Vigsnes-typen. Gruben har i alt levert ca. 10 000 tonn malm med 41 % S og ca. 4 % Cu, men er forlengst innstillet som uttømt. På grunn av forekomstens uregelmessige karakter har den vært vanskelig å klarlegge. Det er visstnok ikke utelukket at mere malm kunde finnes der, men iallfall kan vi ikke regne med nogen malmforråd.

Ølve-området.

Det mineraliserte belte kan fra Stordø følges videre mot nordøst, og er på Ølve-halvøen og omgivelser særlig fremtredende. Der er hittil ikke påvist nogen stor forekomst i dette strøk, men der er en rekke mindre gruber, som til dels har

vært under arbeide til for få år siden. Man finner her dels typiske kobbermalmer, dels svovelkismalm med lav til midlere kobbergehalt, og dels forekomster som fører både magnetit og svovelkis, mere og mindre blandet.

De viktigste svovelkisgruber er *Gravdal*, *Dyrasen*, *Dalemyr* og *Bergs minde*, som alle fører litet mektig kis med lav til midlere kobbergehalt. For hver av de to førstnevnte er malmarealet ca. 80 m², og for de to sistnevnte er det ikke større. Selv om de til tider er drivverdige, gir de ingen vesentlige bidrag til vore malmforråd, og opfaret malm av betydning er der for tiden ikke.

Kobberforekomster har vært drevet her like fra begynnelsen av det 17de årh. av Christiansgaves verk. De fleste ligger på østsiden av Kvitebergvannet, hvor vi har et av de rikest mineraliserte områder i distriktet. Som det sees av ovenstående skisse (fig. 3) ordner forekomstene sig her i minst 3 parallelle strøkdir, hvorav de to vestligste har ført de vesentligste kobbermalmer, mens det østligste (liggende) har vært gjenstand for den nyere tids drift på svovelkis.

Ved *Roaldstvedt* og *Lilledale*, lenger vest, er der et betydelig felt av impregnasjonsmalmer, svovelkis med noget kobberkis. Det strekker sig over en lengde av ca. 1 300 m., med 2—20 m. bredde, og inneholder betydelige kismengder, men er iallfall under nuværende forhold ikke drivverdig.

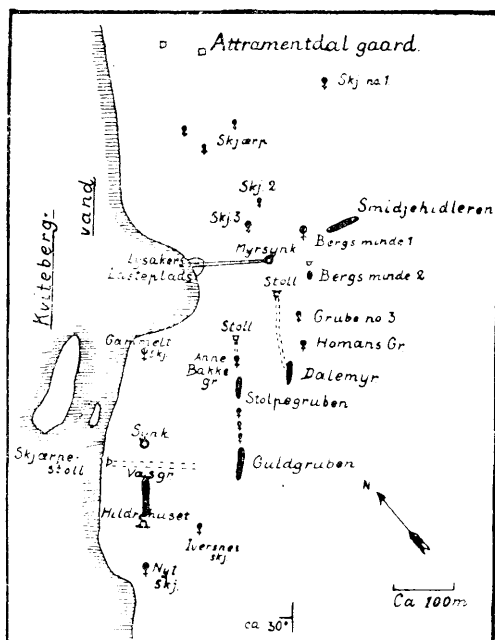


Fig. 3. Skisse over Christiansgaves grubedistrikt.

Ved *Rødenes* på Huglerøen er der et annet og mindre felt av svovelkisimpregnasjoner, omtrent 400 m². Det ligger i strøkretningen noget nordøst for Tveits gamle kobbergrube.

Om hele dette distrikt tør det sies, at selv om det for tiden ingen rolle spiller, innebærer det ikke ubetydelige muligheter.

Varaldsø gruber.

I den nordøstlige fortsettelse av Ølve-området finnes der på Varaldsøen atter betydelige svovelkisforekomster.

Øen er oppbygget av en undre serie av fyllittiske glimmer-skifre med et kalkstensdrag i deres øvre del. Derover følger en mektig serie av grønne skifre, som visstnok tilhører grønnstensformasjonen. Bare meget små områder av gabbroide og til dels granitiske eruptiver er kjent.

Den hele lagserie danner en stor synklinal, som med ØNØ akse strekker sig tvers over øen. På begge sider av denne akse og innen grønnstensformasjonen er der 2 parallelle rustbånd efter svovelkisimpregnasjoner, i omtrent 3 km. avstand, og til dels sammenhengende over kilometre. Innenfor disse er der på en rekke steder linser av rik malm, som har vært gjenstand for grubedrift.

I det nordlige drag har vi *Valaheien*, *Nygruben*, *Sandvikfjeld* og *Hisdalen*, i det sydlige drag *Haukenes*, *Skjelnes* og *Svinland* grube. Dessuten har vi *Storhilder* grube på øens nordligste del, i glimmerskiferformasjonen.

Av disse er det bare *Valaheien* og *Nygruben* som er påvist å være betydelige forekomster, de andre er enten ubetydelige eller for litet undersøkt. Grubene tilhører A/S Norske Svovelkisgruber, Bergen.

Valaheien grube.

Gruben ligger ca. 2 km. fra Øierhavn og 320—350 m. o. h.

Parallellt skifriheten er der her 3 svovelkisganger over hverandre i omtrent 14 m. innbyrdes avstand. Liggangen er helt udrivverdig, og ikke medtatt på profilet, fig. 5. Henggangen er bare delvis drivverdig. Den fører overveiende anrikningsmalm, og mektigheten er i middel ca. 1,5 m.

Hovedgangen i midten er den alt overveiende, og er den eneste som for tiden kan medtas i beregningen av malmferrådene.

Den har en strøklengde av 200 m. og mektigheten er i middel 3 a 4 m., maksimum 8 m. Fallet er 65° mot syd, men dessuten har malmen en dragning i felt av 45° mot vest, således at dens akseretning får 41° fall. I sin vestlige del er den overskåret av en forkastning med fall 60° vest og med en spranghøide av optil 12 m. (Fig. 4). I strøketretningen går forekomsten over i en fattigere, kvartsrik og hård malm, som gradvis kiler ut, omgitt av impregnasjoner.

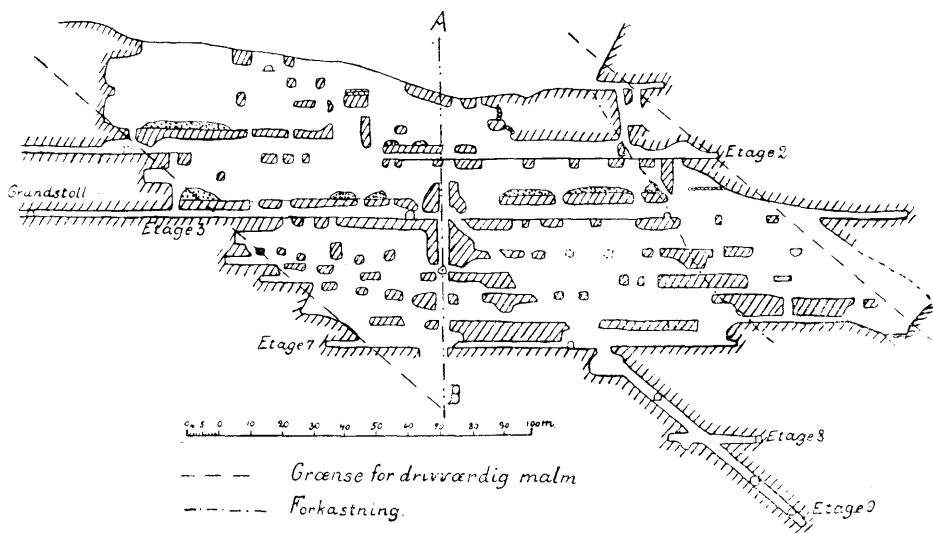


Fig. 4. Valaheien grubes hovedgang, lengdeprosjeksjon.

Gruben, som var i drift 1867—88, er åpnet ved en stoll, omtrent 50 m. under det utgående, og ved en skråsøkt i fallretningen ned til 7de etasje, på 88 m. vertikalt dyp. Til dette dyp blev forekomsten i hovedsaken utdrevet og gav 162 000 tonn eksportkis, hvorav 154 000 tonn fra hovedgangen og 8 000 tonn fra henggangen. Da man arbeidet uten anrikningsverk blev malmens gehalt bare 40—41 % S og 0,4 % Cu, idet man søkte å ta mest mulig malm med, på kvalitetens bekostning. Efter råmalmens karakter å dømme kan man håndskjeide en stor del av den til 43—44 % S, forutsatt at resten blir opberedet.

Mellem årene 1909 og 1917 blev forekomsten videre opfart. Der blev drevet en skråsøkt videre 85 m. ned, og nu såvidt

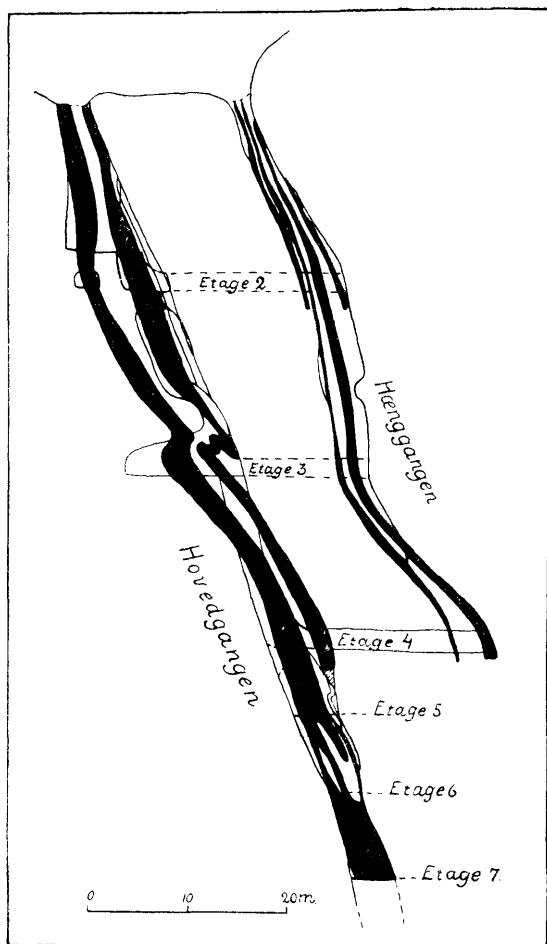


Fig. 5. Valaheien grube.
Tverrprofil efter linjen A—B i fig. 4.

skifer eller impregnasjonsmalm. Stort sett har vi imidlertid et vel avgrenset malmlegeme, med forholdsvis skarpe grenser mot de omgivende skifre. Malmen selv er finkornig og ofte svakt båndet, med omtrent 15 0/0 gangmineraler, vesentlig kvarts og litt hornblende. Magnetkis, magnetit, kobberkis og sinkblende optrer meget underordnet.

mulig i akseretningen, forat man ikke mot dyppet skulde komme ut av malmen (fig.4).

Gangen fortsatte med samme mektighet og karakter som ovenfor, men noget bølgende. Malmen er altså nu påvist og delvis opfart til 143 m. vertikalt dyp, og gruben har i alt levert 170 000 t. eksportkis.

Malmlegemet synes særlig i strøkretningen å være sammensatt av en rekke tett ved hinannen liggende linser av rikere malm, til dels ordnet „stjert om stjert“, og med mellemliggende lag og til dels inneslutninger av

Som det sees av fig. 4 har man i gruben i middel brutt en feltlengde av 175 m. Den midlere gangmektighet har vært 4,1 m. og av denne gangmasse er der for hele gruben ved skjeidning vunnet 70 vol. 0 0 av den ovenfor omtalte eksportkis, svarende til 2,92 tonn pr. m³.

Malmkvaliteten fremgår av nedenstående analyser:

- I. Gjennemsnittsanalyse av all utskjeidet malm, vunnet ved de seneste opfaringsarbeider *under* etasje 7.
- II. Den middelgehalt hvormed den skjeidede malm kan leveres, i henhold til en serie analyser.

	I 0 0	II 0 0
S.....	43,66	43,7
Fe.....	38,53	40,7
Cu.....	0,272	0,4
Zn.....	null	0,1
Pb.....	null	-
Ni - Co.....	0,006	-
As.....	0,003	0,01
Se.....	0,003	0,003
SiO ₂	14,95	} 14,7
Al ₂ O ₃	0,33	
CaO.....	0,50	
MgO.....	0,52	
MnO.....	0,014	
P ₂ O ₅	0,059	
H ₂ O, CO ₂	1,17	
	100,017 0 0	99,6 0 0

Avbranden vil holde omkring 55 0 0 Fe.

Som det vil fremgå av det hittil anførte synes Valaheien å være en typisk linealformig forekomst, hvor man skulde kunne regne med forholdsvis stor utholdenhet mot dypet, og hvor derfor „probable ore“ kan beregnes like langt videre mot dypet, som den allerede kjente malmhøide.

Malmmengden i hovedgangen ned til 88 m. vertikalt dyp (etasje 7) har vært:

Utvunnet eksportmalm.....	154 000 t.
Gjenstående i brytbare bergfester.....	13 000 -
	<hr/> 167 000 t.

Dette svarer til en produksjonsevne av 1900 tonn eksportmalm pr. m. vertikalt, og i henhold til utvinningsprosenten et horisontalt malmareal av 720 m².

De tilsvarende tall beregnet langsefter og loddrett på akseretningen, blir henholdsvis 1 250 tonn pr. m. og 475 m².

Malmforrad:

Påvist malm.

I bergfester over 88 m.-nivået.....	13 000 t.	
Mellem 88 m.- og 143 m.-nivået.....	105 000 -	118 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i> , videre 143 m. vertikalt à 1900 t.		272 000 -
<i>Mulig malm</i>		<i>Betydelig</i>

Hvis malmen skjeides til 43—44 0% S blir ovenstående tall litt lavere, men hvis der bygges et anrikningsverk vil de bli en del høiere, idet en større feltlengde av hovedgangen, og dessuten henggangen, da vil kunne brytes.

Nygruben.

Denne grube ligger 1 500 m. VSV for foregående og på nøiaktig samme horisont. Kisimpregnasjoner kan følges som et rustent bånd omtrent sammenhengende mellom de to gruber.

Forekomsten har lenge vært kjent, men først siden 1909 har den vært gjenstand for større opfaringsarbeider og under krigen for produktiv drift i liten målestokk. Totalproduksjonen hittil er bare ca. 6 000 tonn eksportkis.

Malmen, som står nesten loddrett, er av omtrent samme type som Valaheiens, dog med adskillig mere sink og noget høiere kobbergehalt. Den er også i noget større grad opdelt ved innleirede skiferbånd, så skjeideprosenten blir lavere, 2,54 tonn pr. m³ utskutt. På den annen side holder malmen selv noget mindre kvarts, så den med letthet kan skjeides op til 45 0% S.

Midlet av 5 analyser av skjeidet eksportkis viser:

	00
S	47,17
Fe	40,85
Cu.....	0,68
Zn	3,40
Pb	0,05
Ni, Co	0,005

As	0,013
Se	0,0036
SiO ₂	5,50
Al ₂ O ₃	0,46
CaO	0,54
MgO	0,24
MnO	0,01
P ₂ O ₅	0,032
H ₂ O, O etc.	0,76
	99,71 ^{0,0}

Forekomsten er i dagen påvist over en strøklengde av 310 m., tvers over en liten bekkedal. Ned til dalbunnens nivå, eller til en dybde fra 0 til 25 m., er malmen for en stor del utstrosset i 260 m. strøklengde, som er den sikkert drivverdige del av feltet. Over dette parti har den midlere gangmekthighet vært 2,1 m. og det horisontale malmareal omtrent 550 m². Utvinningen har vært 62 vol. % eller som nevnt 2,54 tonn eksportkis pr. m³. Produksjonsevnen skulde altså være ca. 1 400 tonn pr. m. vertikal avsenkning.

Mot dypet er forekomsten ennu bare undersøkt ved en synk til 22 m. under dalbunnens nivå, og til denne dybde betegnes malmen som „påvist“.

Malmforråd :

<i>Påvist malm</i> 22 × 1 400	<i>30 000 t.</i>
<i>Sannsynlig malm</i> , videre 100 m. ned..	<i>140 000 -</i>
<i>Mulig malm</i>	<i>Betydelig.</i>

Dertil kommer en begrenset mengde av opberedningsmalm.

Med Varaldsø er i grunnen det rikt mineraliserte belte slutt, men videre innover Hardangerfjorden finner vi på begge sider av dennes midtre del fremdeles en del forekomster av lignende type, således *Froastad*, *Øistensjø* og *Mælen* gruber. De to førstnevnte har ved undersøkelsesdrift vist sig å være ytterst uregelmessige og små forekomster. Også den sistnevnte er av meget beskjedne dimensjoner, men er et av de mest fremtredende eksempler på disse forekomsters linealform som i dette tilfelle nesten mere nærmer sig blyantsformen.

Mælen grube

ligger 1,5 km. fra havn og 50 m. o. h. Bergarten er en glimmerskifer, men visstnok med en omvandlet granitt i hengen. Forekomsten må karakteriseres som en stakk med meget stor lengde i forhold til tversnittet. Den ligger i en bratt fjellside, omtrent parallell denne, og med sitt utgående henimot 700 m. ovenfor gruben. Ved grubedriften er malmstokken angrepet fra siden, i omtrent 50 m. høide over havet, og fulgt nedover i omtrent 160 m. lengde, hvor den fortsetter uforandret, og hvortil malmen i det vesentlige er utbrutt. Malmstokkens samlede lengde synes derfor å overstige 900 m., mens tversnittet bare viser en feltlengde av 17 m., en midlere mektighet av 2,2 m. (maksimum 4 m.) og et malmareal av 35—40 m². Da kisen fører adskillige skiferstriper og kvartslinser blir utvinningen bare 1,3 tonn pr. m³, og pr. løp. m. i akseretningen leverer gruben bare ca. 50 tonn eksportkis med 42 0/0 S og 0,7 0/0 Cu. Da forekomsten ovenfor gruben er utilstrekkelig undersøkt, opføres malmforrådet bare som

Sannsynlig malm 50 × 800 40 000 t.

1a. Vestkystens distrikt.

I kystbuene av metamorfe gammel-paleozoiske bergarter i dette distrikt, og vesentlig innenfor grønnstensformasjonen, er der en del spredte forekomster av svovelkis og kobbermalm. Av de første er det bare *Svanø* gruber som fortjener omtale. *Grimeli* grube og et par forekomster i nærheten har praktisk talt utelukkende vært drevet på kobbermalm.

Svanø gruber.

Av bergingeniør H. H. SMITH.

Grubene er beliggende på Svanøen, 12 km. syd for Florø, ganske nær havn og bare få meter over havets nivå.

I sterkt foldede fylliter og kloritskifre, med en del intrusjoner av gabbroide bergarter, optrer nedennevnte 3 hovedforekomster ganske nær hinannen og innbyrdes forbundet ved en kommunikasjonsort.¹

¹ Karter og profiler i OTTO FALKENBERGS arbeide, loc. cit.

	Fall	Dragning i felt	Felt- lengde	Mektighet	Malmareal loddrett fallet	Råmalm pr. m. av- senkning
<i>Gamlegruben</i> .	80° S	50° V	40-70 m.	5 m.	330 m ²	1 135 t.
<i>Rundhaugen</i> .	70° S	60° Ø	200-300 -	2 -	540 -	1 850 -
<i>Ekeskogen</i> ...	30° VSV		120-150 -	0,6 -	75 -	

Efter en ubetydelig drift i flere perioder, kom regelmessig grubedrift i gang i 1909 og varte til 1919. I alt har grubene produsert 36500 tonn eksportmalm med ca. 43⁰/₀ S og 1,75⁰/₀ Cu.

To typiske analyser av eksportmalmen viser:

	0,0	0,0
S	44,03	44,90
Fe	40,10	37,85
Cu	2,05	1,84
Zn	2,61	4,22
Pb	0,02	0,11
Ni, Co	0,21	-
Mn	0,14	-
As	0,009	0,015
SiO ₂	6,85	6,50
Al ₂ O ₃	0,58	4,37
CaO	1,00	-
MgO	0,54	-
P ₂ O ₅	0,031	-
H ₂ O etc.	1,08	-
	99,25	

Malmen forekommer dels som godt avgrensede forekomster, dels som impregnasjoner. Den er ofte blandet med betydelige mengder av skiferinneslutninger, så den brutte masse i gjennomsnitt bare holder 15,5⁰/₀ S og 0,84⁰/₀ Cu. Hovedmassen blev opberedet og gav omtrent 0,8 tonn eksportmalm pr. m³ brutt masse.

Praktisk talt den hele produksjon av 36 500 tonn er vunnet over 35 m.-etasjen (35 m. under havets nivå), og ned til denne dybde er i hovedsaken all malm utbrutt. Tilsammen har grubene gitt omtrent 875 tonn eksportprodukter pr. m. vertikal avsenkning.

I Gamlegruben er malmen påvist ved boreriger til 85 m. under havet. I Rundhaugen, hvis malm ikke når op i dagen.

men begynner 20 m. under denne, er 70 m. etasjen opfart og en sjakt avsynket til 110 m. I Ekeskogen, hvis malm er adskillig opstykket av forkastninger, synes forekomsten å bli forholdsvis ubetydelig under 35 m. etasjen.

Forrådene av råmalm i disse gruber er:

	Påvist malm	Sannsynlig malm
<i>Gamlegruben</i>		
Over 35 m.-etasjen	7 000 t.	
35—85 m.-etasjen	21 000 -	36 000 t.
<i>Rundhaugen</i>		
Over 70 m.-etasjen	60 000 -	16 000 -
70—105 m.-etasjen		60 000 -
Videre 35 m. ned		52 000 -
<i>Ekeskogen</i>	intet	meget litet
	88 000 t.	164 000 t.

Ved anrikningen gir råmalmen i gjennomsnitt omtrent 25⁰ o kspportkis, og malmforrådene i alle gruber tilsammen blir derfor:

<i>Påvist malm</i>	22 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	41 000 -
<i>Mulig malm</i>	Ikke særlig meget

2. Trondhjems-distriktet.

Innen dette distrikt optrer overordentlig tallrike kisforekomster, og det har visstnok den største betydning for bedømmelsen av deres regional-geologiske optreden. Før den nyere geologiske kartlegging er lenger fremskredet kan nogen inndeling neppe gjennomføres, men i hovedsaken synes de å falle i følgende 3 regional-geologiske områder:

- a. Et søndre-østre belte av 220 km. lengde med tallrike forekomster næsten hele veien fra Foldalen til Meraker. Beltet er parallellt med fjellkjedeforrasjonenes østlige grense, og forekomstene optrer dels i Rørøssgruppens glimmerskifer, hvor bl. a. distriktets fleste kobbergruber er beliggende, og dels innen et betydelig drag av gabbroide og trondhjemitiske dyperuptiver. Grønnstensformasjonen synes derimot å være temmelig underordnet her.

- b. Et centralt område med forholdsvis få forekomster, vesentlig i Dovreregionen, som hovedsakelig optrer innen Gula-gruppens skifre, der som før nevnt synes å være samtidige med Rørosgruppens.
- c. Et nordvestlig belte med tallrike forekomster fra Rennebu til Værdalen. De optrer her vesentlig innen grønnstensformasjonen, som er mest utviklet i denne del av fjellkjeden. Dette belte viser derfor størst overensstemmelse med Hardanger-Karmøfeltet i syd og Grongfeltet i nord. Forekomstene beskrives i den her antydende rekkefølge, innen hvert belte fra syd til nord.

Foldalens grubedistrikt.

Disse gruber, som tilhører „The Foldal Copper and Sulphur Co. Ltd.“, er beliggende på begge sider av øvre Foldalen, og forbundet med Alvdal jernbanestasjon ved en 34 km. lang taugbane med flere sidegrener.

De viktigste av grubene er fra vest til øst:

Grimsdalen grube

Grev Moltke grube

Foldal hovedgrube

Nordre Gjeiteryggen grube

Søndre Gjeiteryggen gruber.

Distriktet er oppbygget av en mektig serie av glimmerskifre med parallellintrusjoner av pressede, ofte hornblendeførende natrongraniter (granuliter), som delvis veksler med en skifrig bergart av gabbrosammensetning, noget eldre enn graniten. Den største intrusjonssone har en mektighet av over 1 000 m. og en meget betydelig lengde. Malmforekomstene optrer over en strøklengde av omtrent 15 km. med strøk ØNØ og nordlig fall, dels innen den basiske bergart i hovedgranittbeltet, dels i de underliggende glimmerskifre.

Malmen er meget ren og som regel skarpt begrenset mot sidebergarten, uten impregnasjoner. Av det utskutte blir omtrent 20 % skifer og granulit utskjeidet og efterlatt i gruben, mens bare en liten del av malmen behøver å passere anrikningsverket. Malmforekomsten er undertiden opdelt i flere parallelle bånd

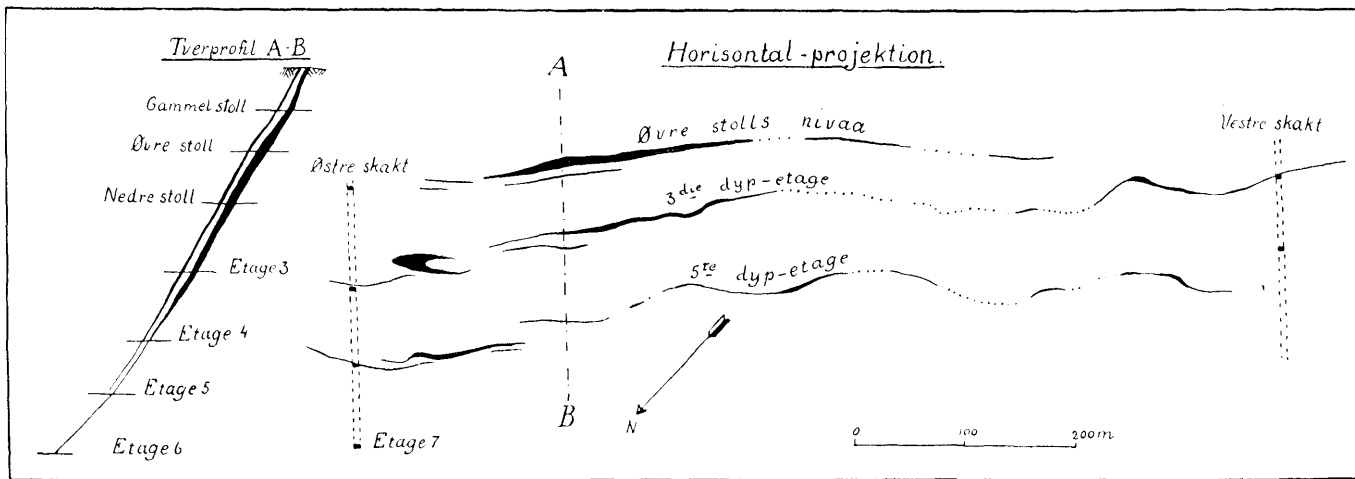


Fig. 6. Foldals hovedgrube. Horizontalsnitt og tverrprofil av malmen.

med mellemliggende skifer. Ofte synes malmen å inneslutte uregelmessige linser eller regelmessige bånd av granulit, optil 30—40 m. lange, som ligger helt omsluttet av malmen, der synes å måtte være yngst.

Fra 1748 til 1876 blev svovelkisen brutt bare på grunn av dens kobberinnhold. I løpet av denne tid er der antagelig produsert omkring 250 000 tonn råmalm, av hvilke der blev utvunnet ca. 3 500 tonn kobber, dels ved smeltning, dels i den senere tid ved ekstraksjon på våt vei. Svovlet blev ikke utnyttet.

Produksjonen av svovelkismalm begynte først i 1907, efterat de nuværende eiere hadde overvunnet transportvanskelighetene og bygget et moderne grubeanlegg. Den samlede produksjon 1907—25 har vært 790 585 tonn, hvorav omkring 745 000 tonn fra Foldal hovedgrube.

De i det følgende meddelte opplysninger og beregninger fra disse gruber er for det meste tatt fra et utrykt manuskript av bergmester C. C. RUIBER, delvis også fra andre kilder. Beregningen av malmforrådene refererer sig for disse gruber til året 1922.

Foldals hovedgrube.

Gruben er åpnet vesentlig ved 2 stoller og 3 skrå-sjakter, alt i malmens plan, som faller 60° nord, samt ved dypetasjene 3—7 i omtrent 50 m. vertikal avstand mellom hver av dem. Etasje 7, som er den laveste opfarte, er 270 m. vertikalt (350 m. efter fallet) under nedre stoll og ca. 385 m. (resp. 485 m.) under overflaten.

Av fig. 6 sees det, at den malmførende sone har en strøklengde av ca. 900 m. I grubens øvre del var der et centralt malmlegeme av 230 m. lengde og en midlere mektighet av 4—5 m. (lokalt maksimum 13 m.). Videre var der mindre malmlinser i strøkretningen og i hengen. Det samlede malmareal, loddrett fallet, var omtrent 1 500 m² og produksjonsevnen 6 000 tonn pr. m. Som det sees av profilet begynner denne centrale malm straks under nedre stoll gradvis å kile ut, men erstattes delvis av nye malmlinser i den østre og vestre ende av feltet.

På etasje 3 var malmarealet omtrent 1 200 m² (med en malmklump som nådde 20 m. mektighet), på etasje 5 var det

bare 600 m², men fremdeles med uforminsket feltlengde. Helt til etasje 9 er gruben nu under opfaring, men det er ennå ikke bragt på det rene, hvordan forekomsten her vil utvikle sig. Det i gruben påviste malmförråd var omkring 100 000 tonn, mens det sannsynlige malmförråd under de nuværende forhold ikke kan beregnes.

Malmen er en små-kornig svovelkis med noget kobberkis og litt sinkblende. Gangmineraler er vesentlig kvarts og litt hornblende.

En generalanalyse av det skibede produkt viser:

	0,0	
S	46,09	
Fe	42,16	
Cu	2,28	Gjennemsnitt 1,9 0/0
Zn	1,29	„ 0,5 -
Co	0,07	
Ni	0,13	
SiO ₂	6,91	
Al ₂ O ₃	0,56	
CaO.....	0,15	
MgO	0,19	
	<hr/>	
	99,83 0/0	

Arsengehalten er ytterst lav (0,02—0,002 0/0). Der er intet spor av gull og omtrent 30 gr. sølv pr. tonn.

Malmlegemet synes overalt å ha vært sekundært anriket på kobber nær overflaten, idet det holdt ca. 4 0/0 Cu ned til omtrent 20 m. dyp. Den primære malm holder ca. 1,9 0/0.

Den ovenfor omtalte avtagen av Foldal hovedgrubes malm blev delvis kompensert ved funnet av en ny forekomst i 1920, 5 km. lenger øst:

Nordre Gjeiteryggen grube.

Ved undersøkelser i dagen og en serie borhull ned til ca. 25 m. vertikal dybde (ett hull til 42 m.) er der her påvist malm i en ströklengde av 400 m. med 1—9 m. mektighet, og fall 40° nord. Malmarealet loddrett på fallet er anslått til 1200 m², og den påviste malmmengde ned til 25 m. vertikalt dyp til 160 000 tonn råmalm. Videre ned kan man visstnok regne med 1 000 m² areal.

Råmalmen fra den kjente del av forekomsten holder omtrent 35⁰/₀ S og 1,5⁰/₀ Cu. Den anrikes til 46⁰/₀ S og 1,8⁰/₀ Cu, og de påviste forråd av eksportmalm kan følgelig settes til ca. 110 000 tonn.

Søndre Gjeiteryggen gruber, 2 km. sydvest for foregående, innbefatter 3 gamle gruber, nemlig *Godthåb* og *Juliane Marie* gruber i øst og *Oluf Olsens* grube i vest. Den sistnevnte er vesentlig en svovelkisgrube, mens de to førstnevnte i eldre tid har vært drevet på kobber, men også inneholder et bånd av svovelkis med 40⁰/₀ S og 1,3⁰/₀ Cu. De malmførende strøklengder er 250 og 160 m. med en 250 m. uholdig strekning mellom dem. Hverken produksjon eller nevneverdig opfaring av svovelkis har ennå funnet sted i disse gruber.

Grev Moltke grube, omtrent 6 km. sydvest for Foldal grube, har en mindre forekomst av god svovelkismalm med 44⁰/₀ S, 1,5⁰/₀ Cu og 4⁰/₀ Zn. Fallet er 70° nordlig.

På første dypetasje er malmarealet omtrent 225 m². Malmstokken har en draging i felt mot vest, og utvider sig også i denne retning, inntil dens strøkfortssettelse avskjæres av en tverrforkastning, som synes å skulle flytte den omtrent 70 m. mot liggen og samtidig har senket den mot dypet, så malmstokkens øvre del neppe kan ventes gjenfunnet før på 3dje dypetasje, 130 m. under overflaten. Gruben har i alt produsert ca. 24 000 tonn svovelkis, og omtrent 50 000 tonn gjenstår over dens dypeste nivå, 90 m. vertikalt under det utgående.

Grimsdalen grube ligger 4 km. VSV for foregående. Man har der en bemerkelsesverdig malmførende sone av omtrent 1 500 m. lengde, hvor svovelkis er påvist på en rekke steder over en samlet lengde av 700 m. Resten av sonen er ennå ikke undersøkt. Malmen er imidlertid forholdsvis smal, og bare på en kortere strekning vites mektigheten å nå henimot 3 m. Dessuten er den fattigere enn almindelig i dette distrikt, idet den bare holder 40⁰/₀ S og 0,7⁰/₀ Cu. Av disse grunner har gruben ennå ikke vært drevet for svovelkisproduksjon, men man kan håbe på ganske betydelige malmmengder.

Foldalsgrubenes samlede malmforrad.

Påvist malm.

Foldal hovedgrube	100 000 t.
Nordre Gjeiteryggen grube.....	110 000 -
Grev Moltke grube	50 000 -
	<hr/>
	260 000 t.

Sannsynlig malm.

For alle Foldalsgrubene tilsammen kan denne ansettes til minst 300 000 t.

Mulig malm.

For alle grubene tilsammen er den *Betydelig.*

Ved bedømmelsen av dette grubefelt må det videre erindres, at distriktet er meget sterkt morenedekket, så det ikke er usannsynlig at nye forekomster kan finnes ved videnskabelige skjerpe-metoder, f. eks. elektrisk undersøkelse.

Verkensdalens kisfelt

slutter sig nær til Folcalens forekomster, men tilhører ikke samme eiere. Det er beliggende 16 km. VSV for Grimsdalen grube, visstnok på samme geologiske horisont, og fører malm av samme type som nevnte grube.

Feltet er ennu utilstrekkelig undersøkt, men der er hittil påvist en malmførende sone av omtrent 600 m. lengde. Den største mektighet man hittil har funnet overstiger dog ikke 1 m. Imidlertid er mulighetene her ganske betydelige.

Sevalen (Auma) grube.

Gruben ligger 4 $\frac{1}{2}$ km. fra Auma jernbanestasjon, øst for utløpet av Sevalen. Forekomsten er parallellinnleiret i kloritiske skifre, som faller 60° vestlig. Malmen, som består av kvartsførende, krystallin svovelkis, har et meget regelmessig forløp og temmelig skarp grense mot skiferen. Over en feltlengde av 230 m. er den påvist med en mektighet av 1 m. eller mere, men smalere malm og delvis impregnasjoner fortsetter adskillig lengere, uten ennu å være nærmere undersøkt. Det nevnte hovedparti av malmen synes å ha en dragning i felt av 45° mot syd. Dets midlere mektighet er 1,4 m. (maksimum 2,5 m.), og dets malmareal loddrett fallet er 330 m².

I årene 1915—16 blev forekomsten delvis opført ved grube- drift til 60 m., påvist ved en serie av borhull til 90 m. og ved et enkelt borhull til 158 m. dybder efter fallet, hele veien med samme mektighet og karakter. Nogen kisproduksjon har ikke funnet sted.

Middelanalyser av den hele utskutte masse viser:

	%, S	%, Cu	%, Uopløst
Råmalm	30,86	1,67	18,54
Anriktet malm	41,48	1,74	7,59

Malmen anrikes med letthet og gav 1 tonn konsentrat av 2 tonn råmalm. Ved flotasjonsmetoder vilde en større del av kobberet kunne utnytted.

Forekomsten har en produksjonsevne av 1 160 tonn rå- malm eller 580 tonn eksportmalm pr. m. i fallretningen.

Forrådene av eksportmalm kan ansettes til:

<i>Påvist malm</i> , 0—90 m. efter fallet	52 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i> , 90--200 m. efter fallet	64 000 -
<i>Mulig malm</i>	580 t. pr. m. videre.

Vingelen grube.

Gruben ligger 8 km. i luftlinje fra Tolgen jernbanestasjon og mere enn 1 000 m. over havet.

Innen en meget lang sone av amfiboliter og natrongranitter (vesentlig trondhemiter) finnes hovedsakelig innen den sist- nevnte bergart svovelkisisimpregnasjoner, som kan spores over en lengde av 12 km., mot syd i retning av Sevalen grube, mot nord henimot Harsjø-gruben. På grunn av det utstrakte morene- dekke vanskeliggjøres skjerpningen, og det er hittil bare ved Vingelen grube, at man har funnet drivverdig malm.

Denne forekomst består av 2 parallelle kisinger, som stryker N. 25 Ø og faller 65° vestlig. Den nordlige gang finnes 10 m. i det liggende for den sydlige gang, og tilsammen har de en lengde av ca. 400 m.

Den nordlige gang har allerede fra gammel tid vært gjen- stand for grubedrift på kobber ned til 75 m. vertikalt dyp. I årene 1915—17 blev forekomsten videre undersøkt, men nogen kisproduksjon av betydning har endnu ikke funnet sted.

Malmgangene er i almindelighet nokså skarpt begrenset, men inneholder mest en forholdsvis fattig, kvarts-rik malm, delvis overgående i impregnasjoner, og er lokalt omgitt av kvartslinser, som er noget kobberrikere. Mektigheten varierer meget, og har maksimalt vært oppe i 3,5 m., men for store deler av feltet er den bare omkring 1 m. Nogen tydelig akseretning har hittil ikke kunnet påvises.

De midlere gehalter av råmalmen er:

Nordre gang	27,16 % S og 1,30 % Cu.	Adskillig Zn.
Søndre gang	32 % S og 0,70 % Cu.	„ „

Den er meget finkornig og forholdsvis vanskelig å opberede, men vil visstnok kunne anrikes til 43 % S og muligens 1,5 % Cu, med en utvinning av 1 tonn eksportmalm av 2 tonn råmalm.

Den nordre gang er helt opfart på 100 m.-etasjen (vertikalt) og har her en lengde av 200 m., et malmareal av omtrent 240 m² og en produksjonsevne av ca. 850 tonn råmalm pr. m. vertikal avsenkning. Malmen er videre påvist ved et par borhull til 215 m. samlet vertikal dybde.

Den søndre gang har — vesentlig i henhold til borhullsresultater — et malmareal av 150 m² og en produksjonsevne av omkring 540 tonn råmalm pr. m.

Som påvist malm regner jeg for begge ganger malmen ned til 118 m. vertikal dybde (bunnen av dypeste synk). For den nordre gang fratrekkes skjønsmessig halvparten av malmmengden over 70 m.-nivået, som utdrevet i gamle dage. Sannsynlig malm beregnes videre 100 m. vertikalt ned, tilsvarende dybden av den i et enkelt borhull påviste malm.

Av ovenstående beregnes forrådene av eksportmalm (ca. 43 % S) til:

<i>Påvist malm</i>	66 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	69 000 -
<i>Mulig malm</i>	Usikkert.

Fosgruben.

Denne er beliggende 14 km. ØNØ for Vingelen grube, 16 km. fra Os jernbanestasjon og 800 m. o. h.

Forekomsten består av en enkelt malmlineal med strøk N 22° Ø, fall 80° vestlig, feltlengde 40—60 m. og en mektighet

som maksimalt kan nå op til 5 m. Malmen er meget ren svovelkis med i middel 46 0/0 S og 1,3 0/0 Cu. Dertil kommer i hengen lokalt et kobberikere parti på 30—40 cm. tykkelse.

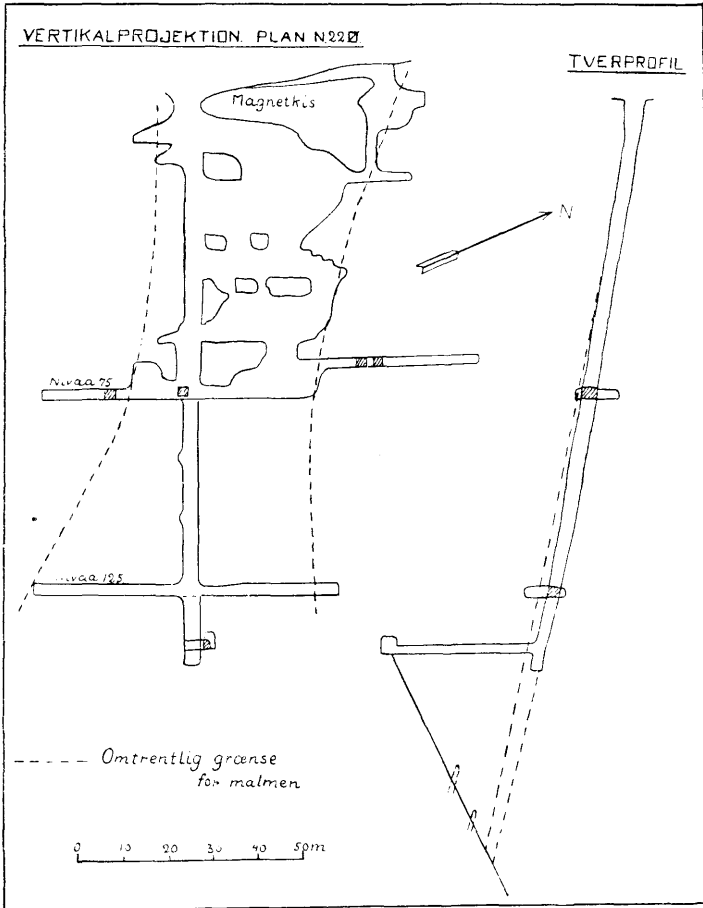


Fig. 7. Fosgruben.

Innen selve malmlinealen forekommer partier med overveiende magnetkis, likesom den i strøkførtsettelsen går over til magnetkis og impregnasjoner.

Et par generalanalyser av eksportmalm viser:

	Stykkis over 50 mm. 00	Finkis under 50 mm. 00
S	47,39	43,32
Fe	43,42	40,52
Cu	1,09	1,05
Zn	1,14	0,97
Pb	0,003	0,008
Ni, Co	0,006	0,012
As	0,01	0,005
Uopløst	6,32	10,16
Al ₂ O ₃	0,17	0,26
CaO	0,12	0,27
Ag	31,5 gr. pr. t.	19,5 gr. pr. t.
Au	0,25	0,25

Gruben blev drevet på svovelkis 1907—20 og produserte i denne tid 17 000 tonn eksportmalm. Sågodtsom alt dette blev vunnet over 75 m.-etasjen, til hvilken dybde den nu er ferdig avbygget. Dens øvre del har altså i middel gitt 250 tonn malm pr. m. avsenkning. Det drivverdige malmareal var i overflaten bare 50 m² (da her var store partier magnetkis). På 75 m.-etasjen var det øket til 175 m² og på 125 m.-etasjen (den dypeste opfarte) er det 175—200 m² med en produksjonsevne av ca. 700 tonn pr. m. avsenkning. Sjakten er avsenket i malm til i alt 142 m. dyp. Videre 45 m. ned er malmen skåret av et borhull, som traff en rekke bånd av magnetkis i det hengende, og til slutt svovelkisgangen med 1,8 m. mektighet. Da mektigheten i bunnen av sjakten var 4,5 m., synes den altså å være avtatt adskillig. På den annen side er det ikke utelukket, at enkelte av de overskårne magnetkislånder i hengen kan representere begynnelsen på nye kislånder.

Påvist malm, 75—142 m. dybde 47 000 t.
Sannsynlig malm: 142—200 m. dybde ca. 30 000 t.
Mulig malm Usikkert.

I det nettop omtalte distrikt er der dessuten endel mindre kobber- og svovelkisgruber, hvorav ingen vites å ha påviste malmforråd av betydning.

Distriktet synes imidlertid å ha adskillige muligheter for nye funn, da det som nevnt på grunn av morenedekket ikke har kunnet undersøkes tilstrekkelig nøiaktig.

Røros grubefelt.

Siden den første opdagelse av kobbermalm i dette distrikt i 1644 har grubedrift pågått nesten uten avbrytelse helt til nutiden. Kobbermalmen har hele tiden spillet hovedrollen, og produksjonen av metallisk kobber har i alt vært ca. 86 000 tonn, eller den største fra et enkelt distrikt i Norge. Fremtiden ser imidlertid mere tvilsom ut, idet de gamle gruber har avtatt betydelig i sin malmføring.

Distriktet er oppbygget av glimmerskifer tilhørende Rørosgruppen i flattfallende, undulerende lagstilling, og med endel mindre gabbrointrusjoner. Malmforekomstene er parallellinnleiret i skifrene som utpregete linealer med en fremtredende lengdeakse, parallellt traktens foldningsaksler.

Blandt grubene her er det bare en, som har hatt nogen betydning som svovelkisprodusent, nemlig

Kongens grube.

Den ligger 856 m. over havet, på vestsiden av jernbanen, og er forbundet med denne ved en 4 km. lang taugbane.

Efter å ha vært drevet på kobber siden 1657 blev også svovelkisproduksjon opptatt i 1878, efterat transportspørsmålet var løst ved Rørosbanens bygning.

Siden denne tid har gruben til utgangen av 1925 i alt levert 510 000 tonn eksportkis. Malmen forekommer hovedsakelig langs grensen mellem en skifrig glimmerskifer i liggen og en „Hårdart“ i hengen, den sistnevnte visstnok også et omvandlet sediment. Begge er sterkt foldet og malmen danner en utpreget lineal med den største aksiale lengde som er kjent ved nogen forekomst her i landet. Den er nemlig fulgt sammenhengende ved grubedrift i 2 500 m. lengde, og 500 m. videre frem er der ved borer og en sjakt i *Rødalen* påvist en del malm, som sannsynligvis er en direkte fortsettelse av grubens.

Forekomsten har en draging i felt av hele 80°, så dens akseretning har 10° fall i strøkretningen mot vest, og grubens

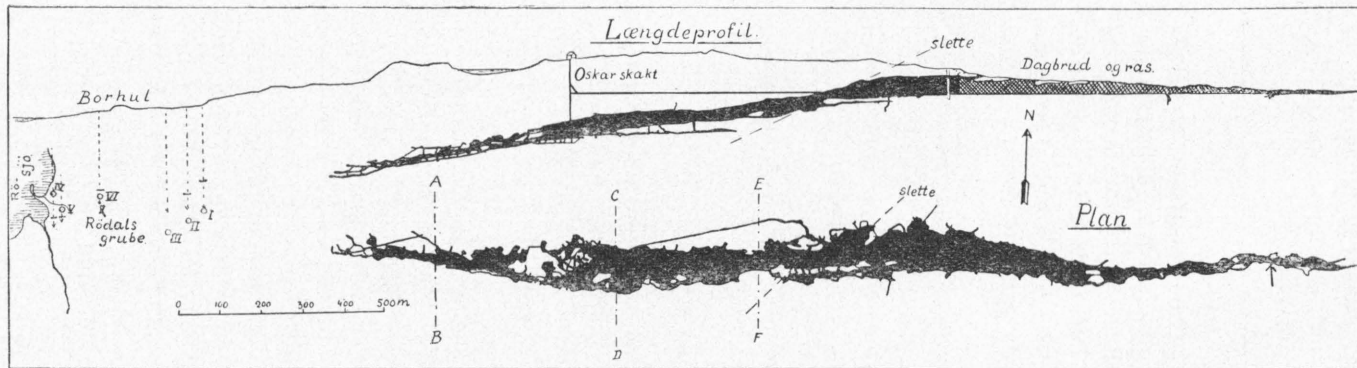


Fig. 8. Kongens grube, Røros. Plan og længdeprofil.

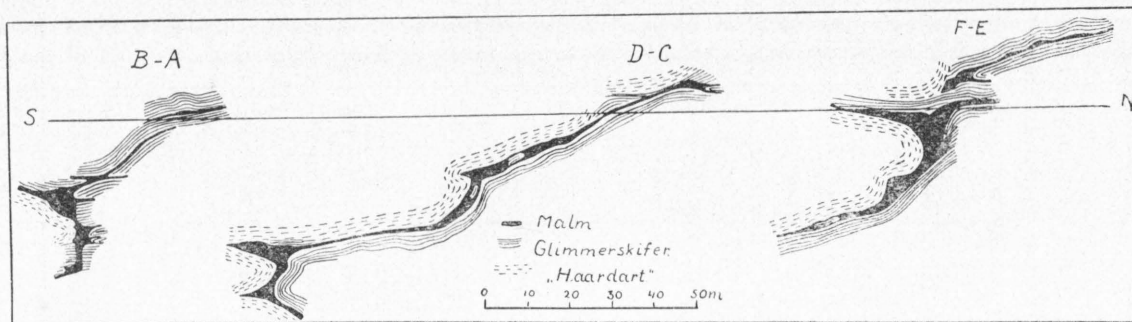


Fig. 9. Kongens grube. Tverrprofiler.

dypeste parti bare har en vertikal dybde av 225 m. Linealens store lengde, ca. 3 000 m., fremheves ennu mere ved dens ringe bredde (i fallretningen), som bare er 50—120 m. Mektigheten er oftest 1—4 m., maksimum har vært 8 m. Som det fremgår av tverrprofilene er malmen betydelig mere uregelmessig i fallretningen enn i akseretningen, idet den oftest følger lagens til dels sterke foldninger og dessuten ofte sender utløpere inn i de liggende skifre.

Kisens sammensetning fremgår av nedenstående analyser:

	Generalanalyse av stykkis. Mars 1924 0,0	Analyse av finkis September 1910 0,0
S	44,10	43,55
Fe	41,06	44,00
Cu	3,18	2,30
Zn	4,25	4,10
Ni + Mn	0,16	-
As	spor	null
SiO ₂	4,10	2,55
Al ₂ O ₃	0,80	0,40
CaO	0,10	0,10
MgO	0,65	0,25
FeO	-	0,57
	98,40 0,0	97,82 0,0
Sølv		15 gr. pr. t.

Gruben kan ansees helt avbygget til koordinat 2 000 m. (noget forbi Oskar sjakt). I de følgende 500 m. til grubens bunn gjenstår som påvist malm ca. 12 000 tonn. Dette parti har i middel ført 320 tonn eksportkis pr. løp. m. i akseretningen. Ved grubens bunn er dette tall avtatt til ca. 200 tonn.

Ved boringene og driften i Rødalen er der bare påvist en del kobbermalm, men hittil meget litet svovelkis. Vi går derfor foreløbig ut fra som sannsynlig, at den egentlige kisstokk bare fortsetter halvveis til Rødalen, eller 250 m. videre fra grubens nuværende bunn.

Vi får da følgende forråd, beregnet som eksportkis:

<i>Påvist malm</i>	12 000 t.
<i>Sannsynlig malm 250 × 200</i>	50 000 -
<i>Mulig malm</i>	Litet.

Nord for Røros-distriktet er der i *Ålen* og *Holtalen* herreder en tallrik gruppe av gruber og forekomster, de fleste med svovelkismalm, adskillige også med kobbermalm og en del med utelukkende magnetkis-kobberkis.

De fleste av disse har den utpregede linealform med frem-tredende akseretning, og derfor ofte forholdsvis regelmessig malmføring. Imidlertid er en stor del av dem meget små, med malmareal, loddrett akseretningen, bare 50—70 m², som en del av *Hesjedalsgrubene* og muligens *Mennagrubene*. Alle disse gruber blir ikke omtalt her, dels fordi de for tiden ikke gir nevneverdige bidrag til landets malmforråd, dels fordi de nylig har vært gjenstand for en inngående beskrivelse av bergingeniør GUNNAR AASGAARD.

Hans arbeide, som blev utført for Norges Geologiske Under-søkelse, er ferdig i manuskript, og vil forhåpentlig bli trykt med det første.

Her skal derfor bare omtales de 4 betydeligste forekomster.

Killingdal grube.

Gruben ligger 900 m. over havet, og er forbundet med jernbanen ved en 5 km. lang taugbane.

Malmforekomsten består av 2 kislinealer, innbyrdes paral-lelle og beliggende over hverandre i omtrent 18 m. avstand. De har en markert lengdeakse i fallretningen, som er omtrent 30° mot vest. I de dypere deler av gruben har man dess-uten mellom dem 2 andre og tynnere malmer, som sannsynligvis står i indirekte forbindelse med liggmalmen, der på flere steder viser tydelige apofyser op i hengen.

Malmen forekommer i en serie av kruset glimmerskifer, til dels også her med „Hårdart“ mellom heng- og liggmalmen, men denne ikke så regelmessig som før antatt. Gabbroidale intru-siver forekommer i naboskapet. En rekke parallelle forkastninger

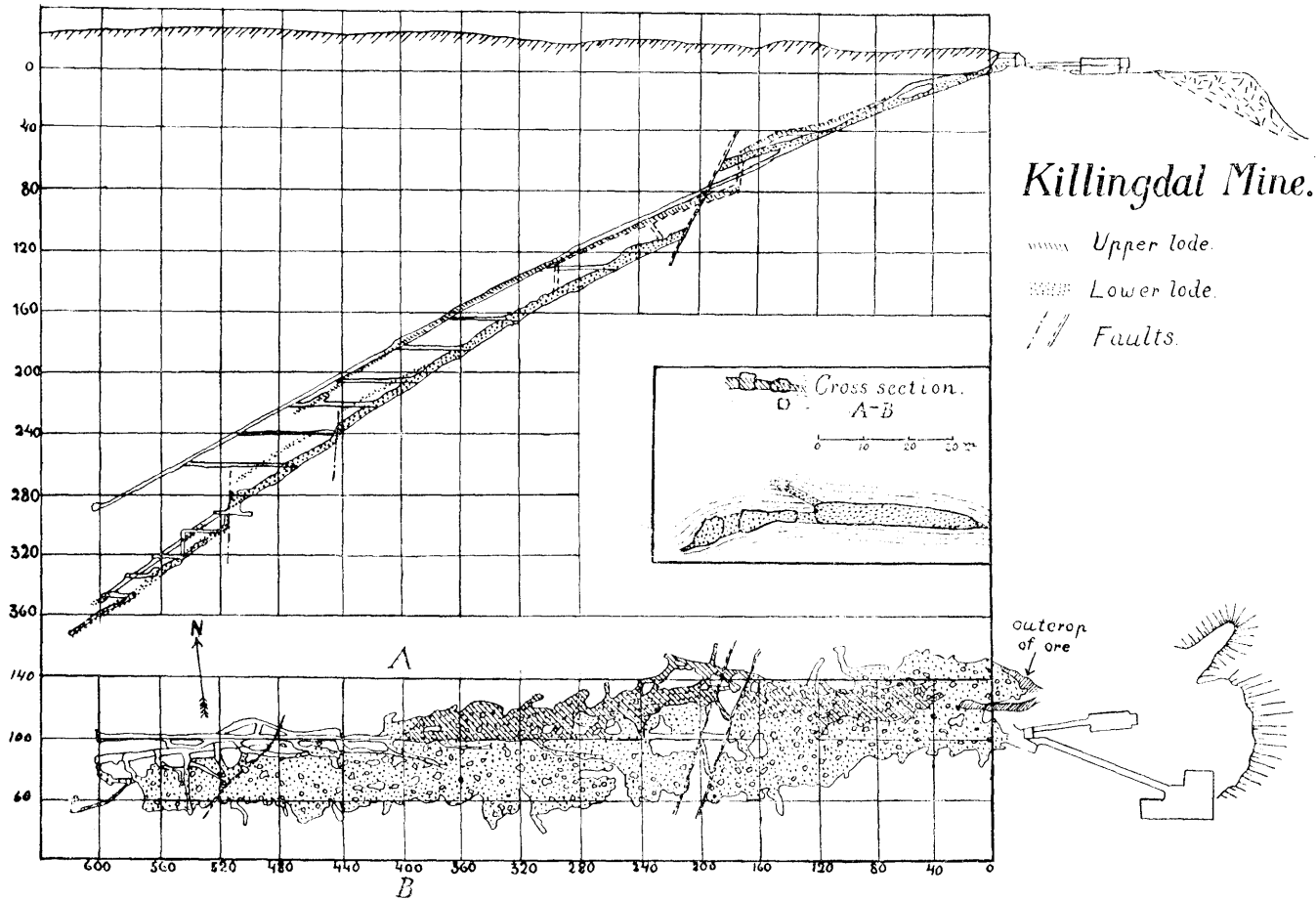


Fig. 10. Killingsdal grube. Plan, lengdesnitt og tverrsnitt.
 Tegnforklaring: Skravert hengmalmen. Prikket liggmalmen. Strek-prikket linje forkastning.

gjennemsetter malmen og flytter de vestlige partier av den trinvis nedover. Den største forkastning har en spranghøide av 18 m., så at hengmalmen her tilsynelatende kommer til å danne fortsettelsen av liggmalmen. (Dette sees ikke direkte av figuren, da hengmalmen her ikke kommer helt inn i profillinjen).

Malmen er temmelig skarpt begrenset og er en meget ren eksportmalm, som ikke behøver nogen opberedning. Dette gjelder hovedmalmen (liggmalm), som utgjør den alt overveiende del av produksjonen, og i gjennomsnitt holder 47 0/0 S, 1,7 0/0 Cu og ca. 4 0/0 Zn. Hengmalmen har en noget annen sammensetning, idet den holder ca. 15 0/0 Zn. Sinkblenden vil dels kunne skjeides ut, dels utvinnes ved flotasjon, men hittil er den overveiende del av den sinkrike malm blitt lagret ved gruben.

	General-analyse av liggmalmen 0/0	Midlere sammensetning av hengmalmen 0/0
S	47,55	44,0
Fe	41,10	35,0
Cu	1,87	1,15
Zn	4,51	15,0
Pb	0,27	-
Co, Ni	0,07	0,05
As	0,118	0,15
SiO ₂	2,90	4,0
Al ₂ O ₃	1,28	-
CaO.....	0,03	-
MgO	0,25	-
P ₂ O ₅	0,007	-
H ₂ O.....	0,1	-
	100,055 0/0	

Killingdal grube har i gamle dage tildels levert litt kobbermalm. Som svovelkisgrube har den vært drevet fra 1891, og har til utgangen av 1925 i alt produsert 493 000 tonn eksportkis. Som det sees av fig. 10 er gruben åpnet ved en skråsakt, som blev påsatt i liggmalmen, men på grunn av forkastningene gradvis rykket op i det hengende av hengmalmen. For å forkorte tverrslagene blev derfor en ny skråsakt påbegynt fra de lavere etasjer.

Hvis vi fratrekker forskyvningen ved den store forkastning er liggmalmen nu fulgt ved grubedrift i 690 m. aksial lengde, til et vertikal dyp av 375 m. Herav kan 625 m. ansees for avbygget. Malmlinealens bredde har variert mellom 35 og 80 m., med en midlere mektighet av 3,5 m. (maksimum 12 m.). Malm-arealet, loddrett på akseretningen, har variert mellom 240 og 120 m² med en midlere utvinning av 4 tonn eksportmalm pr. m³ brutt leiested.

Hengmalmen har bare vært drevet i 450 m. og opfart til 525 m. aksial lengde. Bredden har vært 25—30 m., den midlere mektighet ca. 1,5 m. og malmarealet ca. 40 m². De mellomliggende malmer har bare vært bearbeidet litt i de dypeste deler av gruben.

Den hele grubes produksjonsevne ned til 625 m. skrå dybde, og innbefattet den gjenstående malm i bergfester etc., har i middel vært 890 tonn pr. m. I de dypeste deler av gruben er den noget mindre.

Malmforråd:

Påvist malm.

Utbrutt, lagret i dagen.....	ca. 30 000 t.
Brytbart i bergfester etc. over 625 m.	50 000 -
Opfart under 625 m.....	60 000 -
	<hr/>
	140 000 t.

Av denne mengde er omtrent 40 000 tonn fra hengmalmen som ved opberedning vil gi omtrent $\frac{1}{3}$ sinkmalm.

Den påviste mengde av eksportkis blir derfor *127 000 t.*

Sannsynlig malm.

Videre 200 m. i akseretning à 600 tonn

Liggmalmen	90 000 t.
Hengmalmen	30 000 -
	<hr/>
	120 000 t.

Fratrekker vi sinkmalmen i samme forhold får vi *110 000 t.*

Mulig malm..... Betydelig.

Kjøli grube.

Den ligger 1060 m. over havet og er forbundet med Reitan jernbanestasjon ved en 15 km. lang taugbane.

Gruben blev drevet på kobber 1766—98 og 1857—68, og leverte i alt omkring 250 tonn metallisk kobber. Den blev drevet

på svovelkis 1896—1907 og 1910—20 med en samlet produksjon av 201 500 tonn eksportkis.

Geologien og malmtypene er i store trekk analoge med Killingdals, men forekomsten er adskillig mere uregelmessig, idet den er mere foldet og skåret av langt flere forkastninger.

Nedenstående opplysninger om forekomsten foreligger fra bergingeniør GUNNAR AASGAARD, grubens tidligere driftsbestyrer:

Malmen er meget ren, oftest finkornig, og med meget skarpe grenser mot de omgivende skifre. Middelgehalten for den hele grube er ca. 44⁰/₀ S og 1,9⁰/₀ Cu. Opberedningsmalm forekommer praktisk talt ikke. Magnetit forekommer på enkelte steder, magnetkis er meget underordnet og andre ertsmineraller er sjeldne.

To generalanalyser på større malmmengder viser:

	I 0 ₀	II 0 ₀
S	45,90	46,77
Fe	43,80	46,04
Cu	2,35	2,04
Zn	0,17	0,025
Pb	spor	0,086
Ni	null	
Mn	null	
As	0,00	0,028
Se	0,00	0,007
SiO ₂	5,02	2,96 (uopløst)
Al ₂ O ₃	0,64	
CaO	0,73	
MgO	0,45	
	99,06	
Sølv	4 gr. pr. t.	
Guld	0,8	

Her er to gruber, *Gamle* og *Nye Kjøli*, ganske nær hverandre. Det antas nu, at begge i virkeligheten er anlagt på det utgående av samme leiested, og at det ubearbejdede mellemparti av omtrent 125 m. strøklengde er forsenket en del ved forkastninger. Ved boringer er det påvist at der også fins malm i dette mellemparti, og forekomstens samlede strøklengde skulde

derved bli omtrent 600 m. Malmmektigheten er liten og i middel noget under 1 m. Større mektighet enn 3 m. har intetsteds vært påtruffet. Malmarealet loddrett på fallretningen er omkring 550 m².

På grunn av foldningen er fallretningen noget forskjellig i de to gruber, i Gamle Kjøli mot NV, i Nye Kjøli mot V. Fallvinkelen er temmelig liten og varierer adskillig i de forskjellige deler av gruben, men kan i middel visstnok settes til 15—20°.

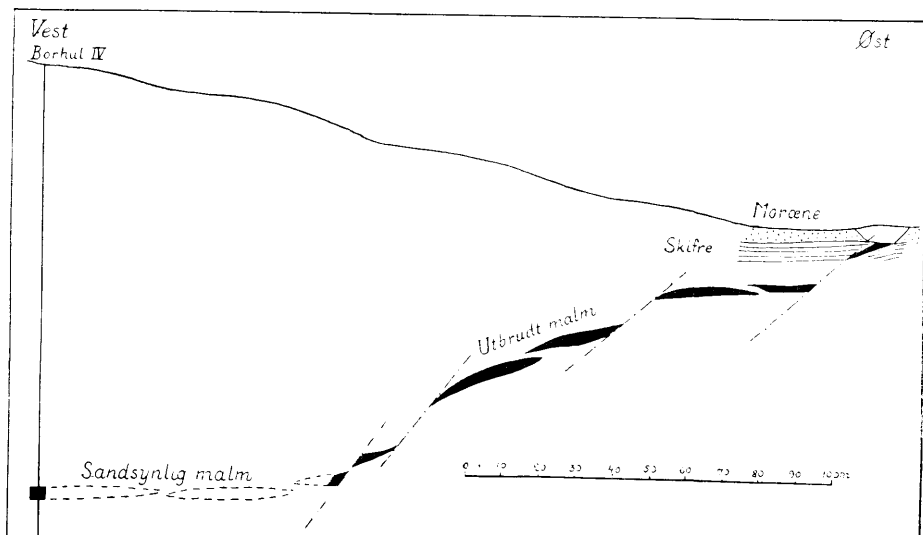


Fig. 11. Nye Kjøli grube. Idealisert tverrprofil. Av GUNNAR AASGAARD.

Forekomsten synes ikke å ha nogen fremtredende akseretning som Killingdal. Hvis der eksisterer en sådan retning har den ennå ikke kunnet fastsettes innenfor det forholdsvis begrensede dyp, hvortil gruben hittil har vært drevet. Forekomsten synes derimot å bestå av en rekke linser, som delvis er anordnet „stjert om stjert“ og dessuten er opstykket ved en rekke forkastninger (fig. 11). Derfor kan vi ved denne grube foreløbig ikke regne med en sådan regelmessig fortsettelse mot dypet som ved de typiske kislinealer.

I virkeligheten er det temmelig umulig å angi pålitelige tall for malmförrådene her, og ingeniör Aasgaard har også

avstått fra noget forsøk på det. Et sådant kan for tiden bare baseres på de statistiske resultater fra grubedriften hittil, i forbindelse med resultatene fra de forholdsvis få borhull. Når jeg av hensyn til summeringen for det hele land nedenfor anfører nogen tall for malmforrådene, må de derfor bare betraktes som anslagstall.

Beregnet i horisontalprojeksjon er etter Aasgaard arealet av de hittil utdrevne partier av malforekomsten 55 375 m², som har gitt en midlere produksjon av 4 ton eksportkis pr. m². Hvis dette tall antas å være konstant for hele feltet over den samlede strøklengde av 600 m., svarer det til en produksjons- evne av ca. 2 000 tonn pr. m. i fallretningen. Strossning har hittil vesentlig funnet sted inntil en skrå dybde (i fallretningen) av 160 m., opfaringsarbeider til maksimum 230 m. (75 m. loddrett under det utgående), og malm er påvist i borhull inntil 250 m. skrå dybde.

Beregnet inntil det sistnevnte dyp, skulde forekomsten i alt ha inneholdt ca. 500 000 tonn malm, hvorav 220 000 tonn (inklusive den eldste drift) er utdrevet og ca. 280 000 tonn skulde gjenstå som påvist og sannsynlig malm.

De gjenstående partier i gruben kan ganske visst formodes å gi en noget lavere produksjon pr. m² enn de allerede utdrevne, men dette vil delvis utjevnes ved at forekomsten i dypet synes å ha en større strøklengde enn det ovenfor anførte middeltall. Settes det gjenstående totalkvantum til nevnte dyp til 250 000 tonn kan vi som provisoriske tall benytte:

<i>Påvist malm</i>	<i>ca.</i>	<i>100 000 t.</i>
<i>Sannsynlig malm</i>	<i>„</i>	<i>150 000 „</i>
<i>Mulig malm</i>		<i>Betydelig.</i>

Rødhammer forekomst.

Forekomsten er beliggende 12 km. fra jernbane og 990 m. over havet. Den har aldri vært gjenstand for grubedrift av betydning, men blev i 1917 undersøkt ved diamantboringer og en del skjerpningsarbeider, og blev påvist å være meget betydelig.

Malmen forekommer i glimmerskifer, som faller 60—70° mot ØSØ, og som er gjennemsatt av parallellintrusjoner av gabbro og trondhemit, som står i nøie forbindelse med malmen. Hovedmalmen er påvist i dagen over en strøklengde av 300 m., med fall ca. 65° mot øst og nogen dragning i felt mot syd.

Det nøiaktige malmareal for det hele felt er ennå ikke bragt på det rene, men for en strøklengde av 100 m. er malmen påvist ved borhull til en midlere skrå dybde av 35 m. Middelmektigheten var her 10 m., hvorav 2—3 m. holder 43,5% S, resten er operedningsmalm med omtrent 39% S. Malmarealet for denne del av forekomsten er følgelig 1 000 m² og produksjonsevnen 3 600 tonn råmalm pr. m. efter fallet.

Hovedmassen av malmen holder under 0,1% Cu, men besynderlig nok blev der i et borhull påvist en del malm med 1,64% Cu og 43,66% S over en mektighet av 2,1 m. Da dennes utstrekning imidlertid ikke er kjent, er det foreløbig tryggest ikke å regne med nogen kobbergehalt. Den vanlige malm er en grovkornig svovelkis med kvarts-grunnmasse, meget lett å anrike. Da forekomsten neppe kan drives uten et operedningsverk vil formodentlig omtrent all malm komme til å passere dette. Ved en anrikning til 47% S kan man i middel for det hele regne med 75% koncentrat i forhold til råmalmen, og altså en produksjonsevne av 2 700 tonn eksportmalm pr. m. efter fallet. Til borhullenes midlere dyp (35 m.) får man altså 95 000 tonn eksportmalm.

Som sannsynlig malm kan man regne med et malmareal over forekomstens hele lengde av minst 1 600 m², svarende til 4 300 tonn eksportmalm pr. m., som her beregnes til 100 m. dyp efter fallet.

Forrådene av eksportmalm blir altså:

<i>Påvist malm</i>	95 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	335 000 „
<i>Mulig malm</i>	Meget betydelig.

Dessuten har man i hovedforekomsten en del fattigere impregnasjonsmalmer, som ikke er medregnet i ovenstående tall. Videre er der 50—100 m. i det liggende (mot vest) to

parallele kisimpregnasjonssoner, 20—30 m. mektige, som er synlige på lang avstand som markerte rustbånd. De faller derfor meget mer i øinene enn hovedforekomsten, som i dagen er utlutet til et kvartsskelet, og var derfor gjenstanden for den første lille prøvedrift. Deres svovelgehalt er så vidt vites ikke bragt på det rene, og det er ganske usikkert om partier av dem vil kunne anrikes sammen med hovedmalmen.

Gresli grube.

Denne grube ligger i Tydalen herred, i Neas dalføre, 270 m. over havet og 12 km. NNØ for Rødhammer forekomst, som den ligner meget, både med hensyn til geologi og malmtype. Malmen har imidlertid et betydelig lavere svovlinnhold, som varierer mellom 21⁰/₀ og 40⁰/₀ S og et noget høiere kobberinnhold, fra 0,5⁰/₀ til 2⁰/₀ Cu. Fallet er omtrent 35° sydlig.

Forekomsten har i dagen en lengde av 130 m., et malmareal, loddrett fallretningen, av omtrent 250 m² og en produksjonsevne av omtrent 850 tonn råmalm pr. m. efter fallet. To borhull har skåret malmen:

	Mektighet	Midlere gehalt	
		S	Cu
Borhull I	3,41 m.	25 ⁰ / ₀	1,0 ⁰ / ₀
Borhull II	2,25 „	39,8 „	1,12 „

Ved opberedning vil den omtrent gi 1 tonn eksportmalm av 2 tonn råmalm, og produksjonsevnen blir da 425 tonn eksportkis pr. m.

Ved borhullene er malmen kjent til en midlere dybde av 30 m. efter fallet, og efter fradrag av det i gamle dage utdrevne kvantum, betegnes dette som påvist malm. Sannsynlig malm beregnes til en samlet dybde av 100 m.

<i>Påvist malm</i>	10 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	30 000 „
<i>Mulig malm</i>	425 „ pr. m. videre.

Meraker grubefelt.

Innen et område av 35 km. lengde i nord-syd og optil 10 km. bredde i øst-vest er der her et stort antall av små og middelstore gruber tilhørende A/S Meraker gruber. Området kan deles i:

Et østlig belte, vesentlig med kobbermalm, som optrer i glimmerskifre av Rørosgruppen med noen små intrusjoner av gabbro.

Et vestlig belte, førende overveiende svovelkisforekomster med lav til midlere kobbergehalt, som optrer innen et betydelig felt av mer eller mindre skifrige gabbroidale eruptiver, gjennom-satt av trodhjemitiske ganger.

Kobbermalm har alltid vært Merakergrubenes viktigste produkt, og de har vært drevet på kobber siden omkring 1750. Svovelkis har vesentlig vært produsert i årene 1905—10 og 1915—18. Siden 1921 har alle grubene vært nedlagt. Distriktets samlede svovelkisproduksjon har vært 72 000 tonn, hvorav den største del er levert av Mandfjeld grube, mindre mengder fra Fondfjeld og Thorsbirk.

Lillefjeld grube, som tilhører det østre belte, har alltid vært distriktets hovedgrube. Skjønt den også fører svovelkis har kobberinnholdet alltid vært så betydelig, at omtrent all malm er forsmeltet på kobber, uten at svovlet blev utnyttet. I eldre tid og i den største del av gruben holdt malmen 6⁰ Cu. I dens nuværende dypeste etasje, i 360 m. dybde efter fallet (som er 60) holder malmen i middel 3,5⁰ Cu, 21⁰ S og 3⁰ Zn. Vi kan altså ikke regne med svovelkisforråd her.

De egentlige svovelkisgruber i det vestre belte er:

Mandfjeld grube, som nu ansees uttømt for drivverdig malm.

Thorsbirk grube, som fører en typisk, men liten kislineal med 40 m. feltlengde og ca. 80 m² malmareal. Malmen er fulgt ved grubedrift til 210 m. dybde efter fallet (som er 45), og produksjonsevnen har i middel vært 65 tonn kis med 4⁰ Cu + 75 tonn kis med 1,5⁰ Cu. Dertil kommer en sone av kobberfattig svovelkis, som i gamle dage blev efterlatt i gruben, og hvorav der til nevnte dybde kan antas å gjenstå ca. 10 000 tonn

Som sannsynlig malm betegnes en fortsettelse 50 m. videre efter fallet, med ca. 7 000 tonn svovelkis à 38⁰/₁₀₀ S og 3⁰/₁₀₀ Cu.

Fondfjeld grube inneholder i hovedsaken bare impregnasjonsmalmer. Av disse er der ved boringer påvist ca. 110 000 tonn med 19⁰/₁₀₀ S og 0,4⁰/₁₀₀ Cu, svarende til omtrent 35 000 tonn konserter. Under nuværende forhold er forekomsten helt udrivverdig, og derfor opføres forrådene bare som sannsynlig malm, til tross for at de er påviste.

Det fremgår av ovenstående at Merakerdistriktet for tiden må ansees ganske ubetydelig som svovelkisfelt. For hele distriktet opføres forrådene som:

<i>Påvist malm</i>	10 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	42 000 „
<i>Mulig malm</i>	<i>Neppe meget.</i>

Efter å ha omtalt forekomstene i Trondhjemfeltets østlige kistrag går vi så over til forekomstene i det centrale område, Dovre med omgivelser.

Vaarstigen forekomst

er beliggende i Drivdalen nord for Kongsvold, 1 000 m. over havet og ganske nær Dovrebanen.

Over en strekning av ca. 2,5 km. langs østsiden av dalen kan man følge rustne bånd som viser kisimpregnasjoner. Innen disse er påvist en rekke linser av rikere malm med op til 5 m. mektighet, strykende N—S og med 10—30[°] østlig fall. Et utilstrekkelig undersøkelsesarbeide blev utført 1910—11, men det meste av feltet er ennu litet undersøkt og malmarealene er ennu ukjent. Det er mulig at der kan foreligge betydelige forekomster.

Feltet fører delvis eksportkis med 46⁰/₁₀₀ S, men for den overveiende del bare opberedningsmalm med 35⁰/₁₀₀ S samt impregnasjoner. Kobbergehalten er overalt meget lav, bare 0,04⁰/₁₀₀ Cu, og det samme er tilfelle med sinkgehalten.

Hemtjønhø forekomst

ligger SØ for foregående, hele 1 400 m. over havet og i 11 km. luftlinje fra jernbane. Den blev funnet i 1918 og er en av de nyeste betydeligere kisforekomster, som er funnet i vårt land. Siden har den vært undersøkt ved omfattende røskningsarbeider, 24 diamantborhull og en stoll.

Omgivelsene er næsten fullstendig morénedekket, geologien litet kjent og malmarealet av det utgående ennu utilstrekkelig fastsatt.

Det overveiende grunnlag for beregning av forekomsten får man av borhullprofilene, men det bemerkes at disse ikke synes å ha vært gjennomgått av uinteresserte sakkyndige. De beregninger av malmforrådene som jeg har utført på basis av det foreliggende materiale, gives derfor med denne reservasjon.

Malmen er rik svovelkis med i middel omtrent 46⁰/₀ S og meget lavt kobber- og sinkinnhold. Dens begrensning er gjennomgående skarp, og opberedningsmalme forekommer underordnet. Kisimpregnasjoner av adskillig mektighet er flere steder påvist i borhullene, men deres svovelinnhold er ikke kjent. En generalanalyse av den vanlige malm viser:

S	48,56 ⁰ / ₀
Fe	42,75 „
Cu	0,04 „
Zn	null
As	0,00 „
SiO ₂	7,22 „
Al ₂ O ₃	1,05 „
CaO.....	0,64 „
MgO	0,21 „
	<hr/>
	100,47 ⁰ / ₀

Forekomsten består av en rekke malmlinser, som er påvist innenfor et distrikt av omtrent 1 800 m. lengde og en maksimal bredde av 300 m.

Strøket er oftest NNØ og malmens fall i middel 65—70° østlig. Det er mulig at den har nogen dragning i felt mot NØ.

Størsteparten av borhullene skjærer malmen på en midlere dybde av 30 m., og på dette nivå er malmarealet best kjent. Den maksimale mektighet som er påtruffet i borhullene er 10 m.

Hvis vi bortser fra alle impregnasjonsmalmer, fra de små malmlinser og fra de litet undersøkte fortsettelser av de større linsler får vi et malmareal, loddrett fallet, av 3 400 m² ren malm.

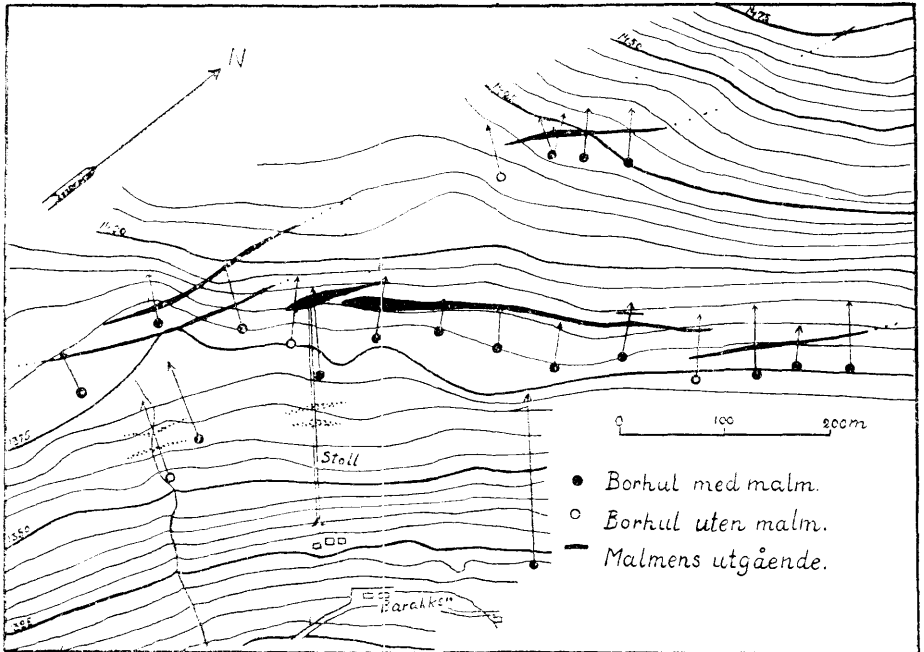


Fig. 12. Kart over Hemtjønhø forekomster.

Dette svarer til en produksjonsevne av 13 500 tonn pr. m. efter fallet.

Hovedmalmen er videre påvist i stollen, på 70 m. dyp efter fallet, og i det eneste dype borhull, på 220 m. Den hadde her en mektighet av 4 m. eller det samme som i tilsvarende profil høyere oppe.

I henhold til ovenstående beregnes malmforrådene som følger:

Påvist malm: Hovedlinsen til 70 skrå bybde, de andre linsler til 30 m.
Sannsynlig malm: — 250 — „ — „ — 100 m.

<i>Påvist malm</i>	700 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	1 600 000 „
<i>Mulig malm</i>	Meget betydelig.

Få kilometer lenger mot NØ er der en del svovelkisforekomster ved *Elgsjøen*. De er av omtrent samme type, men så litet undersøkte, at deres betydning ennå ikke er kjent.

Røstvangen grube.

Planche III.

Gruben ligger 950 m. over havet, og er forbundet med jernbanen nær Tønset ved en 23 km. lang taugbane.

Den var i kontinuerlig drift 1906—20 med en samlet produksjon av 205 000 tonn eksportkis. Dennes midlere innhold har vært omtrent 43% S, 2,65% Cu, under 1% Zn og med 0,01% As. Edelmetallinnholdet er 10—80 gr. sølv og 0,3—2 gr. gull pr. tonn. Der synes å ha funnet noget sekundær anrikning sted, så malmen nær det utgående i middel holdt ca. 3,5% Cu.

Distriktet er oppbygget av glimmerskifer, på flere horisonter med betydelige parallellinstrusjoner av gabbroidale bergarter, som nu er metamorfosert til skifrige amfiboliter. Hele serien ligger i undulerende folder, og danner ved gruben en stor saddel. Forøvrig er strøk og fall her temmelig varierende, men foldingsaksenes retning holder sig konstant og faller 20° mot SSØ.

Malmene forekommer hovedsakelig på grensen mellom glimmerskifer og amfibolit og kan henføres til to forskjellige horisonter, vesentlig med amfibolit mellom dem. På hver av disse horisonter er malmen imidlertid ikke sammenhengende, men danner en rekke linealer av drivverdig malm parallelt foldingsaksen, som det tydelig sees av planche III. Forekomsten får derfor 4 hovedpartier:

Øvre og Undre Østre malm
og — — *Vestre* —

Hver av de to sistnevnte er atter opdelt i to malmlinealer, med udrivverdige partier mellom dem. Alle de således fremkomne 6 malmpartier er nu utdrevet eller opfaret ved grubedrift i hele deres drivverdige utstrekning. Som det sees er de i det store og hele parallelle, og det er også påfallende at deres aksiale lengder er nogenlunde like stor, mellom 145 og 175 m.

Malmens mektighet har variert meget. Enkelte steder har den dannet stokker på op til 15 m. tykkelse, men som regel har den vært langt mindre, og rik malm har vært brutt helt ned til 0,3 m. tykkelse. Det er videre bemerkelsesverdig, at i de dypere (sydlige) deler av gruben er de forskjellige malmlinealer temmelig skarpt begrenset og adskilt ved helt uholdig fjell. Den Øvre Østre malm hadde således her et helt stokkformig tverrsnitt med større tykkelse enn bredde. I de høiere deler av gruben derimot nærmer de øvre og undre malmlinealer sig til hverandre, og er delvis direkte forbundet ved impregnasjoner. Likeledes er Undre Østre og Undre Vestre malm her direkte forbundet ved sammenhengende fattigere operedningsmalmer og impregnasjoner, så det med sikkerhet er påvist at de tilhører samme horisont.

Den vanlige eksportkis er en middels-kornig svovelkis med grunnmasse av kobberkis og magnetkis. I den Øvre Østre malmstokk var der en meget betydelig masse av svovelfattig magnetit, helt inne i svovelmalmen, nær dennes undre grense.

Mere enn halvparten av råmalmen fra gruben har bare vært operedningsmalm med ca. 25⁰/₀ S og 1,75⁰/₀ Cu. En av hovedårsakene til det økonomisk dårlige resultat av driften her var derfor, at operedningsverk ikke blev bygget itide, så denne malm måtte lagres i lang tid, og ennå den dag idag for en betydelig del ligger uutnyttet på grubebakken.

Forrådene av eksportkis i gruben er nu praktisk talt uttømt, og tross omfattende diamantboringer har det ikke lykkedes å finne nye malmer av betydning. Derimot gjenstår der betydelige masser av operedningsmalm i gruben, hvorav ca. 100 000 tonn er påvist ved opfaring. Videre er ca. 80 000 tonn av sådan malm lagret på grubebakken. Samlet kan disse malme antas å inneholde i middel ca. 23⁰/₀ S og 1,6⁰/₀ Cu. I henhold til erfaringene fra det tidligere vaskeri gir 1 tonn av råmalmen i middel 0,4 tonn konserter med 40⁰/₀ S og 2,5⁰/₀ Cu. Beregnet som eksportmalm får vi altså følgende forråd:

Påvist malm 70 000 t.
Sannsynlig og mulig malm Begrenset.

Omtrent 7 km. lenger vest har det samme selskap to gruber i Børsjøhø. Den ene av disse, *Børsjøhø grube*, er en betydelig

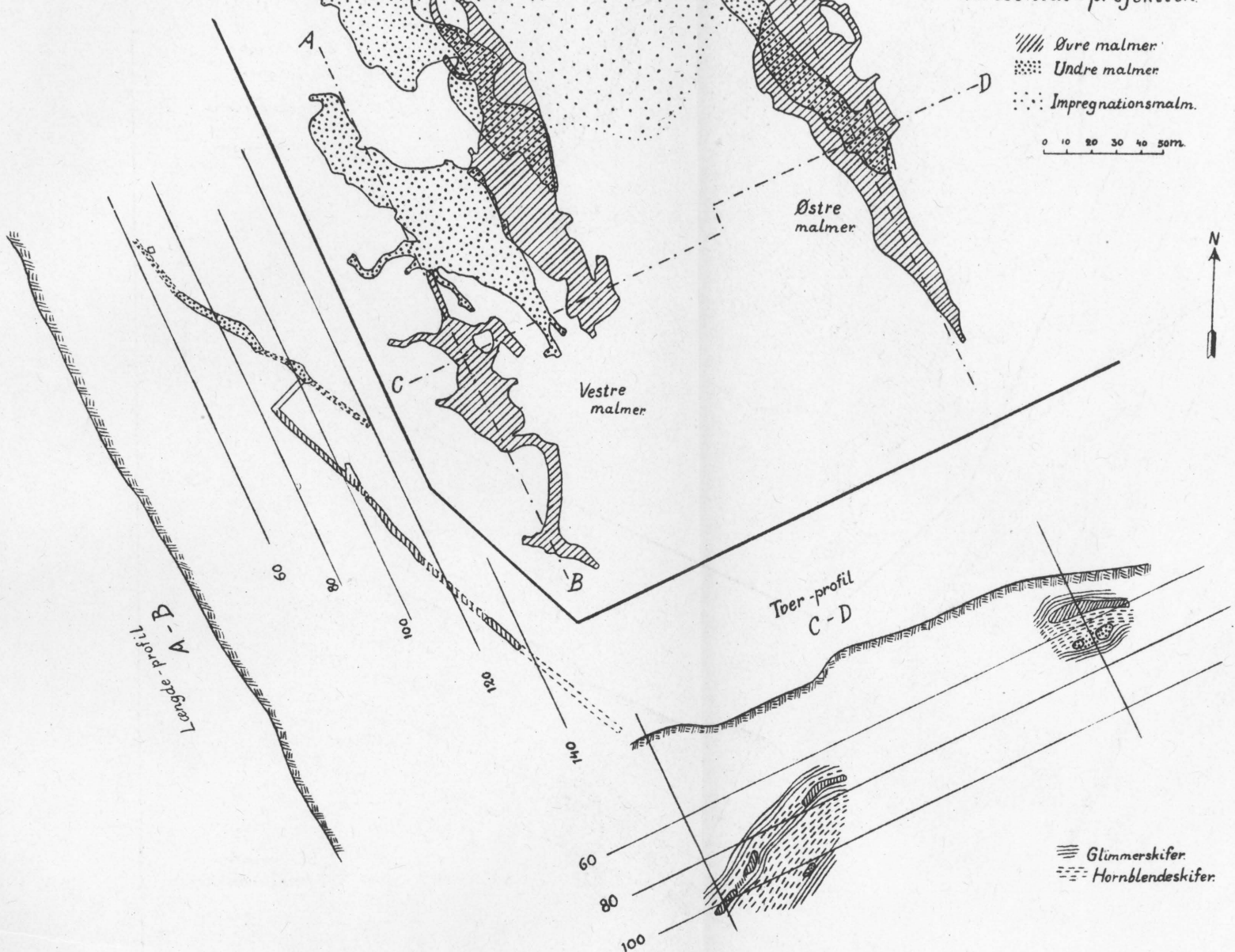
Malmens utgaaende.

Röstvangen Grube.

Horizontal-projektion.

- /// Øvre malmer
- Undre malmer
- Impregnationsmalm.

0 10 20 30 40 50 m.



Løngde-profil
A-B

Toer-profil
C-D

- ≡ Glimmerskifer.
- Hornblendeskifer.

forekomst av lavprosentig kobbermalm, men vil ikke kunne spille nogen rolle som svovelkisprodusent.

Den annen, *Finhauggruben*, er en liten forekomst av rik svovelkis med ca. 47⁰/₀ S og 0,85⁰/₀ Cu. De påviste malmforråd her er ca. 10 000 tonn, som altså kommer i tillegg til Røstvanggrubens forråd.

Påvist malm 10 000 t.
Sannsynlig og mulig malm Meget begrenset.

De gamle *Kviknegruber* ligger 18 km. lenger mot nord. De blev drevet på kobber fra 1631, og er således de eldste kobbergruber av betydning i Trondhjems distrikt. Deres samlede produksjon av metallisk kobber har vært 3 000—3 500 tonn. Den samlede mengde utbrutt malm har vært anslått til 200 000 tonn. I det minste 2 av grubene har vært drevet på kobberholdig svovelkis, og skulde derfor under nutids forhold kunne drives som svovelkisgruber. Imidlertid har de ikke vært lenset på over 100 år, delvis ennu meget lenger tilbake, så man har svært litet begrep om deres malmforråd eller produksjonsevne. Der kan være betydelige muligheter. En mengde kiskjerp finnes også i det omgivende distrikt.

Indset grube, videre 25 km. mot NV, er også gammel og nokså litet kjent. Den fører en kobberfattig svovelkis, som har vært drevet over en strøklengde av 200 m., men med liten mektighet. Forekomsten synes ikke å være betydelig.

Undals grube.

Av bergingeniør TH. BRODTKORB.

Planche IV.

Gruben ligger 87 km. syd for Trondhjem, 490 m. over havet, og er forbundet med jernbanen ved en 1,6 km. lang taugbane.

Forekomsten har vært kjent fra midten av det 17de årh. I en kort tid blev den drevet på kobber, og i årene 1863—76 og 1915—22 på svovelkis i forholdsvis liten skala, med en samlet produksjon hittil av ca. 40 000 tonn.

Malmen er innleiret parallelt med skifriheten i fyllitisk glimmerskifer, mot hvilken den har temmelig skarpe grenser. Den har typisk lineal- eller stokkform med oftest linseformig tverrsnitt og akseretning efter fallet, som er 45° østlig. Malmlinealens drivverdige feltlengde er ca. 80 m., hvorefter den kiler ut til begge sider. Mektigheten er oftest 3—6 m., men når enkelte steder op i 10 m. Malmarealet, loddrett på akseretningen, er 480 m².

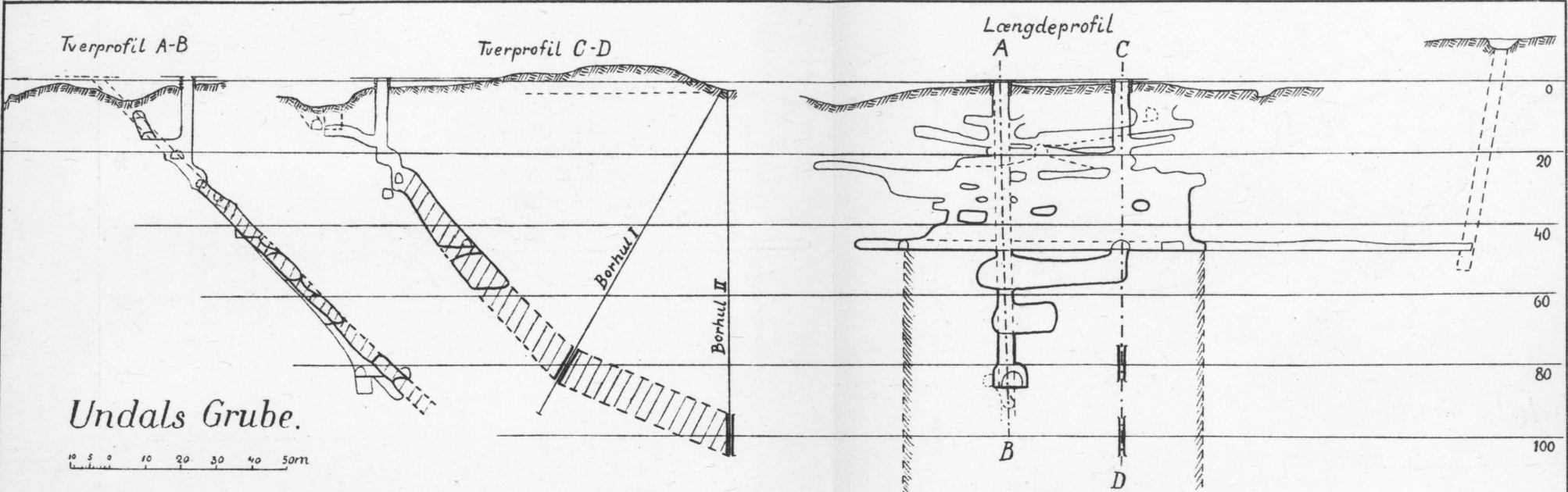
Ned til 44 m.-etasjen (vertikalt under dagen) er kisen i hovedsaken avbygget, til 84 m.-etasjen er den opfart ved grube-drift, og til 110 m. vertikalt dyp (150 m. efter fallet) er den påvist ved diamantboringer. Disse undersøkelser har vist, at malmen fortsetter med uforandrede dimensjoner. Erfaringen fra andre typiske kislinaler i Norge viser, at man har rett til å formode en meget betydelig utstrekning mot dypet.

Malmen, som er hård og finkornig, består av svovelkis med små mengder kobberkis, sinkblende og magnetkis. Magnetkisen forekommer hovedsakelig i leiestedets sydlige utkilende parti. Det midlere kobberinnhold er ca. 1,0%. Sinkinnholdet kan i eksportkisen nå op i 1,75%. Gangmineraler er vesentlig kvarts, samt litt kalkspatt og hornblende. Svovelinnholdet varierer betydelig, og når i malmens hengende del op i 48—49%. I almindelighet er det adskillig lavere, særlig i malmens mektigste partier.

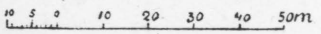
Ved enkel skeidning leveres en eksportkis med 40—41% S, og da kan som regel småtyet fra gruben også medtas. De fattigste partier gjensettes som bergfester. På denne måte vinnes ca. 60% eksportvare av råmalmen. Ved et opberedningsanlegg vilde svovelgehalten i eksportkisen kunne bringes adskillig høiere op, og mere av råmalmen utnyttes.



En generalanalyse av den produserte stykkmalm viser:

	°o
S	41,13
Fe	43,17
Cu	1,15
Zn	1,86
Pb	1,96
As	0,00



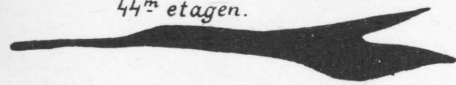
Undals Grube.



 Helt eller delvis gjenstående malm.
 Grænse for drivværdig malm.



Horisontalsnit av malmen.
 44^{te} etagen.



SiO ₂	6,57
Al ₂ O ₃	1,39
CaO	1,98
MgO	0,55
H ₂ O ÷	0,07
	99,87

Bi, Cd, Ni..... Null

Malmforrådene, beregnet som eksportkis, er:

Påvist malm

Vesentlig opfart i gruben (til 84 m. nivå).....	30 000 t.	
Påvist ved borhull til 110 m. nivå (150 m. efter fallet)	50 000 „	
		80 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i> , videre 150 m. efter fallet		165 000 „
<i>Mulig malm</i> , ca. 1 100 tonn eksportkis pr. m. efter fallet		<i>Betydelig.</i>

I grubens naboskap er der flere skjerp som viser lignende malm, men som endnu ikke er undersøkt.

Fløttum grube.

Denne er den nordligste innen det centrale område, og er beliggende på sydsiden av Guldalen, 7 km. fra jernbane og ca. 500 m. over havet,

Forekomsten har vært gjenstand for en langvarig og meget omfattende opfaringsdrift, men hittil bare høist ubetydelig produksjonsdrift. Når der til tross herfor ikke kan oppgis nogen data over malmforrådene, kommer det av at forekomsten er meget uregelmessig. I det store og hele er malmen bundet til en bestemt sone med strøk NV—SØ og fall ca. 40° mot SV, og innenfor denne forekommer de drivverdige malmpartier som linsler. I alt er sonen påvist i en strøklengde av 270 m.

Malmen er temmelig kompleks, og adskiller sig ikke litet fra våre vanlige kisforekomster. Ifølge eldre opgaver er dens sammensetning:

	0 0
Svovelkis og magnetkis	53
Sinkblende	10 med 0,2 0 0 sølvinnhold
Kobberkis	5,3 „ 0,012 - —
Blyglans.....	0,6 „ 1,5 - —
Fahlerts	spor „ 0,5 - —
Bergart.....	30

Magnetkis spiller en temmelig fremtredende rolle. Sølv- og arsengehalten er større enn i våre vanlige kismalmer.

Forekomsten er lovende, men malmen er oppberedningsteknisk temmelig vanskelig å utnytte.

Trondhjems-distriktets nordvestlige kisdrag, som vesentlig følger grønnstensformasjonen, begynner i sydvest i Rennebu og Rindalen. Her har vi en hel del smågruber og skjerp, hvorav kan nevnes *Jordfjeld* grube i Rennebu og *Trøkna* og *Lommunda* gruber i Rindalen. Ingen forekomst i disse områder synes imidlertid å ha nogen særlig betydning, eller ha nevneverdige malmmengder påviste, og de forbigåes derfor her.

Først i Meldalen møter vi atter et betydelig kisdistrikt med Løkken grube, som ved siden av Jomafeltet er landets betydeligste kisforekomst.

Løkken grube.

Denne grube, som tilhører „Orkla Grube-aktiebolag“, ligger i Meldalen, omtrent 245 m. over havet, og er forbundet med havn ved en 25 km. lang elektrisk jernbane.

Den blev drevet på kobber fra midten av det 17de årh. og produserte i alt omkring 11 000 tonn metallisk kobber foruten senere eksportert kobbermalm. Fra 1861 begynte en svovelkisproduksjon i liten målestokk, men først efter bygningen av banen og et moderne grubeanlegg begynte det nuværende selskaps storproduksjon i 1910. I 1925 nådde produksjonen op i 281 693 tonn eksportkis, og anleggets kapasitet er enda noget større. Den samlede kisproduksjon til utgangen av 1925 er 2 170 000 tonn.

Forekomster optrer innen et stort område av mer eller mindre skifrige grønnstenslavaer, med en intrusiv gabbromasse i forholdsvis kort avstand over malmen. Denne siste gjennomsettes av en del dioritiske ganger.

De for publikasjon tilgjengelige opplysninger om denne grube er temmelig sparsomme, og nedenstående beskrivelse er derfor mere kortfattet enn ønskelig kunde være.

Forekomsten består av 3 parallelle malmlegemer, med strøk Ø—V og fall mot nord. Alle har en meget sterk draging i

felt mot vest, således at lengdeaksen bare har et fall av omtrent 10° i strøketretningen, og malmen således holder sig på forholdsvis moderat dybde. 380 m.-etasjen er for tiden grubens dypeste etasje.

Hovedmalmen har en typisk stökkform med stor mektighet og forholdsvis uregelmessig begrensnig. Bare dens østlige ende går ut i dagen. Tverrprofilene av den har en adskillig varierende form, men de mest typiske kan karakteriseres som en tykk, konveks-konkav linse i 45° posisjon. Fallvinkelen kan således variere mellom 90° og 0° i øvre og nedre del av et sådant snitt. Malmtykkelsen i de centrale deler av profilet er omkring 50 m. og kan enkelte steder endog gå op i 70 m. Malmstokken er ved grubedrift opfart i en lengde av over 1 300 m., hvilket er avstanden mellom Fearnleys og Wallendahls sjakter. Fortsettelsen er påvist ved boringer, så dens samlede kjente lengde nærmer sig 2 300 m.

Omtrent 60—80 m. i hengen av hovedmalmens østre del har man *Indien*-malmen, og ennu 40 m. videre mot hengen er *Bakindien*. Begge disse synes å ha adskillig kortere lengdeutstrekning og har en mere regelmessig mektighet av 3—10 m. med fallvinkel 45°.

Adskillige forkastninger gjennomsetter malmene, men de er på langt nær så tallrike og betydningsfulle som man tidligere antok, før malmstokkens retning var kjent.

I liggen av østre del av hovedmalmen, delvis også av *Bakindien*, har man et tynt, maksimum 1 m. mektig lag av finkornig, båndet svovelkis av Leksdalstypen, vekslende med „svartberg“ (stilpnomelan-magnetit) og delvis med jaspis. Videre mot vest synes dette å gå over til et 1—2 m. mektig lag av massiv, rød jaspis, og til slutt forsvinner også det. Det har en meget skarp grense mot grønnstenen i liggen og også forholdsvis skarp grense mot den vanlige svovelkismalm, som undertiden fører inneslutninger av jaspis.

Den vanlige malm er en middelskornig svovelkis med et betydelig kvartsinnhold, og meget hård. Den eksporterte kis har i middel ført 42% S og 2,3% Cu.

Kobberinnholdet varierer betydelig, fra temmelig lavt til 6% Cu og mere, og der synes ikke å være nogen bestemt

regel for dets fordeling innen forekomsten. Alle malmtyper blandes til et eksportprodukt av midlere gehalt. Sinkinnholdet kan også i enkelte partier være betydelig, andre bestanddeler er helt underordnede.

	Ny general-analyse av råmalmen 0,0	Eldre analyser	
		Fhv. rik råmalm 0,0	Koncentrat 0,0
S	42,22	44,48	45,26
Fe	36,30	38,32	39,26
Cu	2,63	2,59	1,89
Zn	2,35	1,92	2,84
Pb		0,03	0,02
Ni, Co		0,09	0,11
As	0,023	0,05	0,02
SiO ₂	15,00	5,86	6,34
Al ₂ O ₃	0,69	3,70	1,94
MgO	0,29	0,18	0,19
CaCO ₃	0,52	2,68	1,79
	100,02	99,90	99,66

Sølvinnholdet er 20—60 gr. pr. tonn, gullinnholdet under 1 gr. pr. tonn.

Råmalmen blir nu ikke lenger anriket, men knuses ned til „furnace size“, og samtidig blir de medfølgende gråbergstykker fjernet.

I det hengende av østre del av hovedgangen er der en meget betydelig mektighet av brecciemalm, et nettverk av tynne kryssende årer av svovelkis og kvarts i forholdsvis massiv grønnsten. I eldre tid blev denne delvis drevet på kobber, men nu brytes den ikke mere, og det er tvilsomt om større partier av den er tilstrekkelig rik som opberedningsmalm.

Hvad malmförrådene angår kan jeg bare gi den meddelelse, som verkets direktør har vært så elskverdig å sende mig:

„På grunnlag av våre grubeprofilen og tallrike diamantborhull har vi beregnet den sikkert konstaterede malmmengde til ca. 16 millioner tonn. Malmen fortsetter imidlertid utenfor det undersøkte område, og hvor langt den strekker sig videre er det for tiden umulig å bedømme“.

Påvist malm 16 000 000 t.

Sannsynlig malm ?

Mulig malm Meget betydelig.

I Løkkens omgivelser er der flere andre kisgruber, som tilhører samme selskap og er beliggende innen samme grønnstensfelt. De er langt mindre og har i alt produsert omkring 60 000 tonn svovelkis foruten en betydelig mengde kobbermalm. De viktigste er *Høidal* og *Dragset* gruber. Mindre betydning har *Grefstadfjeldets* og *Holum* gruber hatt, samt *Aamot* grube, som vesentlig har vært drevet på kobber. Dessuten er der en del andre smågruber og skjerp.

Høidal grube ligger 2,5 km. øst for Løkken og malmen ligner dennes meget i sin optreden, men holder under 1% Cu.

Dragset grube, 8 km. vest for Løkken, har en forekomst av noget annen type. Malmen finnes som forholdsvis tynne linser innen en meget skifrig grønnsten. Den er særdeles kobberrik, og foruten kobberholdig svovelkis har den også produsert en betydelig mengde smeltmalm med op til 12% Cu og 80—200 gr. sølv pr. tonn. Dessuten har den en del meget sinkrik malm, og fører litt magnetit og nær overflaten en del bornit.

Siden de store malmmengder ved Løkken blev påvist har disse gruber vært av mindre interesse for selskapet. Det meste av den kjente malm har tidligere vært utbrutt, og videre opfarings- eller undersøkelsesarbeider har ikke funnet sted.

Omtrent 30 km. ØNØ for Løkken er der i Melhus en rekke små kisgruber innen et NNØ-strykende belte. De viktigste er *Kvaal*, *Flaat* og *Ulriksdal (Skjøla)* gruber med kobberholdig svovelkis, som fører ca. 42% S og 1—1,5% Cu, samt delvis litt kobbermalm. Dessuten har vi *Skjærdingstad* grube med bituminøs kis av Leksdalstypen. med omtrent 38% S og uten kobber.

Under gunstige forhold har disse gruber vært drivverdige, men de er for små til å bli særskilt beskrevet her.

Videre er der fra Selbu til Leksdalen et sterkt mineralisert belte av omtrent 35 km. lengde, strykende ØNØ. Alle forekomster her fører malm av Leksdalstypen, med omkring 40% S, 1—3% bitumen og uten kobber, undertiden i forbindelse med magnetitforekomster. Grubedrift har funnet sted på flere av

disse felter men aldri i sådan utstrekning eller til sådant dyp, at man har lært denne forekomsttypes natur og dimensjoner nærmere å kjenne. Malmene er alltid ytterst finkornige, så selv ved opberedning kan svovelgehalten neppe bli bragt stort over 40^o o.

De viktigste forekomster er i Selbudistriktet: *Langjon*, *Dragsten*, *Kirkclid* og *Løvaadals* gruber, i Leksdalsdistriktet: *Worse* grube, *Hoaas* og *Kleven* forekomster. Deres omtrentlige dimensjoner fremgår av de nedenfor anførte malmarealer, loddrett på fallretningen, for de bedre kjente av dem:

Langjon 400 m², *Dragsten* 250 m², *Worse* 150 m², *Hoaas* 100 m².

Da deres utstrekning eller regelmessighet mot dypet overhodet ikke er kjent, foreligger der intet sikkert kjennskap til malmforrådene, og vi kan bare konstatere, at distriktet i sin helhet har en del muligheter som svovelkisproducent.

Ytterøen grube er en forholdsvis isolert beliggende forekomst i den indre del av Trondhjemsfjorden. I årene 1861—70 var denne grube landets største svovelkisproducent. Nu er den så vidt vites helt uttømt, efter en samlet produksjon av 459 000 tonn svovelkis i årene 1861—1912. Forekomsten bestod av flere kistokker kloss over hverandre, med akseretning omtrent parallellt strøket. Deres lengde var omtrent 320 m., bredden 80 m. og mektigheten gjennomgående 8 m. Det er den eneste norske kisforekomst, som har ført flusspatt i nevneverdig mengde.

I nærheten er der ved *Falstad* og *Stangerholt* en del mindre forekomster som har vært drevet, men de er hittil ikke påvist å være av betydning. Derimot er der funnet en ganske lovende kisforekomst ved *Hø* på Inderøen.

Værdalens kisleit.

Et markert belte med svovelkisforekomster strekker sig langs Værdalen i NNØ retning over 26 km. strøklengde. I den sydlige halvdel av dette område forekommer adskillige små, men skarpt begrensede kisleiter, delvis kobberrike. Ingen av

kisforekomstene her har en sådan størrelse at de fortjener omtale i denne oversikt.

Den nordlige halvdel av området er av en noget annen og nokså eiendommelig type. Utstrakte svovelkisimpregnasjoner, oftest grovkornige, forekommer her innen et belte av grønnstensformasjonen, som delvis er sterkt opbrutt til en breccie, og er gjennemsatt av trondhjemit-intrusjoner. Svovelkiskrystallene er oftest sterkt deformert på grunn av intense stresskrefter. Meget utstrakte arealer fører her impregnasjoner med 5—7 0/0 S. De er uten praktisk interesse. Innen disse impregnasjonsområder finnes her og der tynne strenge av rik svovelkis eller kobberkis, av samme type som i områdets oven nevnte sydlige del. De er for små til å være av nogen verdi.

Innen hele området er der bare funnet et betydeligere felt med rikere impregnasjoner, som kan tenkes å bli av praktisk interesse engang i fremtiden. Det er:

Malsa-feltet.

Dette ligger i øvre del av Værdalen, 35 km. fra havn. Der optrer her en impregnasjonsmalm, som med en midlere gehalt av 15 0/0 S og 0,4 0/0 Cu har en strøklengde av minst 200 m., en midlere mektighet av 10 m. og et malmareal loddrett på fallretningen av minst 2 000 m². Forekomsten er også delvis opfart ved en skråslykt til 104 m. dyp efter fallet, som er 15—40°, og med uforandret gehalt.

Malmen antas å kunne anrikes til 44 0/0 S og 1,5 0/0 Cu, med en midlere utvinning av 1 tonn konsentrat av 4 tonn råmalm, eller omtrent 0,8 tonn pr. m³.

Til 104 m. dyp efter fallet er der altså påvist en malmmengde som svarer til 170 000 tonn konsentrat. Da forekomsten for tiden er helt udrivverdig, opføres den påviste malm bare som sannsynlig malm, og vi bortser fra den videre fortsettelse mot dypet.

Sannsynlig malm 170 000 t.

3. Grong-distriktet.

Alle de svovelkisforekomster som hittil er kjent i Grong-distriktet forekommer innen grønnstensformasjonen, og er geologisk nær beslektet med forekomstene i Hardanger-Karmø

distriktet og særlig med det NV belte av Trondhjems-distriktet. Fremfor alt viser både bergarter og malmer på en rekke punkter overensstemmelser med Løkkendistriktet.

Grong er vårt lands nyeste grubedistrikt, og dets forekomster har bare vært gjenstand for undersøkelses- og opfaringsarbeider, men ennå ikke for nogen produktiv drift. Skjønt enkelte forekomster (som f. eks. Skorovas) har vært kjent i minst 60 år, var det først i 1910 at interessen for distriktet våknet, og det er etter dette år man har påvist alle de store malmförråd som har bragt det op omtrent på höide med det samlede Trondhjemsdistrikt.

Da de malmførende områder i Grong ligger meget avsides, kan der ikke regnes med nogen drift av større betydning før den besluttede jernbane op gjennom Namdalen er bygget. Når denne er fullført vil de 3 viktigste forekomster i Grong få følgende avstander i luftlinje fra jernbanen og følgende transportlengder på jernbanen til nærmeste utskibningshavn, Namsos:

	Avstand fra jernbanen	Transportlengde på jernbanen
Joma	43 km.	107 km.
Gjersvik	20 „	107 „
Skorovas	20 „	87 „

Blandt de mange forekomster i Grong er det bare 4, som har vært gjenstand for opfaringsarbeider, så der kan gis opgaver over deres malmförråd. 2 av disse, Gjersvik og Joma, tilhører A/S Grong gruber, som siden 1918 i det vesentlige eies av den Norske Stat. Samtidig blev den frie muthingsrett i hele den kisførende del av Grongdistriktet ophevet ved en lov av 1918, som ennå står ved makt.

Finbur forekomst.

Den ligger på nordsiden av Sanddølas dal, 300 m. o. h. I denne sydligste del av Grongdistriktet er grønnstenene meget skifrige, med tuffitiske innleiringer, og med ytterst sparsomt av gabbroidale intrusiver. Blandt de tallrike små kisforekomster

som er påvist her, er Finbur den største, men heller ikke den synes særlig betydelig.

Under forekomsten innbefattes 2 selvstendige kisinganger i 750 m. avstand, foruten flere mindre undersøkte felter, alle med strøk øst-vest og fall 70° nordlig.

Den sydlige, *Finburgangen*, er påvist i 210 m. drivverdig feltlengde med 1—3 m. mektighet og omtrent 400 m² malmareal. Produksjonsevnen fra overflaten av blir omtrent 1 500 tonn pr. m. etter fallet. Mot dypet er den påvist ved en skråsjakt til 18 m. dyp med uforandret mektighet, samt ved 3 borhull til maksimum 50 m. dyp etter fallet. Her viste mektigheten sig mindre og dessuten var der en del uoverensstemmelser mellom malmens beregnede og funne stilling, som ikke var opklart da boringene blev avbrutt ved krigens utbrudd.

Den nordlige gang, *Nordgangen*, har mektigheter av bare 0,5—2 m., et malmareal av omtrent 80 m² og en produksjonsevne av omtrent 300 tonn pr. m. Ved boringer er malmen påvist til 45 m. dyp.

Malmen er på begge steder en finkornig svovelkis med i middel ca. 44 0 0 S, og en del magnetit-innhold. Kobberinnholdet er oftest mellom 0,6 og 1 0 0 Cu, sinkinnholdet delvis ganske betydelig.

Følgende analyser er fra sjakten, hvor mektigheten er 2,8 m.:

Malmmektighet	Hengende parti 1,3 m. 0 0	Midt-partiet 1,0 m. 0 0	Liggende parti 0,5 m. 0 0
S	45,05	46,50	42,91
Cu	0,92	1,99	0,76
Zn	0,93	1,42	5,06
Uopløst	3,96	5,40	12,48

Som „påvist“ betegnes malmen til 20 m. dyp i Finburgangen og til 45 m. dyp i Nordgangen. Den sannsynlige malm regnes til lignende dybder videre ned. For Finburgangens vedkommende blir dette bare ned til henimot dypeste borhull, en forsiktighet som begrunnes med den ufullstendige opboring og de ovenfor nevnte uregelmessigheter.

<i>Påvist malm</i>		
Finburgangen	30 000 t.	
Nordgangen	13 000 „	43 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>		45 000 „

Skorovas forekomst.¹

Forekomsten ligger SV for Tunsjøen og 650 m.o.h. I årene 1913—16 blev den undersøkt ved 2 stoller (*Nygruben* og *Gamlegruben*) og 20 diamantborhull og påvist å være meget betydelig.

Den er innleiret i skifrige grønnstene med flatt, undulerende fall, som danner en vid anticlinal. Denne har engang vært overleiret av et utstrakt intrusjonsfelt av trondhjemitiske og gabbroidale bergarter, som nu er bevart fra erosjonen bare rundt periferien, hvor de setter mot dypet.

Malmen har sitt utgående i en liten flat dalforsenkning på fjellsiden, og har vært gjenstand for en enorm oksidasjon, så vi her finner den største jernhatt, som kanskje er kjent i Norge. Ved utflutning av malmen har hengbergarten ved dennes utgående vært gjenstand for recente sammenstyrtinger, så den er oppbrukket i store flak som dekker malmen, og gir inntrykk av en langt mindre malmektighet enn den som virkelig eksisterer.

Malmen er en finkornig svovelkis, oftest med lav kobbergehalt. I Nygrubens stoll, som er drevet nær det utgående av hovedmalmen og går nesten utelukkende i malm, er denne usedvanlig rik på svovel og fattig på kobber, som det sees av nedenstående generalanalyser.

I borhullene er malmens sammensetning mere variabel, og kobberinnholdet er gjennomgående høiere. En midlere analyse fra alle borhull, omfattende bare malm med over 40⁰ S, anføres også nedenfor. Den gir det beste billede av malmlegemetets midlere sammensetning.

¹ Se også:

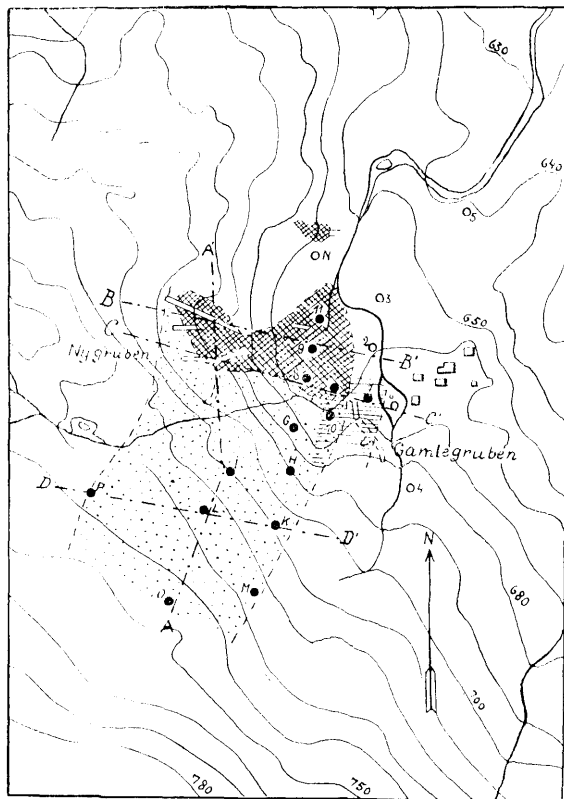
H. H. SMITH: Note on Skorovas Deposit. Trans. Inst. Min. & Met. London 1922

J. H. L. VOGT: Gronggrubene og Nordlandsbanen. Norges Geol. Unders. Skr. nr. 72.

A. BUGGE: Skorovasfeltet i Grong. Tidsskr. f. Kemi og Bergvæsen, nr. 2 1922.

Kart over Skorovas-feltet.

100 50 0 100 200m



Malmen's utgående

Påvist malm

• Borhul med malin

○ Borhul uten malin

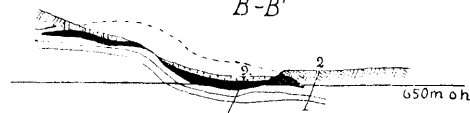
Hængmalmen

Tverprofiler.

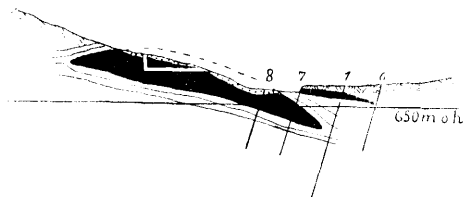
100 50 0 100m

— Maln.
 Jernhat.
 Grønstensskifer

B-B'



C-C'



D-D'

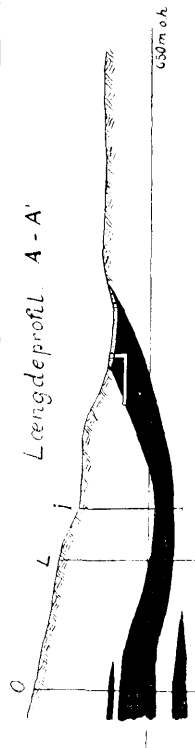
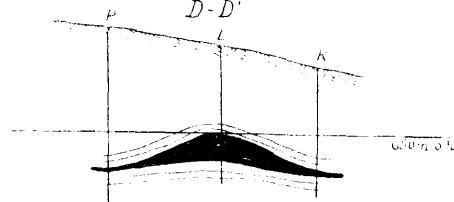


Fig. 13.

	Malm fra Nygruben (nær det utgående) 0 0		Midlere analyse fra alle borhull 0 0
S	51,32	50,97	46,40
Fe	45,35	45,42	41,35
Cu	0,288	0,30	0,98
Zn	null	spor	0,89
Pb	spor	spor	-
Ni, Co	null	0,08	-
As	0,005	0,042	0,04
Se	0,008	0,002	-
SiO ₂	1,50	1,25	4,63
TiO ₂	0,017	-	-
Al ₂ O ₃	-	0,45	1,52
CaO	1,00	0,12	1,08
BaO	null	spor	-
MgO	0,47	0,30	1,32
P ₂ O ₅	0,009	0,014	-
CO ₂	spor	spor	-
O, H ₂ O	0,09	1,15	-
	100,06	100,10	98,21

Cr, Sb, Te, Bi, Mn, F og fritt C kunde ikke påvises i de to førstnevnte analyser.

Malmen fra Nygruben har ved brendingsforsøk vist sig å gi en fortrinlig avbrand (purple ore) med ca. 65% Fe, 0,5—1% S og 0,4% Cu.

Også i enkelte av borhullene fantes betydelige mektigheter av malm med over 50% S, men gehalten varierer forøvrig mellom 40 og 50% S. Kobberinnholdet varierer temmelig meget, fra 0,2 til 4% Cu, i de forskjellige partier av forekomsten, uten at nogen regel for fordelingen kan oppstilles.

Innleirede grønnstenspartier, som må brytes sammen med kisen, beløper sig til bare omtrent 5% av den hele masse.

Man har dessuten i en del av borhullene partier av opberedningsmalm med under 40% S. De utgjør tilsammen omkring 1/10 av eksportmalmmengden, og medregnes ikke i de efterfølgende masseberegninger.

Ved undersøkelsesarbeidene er det nu påvist, at forekomsten består av to utpregede kislinaler med akseretning mot SSV og nesten horisontalt forløp inn i fjellsiden. På grunn av det

flate østlige fall dekker malmens utgående et stort område i bunnen av den nevnte dalsenkning og fjellskråningen, og utgjør her en mere eller mindre tykk erosjonsrest, der som nevnt er dekket av en opptil 5 m. mektig rustmasse, dels in situ, dels transportert.

Videre nordover synes efter forfatterens undersøkelser den fremdeles rustne fjellskråning å være malmens oprinnelige ligg-flate, som nu er blotlagt. Man skulde derfor ikke kunne vente malm av betydning her, iallfall ikke tilhørende samme malmlineal.

Malmlinealen er hittil påvist omtrent fra borhull 9, hvor malmen i dalbunnen har en resterende tykkelse av 9 m. og til det sydligste borhull O over en samlet aksial lengde av ca. 300 m. I to tverrprofiler, B—B' og D—D', er dens bredde temmelig godt kjent, og utgjør ca. 190 m. Forøvrig er malmlinealens østre grense over den nevnte lengde nokså nøie fastslått, og viser sig å forløpe temmelig regelmessig. Derimot har antallet av borhull ikke vært tilstrekkelig til en nøiaktig fastsettelse av den vestre grense. I henhold til de ovennevnte 2 fullstendige profiler i nesten 200 m. innbyrdes avstand forutsettes foreløbig, at også den vestre grense har et lignende regelmessig forløp, så linealens midlere bredde kan settes til 190 m.

I det sydligste borhull O finnes den største mektighet som hittil er påvist i denne malmstokk, nemlig 30 m. ren malm. Dertil kommer at en ny malm blev påvist 10 m. videre i det liggende, og med 10 m. mektighet. Denne nye malm, som bare er kjent i de sydligste borhuller O—M, medregnes ikke i beregningen av påvist malm.

Undersøkelsene er ikke tilstrekkelige til å fastsette det hele malmlegemes midlere mektighet med nogen større nøiaktighet, men på grunnlag av de kjente mektigheter i 13 borhull og observasjoner i Nygruben og forskjellig røsker, kan den settes til minst 10 m. i middel for den hele bredde. Deri er da ikke innbefattet den nye malmstokk i borhull O, heller ikke opberedningsmalmen med under 40 % S eller de viktigste skiferinnleiringer i malmen.

Det midlere malmareal, *loddrett på akseretningen*, blir da omkring 1 900 m². Med en utvinning av 4,25 tonn pr. m³ kan

altså denne malmlineal gi omkring 8 000 tonn pr. løp. m. i akseretningen.

Over og utenfor den østre del av denne malm, 10—15 m. i hengen, er der en annen malmlineal, som er påvist i Gamlegruben og i 4 borhull. Aksen er visstnok parallell hovedmalmens. Den er ennå temmelig litet undersøkt, men synes å ha en bredde av omtrent 60 m. med en midlere mektighet av kanskje 3 m. Hittil er den bare påvist i en aksial lengde av 50 m.

I forhold til hovedmalmen er den påviste malmmengde her temmelig ubetydelig, og da som nevnt dens dimensjoner ennå er usikre og forekomsten viser adskillige uregelmessigheter, innbefattes den ikke under påvist malm.

Som påvist malm beregnes derfor bare hovedmalmstokken inntil et tverrprofil gjennom borhull O. Som sannsynlig malm kan vi trygt regne en fortsettelse av 100 m. i aksial retning. Produksjonsevnen pr. løp. m. er her naturligvis meget usikker, men på grunn av den store mektighet i borhull O, den nyttilkomne malmstokk i liggen og en del bidrag fra hengmalmen vil man her antagelig kunne regne med 10 000 tonn pr. løp. m.

Påvist malm $300 \times 8\,000 \dots 2\,400\,000 \text{ t.}$

Sannsynlig malm $100 \times 10\,000 \text{ } 1\,000\,000 \text{ -}$

Mulig malm *Særdeles betydelig.*

Gjersvik forekomst.

Den tilhører som nevnt den Norske Stat og ligger like ved vestenden av den store sjø Limingen, 422 m. o. h.

Forekomsten optrer i skifrig grønnsten kort over et overskyvningsplan, og har form av en sluttet mulde som det vil sees av kart og profiler, fig. 14. Langs en del av muldens rand kiler malmen ut like før den når overflaten. Den har en aksial lengde i N—S retning av 500 m., en bredde som varierer mellom 150 og 225 m. og en midlere mektighet av eksportmalm på nesten 4 m. (maksimums mektighet 8 m.). Dertil kommer en del fattigere operedningsmalm i det hengende. Muldens akse har i middel et fall av 19° , mere i den øvre del, mindre i den nedre del.

Forekomsten blev opdaget i 1909, og har vært undersøkt ved 21 borhull og 3 stoller. Den er nu meget godt kjent i hele sin utstrekning.

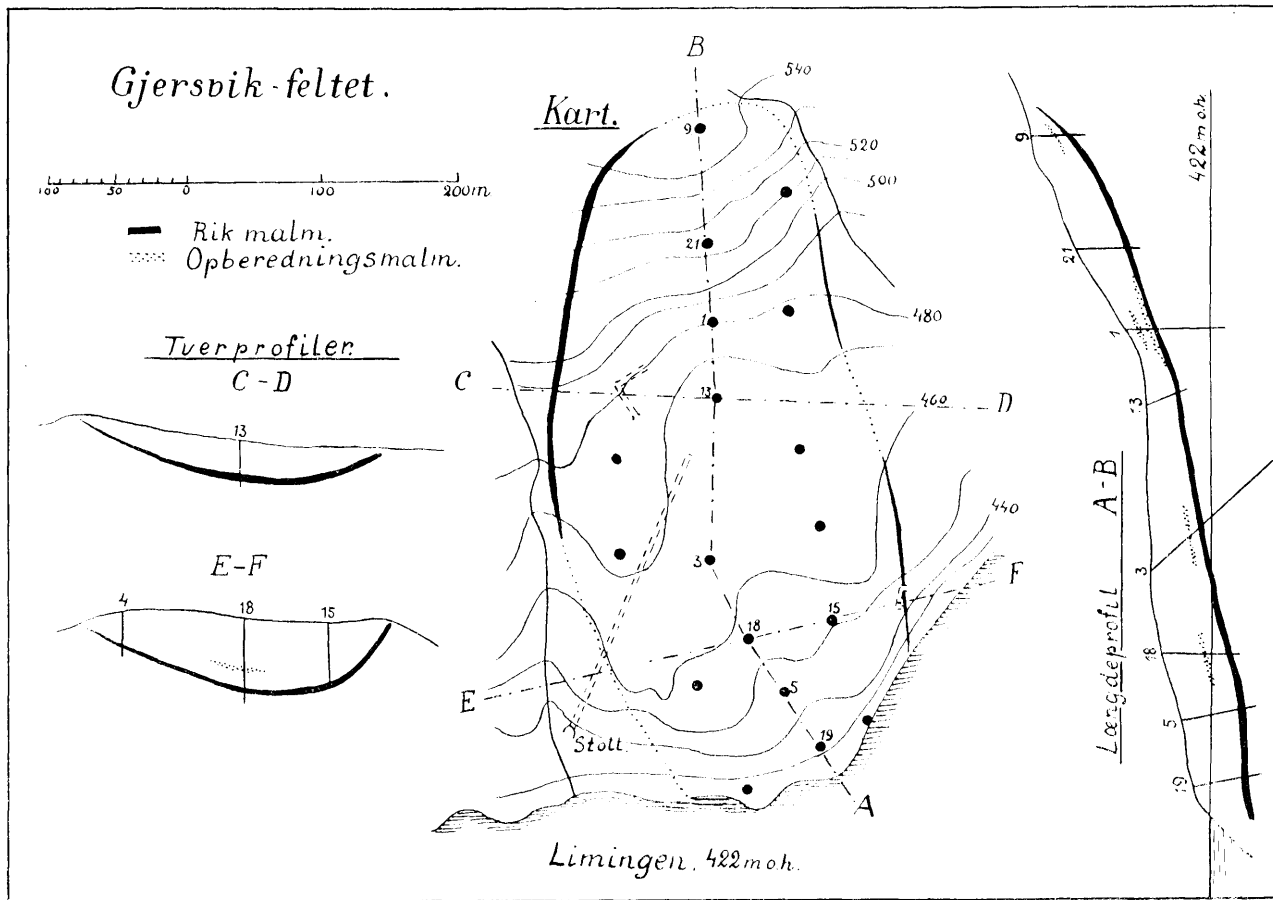


Fig. 14.

Hele den i forekomsten forhåndenværende malmmengde er påvist og temmelig nøiaktig beregnet.

	Tonn	Innhold	
		S 0 ₀	Cu 0 ₀
Kobbermalm	54 000	20	6,3
Kobberrik svovelkis.	220 000	42	4,5
Kobberholdig svovelkis	963 000	42,3	1,72
Operedningsmalm, 433 000 tonn, som gir koncentrat	185 000	44	2,1
	1 422 000	42,5	2,2

Påvist malm 1 422 000 t.
Sannsynlig malm Intet.
Mulig malm Intet.

Joma forekomst.

Joma svovelkisforekomst, som sannsynligvis vil vise sig å være den største i Norge, blev opdaget så sent som i 1911, og tilhører nu den Norske Stat. Den ligger 23 km. øst for Gjersvik, bare 4 km. fra grensen mot Sverige og 585 m. o. h.

Likesome de andre Grongforekomster optrer den i grønnstensformasjonen og nær den store muldeformige ombøining, hvor denne når sin nordgrense på dette sted. I liggen av grønnstenen, og delvis innleiret i denne, følger kvartsitiske og delvis bituminøse glimmerskifre. Noget i hengen av den, og visstnok adskilt ved et glideplan, følger yngre kalkglimmerskifre med konglomerater.

Malmen selv er bare for en meget liten del synlig i overflaten, nemlig i Orelvens leie. (Fig. 15.) Det øvrige er helt morénedekket. Konturene av malmens utgående er derfor foreløbig bestemt ved hjelp av en mengde små borerer ned til fast fjell. Mot dypet er forekomsten undersøkt ved hjelp av 36 diamantborhull, hvorved malmen hittil er påvist til et vertikalt dyp av optil 192 m.

Som det sees av kart og profiler har malmlegemets plan en svak muldeform, der som vi tidligere gjentagne ganger har

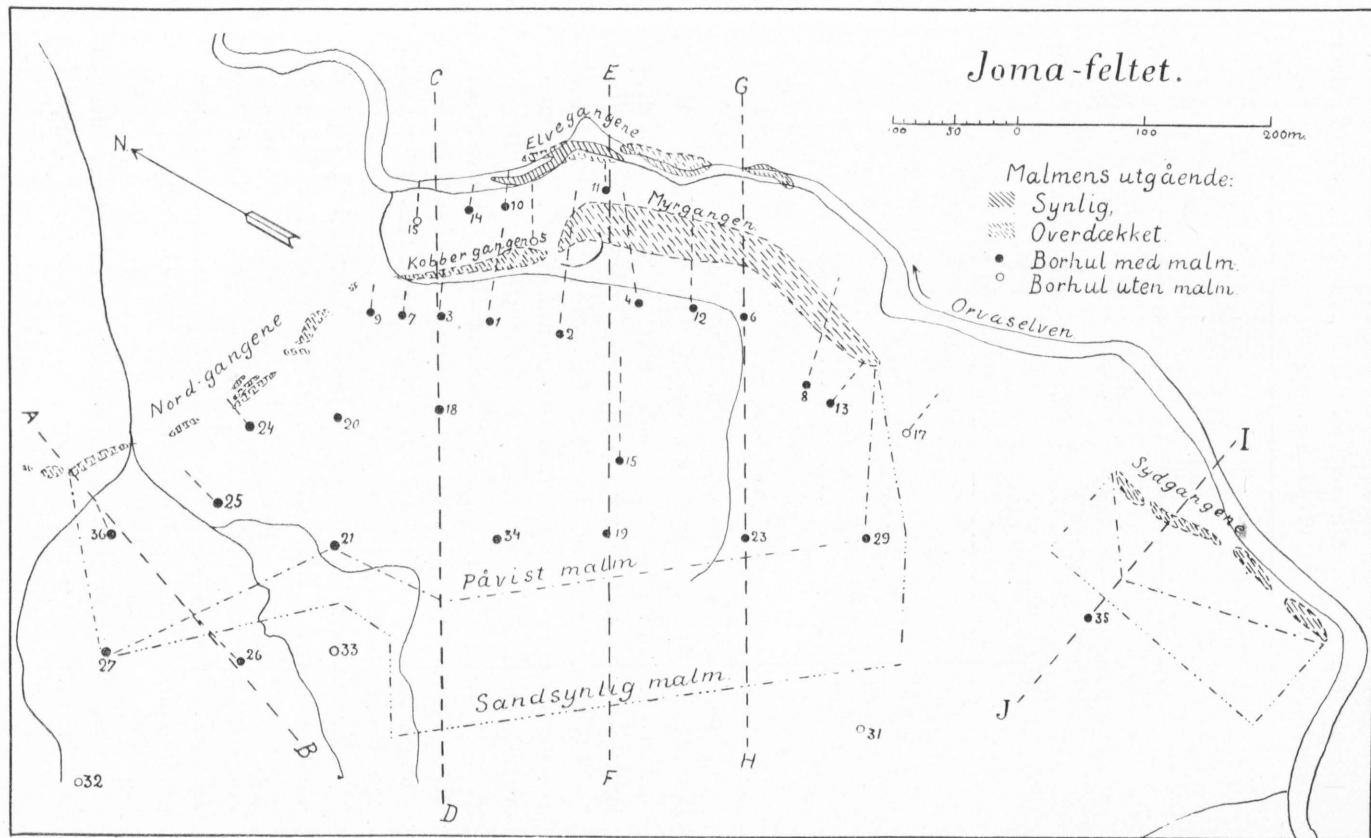


Fig. 15.

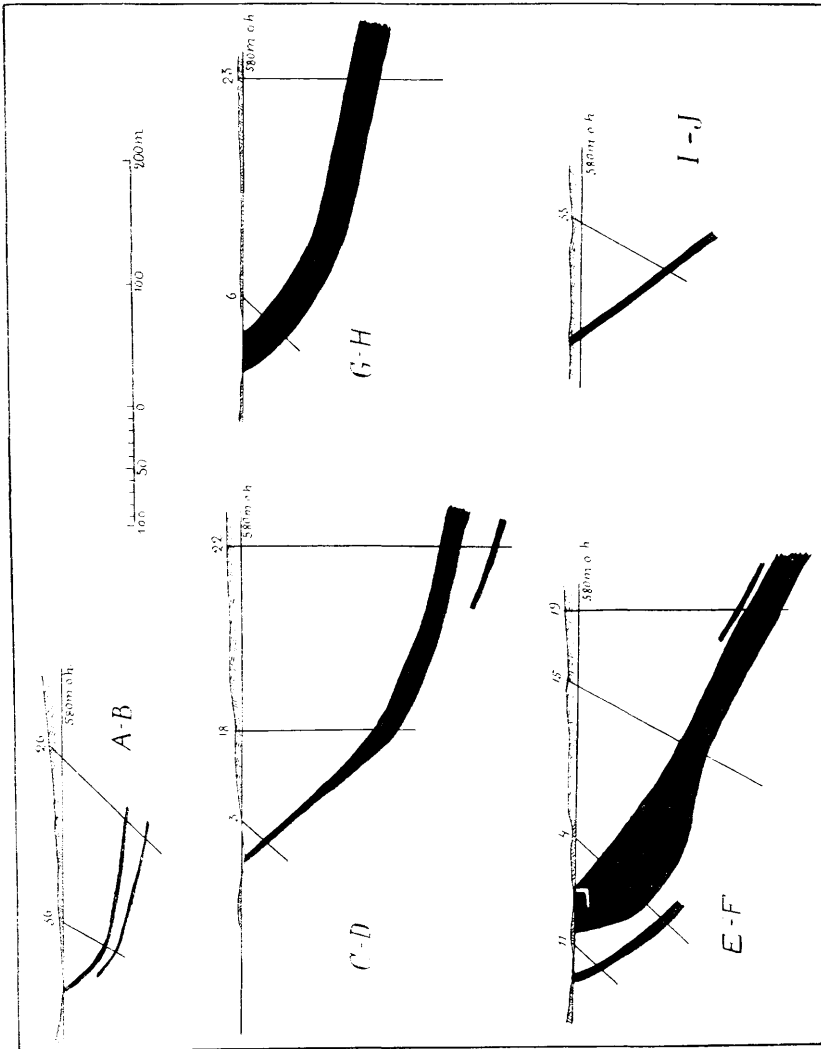


Fig. 16. Tverrprofiler av Joma-forekomsten.

sett, synes å være en meget karakteristisk form for forekomster av denne type i grønnstensformasjonen.

Forekomsten består av en rekke større og mindre linser, som ordner sig i to parallelle soner. Hengsonen, som er den betydeligste, består av *Nordgangene*, *Kobber-* og *Myrgangen* samt *Sydgangene*. Disse danner en stor kurve av samlet lengde næsten 1200 m., hvorav 870 m. er malmførende i overflaten.

Omtrent 30 m. i det liggende har vi den annen sone, *Elvegangene*, med omtrent 250 m. lengde.

Den største samlede malmmektighet, som hittil er påtruffet, er i Myrgangen, hvor den når 50 m.

Jomamalmene er karakteriseret ved en temmelig varierende sammensetning. Man har alle gehalter fra den reneste svovelkismalm med over 50% S og ned til typiske opberedningsmalme med 25–30% S. Kobberinnholdet varierer fra næsten 0 til 15% Cu og derover i forholdsvis tynne bånd, sinkinnholdet fra meget lavt til 10% Zn og derover. Da kisen er meget fin-kornig, har de sink-rike typer en grålig farve, er ofte svakt båndet og ligner tildels „Melierte Erze“ fra Rammelsberg.

Som en meget karakteristisk bestanddel i mange av Jomamalmene inngår en betydelig kalkspatgehalt. Denne beløper sig i almindelighet til 4–8% CaCO_3 , men kan gå op i 12% og kan også gå ned i en ubetydelighet. Den omgivende grønnsten selv holder også adskillig kalkspat nær forekomsten.

Kalkspat er i det hele meget sjeldent på norske svovelkisforekomster, men finnes i små mengder nettop på forekomster i grønnstensformasjonen, f. eks. Gjersvik og Løkken, skjønt aldri i sådanne mengder som på Joma.

Forøvrig synes de hittil utførte brendingsforsøk å vise, at den ikke øver nogen nevneverdig skadelig innflydelse.

Joma-malmene kan inndeles i følgende produksjonstyper:

- I. Kobbermalm.
- II. Kobberholdig svovelkis.
- III a. Kobberfattig, sinkfattig svovelkis.
- III b. Kobberfattig, sinkholdig svovelkis.
- IV. Kobberholdig opberedningsmalm.

Middelanalyser fra alle borhull av disse malmtypen viser:

	I 0 ₀	II 0 ₀	III a 0 ₀	III b 0 ₀	IV 0 ₀
S	33,95	44,72	44,33	41,86	ca. 30
Fe	42,20	42,43	38,42	34,90	-
Cu	6,63	1,79	0,43	-	„ 1,5
Zn	-	0,74	2,50	6,14	-
Pb	-	spor	0,09	-	-
As	-	0,038	0,04	0,07	-
Se	-	0,01	spor	-	-
CaCO ₃	-	4,47	8,72	11,13	-
Uopløst	10,60	(4,40)	(4,70)	4,40	-
SiO ₂	-	3,59	4,32	-	-
Al ₂ O ₃	-	0,50	0,60	-	-
CaO	-	0,50	0,30	-	-
MgO	-	0,83	0,32	-	-
	99,62	100,07			

Til en viss grad kan én malmtypen være overveiende i en malmlinse eller del av den, men som regel finnes flere av typene innen samme malmlegeme, ofte tilsynelatende i en slags grovt sonal anordning.

Kobber-myrgangen fører det meste av de kobberrike malmer i sin nordlige del og sinkrike malmer i sin sydlige ende.

I det utgående av Elvegangen synes malmens kalkspatinnhold å være utlutet, hvorved er fremkommet en kompakt og meget svovelrik malm:

	Utgående 0 ₀	30 m. dyp 0 ₀
S	48,50	43,90
Fe	42,50	38,51
Cu	0,50	0,31
Zn	1,20	2,47
Pb	-	0,07
CaCO ₃	1,57	7,98
Uopløst	5,26	5,46

De forskjellige malmtypen vil nok til en viss grad kunne holdes adskilt ved passende avbygningsmetoder, men en meget betydelig del av malmen må underkastes en omhyggelig skeidning. Derimot vil opberedning for størsteparten av den ikke

være strengt tatt nødvendig, og vilde også være vanskelig på grunn av den finkornige struktur.

En mindre mengde av fattigere malmer vil også vinnes ved grubedriften, og de må nødvendigvis opberedes. Disse synes heller ikke å være fullt så finkornige, og synes å holde litt mere kobber i forhold til svovlet, enn de rikere malmer. Opberedningsmalmer som er kobberfattige blir der overhodet ikke tatt hensyn til ved denne forekomst.

Under ovenstående forutsetninger kan man for Joma regne en midlere utvinning av 3 tonn eksportmalm pr. m³ brutt leiested.

Jomafeltets malmareal er meget bra kjent ved boringer i en vertikal dybde av omtrent 30 m. Her er det horisontale areal av ren malm:

<i>Elvegangene</i> , middel av overflaten og borhullene	1 782 m ²
<i>Kobber- og Myrgangene</i> , i 30 m. dyp.....	12 196 -
<i>Forskjellige parallellganger</i>	2 410 -
<i>Nordgangene</i>	1 367 -
<i>Sydgangene</i>	1 117 -
	18 872 m ²

Dette svarer til en produksjonsevne av ca. 75 000 tonn eksportkis pr. m. vertikal avsenkning. (Det bemerkes at malmarealene er beregnet som *ren* malm, med fradrag av innleirede bergartsbånd.)

På 100 m. nivået er begge disse tall adskillig større, men det skyldes iallfall for en vesentlig del det flattere fall, idet malmarealet er beregnet horisontalt.

Å beregne produksjonsevnen pr. m. i fallretningen vilde på den annen side bli villedende her, da denne i feltets forskjellige deler konvergerer mot dypet. Fallvinkelen kan i middel settes til: I feltets øvre partier 45—50°, ved 100 m. dyp ca. 35° og videre ned ennu lavere.

Som det fremgår av kartet fig. 15 er de påviste malmforråd bare beregnet ned til de dypeste malmførende borhull, skjønt malmen her fremdeles står med uforminsket mektighet (undtagen for Elvegangen, som er beregnet ned til 75 m. dybde). Som sannsynlig malm er bare medtatt en moderat fortsettelse

mot dypet, av den grunn at akseretningen hos denne forekomst ennå ikke har kunnet fastsettes med sikkerhet. Sistnevnte malmmengde kan derfor også betraktes som temmelig sikkert forhåndenværende.

I nedenstående tall for påvist kobberholdig svovelkis, (5 560 000 tonn) er også innbefattet 800 000 tonn konserter med 45⁰ S og 2,10⁰ Cu, som vil kunne utvinnes av 1 573 000 tonn påvist opberedningsmalm med 30⁰ S og 1,5⁰ Cu.

Malmforrådene er omberegnet på grunnlag av CHR. MÜNSTERS store rapport over Joma, i overensstemmelse med de beregningsprinsipper som ligger til grunn for dette arbeide, og utgjør:

	S 0,0	Cu 0,0	Påvist malm tonn	Sannsynlig malm tonn
Kobbermalm	35	6,5	760 000	310 000
Kobberholdig svovelkis	44,5	1,65	5 560 000	2 510 000
Kobberfattig svovelkis	43,5	0,4	5 830 000	1 660 000
			12 150 000	4 480 000

Mulig malm

Særdeles betydelig.

Blandt de mange andre kisleforekomster i Grong, som ennå er ubetydelig undersøkt, skal her bare nevnes noen ganske få:

Kirma-forekomsten ligger 5 km. NNV for Gjersvik. En god svovelkismalm med lav kobbergehalt er her påvist stykkevis over en strøklengde av 550 m. med 1—2,5 m. mektighet, ved en del sparsomme avrøskninger. Malm er også påvist ved lignende små borer som ved Joma ned til fast fjell i helt myr- og morénedekket terreng. Geologisk sett er dette område meget lovende, men det utførte arbeide er ganske ubetydelig.

Også vest for Tunsjøen er der flere utstrakte kisleførende områder, vesentlig ved *Holmmo* og *Hausvik*. De fører iallfall for en stor del fattigere svovelkismalm, til dels adskillig opblandet med magnetkis, men mektighetene kan bli ganske betydelige. Også her er hittil meget litet arbeide utført, men distriktet som helhet er lovende.

4. Nord-Norge.

I tallrike områder i Nord-Norge fins også svovelkisforekomster, i hovedsaken av samme typer som i Syd-Norge. De forekomster som hittil har vist sig betydelige, og hvor nevneverdige malmforråd for tiden er påvist, grupperer sig innen 3 forholdsvis begrensede områder, nemlig fra syd til nord:

Ranen-distriktet

Sulitjelma-distriktet

Ofoten-distriktet.

Bare disse vil bli omtalt her. Ennu lenger mot nord, i Troms fylke, har man ganske visst en rekke betydelige forekomster av samme genesis, men det er omtrent udelukkende kobberforekomster, vesentlig med kobberkis- magnetkismalmer, uten betydning for svovelkisproduksjonen.

I Ranen-distriktet har vi:

Bossmo gruber.

Disse ligger nær bunnen av Ranenfjord, ganske nær havn, og 1—300 m. over havet.

Malmene forekommer innen et belte av plagioklasrik granitisk bergart, oftest skifrig, og som over en lengde av ca. 3 000 m. og en bredde av 1—200 m. har vært gjenstand for en eiendommelig metasomatisk omvandling, som ennå ikke er tilstrekkelig utredet. Med en gradvis begynnende kloritdannelse, ofte i maskeformige årer, følger en jevn impregnasjon av bergarten med svovelkis som går op til flere prosent av den hele masse, mens den oprinnelige bergart gjennomgående er fri for svovelkis. De rikere malmlegemer forekommer nær det liggende av denne omvandlede bergart, som her har strøk mot ØNØ og fall 35° sydlig. De danner en rekke malmstokker med markert akse- retning, som har en dragning i felt av omtrent 65° østlig. Aksene har altså et fall av 19° rett øst, en retning som også markeres ved orienteringen av de enkelte svovelkiskrystaller, der meget ofte er strukne.

Malmene er alle opberedningsmalmer, oftest med en forholdsvis markert begrensning mot sidebergarten, men også undertiden gradvis overgående i typiske impregnasjoner.

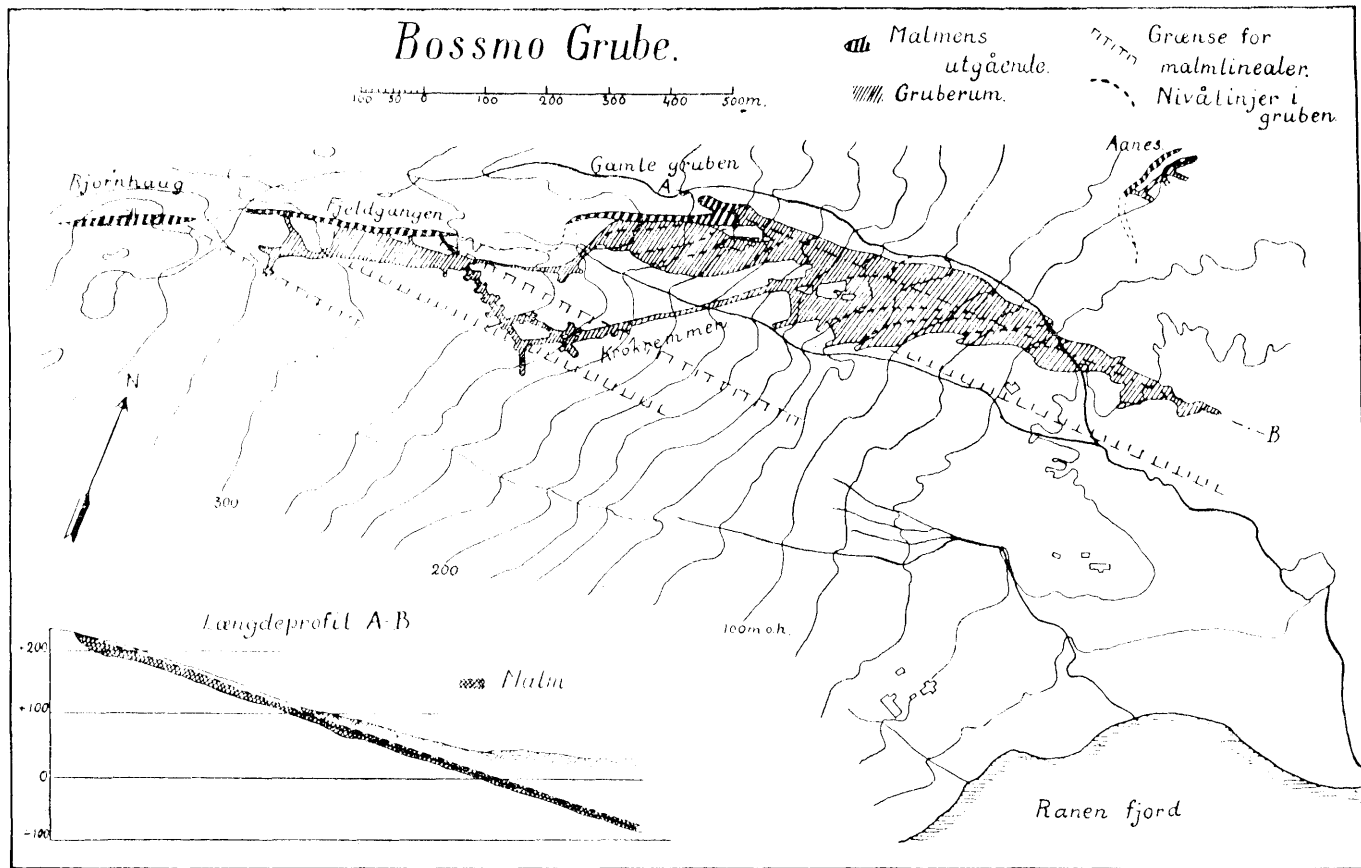


Fig. 17. Kart over Bossmo gruber. Av A. Egge.

Som det sees av kartet, fig. 17, er der 4 adskilte malmstokker, som ligger nesten på samme geologiske horisont, og som delvis er forbunnet i strøkretningen ved udrivverdige impregnasjoner. De er fra vest til øst:

Bjørnhaugen
Fjeldgangen
Gamlegruben
Aanesgangen.

Bossmo gruber har vært i regelmessig drift 1894—1921 og har produsert en samlet mengde eksportkis av 525 790 tonn, derav 470 800 tonn fra Gamlegruben og ca. 45 000 tonn fra Fjellgangen, resten fra Aanesgruben. Bjørnhaugen har ennå ikke vært i drift.

De samlede resultater av den hele grubedrift er:

		0 0 S
<i>Utbrutt råmalm</i>	1 521 000 t.	19,83
Ved håndskjeiding er denne delt i:		
<i>Skjeidet malm</i> til vaskeriet.....	1 207 000 -	24,00
<i>Uholdig berg</i>	314 000 t.	4,00
Ved vaskningen er denne delt i:		
<i>Kiskonsentrater</i> for eksport.....	525 790 -	49,13
<i>Avfall</i>	680 000 -	4,51

Altså har 1 m³ råmalm i gjennomsnitt gitt 1,14 tonn eksportkis. Malmens struktur gjør den meget godt egnet for en effektiv opberedning.

3 generalanalyser av eksportproduktene til forskjellige tider viser:

	0 0	0 0	0 0
S.....	49,42	48,30	49,90
Fe.....	43,81	42,90	44,10
Cu.....	0,388	0,47	0,39
Zn.....	0,504	0,40	0,31
Pb.....	-	spor	null
Ni + Co.....	0,084	0,05	0,012
As.....	0,0056	spor	0,003
Sb.....	-	spor	

	0 ₀	0 ₀	0 ₀
Uopløst	4,51	6,75 (SiO ₂)	4,60
Al ₂ O ₃	0,36	0,40	0,22
CaO	0,18	0,22	0,30
MgO	0,16	0,18	0,138
MnO	0,020	-	0,021
P ₂ O ₅	-	-	0,020
SO ₃	0,393	-	-
O, CO ₂ etc.	0,165	0,33	-
	100,00	100,00	100,01
Guld	spor	spor	svake spor
Sølv	50 gr. pr. t.	spor	20 gr. pr. t.

En generalanalyse av avbranden (purple ore) viser:

	0 ₀
Fe	61,97
Mn	0,05
Cu	0,46
Zn	spor
Pb	null
S	2,46
P ₂ O ₅	0,013
As	0,066
SiO ₂	6,16
Al ₂ O ₃	3,91
CaO	spor
MgO	0,13

Beregningen av malmforrådene for denne grube er temmelig vanskelig, på grunn av de sterkt varierende mektigheter og tverrsnitt. Resultatene fra den utstrakte grubedrift som hittil har funnet sted, i forbindelse med malmstokkenes forholdsvis store regelmessighet i akseretningen, gir imidlertid gode holdepunkter.

Gamlegrubens malm er utdrevet eller opfaret fra 230 m. over havet til 85 m. under havflaten, eller i en samlet aksial lengde av 975 m.

Dens nordlige del, langs lengdeprofilen A—B, har vært en typisk malmstokk, som lå omtrent som et rep nedover fjellsiden, nesten parallell overflaten og i sterkt foldet bergart. Denne del hadde bare ca. 30 m. bredde, men malm og impregnasjoner blev utdrevet i opptil 15 m. mektighet. Over en sadde stod den delvis i direkte forbindelse med den sydlige del av

samme malmlegeme, som er bredere, men meget tynnere, og har vært drevet like ned til en malmmektighet av 0,4 m.

I middel kan 806 m. av malmstokkens opfarte lengde ansees helt utdrevet, med en samlet produksjon av 470000 tonn eksportkis, eller 584 tonn pr. m. i akseretningen. Med en utvinning av 1,14 tonn pr. m.³ blir det midlere malmareal, loddrett akseretningen, omtrent 515 m². Da hele denne malm kan ansees å være ca. 140—150 m. bred, har den midlere mektighet vært ca. 3,5 m.

De gjenstående 169 m. som er opfart i akseretningen vil med samme midlere produksjon inneholde omtrent 100 000 tonn *pavist malm*. Videre regnes 200 m. i akseretningen med en produksjon av 500 tonn pr. m. eller omtrent 100 000 tonn som *sannsynlig malm*.

Fjeldgangen har nær det utgående en feltlengde av 300 m. Akseretningen er sannsynligvis parallell med den i Gamlegruben, men dette er ennå ikke påvist med absolutt sikkerhet. Under denne forutsetning er den ned til Krokremmen stoll opfart i 420 m. lengde i akseretningen, hvorav 100 m. kan ansees som utdrevet og har gitt 45 000 tonn eksportkis, eller 450 tonn pr. m.

Med den samme utvinning som for Gamlegruben svarer dette til et malmareal, loddrett på aksene, av ca. 400 m². Da dette areal i Krokremmen-etasje synes å være en del mindre, settes den midlere produksjon til 400 tonn pr. m. for den resterende lengde av 320 m. Dette gir 128 000 tonn *pavist malm*. Videre 200 m. i akseretningen å 400 tonn, eller ca. 80 000 tonn ansees som *sannsynlig malm*.

Bjørnhaugen har ennå ikke vært drevet. Malmen er i sitt utgående påvist over en feltlengde av 200 m. og med en maksimal mektighet av 6 m. som imidlertid hovedsakelig består av kisimpregnasjoner, som bare gir ca. 1 tonn konserter pr. m.³ råmalm. Den midlere mektighet ansettes til 2,1 m. og det visstnok drivverdige malmareal blir da ca. 210 m² loddrett akseretningen.

Malmen er mot dypet hittil bare påvist i et tverrslag fra *Fjeldgangen* stoll, eller 200 m. i akseretningen mot dypet. Da den ennå ikke er opfart på dette nivå regnes herav bare 100 m. lengde eller 21 000 tonn som *pavist malm*, og videre 200 m. lengde eller 42 000 som *sannsynlig malm*.

I *Aanes-gruben* er malmen påvist i en feltlengde av 100 m. Den faller nesten parallelt overflaten, og så kloss under store masser av bløt lere, at opfaringen er meget vanskelig. Malmen er derfor ennå for litet undersøkt til at noget malmforråd kan beregnes.

For *Bossmogrubene* tilsammen fåes altså som forråd av eksportkis:

<i>Påvist malm</i>	249 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	222 000 -
<i>Mulig malm</i>	<i>Betydelig.</i>

Malmhaug grube.

Denne ligger 22 km. fra havn ved bunnen av *Ranenfjord*, 9 km. fra jernbane og 350 m. over havet.

Forekomsten blev opdaget så sent som i 1915, og distriktets geologi har ennå ikke vært undersøkt. Malmen siges å forekomme i regelmessig strykende glimmerskifer med adskillige innleirede marmorbenker, og med intrusjoner av granit i det liggende og av hornblendeskifer i det hengende. Fallet er 35° — 55° mot syd.

Forekomsten blev undersøkt og delvis opfart 1915—23 ned til grunnstollens nivå, som er 38 m. vertikalt under det utgående, eller i middel 85 m. i fallretningen efter malmen. Hverken i det utgående eller på nevnte nivå er malmen ennå kjent i hele sin utstrekning. Forekomsten består av minst 2 parallelle leiesteder i ca. 20 m. horisontal avstand. De antas å ha en dragning i felt av 45° mot vest, men dette er ennå ikke bevist.

Liggmalmen har en minimums-lengde av 275 m. og et malmareal av 880 m^2 loddrett på fallretningen. For hengmalmen er de tilsvarende tal 120 m. og 220 m^2 . Det samlede hittil kjente malmareal er altså 1100 m^2 .

Malmen er dels en ren eksportkis med 47 % S, men den ledsages også av store mengder fattigere opberedningsmalm, som utgjør hovedmassen. Disse veksler ofte båndvis på leiestedet, som er forholdsvis skarpt begrenset.

Hele forekomsten er nesten fullstendig kobberfri, når vi undtar enkelte ubetydelige bånd av overveiende magnetkis med litt kobber. Den største påviste mektighet av drivverdig malm er 9 m.

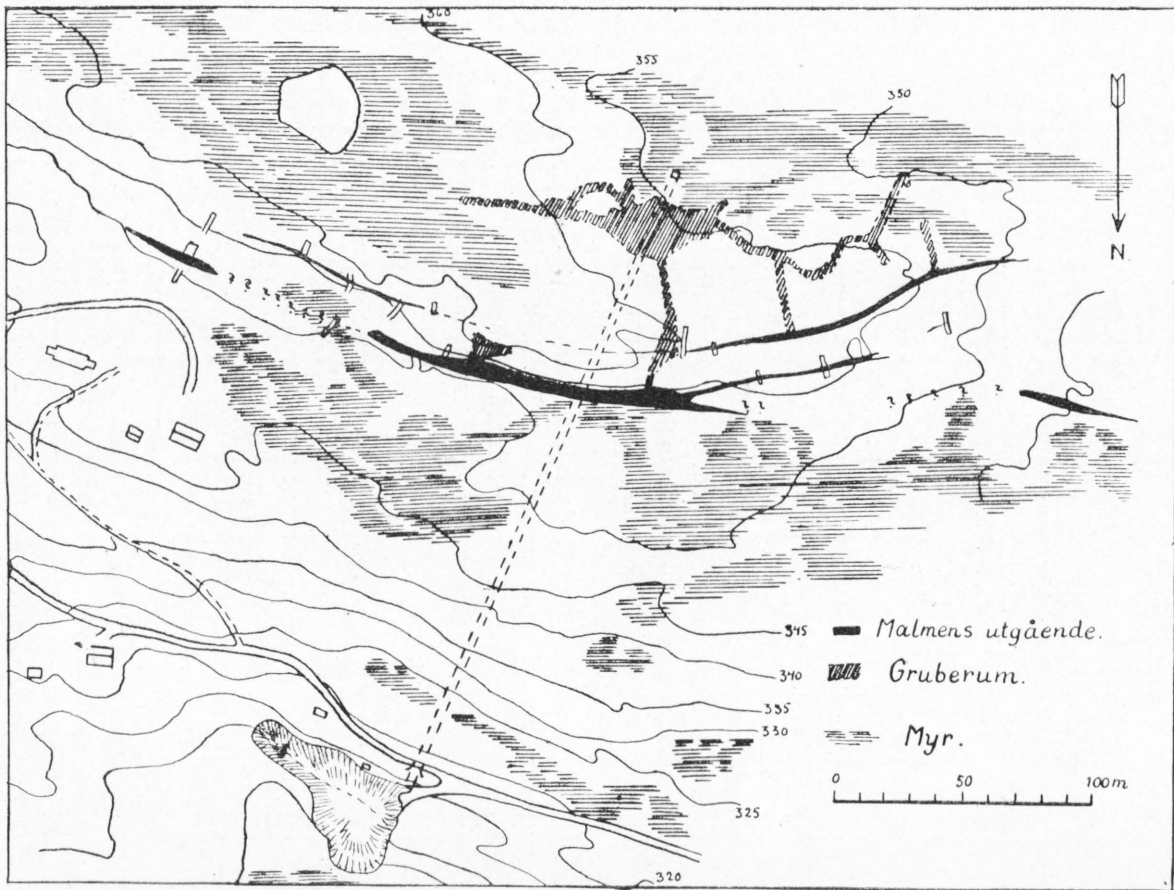


Fig. 18. Kart over Malmsøen grubefelt.

En generalanalyse av 1 000 tonn eksportert kis viste:

	0,0
S	46,46
Fe	41,62
Cu	null
Zn	0,35
Pb	spor
As	0,01
SiO ₂	7,83
TiO ₂	null
Al ₂ O ₃	1,64
CaO	1,00
MgO	0,74
MnO	null
P ₂ O ₅	null
	99,65

Ved en forsøksstrosning tvers over hovedmalmens hele bredde blev følgende resultater opnådd:

Pr. m ³ leiested	0,0 S
1,33 tonn eksportmalm	47,0
2,10 „ opberedningsmalm	31,7
0,32 „ berg	14,5

Den midlere gehalt av denne del av gangen var altså 35,65 0,0 S og resultatet efter opberedningen skulde bli 2,6 tonn eksportkis à 48 0,0 S pr. m³.

For forekomsten i sin helhet kan middelresultatet antas å bli 2,5 tonn pr. m³, og produksjonsevnen altså 2 750 tonn pr. m. i fallretningen.

Som „påvist“ betegnes malmen ned til grunnstollens nivå, eller 85 m. i fallretningen efter fradag av oksydasjonssonen. Sannsynlig malm regnes videre 100 m. efter fallet. Det er imidlertid sannsynlig at den fortsetter til langt større dyp, så at de videre muligheter er meget betydelige.

<i>Påvist malm</i>	230 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	270 000 -
<i>Mulig malm</i>	<i>Meget betydelig.</i>

Rødfjeld grube.

Av bergingeniør H. H. Smith.

Denne grube er forbunnet med bunnen av Ranenfjorden ved en 25 km. lang vei, og ligger 500 m. over havet.

I samme distrikt som de to sist omtalte gruber er der en hel del skjerp og påviste forekomster av svovelkis, som ennå er litet undersøkt.

Hele distriktet er ganske lovende for nye funn.

Sulitjelma gruber.

AV overingeniør FR. CARLSON.

Disse gruber, som tilhører Sulitelma Aktiebolag, ligger på begge sider av Langvand, og i 250—750 m. høide over havet. Fra vannets østende, hvor centralanrikningsverket ligger, føres malmen ved færge og jernbane omtrent 40 km. til havnen Fineide ved Saltenfjord.

I alt er der 17 viktigere gruber og forekomster, hvorav 5 for tiden er i drift. Deres beliggenhet sees av det geologiske kart, fig. 19.

Distriktet er oppbygget av en mektig serie av kvarts-glimmer-skifre, som ligger i en stor antiklinal over Langvands dal. Disse gjennomsettes av intrusiver av natrongranit og store masser av gabbroidale bergarter, som nu for største delen er omvandlede til skifrige amfiboliter, kloritiske skifre og klorit-amfibolit-breccier.

De ledsagende forekomster av svovelkis-kobberkis optrer i mindre utstrekning inne i den omvandlede gabbrosone, dels på kontakten mot den underliggende skifer, og dels et kort stykke nede i skiferen selv. Disse siste er de betydeligste.

Malmene er — likesom også intrusivbergartene — innleiret parallelt med skifriheten, men i detalj kan ofte apofyser og overskjæringer iakttas. De har oftest en utpreget linealform, d. v. s. lengden efter malmens akseretning er flere ganger så stor som bredden tvers på denne, og mektigheten er igjen relativt liten i forhold til bredden.

Den fremherskende malmtypen er:

Krystallinsk kornig svovelkis med grunnmasse av kobberkis.

Andre typer er:

Tett kobberkisførende svovelkis.

Magnetkis, hvori flekkevis kobberkis.

Ren kobberkis med mer eller mindre magnetkis.

Tydelig båndet kisimpregnasjon.

Flekkervis impregnasjon av kobber- og magnetkis.

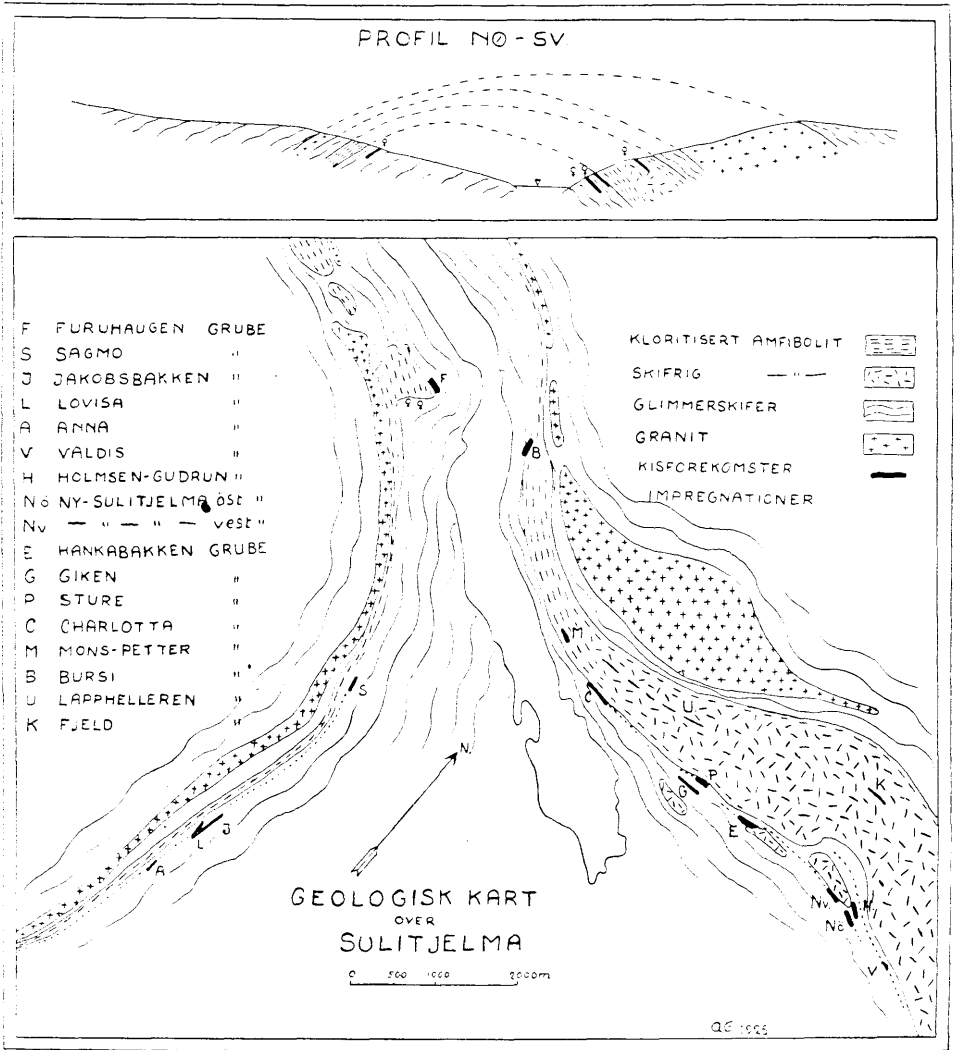


Fig. 19.

I almindelighet er flere av disse typer representert i samme malmlegeme, f. eks.

Liggende del	Hengende del
Overveiende magnetkis.	Overveiende svovelkis.
eller Ren kis.	Båndet kisimpregnasjon.
eller Flekkevis kobberkis- impregnasjon.	Båndet svovelkis- impregnasjon.

Som det sees av fig. 20 og 21 faller malmlinealenes akse-
retning ikke sammen med skifrenes fallretning, men danner en
vinkel med denne av optil 35°, den såkalte dragnig i felt.

Malmlinealenes dimensjoner i de for tiden bearbeidede
gruber er (i meter):

	Opfaret aksial lengde	Brytverdig bredde	Mektighet		Malmens akse	
			Middel	Maks.	Fall- vinkel	Retning
<i>Ny-Sulitjelma, øst</i>	900	220	2,4	10,0	39°	N, 45° V
<i>Holmsen-Gudrun</i>	430	100	2,0	6,0	21	N, 45 -
<i>Giken</i>	1370	170	1,5	14,0	0—30	N, 82 -
<i>Sagmo</i>	480	200	1,0	3,8	10	N, 61 -
<i>Jakobsbakken</i>	580	ca. 450	1,6	6,5	14	N, 115 -

Malmenes sammensetning fremgår av resultatene av grube-
driften i 1924:

	% S	% Cu
Råmalmen fra alle gruber holdt i middel:	24,70	2,15
Ved håndskeidning, mekanisk anrikning og flotasjon er- holdes følgende kvaliteter:		
Stykkis fra håndskeidningen	44,0	3,02
Kisgrus fra —	41,0	3,15
Smeltemalm	28,0	9,07
Finkis fra anrikningsverket	43,6	2,82
Fjotasjons-koncentrat	34,5	6,96

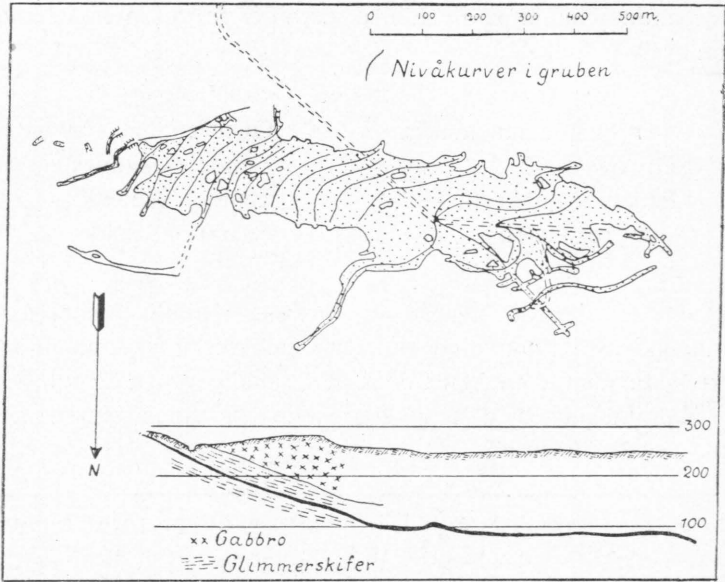


Fig. 20. Giken grube. Plan og profil.

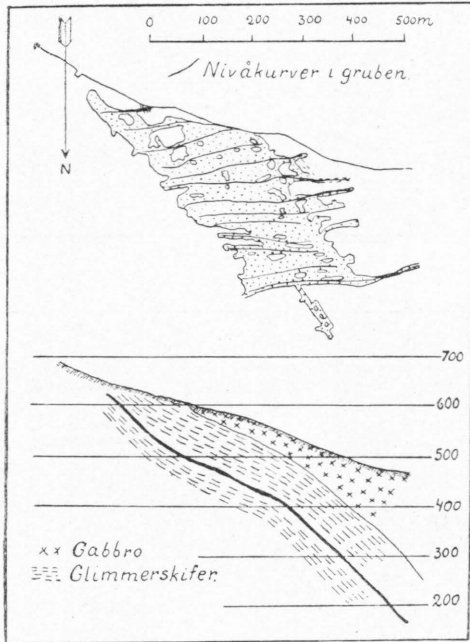


Fig. 21. Ny-Sulitjelma grube. Plan og profil.

Andre bestandeler i malmene var:

	Kis fra hånd- skaidning og anrikningsverket 0 0	Flotasjons- koncentrat 0 0	Smeltemalm 0 0
Zn.....	2,04	3,17	0,74
Pb.....	0,04	0,04	0,03
As.....	0,07	0,05	0,02
Co + Ni.....	0,08	0,08	0,06
Sølv.....	19 gr. pr. t.	36 gr. pr. t.	39 gr. pr. t.
Guld.....	I alle malmer:	Maksimum 1 milligram	pr. tonn.
Platina.....	— —	Intet spor kan påvises	
Se.....	I råmalmen:	0,001—0,004	
Sb.....	— —	spor —0,006	

Inntil utgangen av 1924 har Sulitjelmagrubene vært i produktiv drift i 35 år, fra 1890, og har gitt følgende samlede produksjonsmengder:

	Tonn	0 0 S	0 0 Cu
Råmalm brutt.....	5 455 200		
hvorav er utvundet:			
Eksportprodukter til cellulose- og svovelsyre- fabrikker.....	2 468 885	43,9	3,11
Eksportprodukter til kobberhytter.....	18 688		7,43
Kobbermalm nedsmeltet på stedet.....	368 257		
	2 855 830		

De i Sulitjelma nedsmeltede malmer har gitt:

	Tonn	0 0 Cu
Eksportert skjersten.....	2 836,5	33,87
Bessemer-kobber.....	17 392,5	
Kobber av fremmed malm.....	552,4	

Kobbersmeltingen i Sulitjelma ophørte i 1919, hvorefter smeltemalmen eksporteres.

I alt har verkets ferdige produkter inntil utgangen av 1924 inneholdt:

Svovel til svovelutvinning.....	1 083 950 t.
Kobber	96 928 „

Det bemerkes at verkets produksjon i 1925 var 149 000 tonn eksportprodukter, hvorved dets samlede produksjon av eksportkis kommer op i 2 617 900 tonn.

Malmforrad.

Som opfaret, d. v. s. „actual“ malm regner vi her udelukkende hvad man har gjenstående over bunden av de efter malm-linealene neddrevne synker. Beregningen gjøres på grunnlag av den produksjon man har hatt pr. m² avbygget gangflate.

Som „probable“ malm regnes en videre fortsettelse av malm-linealene i aksial retning, som for hver grube er lik den allerede utdrevne og opfarte lengde. De nu opfarte malmer har en samlet produksjonsevne av 7 000 tonn pr. løpende m. i aksial retning, og denne forutsettes i middel å holde sig.

I beregningen er ikke innbefattet forskjellige forekomster, som ennå ikke har vært gjenstand for opfaring.

<i>Påvist malm</i>	2 200 000 t.
<i>Sannsynlig malm</i>	4 500 000 „
<i>Mulig malm</i>	<i>Betydelig.</i>

Bjørkaaser. grube.

Denne grube, som ligger i Ofoten på 68° 20' N. Br., er verdens nordligste svovelkisgrube. Den ligger 3 km. fra havn og bare 50 m. over havet.

Forekomstens omgivelser oppbygges av en mektig serie av granat-glimmerskifre, delvis bituminøse, som tilhører den laveste gruppe av de metamorfe kambrisk-ordoviciske sedimenter her. I disse blev først intrudert gabbroide bergarter, som nu er omvandlet til granat-hornblende-skifre, og senere lagerganger og årer av aplitisk oligoklas-granit. Intrusivbergarter og malm optrer alle helt parallelt skifrene. Malmen forekommer ved den utkilende ende av en forholdsvis mektig hornblendeskifer, og tilsynelatende i direkte forbindelse med denne basiske intrusiv. Som nevnt s. 14 har det kunnet påvises, at malmen er yngre enn disse granitiske ganger, at den utgjør den seneste face av

den eruptive virksomhet her og ledsages av en betydelig sericitisasjon av de omgivende skifre og tildels graniten selv.

Mineralogisk består malmen av en forholdsvis ensartet, mest grovkrystallin masse av kubiske svovelkiskrystaller i en kvarts-grunnmasse, og i almindelighet med skarp grense mot de omgivende bergarter. Andre erts- og gangmineraler er helt underordnet.

I forekomstens fortsettelse finnes ofte en fattigere malm eller en svovelkis- og magnetkis-førende kvartsmasse, samt alltid kisimpregnert sericitskifer.

Siden produktiv drift begynte i 1915 og til utgangen av 1924 er der i alt utdrevet 523 000 tonn råmalm med i middel 30,5⁰ S og 0,4⁰ Cu. Av denne mengde er en liten del eksportert rå under krigen, mens 490 000 tonn har vært opberedet og gitt 258 000 tonn konserter med 47⁰ S og 0,4⁰ Cu. I 1925 har produksjonen av eksportkis vært 72 425 tonn, så den samlede produksjon nu er oppe i 346 400 tonn.

	Analyse av rikeste råmalm 0 0	Midlere sammen- setning av konsertratet 0 0
S	38,95	47,2
Fe	34,76	44,5
Cu	0,06	0,38
Zn	0,24	0,27
Pb	0,12	0,15
As	spor	0,02—0,04
Se	0,006	-
SiO ₂	25,43	6,2
CaO	-	0,5
	99,57	

Sølv 15 gr. pr. t.

Gull Maks. 1 " " "

Den midlere sammensetning av avbranden fra Bjørkaasenkis er i henhold til flere analyser:

	0 0
Fe	60,4
Mn	0,14
Cu	0,74
Zn	0,6
S	2,5

Bjørkaasens forekomst består av to parallelle leiesteder med strøk NNØ og med ca. 30 m. mektig granat-hornblendeskifer mellom dem. (Se tverprofil pl. V.) Fallvinkelen er ved det utgående ca. 40° vestlig, men avtar gradvis nedover til omtrent 20°.

Liggmalmen har en markert aksial retning, med en dragning i felt av 30° mot syd. Hengmalmen har ikke et så regelmessig forløp. Den synes i det store og hele å ha en dragning i felt av 60° mot syd, men i dens øvre parti fremtrer en annen foldingsakse i NV retning, muligens ledsaget av en forkastning. Dessuten er der i fortsettelsen av malmens plan kiskførende kvarts som hører med til forekomsten, men oftest er udrivverdig. På enkelte steder, som i borhull IV, kan denne føre mindre partier av god malm. Nogen fremtredende akse- retning blir der derfor ikke.

Ved hjelp av tallrike diamantboringer er begge forekomster nu kjent i praktisk talt hele deres utstrekning. På grunnstollens nivå er de videre helt opfaret ved grubedriften og viser der følgende dimensjoner:

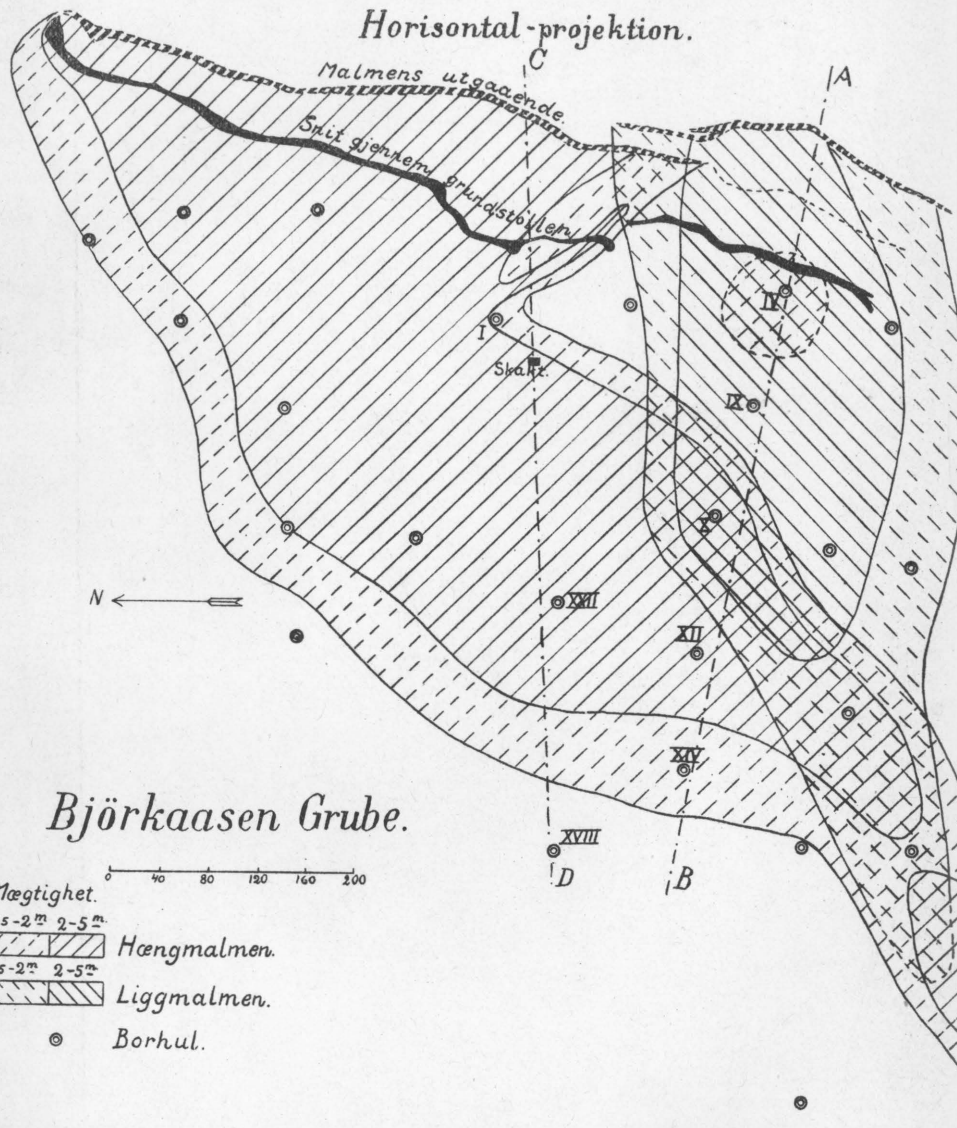
	Lengde	Middel- mektighet	Malmareal loddrett på fallet
Hengmalmen	540 m.	3,25 m.	1750 m ²
Liggmalmen	310 -	2,75 -	850 -
	850 m.	3,0 m.	2600 m ²

Den største kjente malmmektighet er 6 m.

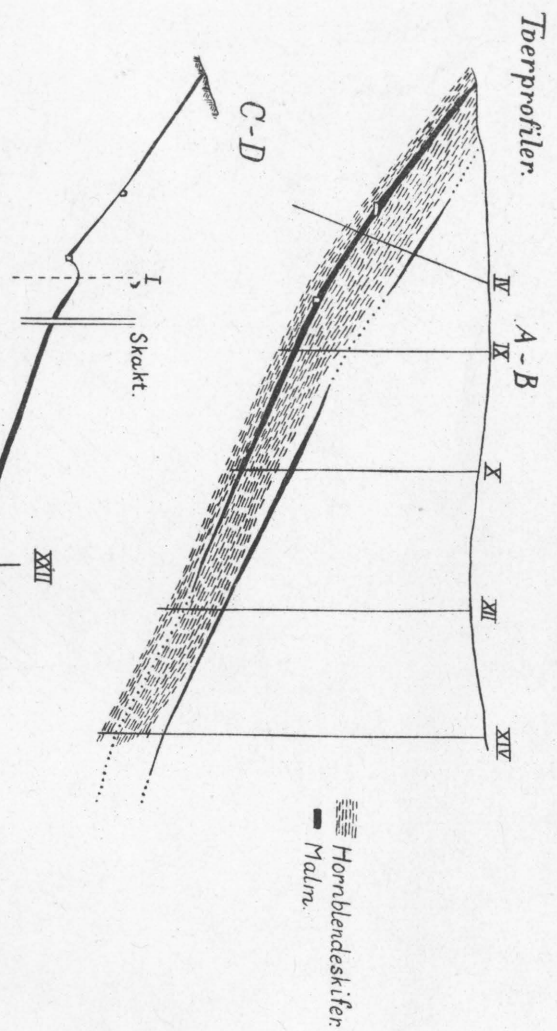
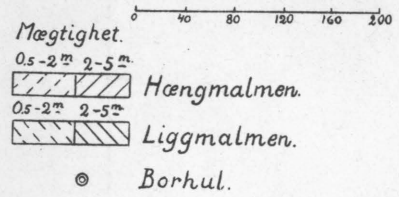
Det hele malmforråd kan betraktes som påvist. Går vi ut fra at borhullene ikke har vesentlige avvikelser fra det beregnede, kan vi sette den oprindelige forhåndenværende mengde av råmalm i forekomsten til:

Hengmalmen	3 447 000 t.
Liggmalmen	1 255 000 -
	<hr/> 4 702 000 t.
Brutt til utgangen av 1924	523 000 -
Gjenværende råmalm	<hr/> 4 179 000 t.

Horisontal-projektion.



Björkaasen Grube.



All råmalm operedes nu. Ved denne prosess har 18⁰/₀ av det forhåndenværende svovel hittil gått tapt. På grunn av malmens meget gunstige struktur bør operedningstapet ikke overstige 10⁰/₀, og regner vi med dette siste tall for fremtiden, skulde 1 tonn råmalm gi 0,58 tonn koncentrat. Vi får da som forråd av eksportkis:

Påvist malm 2 425 000 t.

Sannsynlig malm Ubetydelig

Mulig malm Intet.

På Bjørkaasens geologiske horisont kan sterkere eller svakere kisleføring spores over en samlet strøklengde av 25 km. Bare på et sted av denne strekning er en annen sikkert drivverdig forekomst av samme type påvist, nemlig ved *Olallemmen*. Malmarealet er her 200—250 m², men malmen er så litet opfart mot dypet, at malmforråd for tiden ikke kan beregnes, så meget mer som den er sterkt foldet og partivis fører overveiende magnetkis.

I *Tjelmarken* har vi på samme horisont utstrakte felter av de fattige kvarts-svovelkismalmer, som iallfall for tiden er helt utdrivverdige.

På en noget lavere horisont har vi *Melkedalens grube*, som geologisk er meget interessant. En kobberholdig svovelkis forekommer her langs et glideplan i en marmorbenk, og har betydelig utstrekning i strøk- og fallretning. De påviste malmforråd er imidlertid temmelige ubetydelige.

Nordenfor Ofoten, i Troms og den sydlige del av Finnmark fylker, fører malmforekomstene av denne genetiske type vesentlig kobbermalm, og ligner meget enkelte av Rørosforekomstene. De har vært gjenstand for adskillig grubedrift og er tildels meget betydelige. Egentlige svovelkisforekomster optrer derimot meget sparsomt, f. eks. på *Ringvatsø*, og ingen av dem er ennå påvist å være drivverdige.

Norges forråd av svovelkis.

Nedenfor gis en sammenstilling av de gruber og forekomster, som har vært så vidt meget undersøkt, at bestemte tall kan anføres for deres malmforråd. De omfatter den alt overveiende del av de nu kjente forekomster.

For visse reservasjoner med hensyn til enkelte av tallene henvises til teksten.

<i>Distrikt</i>	<i>Grubens navn</i>	<i>Påvist malm tonn</i>	<i>Sannsynlig malm, tonn</i>	<i>Mulig malm</i>
Hardanger-Karmø	Stordø grube	1 500 000	1 500 000	Betydelig
	Varaldsø gruber	148 000	412 000	Betydelig
	— Rødklev grube	25 000	39 000	Neppe meget
	— Mælen grube		40 000	Litet
Vestkysten	Svano gruber	22 000	41 000	Ikke særlig meget
Trondhjem	Løkken grube	16 000 000	?	Meget betydelig
	— Hemtjønho forekomst	700 000	1 600 000	Meget betydelig
	— Foldals gruber	260 000	300 000	Betydelig
	— Killingdal grube	127 000	110 000	Betydelig
	— Kjøli grube	100 000	150 000	Betydelig
	— Rødhammer forekomst	95 000	335 000	Meget betydelig
	— Undals grube	80 000	165 000	Betydelig
	— Røstvangen gruber	80 000	begrenset	Litet
	— Vingelen grube	66 000	69 000	Usikkert
	— Sevalen grube	52 000	64 000	580 tonn pr. m.
	— Fosgruben	47 000	30 000	Usikkert
	— Kongens grube (Roros)	12 000	50 000	Litet
— Meraker gruber	10 000	42 000	Neppe meget	
— Gresli grube	10 000	30 000	425 tonn pr. m.	
— Malsår forekomst		170 000		
Grong	Joma forekomst	12 150 000	4 480 000	Særdeles betydelig
	— Skorovas forekomst	2 400 000	1 000 000	Særdeles betydelig

Distrikt	Grubens navn	Påvist malm tonn	Sannsynlig malm tonn	Mulig malm
Grong	Gjersvik forekomst . . .	1 422 000	Intet	Intet
	Finbur forekomst . . .	43 000	45 000	Usikkert
Nord-Norge	Sulitjelma gruber . . .	2 200 000	4 500 000	Betydelig
	Bjørkaasen grube . . .	2 425 000	Intet	Ubetydelig
	Bossmo grube	249 000	222 000	Betydelig
	Malmhaug grube	230 000	270 000	Meget betydelig
	Rødfjeld grube	20 000	50 000	Usikkert
		40 473 000	15 714 000	Meget betydelig

På hoveddistriktene fordeler forrådene sig således:

1. Sydvestlige distrikter	1 695 000	2 032 000	
2. Trondhjems-distriktet	17 639 000	3 115 000	÷
3. Grong-distriktet	16 015 000	5 525 000	
4. Nord-Norge	5 124 000	5 042 000	
	40 473 000	15 714 000	

Alle ovenstående tall er beregnet som ferdig eksportkis med 40—50 % S.

Mengden av *påvist malm* (*actual ore*) kan gjennomgående ansees for temmelig nøiaktig beregnet. Det må imidlertid erindres, at disse tall naturligvis ikke uten videre kan benyttes til bedømmelse av forekomstens størrelse, idet mengden av påvist malm avhenger av opfaringsarbeidenes utstrekning og i første rekke av de utførte diamantboringer. Ved flattfallende forekomster, således som Bjørkaasen og Gjersvik, var således all forhåndenværende malm påvist allerede før påbegynnelsen av produktiv drift. Andre forekomster, som f. eks. Løkken, er kjent ved boringer i en meget betydelig utstrekning, mens de fleste bare er opboret i meget begrenset utstrekning.

Gruber og forekomster, særlig de steilt-fallende, hvor litet eller ingen boringer er utført, vil som regel bare ha opfart malm for få års produksjon fremover.

Beregningen av *sannsynlig malm* (*probable ore*) har jeg forsøkt å holde mest mulig ensartet for de forskjellige forekomster, og meget forsiktig, så tallet for det hele land kan ansees som et minimumstall. Den almindelige erfaring, at mange norske svovelkisforekomster har en relativt meget betydelig

utstrekning i aksial retning, er bare i begrenset utstrekning blitt utnyttet ved beregningen av dette tall. Den kommer først og fremst til uttrykk i betegnelsen for mengden av *mulig malm* (*possible ore*), som må tillegges en vesentlig vekt ved bedømmelsen av forekomstens størrelse, men som naturligvis bare kan være gjenstand for et skjønn.

Det vil bemerkes at adskillige av våre betydeligste forekomster er opdaget eller undersøkt i løpet av de siste 15 år. De svovelkisfjerråd som vi kjenner i dag, er derfor mangfoldige ganger så store som de, der var kjent i 1910.

Mulighetene for å finne nye forekomster ved hjelp av de vanlige skjerpemetoder avtar naturligvis sterkt ettersom landet er blitt bedre undersøkt. Der finnes imidlertid adskillige forekomster, som allerede er kjent, men som ennå ikke har vært tilstrekkelig undersøkt. I de utstrakte områder i vårt land, hvor fjellet er dekket av løsavleiringer, er der også betydelige muligheter for i fremtiden å finne nye forekomster ved hjelp av mere videnskabelige skjerpemetoder, f. eks. elektrisk skjerpning.

English Summary.

Pyrite deposits of Norway.

This paper was written in English for The XIV International Geological Congress, Madrid 1926, as a part of its monograph on the Pyrite Resources of the World. The present Norwegian edition has nearly the same content. However, the geological review is a little more extensive, the production statistics have been carried a year forward, to the end of 1925, and some more illustrations are given.

The English reader is referred to the monograph of the Congress, as only a short statement of the contents is given here.

On page 7—13 will be found a short account of the relation of pyrite deposits to the Caledonian mountain chain in Norway. The author maintains, that the main part of its intrusives, and with them the pyrite deposits, belong to the first period of folding processes of the Norwegian mountain chain, probably of Lower Ordovician age.

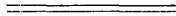
On page 13—18, the characteristic features of the Norwegian pyrite deposits are described, and a summary of the recent views concerning their geology is given. According to these, a small group of pyrite deposits are bio-chemical sediments between basaltic, submarine lava beds, the greatest part of them are magmatic differentiates from gabbroidal intrusives, and a last group are hydromagmatic or hydrothermal deposits, forming the youngest phase of the igneous activity. All of them seem to be mutually related, as fractionations of the original sulphur content in the mother magma.

In table I, p. 20, the yearly pyrite production of Norway, and in table II, p. 22, the total production of the main mines to the end of 1925, with sulphur and copper content, are stated.

From p. 25 follow the descriptions of the individual mines and deposits, arranged from south to north in the main pyrite districts, as seen on the general map, Plate I. The main object of the paper is the calculation of the known pyrite resources within each deposit, stated in italics at the end of each heading, thus:

Actual ore = Påvist malm
Probable ore = Sannsynlig malm
Possible ore = Mulig malm.

On page 118 is given a summary of the resources.



Norges Geologiske Undersøkelse

har utgitt i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. i Oslo.

1. Årbok for 1891. Kr. 1.50.
2. *Homan*. Tekst til kartbladet Selbu. 1890. Kr. 1.00.
3. *J. H. L. Vogt*. Salten og Ranen. 1891. Utsolgt.
4. *Reusch* m. fl. Det nordlige Norges geologi. Utsolgt.
5. *Stangeland*. Torvmyrer, „Sarpborg“. I kart. 1892. Kr. 1.00.
6. *J. H. L. Vogt*. Dannelsen av jernmalforekomster. 1892. Utsolgt.
7. *J. H. L. Vogt*. Nikkelforekomster og nikkelproduksjon. 1892. Utsolgt.
8. *Stangeland*. Torvmyrer, „Nannestad“. 1892. Kr. 1.50.
9. *Helland*. Jordbunden i Norge. 1893. Utsolgt.
10. *Helland*. Tagskiffer, heller og vekstene. 1893. Kr. 3.00.
11. *W. C. Brøgger*. Lagfølgen paa Hardangervidda. 1893. Kr. 2.50.
12. *Riiber*. Norges granitindustri. 1893. Kr. 1.00.
13. *Bjørlykke*. Tekst til kartbladet Gausdal. 1893. Kr. 1.00.
14. Årbok for 1892 og 93. 1894. (Innhold: *Reusch*, Strandflaten; *Reusch*, Mellem Bygdin og Bang *Reusch*, Isdæmmede indsøer. *Bjørlykke*, Høifjeldskvarts. *Friis*, Feldspat og glimmer. *Helland*, Dybder i indsøer; *Helland*, Lerfaldet i Værdalen. *Ryan*, Torvprover.) Kr. 2.50.
15. *J. H. L. Vogt*. Dunderlandsdalens jernmalmeft. 1894. Kr. 2.00.
16. *Helland*. Jordbunden i Jarlsberg og Larviks amt. 1894. Kr. 3.00.
17. *J. H. L. Vogt*. Nissedalens jernmalforekomst. 1895. Kr. 1.25.
18. *Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. I. 1895. Utsolgt.
19. *Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. II. 1895. Utsolgt.
20. *Stangeland*. Om Torvmyrer i Norge. I. 1896. Kr. 1.50.
21. Årbok for 1894 og 95. 1896. (*Reusch*, Referater av geologisk litteratur vedkommende Norge 1890—95.) Kr. 2.00.
22. *J. H. L. Vogt*. Norsk marmor. 1897. Kr. 5.00.
23. *Helland*. Lofoten og Vesteraalen. 1897. Kr. 2.50.
24. *Stangeland*. Torvmyrer i Norge. II. 1897. Kr. 2.50.
25. *Bjørlykke*. Kristiania by. 1898. Kr. 2.50.
26. Norges Geologiske Undersøkelses utstilling i Bergen 1898. Utg. av *Bjørlykke*. Kr. 0.50.
27. *Friis*. Jordboringer i Værdalen o. s. v. 1898. Kr. 1.00.
28. Årbok for 1896 til 99. (Innhold: *Hansen*, Skandinavien stigning. *Helland*, Strandlinjernes fald. *Rekstad*, Foldalen. *Rekstad*, Forandringer hos bræer. *Dal*, Varangerfjord.) Kr. 2.00.
29. *J. H. L. Vogt*. Søndre Helgeland. 1900. Kr. 2.50.
30. *Münster*. Tekst til kartbladet Lillehammer. 1901. Kr. 1.00.
31. *W. C. Brøgger*. Om de sen-glaciale og postglaciale nivåforandringer i Kristianiefeltet. 1900—1901. Kr. 10.00.
32. Årbok for 1900. (Innhold: 9 avhandlinger av *Reusch* om geologiske forhold i Værdalen, Stjørdalen, Valdres, Lister, ved Lysefjorden, Flekkefjord, Bergen og Trondhjem. Norges daler og fjeld Kr. 3.00.
33. Årbok for 1901. (Innhold: *Reusch*, Referater 1896—1900.) Kr. 2.00.
34. Årbok for 1902. (Innhold: *Kiær*, Etage 5 i Asker. *Reusch*, *Rekstad* og *Bjørlykke*, Fra Hardangervidden. *Rekstad*, Bræer i Sogn og Nordfjord. *Rekstad*, Velfjorden.) Kr. 2.50.
35. *Schlotz*, Den sydøstlige Del av Sparagmit-Kvartsfjeldet. 1902. Kr. 3.00.
36. Årbok for 1903. (Innhold: *Friis*, Andøen. *Reusch*, Det indre av Finmarken. *Kaldhol*, Suldalsfjeldene. *Rekstad*, Høifjeldsstrøket Haukeli—Hemsedal. *Rekstad*, Skoggrønsen.) Kr. 3.50.
37. Årbok for 1904. (Innhold: *Holmboe*, Skjælbanker. *Bjørlykke*, Brumunddalen *Hansen*, Mjøsjøkelen. *Rekstad*, Kartbladet Dønna. *Kiær*, Brumunddalen. *Rekstad*, Jotunfjeldene. *Reusch*, Eggedal.) Kr. 3.50.
38. *Stangeland*. Om Torvmyrer i Norge. III. 1904. Kr. 2.50.
39. *Bjørlykke*. Det centrale Norges fjeldbygning. 1905. Kr. 10.00.
40. *Reusch*. Kartbladet Voss. 1905. Kr. 2.00.
41. *W. C. Brøgger*. Strandlinjens beliggenhet under stenalderen. 1905. Kr. 4.00.
42. *A. W. Brøgger*. Økser av Nøsttvetypen. 1905. Kr. 2.00.
43. Årbok for 1905. (Innhold: *Bjørlykke*, Selsmyrene og Lesjevandene; *Bjørlykke*, Ra'erne. *J. H. L. Vogt*, Eruptivfelter. *J. H. L. Vogt*, Andøens jurafelt. *Rekstad*, Folgefennen. Indre Sogn. *C. Bugge*, Kalksten i Romsdals amt.) Kr. 3.50.
44. Årbok for 1906. (*Reusch*, Referater 1901—1905.) Kr. 2.50.
45. Årbok for 1907. (Innhold: *Rekstad*, Folgefennhalvøen. *C. Bugge*, Bergverksdriften 1901—1905. *Stenindustri*. *Reusch*, Skredet i Loen 1905. *Holtedahl*, Alunskiferfeltet ved Øieren.) Kr. 3.00.
46. *J. H. L. Vogt*. De gamle norsk jernværk. 1908. Kr. 1.50.
47. *Reusch*. Tekst med geol. kart Jostedalbræen—Ringerike. 1908. Kr. 2.50.
48. *Bjørlykke*. Jæderens geologi. 1908. Kr. 2.50.
49. Årbok for 1908. (Innhold: *Reusch*, Den Geologiske Undersøkelses opgaver. *Goldschmidt*, Profilet Ringsaker—Brøttum. *Holmsen*, Børgfjeld. *Rekstad*, Fra Søndhordland (Etne m. m.) *Kaldhol*, Den nordøstlige del av Ryfylke. *Rekstad*, Kvartær, Nordmør.) Kr. 4.50.
50. *Reusch*. Norges geologi. 1910. Utsolgt.
51. *J. H. L. Vogt*. Norges jernmalforekomster. 1910. Kr. 4.00.
- 52a. *Grimnes*. Jæderens jordbund. 1910. Kr. 1.50. 52b. *Grimnes*. Kart over Jæderen med angivelse av høideforholdene og jordbundens art. 1 : 50 000. Kr. 2.50.
53. Årbok for 1909. (Innhold: *Rekstad*, Strøket mellem Sognefjord, Eksingedal og Vossestranden; *Rekstad*, Bindalen og Leka. *Werenskiöld*, Øst-Telemarken. *Goldschmidt*, Tonsaasen. *Oxaal*, Børgfjeld. *Th. Vogt*, Langøen.) Kr. 4.00.
54. *Hansen*. Fra istidene. Vest-raet. 1910. Kr. 3.50.
55. *Danielsen*. Bidrag til Sørlandets kvartærgeologi. 1910. Kr. 2.00.
56. *C. Bugge*. Kartbladet Rennebu. 1910. Kr. 2.50.
57. Årbok for 1910. (Innhold: *Werenskiöld*, Fra Numedal. *Hoel*, Okstinderne. *Rekstad*, Ytre del av Saltenfjord. *Reusch*, De formodede strandlinjer i Øvre Gudbrandsdalen.) Kr. 3.50.
58. *Werenskiöld*. Fornebolandet og Snarøen i Østre Bærum. 1911. Kr. 2.00.
59. Årbok for 1911. (Innhold: *Oxaal*, Indre Helgeland. *Rekstad*, Hardanger. *Carstens*, Mo prestegjæld. *Marstrand*, Svartisen.) Kr. 3.50.
60. *Werenskiöld*. Kartbladet Søndre Fron. 1911. Kr. 3.00.

61. Årbok for 1912. (Innhold: *Holmsen*, Hatfjelddalen. *Bugge*, Trondhjemsfeltet. *Rekstad*, Bjellaa-dalen; *Rekstad*, Øerne utenfor Saltenfjord; *Rekstad*, Mytilusfauna i Smaalenene. *Oxaal*, Eksport av sten 1870—1911.) Kr. 3.50.
62. *Rekstad*. Bidrag til Nordre Helgelands geologi. 1912. Kr. 3.00.
63. *Holte Dahl*. Kalkstensforekomster i Kristianiafeltet. 1912. Kr. 2.50.
64. *Reusch*. Tekst med geol. oversigtskart over Søndhordland og Ryfylke. 1913. Kr. 2.50.
65. *Bjøllykke*. Norges kvartærgeologi. En oversigt. 1913. Utsolgt.
66. *Werenskiöld*. Tekst med geol. oversigtskart Setersdalen—Ringerike. 1912. Kr. 2.50.
67. *Rekstad*. Fjeldstrøket mellem Saltaldalen og Dunderlandsdalen. 1913. Kr. 2.50.
68. Årbok for 1913. (Innhold: *Oxaal*, Hvit granit. *Schiøtz*, Isskillet, Fæmund. *Reusch*, Tryssil. *Foslie*, Ramsøy titnmalmsfelt.) Kr. 3.00.
69. Årbok for 1914. (Innhold: *Rekstad*, Lyster og Bøverdalen. *Oxaal*, Kalkstenshuler i Ranen. *Rekstad*, Kalkstenshuler i Ranen; *Rekstad*, Kalksten fra Nordland. *Reusch*, Hitterens og Smølenes geologi. *Holte Dahl*, Fossiler fra Smølen.) Kr. 3.00.
70. Fem avhandlinger. (Innhold: *Reusch*, Norges Geologiske Undersøkelse. *Werenskiöld*, Det sydlige Norge. *Th. Vogt*, Nordland. *J. H. L. Vogt*, Bergverksdrift. *Oxaal*, Steinudstret.) 1914. Kr. 1.00.
71. *Kolderup*. Kartbladet Egersund. 1914. Kr. 2.50.
72. *J. H. L. Vogt*. Gronggruberne og Nordlandsbanen. 1915. Kr. 2.00.
73. *Holmsen*. Bræddemte sjøer i Nordre Østerdalen. 1915. Kr. 4.00.
74. *Holmsen*. Tekst med geol. oversigtskart Østerdalen—Fæmundsstrøket. 1915. Kr. 2.50.
75. Årbok for 1915. (Innhold: *Holte Dahl*, lagtagelser over fjeldbygningen omkring Randsfjordens nordende. *Holte Dahl*, Nogen foreløbige meddelelser fra en reise i Alten i Finnmarken. *Rekstad*, Kvartær tidsregning. *Reusch*, Den formodede littorinasenkning i Norge. *Rekstad*, Helgelands ytre kyststrand. *J. H. L. Vogt*, Om manganrik sjøalm i Storsjøen, Nordre Odalen.) Kr. 4.00.
76. *Oxaal*. Norsk granit. 1916. Kr. 4.00.
77. *Goldschmidt*. Konglomeraterne inden høifjeldskvartsen. 1916. Kr. 2.00.
78. *Holmgreen*, Naturen. 1916. Kr. 1.50.
79. Årbok for 1916. (Innhold: *Holmsen*, Rendalens bræsjo; *Holmsen*, Sørfolden—Riksgrønsen. *Rekstad*, Kyststrøket mellem Bodø og Folden. *Reusch*, Litt om Jutulhugget.) Kr. 3.50.
80. *Rekstad*. Vega, Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1917. Kr. 3.00.
81. Årbok for 1917. (Innhold: *Reusch*, Seterne i Østerdalen. *Holte Dahl*, Kalkstensforekomster paa Sørlandet. *Holmsen*, Sulitjelmatrakten. *Rekstad*, Fauske—Junkerdalen. Kr. 3.50.
82. *C. Bugge*. Kongsbergfeltets geologi. [Karter og plancher i konvolut.] 1917. Kr. 12.00.
83. Årbok for 1918 og 19. (Innhold: *Holmsen*, Gudbrandsdalens bræsjo. *Carstens*, Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn. *Reusch*, Nogen kvartærgeologiske iakttagelser fra det Romsdalske) *Rekstad*, Geologiske iakttagelser fra strekningen Folla—Tysfjord. *Holmsen*, Nordfollas omgivelser. Kr. 3.50.
84. *Holte Dahl*. Bidrag til Finnmarkens geologi. 1918. Kr. 4.00.
85. *J. H. L. Vogt*. Jernmalm og Jernverk. 1918. Kr. 3.50.
86. *Oxaal*. Dunderlandsdalen. 1919. Kr. 3.00.
87. Årbok for 1920 og 21. (Innhold: *Holte Dahl*, Kalksten og dolomit i de østlandske dalfører. *A. Bugge*, Nikkelgruber i Bamle. *Foslie*, Raana norittfelt. *Rekstad*, Et fund av skjellførende leir i Lørenskog. *Falck-Muus*, Brynestensindustrien i Telemarken. *Reusch*, Fulder dannet ved forviring. *Rosenlund*, Føe gruber.) Kr. 5.00.
88. *Rekstad*, Kartbladet Eidsberg. 1921. Kr. 2.00.
89. *Holte Dahl*, Kartbladet Engerdalen. 1921. Kr. 2.50.
90. *Holmsen*. Torvmyrernes lagdeling i det sydlige Norges lavland. 1922. Kr. 6.00.
91. *Rekstad*. Kvartære avleiringer i Østfold. 1922. Kr. 1.00.
92. *Rekstad*. Grønnvatnet. 1922. Kr. 1.00.
93. *J. H. L. Vogt*. Tryktunneller og geologi. Med et avnitt: *Fredrik Vogt*: Spændinger i fjeldet ved tryktunneller. 1922. Kr. 2.00.
94. *Grønlie*. Strandlinjer, moræner og skjælføremkomster i den sydlige del av Troms fylke. 1922. Kr. 1.00.
95. *A. Bugge*. Et forsøk paa inndeling av det syd-norske grundfjeld. 1922. Kr. 0.75.
96. *Rekstad*. Norges heving etter istiden. 1922. Kr. 1.25.
97. *Holte Dahl* og *Schetelig*. Kartbladet Gran. 1923. Kr. 2.50.
98. Årbok for 1922. Kr. 2.00.
99. *Holmsen*. Vore myrsers plantedække og torvarter. 1923. Kr. 5.00. Innbundet kr. 6.50
100. *Rekstad*. Hans Reusch. Nekrolog og bibliografi. 1923. Kr. 1.00.
101. *Andersen*. Ildfaste oksydens fysikalske kemi. Statens Raastofkomite, publ. nr. 1. 1922. Kr. 1.50. Plancher og tabeller til nr. 101 kan kjøpes særskilt in plano. Kr. 1.00.
102. *Holte Dahl* og *Andersen*: Om norske dolomiter. S. R. K. publ. nr. 2. Kr. 1.00.
103. *Andersen*: En forekomst av ren kvarts i Krødsherred. S. R. K. publ. nr. 3. Kr. 0.75.
104. *Bull*: Elektrisk metalsmeltning. S. R. K. publ. nr. 4. 1922. Kr. 0.75.
105. *Lindeman*: Torv. S. R. K. publ. nr. 5. 1922. Kr. 0,75.
106. *C. Bugge* og *Foslie*: Norsk arsenmalm og arsenikfremstilling. S. R. K. publ. nr. 6. 1922. Kr. 1.00.
107. *Goldschmidt*: Om fremstilling av bariumlegeringer. S. R. K. publ. nr. 7. Kr. 1.00.
108. *Goldschmidt* og *Johnson*: Glimmermineralernes betydning som kalkkilde for planterne. S. R. K. publ. nr. 8. 1922. Kr. 2.00.
109. *Johnson*: Om tilgodegjørelsen av kalkfeltspatens kaliinnhold. S. R. K. publ. nr. 9. 1922. Kr. 2.00.
110. *C. Bugge*: Statens apatitdrift i rationeringstiden. S. R. K. publ. nr. 10. 1922. Kr. 1.00.
111. *Gram*: Undersøkelser over bituminose kul fra Spitsbergen. S. R. K. publ. nr. 11. 1922. Kr. 1.00.
112. *Gram*: Den kem. sammensætning av Spitsbergen—Bjørnøykul. S. R. K. publ. nr. 12. 1923. Kr. 1.00.
113. *Rødland*: Oljefremstilling av Kingsbay-kul og kul og skifer fra Andøen. S. R. K. publ. nr. 13. 1924. Kr. 1.00.
114. *Hansteen Cranner*: Om vegetationsforsøk med glimmermineralerne biotit og sericit som kalkkilde. S. R. K. publ. nr. 14. 1922. Kr. 1.50.
115. *v. Krogh*: Undersøkelser over norske lerer. I. S. R. K. publ. nr. 15. 1923. Kr. 1.00.
116. *Dietrichson*: Undersøkelser over norske lerer. II. S. R. K. publ. nr. 16. 1923. Kr. 2.00.
117. *Guertler* og *Bull*. Kort oversigt over kobberets indflydelse paa jern og staa. S. R. K. Publ. nr. 17. 1923. Kr. 1.00.
118. *Bull*: Prøver med en hærdeovn for kulstofstaa. S. R. K. publ. nr. 18. 1923. Kr. 1.00.
119. *v. Krogh*: Undersøkelser over norske lerer. III. S. R. K. publ. nr. 19. 1923. Kr. 1.75.
120. *Dietrichson*: Undersøkelser over norske lerer. IV. S. R. K. publ. nr. 20. 1924. Kr. 2.00.
121. *Th. Vogt*. Sulitjelma. 1924. Under trykning.
122. Årbok for 1923. Kr. 2.00.
123. *Holmsen*. Hvordan Norges jord blev til. 1924. Kr. 4.00.
124. *Rekstad*. Hatfjelddalen. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1924. Kr. 2.00.
125. *Rekstad*. Trøna. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1925. Kr. 2.00.
126. *Foslie*. Syd-Norges gruber og malmsforekomster. 1925. Kr. 5.00.

Smaaskrifter.

- Av denne serie, som faaes gratis ved henvendelse til Norges Geologiske Undersøkelse, er utkommet:
- Nr. 1. *Andersen*: Norges Geologiske Undersøkelse, dens opgaver og virksomhet. 1922.
 - „ 2. *Falck-Muus*: Avhandlinger og kartet utgit av N. G. U., systematisk ordnet. 1922.

Følgende farvetrykte geologiske rektangel- og gradavdelingskart er tilsalgs ved Norges Geografiske Opmåling for kr. 1.40 pr. stk.:

Skjørn, Terningen, Meråker, Selbu (tekst N. G. U. No. 2), Rennebu (tekst N. G. U. No. 56), Gausdal (tekst N. G. U. No. 13), Åmot, Melhus, Lillehammer (tekst N. G. U. No. 30), Gjøvik, Hamar, Nannestad, Gran (tekst N. G. U. No. 97), Fet, Moss (ny utgave), Sarpsborg, Haus, Voss (tekst N. G. U. No. 40), Eids, berg (ny utgave, tekst N. G. U. No. 88), Dunderlandsdalen (tekst N. G. U. No. 86), Stavanger. NB.: Følgende kart er utsolgt: Kristiana, Eidsvoll, Hønefoss, Bergen, Rindal, Stenkjær, Levanger, Stjørdal-Trondhjem, Tønsberg.

Ved Norges Geologiske Undersøkelse er tilsalgs følgende håndkolorerte kart:

Helgelandsflesa, Bindal, Borgefjell, Ranseren, Vega, Velfjorden, Hatfjelldal, Skarmodal, Flovær, Mosjøen, Røsvatn, Krutfjell, Skibåsvær, Dønna (tekst N. G. U. No. 37 IV), Ranen, Umbugta, Virvatn, Træna, Lurøy, Svartisen, Nasa, Valvær, Meløy, Beiardal, Gildeskål, Bodø, Saltal, Sulljelma, Kjerringøy, Steigen, Sørfold, Norfold, Hamarøy, Røst, Helligvær, Lofotodden, Moskenæsøy, Vestvågøy, Svolvær, Hadsel, Lødingen, Ofoten, Øksnæs, Kvæfjord, Harstad, Tysfjord, Hellemobotn og Narvik.

Ennvidere er utkommet:

Geol. oversigtskart over det sydlige Norge. 1:1.000.000. 1915. Utsolgt.

Dahll og *Kjerulf*. Geol. kart over det søndenfjeldske Norge.

Dahll. Geol. kart, nordlige Norge. Kr. 4.00. (Steensalles efterf.)

Kjerulf. Udsigt over det sydlige Norges geologi. 1879. Kr. 12.00. (Steen balles efterf.)

Reusch. Bømmeløen og Karmøen. 1888. Kr. 4.00.

Geol. oversigtskart over det nordlige Norge 1:1.000.000. 1924. kr. 4.00.

W. C. Brøgger og *Jacob Schetelig*. Geol. oversigtskart over Kristianiafeltet. 1:250.000. 1923. Kr. 4.00.

NB. Man kan hos enhver av landets bokhandlere tegne sig som abonnent på Norges Geologiske Undersøkelss skrifter og således få dem tilsendt, eftersom de utkommer.