



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1152	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv USB	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Hosanger nikkelgruve				
Forfatter H. Bjørlykke		Dato 19	Bedrift Raffineringsverket A/S	
Kommune Osterøy	Fylke Hordaland	Bergdistrikt Vestlandske	1: 50 000 kartblad 12163	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi Diamantboring		Dokument type	Forekomster Hosanger gruver	
Råstofftype Malm/metall		Emneord Ni		
Sammendrag Forfatteren har arbeidet som geologisk konsulent for Raffineringsverket A/S ved Hosanger gruver sammen med dr. C.W. Carstens siden 1939. Jeg har herunder tatt opp geologisk kart over gruvedfeltet og deltatt sammen C.W. Carstens og gruvens ledelse i planleggelsen av de utførte undersøkelses-arbeider. Rapporten gir en beskrivelse av konklusjon på de foretatte undersøkelsene og rapporten er identisk med den artikkelen som er publisert i NGU nr. 172, 1949.				

H O S A N G E R N I K K E L G R U V E

av

Harald Bjørlykke

Forord.

Forfatteren har arbeidet som geologisk konsulent for Raffineringsverket A/S ved Hosanger gruver sammen med dr. C.W. Carstens siden 1939. Jeg har herunder tatt opp geologisk kart over gruvefeltet og deltatt sammen med C.W.Carstens og gruvens ledelse i planleggelsen av de utførte undersøkelsesarbeider.

Jeg vil herved få takke disse for at jeg har fått disponere materiale fra undersøkelsesarbeidet og fra gruvens drift til denne beskrivelse, og vil rette en spesiell takk til A/S Raffineringsverkets direktør S.Giertsen og til ingeniørene Kjell Andahl og S.Smith Meyer som har hjulpet meg meget under arbeidet ved gruen.

De røntgenspektrografiske undersøkelsesarbeider er utført ved Geologisk Institut med støtte av Norges Tekniske Høgskoles fond. Mikrofotografiene av malm er for en stor del utført av preparant Anker Iversen ved Geologisk Institut i Trondheim, og rentegning av kart og profiler er utført av tegner frk.Engelsrud ved Norges Geologiske Undersøkelse.

Beliggenhet.

Hosanger gruve ligger på østsiden av Lonevågen på den vestlige del av Osterøen ca 20 km NØ for Bergen. Der har vært drevet på 3 forskjellige forekomster, Nonås, Litland og Lién. Foruten disse gruver finnes der innen gruvefeltet en rekke skjerp som ved undersøkelse har vist seg å være uten verdi og hvor der ikke har foregått noen drift.

Historikk.

Nikkelfeltene på Osterøen ble funnet i 1875 av en kolportør Riis fra Bergen og i 1882 ble der påbegynt en del undersøkelser av Varaldsø Mining Co. ved kaptein Barrat særlig på de sydligste forekomster ved Nonås.

Dette selskap drev gruen Bratlien som førte en koppermalm og Storgruven (Claudets gruve) inntil 1891.

I 1884 ble det brutt 150 m^3 råmalm som var anslått å gi 300 t skeidemalm med 2 % Ni.

For 1885 oppgis et belegg på 15 mann i gruvene og det samlede antall dagsverk var 6371.

Efter en rapport av Chr. A. Münster av 15/1 1909 kostet driften av ort ca 50 kr.pr.l.m. og strosser kr.7 pr.m³. Samme år oppgis at brytning av malm i "hoveddagsstrosse" kostet ca 2 kr.pr.m³.

I 1884 ble der anlagt en vei fra gården Gjeitrem ved Lonevågen opp til Claudets gruve.

For årene 1886, -87 og -88 var utgiftene ved gruvene tilsammen kr.64 344,77 og for dette ble produsert 3 455 t eksportmalm d.v.s. ca kr.18,60 pr.t. Om malmens kvalitet finnes følgende oppgaver:

1884	2 % Ni	2 % Cu
1885	3,75 " "	
1886-88	3 " "	
1890-91	2 " "	

Man kan således regne at Varaldsø Mining Co's drift i årene 1883-91 ga en ca 3 % nikkelmalm til en produksjonspris ved gruen av ca kr.20 pr.t.

I 1890 ble det bygget en taubane fra Claudets gruve ned til en kai ved stranden nær Gjetreim gård. I 1891 ble gruvene

overtatt av A/B Os-Hommelvik kopparverk som dette år vesentlig drav dagbrudd i Claudets gruve. Driften ble nedlagt i 1894 efter at der var tatt ut ca 20 000 t råmalm og utskeidet ca 10 600 t skeidemalm som ble eksportert. Samtidig ble ekstraksjonshytten på Hommelvik nedlagt da deres utvinningsmetode for nikkel viste seg å være mislykket.

Efter foreliggende eldre oppgaver ble der ved A/B Os-Hommelvik Kopparverks drift produsert en 2 % nikkelmalm til en produksjonspris ved graven på ca kr.10 pr.t.

I 1898 ble der drevet undersøkelsesdrift i 5 måneder.

I 1899 ble feltene håndgitt til et amerikansk selskap (Thomson ?) som begynte drift i okt. 1899 og arbeidet til jan. 1901. Der ble anvendt ca 100 000 kr. til undersøkelser av feltene. I Nonåsfeltet ble der boret 4 diamantborhull som imidlertid ikke påtraff malm av betydning. I Litlandsfeltet ble der utført en del oppfaringsarbeider. Der ble drevet 65 m synk som kostet 115 kr.pr m. og 115 m.ort til kr.65 pr m. Der ble brutt 600 t berg og produsert 300 t nikkelmalm nr.1 med 3 % Ni og 2 % Cu samt 300 t malm nr.2 med 1,5 % Ni og 1,5 % Cu.

Efter Chr. A. Mønsters rapport av 1909 var der da på Hosanger 2 forskjellige felter Nonåsfeltet og Litlandsfeltet. Nonåsfeltet omfattet 3 forskjellige gruver Claudets, mutet 28 okt. 1890, Barrys, mutet 20 jan.1882 og Storbotten, mutet 18 nov. 1890, foruten et par skjerp som kaltes Nippen og en synk. Av disse er Claudets gruve hovedgruen og antas å ha levert ca. 9/10 av den samlede produksjon.

Fra 1898 var der ingen drift ved gruvene inntil Kristiansands Nikkelraffineringsverk A/S overtok og satte i gang undersøkelsesdrift i mars 1915.

I Bratlien gruve ved Nonås ble der i 1915 drevet 30 m. slepsynk som fulgte malmen i 25 m med 1-1,5 m mektighet.

I 1915 ble der satt i gang undersøkelser av Lien gruve, men denne gruve kom først i produksjon i 1938.

Kristiansands Nikkelraffineringsverks undersøkelsesdrift i Hosangerfeltet ble fortsatt fra sept.1916 til juni 1917. I 1915 ble der drevet oppfaringsdrift i Bratlien og Litland.

I Litland ble produsert 2424 t malmholdig berg som ble

skeidet til 1380 t eksportmalm med 1,5 % Ni og 0,6 % Cu. Malmen i Litland ble oppfart i en lengde av 60 m med en mektighet av 1-3 m. Der ble oppført maskinhus, skeidehus, verksteder og kontor og bygget en 1100 m lang taubane til sjøen ved Bysheim hvor det ble påbegynt bygging av en smeltehytte.

I Nonåsfeltet ble det drevet oppfaring i Claudets gruve og Storbotten. En stoll fra Storbotten inn under Claudets gruve ble fremdrevet 103 m og er nu under denne gruves bunn. Ingen malmproduksjon.

I Litland gruvefelt var det drift i Barrats gruve og Barrys gruve samt Lien gruve I og II som ble mutet 6 des.1916.

Der ble utfordret 4013 t malmholdig berg, herav 720 t smeltemalm å 1,6 % Ni og 0,7 Cu. Arbeidet med smeltehytten ble innstillet, og er ikke senere blitt fullført.

I 1917 var der drift ved Claudets gruve og Storbotten gruve i Nonåsfeltet, men driften ble innstillet i september og senere har ingen gruver i dette felt vært i produksjon.

Der ble utfordret 291 m³ berg og utskeidet 70 t smeltemalm med 2 % Ni og 1 % Cu som ble opplagt i gruvene.

I Litlandfeltet var det drift i Barrats gruve, Barrys gruve, gruve nr.17 og Lien gruve 1 og 2. Der ble utfordret 1370 t malm hvorav ble utskeidet 390 t smeltemalm med 1,5 % Ni og 0,5 % Cu.

I 1918 ble det i Litlandfeltet drevet i Barrats gruve, Barrys gruve og gruve nr.17 inntil mars 1918. Der ble utfordret 680 t hvorav utskeidet 200 t smeltemalm med 1,5 % Ni og 0,5 % Cu. Der ble gitt fristbevilgning for alle tre gruver fra 9 april.

I Lien gruver 1 og 2 ble det utfordret 3896 t og herav utskeidet 335 t smeltemalm med 1,5 % Ni og 0,5 % Cu.

I 1919 ble det i Barrats gruve, Barrys gruve og gruve nr.17 utfordret 3956 t malmholdig berg. Ved Lien gruve ble utfordret 1199 t malmholdig berg som ble opplagt ved gruve. Det ble drevet undersøkelsesarbeider i to nivåer 8 og 15 m under Litlandsvannet.

I 1920 ble det i Barrats gruve, Barrys gruve og gruve nr.17 i Litlandfeltet utfordret 4414 t vaskemalm med 1,18 % Ni og 0,42 % Cu. Dette ga ved flotasjon 1048 t konsentrat med 4,23 % Ni og 1,72 % Cu. Det nybyggete flotasjonsverk var i drift fra 1 juni til 27 sept.

Fristbevilling for disse gruver ble utstedt 2 des.1920.

I Lien gruve ble arbeidet innstillet sept.1920. Der ble utfordret 355 t malmholdig berg som ble opplagt ved gruen. Fristbevilling for Lien gruve ble utstedt 7 des.1920.

Fra høsten 1920 var alle gruver i Hosangerfeltet nedlagt inntil okt.1933 da Raffineringsverket A/S begynte prøvedrift i Litland gruve. I 1934 ble det ved Litland gruve produsert 40 976 t malm med 1,20 % Ni og 0,436 % Cu. I 1935 var produksjonen 42 826 t med 1,058 % Ni og 0,406 % Cu. I 1936 produsertes ved Litland 41 731 t med 1,08 % Ni og 0,405 % Cu og i 1937 39 537 t med 0,983 % Ni og 0,37 % Cu.

I 1938 ble Lien gruve igjen satt i drift og ble drevet inntil 1942 da den ble nedlagt som utdrevet. Der var da til sammen uttatt 100 000 t malm med en gjennomsnittlig gehalt av 0,55 % Ni. I 1943 begynte driften ved Lien II eller Smith Meyers gruve som ble drevet på den nordlige forkastede del av Lienmalmen. Malmen her var imidlertid meget fattig. Driften ved Litland gruve ble innstillet sommeren 1943 da all malm her var utdrevet. I 1945 ble all drift ved Hosanger gruver innstillet på grunn av mangel på drivverdig malm.

Oversikt over produksjonen ved Hosanger gruver.

Gruve	Produksjon t	Ni	Cu	Ni i t
Nonås	11 000	2,5	-	280
Litland etter 1933	321 000	1,02	0,38	3 260
- " - før 1933	10 000	-	-	-
Lien I	100 000	0,55	-	550
Lien II, Smith Meyers gruve	20 000	0,39	0,18	80
Tilsammen	462 000 t			4 170 t

Tilsammen er det således ved Hosanger gruver produsert ca 460 000 t malm med meget vekslende gehalt fra 0,39 % til ca 3 % Ni og tilsvarende ca 4100 t nikkel.

Geologi.

Gruvefeltet ligger innenfor "Bergensbuene" som er geologisk kartlagt og beskrevet av C.F. og N.H.Kolderup.

Efter Kolderups kart består bergartene på den vestlige del av Osterøen av jotunnoritt, mangeritt og mangerittsyenitt som henføres til anortositstammen. Disse bergarter er på øst-siden av Lonevågen gjennemsatt av noritiske bergarter.

Ved den geologiske kartlegging av gruvefeltet viste det

seg umulig å adskille i marken annet enn to grupper bergarter nemlig norittmassivet som var sammensatt av bergarter av meget vekslende sammensetning og som på kartene sammenfattes med betegnelsen gabbro, og de omgivende bergarter som overalt hadde en gneisstruktur og som ble sammenfattet under begrepet gneis. Gneisen hadde meget forskjellig sammensetning og utseende, og var til dels utviklet med øyestruktur, dels migmatitisk og båndet.

Disse forskjellige gneistyper gikk imidlertid ofte gradvis over i hinannen og hadde så liten og spredt utbredelse at de ikke lot seg adskille på et kart i den benyttede målestokk (1:2000).

I Kolderups arbeide (10) s.133 gjøres også oppmerksom på at "rocks of the anorthosite kindred near Hosanger occur in a way that very much resembles the migmatie gneisses."

Av utbredte gneistyper kan nevnes:

Granittisk gneis, delvis med øyestruktur (prøve ved ingeniørboligen koord.490 N-550 V), som ved mikroskopisk undersøkelse viste følgende mineralinnhold:

Mikroclinpertitt, kvarts, oligoklas, biotitt, kloritt, granat og epidot.

Flere av de granittiske gneistyper førte også titanitt.

Albit-zoisitt gneis (prøve koord.1145 S, 550 Ø). Mineralinnhold: kvarts, albit, zoisitt og biotitt.

Der opptrådte også i gneisen soner med dioritisk sammensetning og klorittrike lag. De forskjellige gneistyper syntes også ofte å ha liten feltutstrekning, og det lyktes ikke under kartleggingen å finne noen ledesoner som lot seg følge lengere strekninger i felt. Gneisens strøk og fall er alltid konform med fakolittens grenser.

Norittbergartene.

Det malmførende norittmassiv har form som en fakolit og består av bergarter med vekslende sammensetning og som går jevnt over i hverandre. De forskjellige bergartstyper innen massivet skyldes dels en primær differenziasjon av magmaet og dels en sekundær omvandling og stoffbytte med sidebergarten.

I de sentrale og sydlige deler av fakoliten er bergarten overveiende en noritt som er karakterisert ved å være meget rik på hypersten og som dessuten holder betydelige mengder skapolitt.

I Tab. 1 er gjengitt to analyser av noritt fra Hosanger og til sammenligning er også gjengitt en analyse av den nikkelmalmførende dioritt fra Flåt gruve i Evje. J.H.L.Vogt har beregnet sin

Tabell 1.

	1	2	3
SiO ₂	51,13	49,10	46,72
TiO ₂	0,96	1,09	0,56
Al ₂ O ₃	8,50	8,19	15,83
Fe ₂ O ₃	1,93	2,41	6,95
FeO	7,77	9,00	7,74
MnO	0,13	0,16	0,12
MgO	19,69	13,87	6,31
CaO	3,44	12,02	7,41
BaO	0,33	0,07	0,12
Na ₂ O	1,51	1,38	2,60
K ₂ O	1,95	0,72	1,55
P ₂ O ₅	0,23	0,20	1,82
CO ₂	0,97	0,91	-
S	0,01	0,41	0,60
Cr ₂ O ₃	0,13	0,16	-
NiO	0,16	0,07	0,07
H ₂ O÷ 110	0,05	0,05	0,10
H ₂ O 110	0,96	0,72	1,14
F	-	-	0,22
Cl	-	-	0,23
	99,85	100,46	100,12
(S+F ₂ +Cl ₂) = 0			0,44
			99,68

1. Noritt, Litland Hosanger. (Anal. E.Klüver)
C.F. og N.H. Kolderup () s.88
2. Hyperstennoritt, Hosanger.
J.H.L.Vogt () s.310
3. Ore-Diorite Flåt Mine. (Anal.: B.Bruun)
Tom.F.W.Barth () s.28

analyse av noritt fra Hosanger til følgende mineralinnhold: Labrador 20, hypersten (med 27 % FeSiO_2 og noe SiO_2) 60, amfibol 12 og biotitt 5. Malmdioritten fra Flåt har etter Barth (2) følgende beregnede mineralinnhold: Kwarts $8\frac{1}{2}$, Plag. (an.35) $30\frac{1}{2}$, Hornblende 33, biotitt $14\frac{1}{2}$, Apatitt 4 og erts $9\frac{1}{2}$.

Sammenlignet med malmdioritten fra Flåt viser den malmførende dioritt fra Hosanger en over dobbelt så stor gehalt av magnesium, og fører derfor overveiende hypersten mens det overveiende mineral i Flåtdioritten er en hornblende.

Felles for begge de nikkelmalmførende bergarter er en sterk anrikning av klor som i Flåtdioritten p.g.a. den høye fosforsyregehalt vesentlig inngår i apatitt, mens der i Hosangernoritten er dannet skapolitt. Dessverre er der ikke utført bestemmelser av klor i noen av de anførte analyser fra Hosanger. Den forholdsvis høye gehalt av nikkel og det ubetydelige svovelinnhold i anal.1 stemmer ikke godt med driftsanalysene fra gruvedriften idet avgangen fra flotasjonen vanligvis bare har holdt ca 0,1 % Ni.

Foruten noritter finnes der særlig i de perifere og nordlige deler av fakoliten feltspatfattige og til dels feltspatfrie bergarter, dels hornblenditer og dels med noe hypersten som er omtalt av Barth (2) som Bahiaiter og som også er beskrevet av ham fra Frikstad i Flåtfeltet.

Langs norittmassivets grense og på slepper i dette opptrer også meget klorittrike bergarter, ofte med en noe skifrig struktur.

Langs grensene av fakolitten er gabbromassivet rikt på større og mindre flak av gneis som oftest ligger med samme orientering som de omgivende gneisbergarter. Samtidig finner man også inne i gneisen tallrike lagerganger av gabbroidale bergarter. På grunn av disse forhold er det ofte vanskelig å fiksere nøyaktig grensen mellom gabbro og gneis særlig i diamantborhullene.

Som de yngste bergarter i feltet opptrer tallrike aplittganger som gjennomsetter gabbrobergarter og malmene ofte parallell fakolitenbegrensning, men også tilsynelatende helt uregelmessig. Enkelte steder er der under gruvedriften påtruffet uregelmessige pegmatittmasser innesluttet i malmen og med feltspatkrystaller av opp til $\frac{1}{2}$ m diameter. I en strosse på etg.1 i Lien gruve opptrer en større pegmatittmasse som synes å ha form som en hestesko. I denne pegmatitt finnes årer av kopperkis som må antas å være sekundært innvandret i pegmatitten.

Malmene.

Der opptrer innen området to typer malm:

1. Primær magmatisk malm.
2. Offset malm.

Den primær magmatiske malm hvortil hører praktisk talt all malm i Lien og Litland gruvefelter, opptrer lovmessig gravitativt utskilt i bunnen av fakolitten og til dels også i mindre mengder på oversiden av innesluttete gneisflak. Denne malm viser aldri skarpe grenser mot omgivende gabbrobergarter, men går jevnt over i disse i det sulfidinnholdet gradvis avtar. Disse malmer blir således økonomisk begrenset etter den nikkelgehalt som til en hver tid er nødvendig for en lønnsom drift.

Den annen type malm, som jeg har kalt offsetmalm, opptrer opptrer i ganger i form av spaltefyllinger med meget skarpe grenser mot omgivende bergart som dels kan være gneis og dels gabbrobergarter. Foruten sulfidmineraler inneholder denne type malm en del silikatmineraler og ofte avrundete uralitkrystaller av diameter omkring 1 cm. Malm av lignende utseende opptrer også i de sentrale deler av den primærmagmatiske malm og er av J.H.L.Vogt kalt "porfyrmalm" (fig.3).

Man kan i offsetmalmene iaktta en viss sonarbygning av gangen, i det den ytre sone oftest er rikere på svovelkis enn de indre deler (fig.4).

Et røntgenspektrogram av koboltinnholdet i svovelkisen fra offsetmalm fra Nonås viste 0,48 % Co mens svovelkis fra Lien gruve viste 0,79 % Co. Men da der bare foreligger disse to analyser kan det ikke sies med sikkerhet om dette er et generelt forhold.

Offsetmalmer opptrer særlig på Nonås hvor de utgjør hovedmassen av den utdrevne malm. Ved Litland gruve er det påtruffet en ca $\frac{1}{2}$ m mektig offsetgang i kommunikasjonsarten mellom Litlandmalmen og Nordmalmen. Det kan ikke påvises noen vesentlig forskjellighet med hensyn til mineralinnholdet i de to malmtyper, men i enkelte av offsetmalmene er strukturen noe mere finkornet.

Det er innen feltet påvist to større primærmagmatiske malmpartier, Litlandmalmen i syd og Lienmalmen i nord. Mellom disse ligger to mindre malmer, Nordmalmen og kontormalmen. Bortsett fra Lienmalmens fortsettelse nordenfor forkastningen er alle de nevnte malmpartier helt avbygget så deres begrensnings er nøye kjent.

I Nonåsfeltet som ligger høyt oppe i fakoliten finnes mindre partier primær magmatisk malm utskilt på oversiden av gneisflak i gabbrobergarten, men den meste malm er utdrevet på smale offset-ganger av $\frac{1}{2}$ -3 m mektighet. Denne malm var den viktigste under Hosangerfeltets første driftsperioder, da den lett kunne skeides til en gehalt av 3 % Ni som ble eksportert uten videre oppberedning.

Undersøkelsesarbeider.

Da Hosanger gruver gjennom hele siste driftstid fra 1927 arbeidet med meget små malmforråd, ble det fra selskapets side hele tiden nedlagt et meget stort arbeide for å finne ny malm. Den geologiske side av dette arbeide ble inntil 1937 ledet av ing. H.H.Hornemann, senere av dr. C.W.Carstens og H.Bjørlykke. I 1937 ble der også utført elektrisk malmleting over feltet. Dette ga imidlertid ingen positive resultater.

Da den elektriske malmleting slo feil ble undersøkelsesarbeidet ført videre på rent geologisk basis, og der ble utført et stort diamantboringsprogram beregnet på først og fremst å skaffe rede på de rent geologiske forhold. Undersøkelsesarbeidet førte til at der ble funnet fortsettelse av den forkastede Lienmalm samt ertsimpregnerte soner lenger nord ved Heldal, men gehaltene var dessverre for små til at de kunne drives. Det førte imidlertid til at man fikk et meget klart bilde av de geologiske forhold i gruvefeltet.

Under arbeidet ble det tidlig klart at malmen var knyttet til en intrusiv masse av basiske bergarter som hadde form av en fakolit med lengderetning N-S og at malmen opptrådte overensstemmende med J.H.L.Vogts gravitasjonsteori i de lavestliggende partier av denne. Oppgaven ble da å fastslå fakolitens forløp utenfor det kjente område og finne frem til de lavestliggende partier av denne. Det ble derfor lagt et stort diamantboringsprogram for å finne fakolitens forløp. Det ble utført en rekke diamantboringer fra dagen som vifteformede boringer i øst-vestlig retning og sammen med boringer fra gruvene ga disse meget gode profiler av fakolitten.

Forholdene omkring malmens utgående ved Litland gruve tydet på at det her strekker seg en gneisrygg som deler fakolitens bunn i to N-S-gående synklinaler. Dette ble verifisert ved borhullene 67-69 fra koord. 222,55,370 Ø, samt borhullene 81-83 sønnenfor. I ingen av disse borhull ble det imidlertid funnet malm, så det synes derfor som denne østlige del av fakolitten ikke er malmførende.

I profilet 500 N ble det i Dbh 77 funnet et sprang i fakolittens bunn som tydet på en forkastning. En tilsvarende sleppe kalt "Råtasleppen" var kjent fra Liengruvens vestre del, men man antok tidligere at Lienmalmen hadde en naturlig grense mot denne slepp og det hadde tidligere ikke lyktes å påvise noen forskyvninger langs sleppen. Forkastningen var heller ikke synlig i dagen p.g.a. overdekking. På grunnlag av denne forkastning som var konstatert i borhull 77 ble der boret flere nye huller fra Gruben, og det kunne derved konstateres at forkastningen var foregått etter en slepp med strøk N 20° V med fall mot V 60° i gruvens nivå, men avtagende mot dypet. Den hadde en spranghøyde av ca 40 m, og Lien-gruvens malm fortsatte på den annen side av forkastningen. For undersøkelse og oppfaring ble der drevet en slepsynk fra dagen ned til den forkastede malm, og denne var samtidig beregnet på fordring av malm ved en eventuell drift. Der ble satt i gang drift i denne gruve som ble kalt Smith Meyers gruve eller Lien II i 1943, men da malmen viste seg å bli stadig fattigere ble driften innstillet i 1945 etter at der var uttatt ca 20 000 t. Den utdrevne malm hadde en gjennomsnittlig gehalt av 0,39 % Ni.

• Nord for Lien gruve kommer et gneisområde hvor gneisen i fakolittens fortsettelse har en svevende lagstilling, mens der lenger nord i det lavere terreng ved Haldal atter opptrer en norittisk bergart. Det måtte derfor anses for sannsynlig at fakolitten fra Lien fortsatte under den nordenforliggende gneis, og at Haldalsområdet representerte et vindu av den underliggende fakolit. Under forutsetning av at fakolittens bunn forløp horisontalt videre fra Lienforkastningen, skulle man da ved boringer ved Haldal finne fakolittens bunn i nivå nær havnivået. For å undersøke dette ble det utført en rekke borhull i plan Ø-V fra koordinat 1515,2 N, 41,3 Ø. Borplassen lå 89,1 m o.h. Disse diamantborhull viste at fakolittens bunn her lå i et nivå av ca 8 m o.h. og at det umiddelbart over gneiskontakten var en malmimpregnert sone av 15-18 m mektighet. Den rikeste sone av ca 2 m mektighet hadde bare en gjennomsnittsgehalt av 0,6 % Ni og 0,3 % Cu. Disse lave gehalter gjorde det dessverre umulig å fortsette undersøkelsen av denne malm.

Undersøkelsene syd for Litland bød på den vanskelighet at fakolittens mektighet her måtte forutsettes å være meget stor, i det terrenget stiger meget sterkt sydovert. Det var da nødvendig med meget lange borhull for å nå ned til fakolittens bunn.

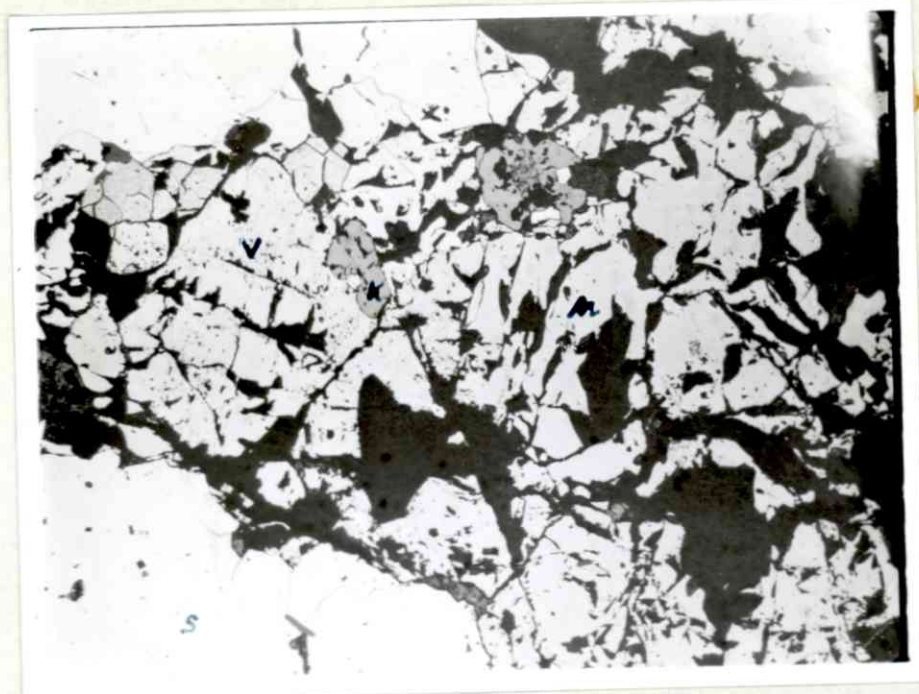


Fig. 1 Mikroskopisk billede av polerslip (80x) av malm fra Litland, med svovelkis (s), Kopperkis (k), magnetkis (m) og violaritt (v)

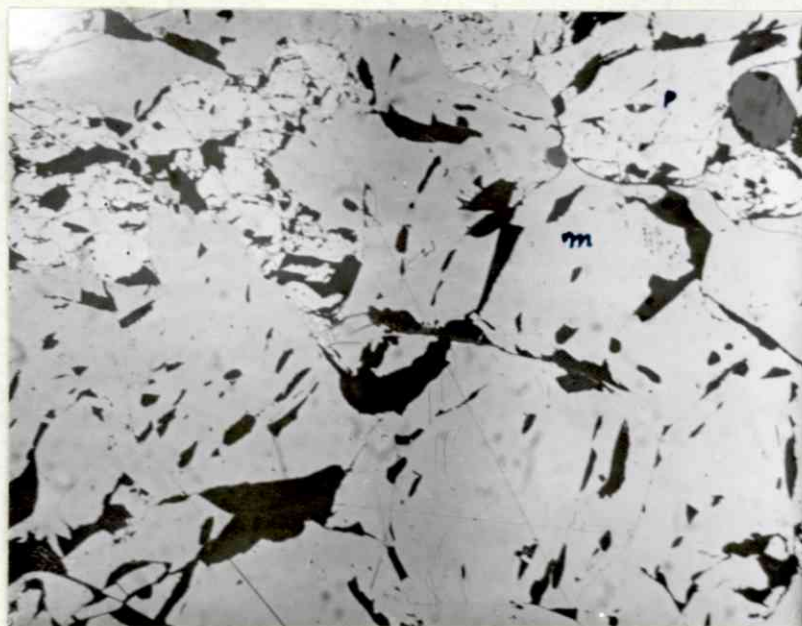


Fig. 2 Mikroskopisk billede av polerslip av malm fra ^{Litland} ~~Hon~~ gruve (80X) med magnetkis og pentlandit (p)

For å konstatere fakolittens forløp mellom Litland og Nonås ble der utført boringer langs en linje "profil 2" som gikk fra 1400 S 200 V til 800 S 1000 Ø. Dette profil går gjennom Slåttebakken skjerp som ved boringer hadde vist seg bare å bestå av små sulfidansamlinger på oversiden av noen gneisflak i gabbroen. Borhull 88 fra koordinat 1131 S 341,8 Ø i høyde 222,8 m o.h. påtraff gneis på et dyp av 191 m som antakelig omtrent tilsvarer fakolitten laveste parti. Dette ligger altså her i ca 30 m o.h. tilsvarende forholdene i Litland gruve. Der ble imidlertid ikke påtruffet noe malm i borhullet.

Diamantborhull 85 i dette profil som ble påhugget i gneis bekreftet den oppfatning at dette gneisparti var et flak som er en rest av fakolittens tak.

Der ble videre utført flere diamantborhull ved Nonås for å konstatere om de derværende offsetganger muligens kunne stå i forbindelse med større malmansamlinger på dypet. Ingen av borhullene påtraff malm og bekreftet derved den tidligere erfaring at offsetgangene kiler ut nordover og at den primærmagnetiske malm her bare er mindre ansamlinger på gneisflak.

Malmmineraler.

De primære sulfidiske mineraler i malm fra Hosangerfeltet er etter krystallisasjonsrekkefølgen:

- Svovelkis (FeS_2)
- Magnetkis ($\text{Fe}_{n+1}\text{S}_n$)
- Pentlandit ($(\text{Ni Fe})\text{S}$)
- Kopperkis (CuFeS_2)

Som sekundært omvandlingsprodukt av pentlandit opptrer enkelte steder i malmen et mineral som etter utseende under mikroskop stemmer over ens med violaritt (//). De oksydiske ertsm mineraler magnetitt og jernglans opptrer i meget små mengder.

Svovelkis.

Det gjennomsnittlige innhold av svovelkis i malmen fra Hosangerfeltet utgjør ca 4% av de samlede sulfidiske mineraler (se mineralberegning s/4). Svovelkisen opptrer fortrinnsvis i store porfyriske krystaller uten inneslutninger av andre mineraler (fig.3). Krystallene kan bli opp til 2 cm i diameter, men de største har gjerne en dårligere utviklet krystallbegrensning. Habitus er oktaedrisk. Som tidligere beskrevet (5) viser svovelkisen fra Hosangerfeltet i likhet med svovelkisene fra de øvrige

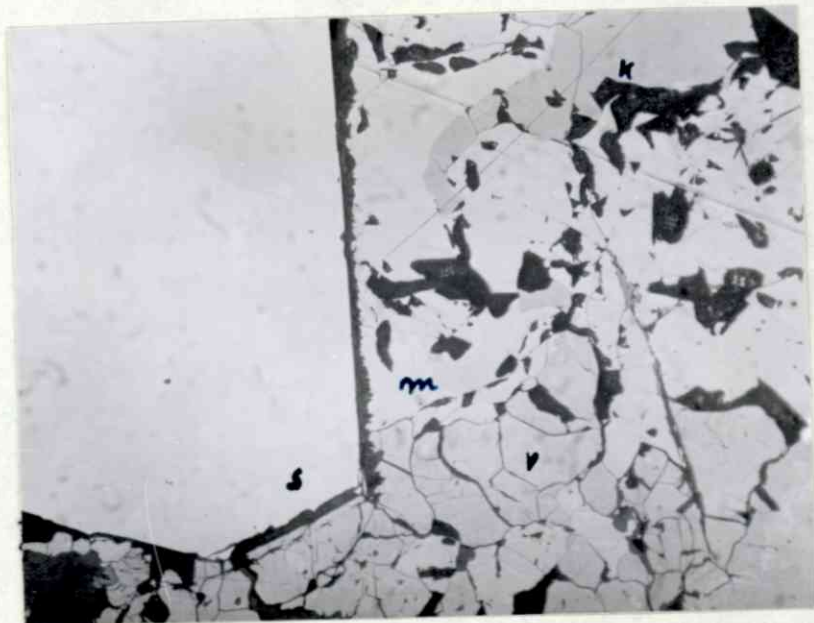


Fig. 3. Mikroskopisk billede av polerslip av malm fra Lien
gruve (80x) som viser svovelkis (s), magnetkis (m),
kopperkis (k) og ~~pyrit~~ (p). *Violant (v) med*
rester av pyrit (lyse flekker)

nikkelforekomster en betydelig gehalt av kobolt som synes å inngå isomorft i svovelkisens gitter i det den erstatter Fe.

Røntgenspektrografiske analyser av utplukkete svovelkis-krystaller av malm fra Lien gruve viste 0,79% Co mens svovelkis fra Nonåsmalm viste 0,48% Co. Røntgenspektrogrammene viste også at svovelkis fra Hosangermalmene ikke fører påvisbare mengder nikkel.

Bravoitt eller nikkelholdig sekundær svovelkis som beskrevet av C.E. Michener og A.B. Yates (11) er ikke funnet i Hosangermalm.

Magnetkis og Pentlandit.

Disse mineraler opptrer delvis i intim sammenvoksning og lar seg ikke skille effektivt ved vanlige fraksjoneringsmetoder. Ved pulverisering og magnetisk separasjon er det således umulig å få et magnetkiskonsentrat uten at der inngår betydelige mengder pentlandit. Man kan derfor ikke få noen analyse av magnetkisens sammensetning.

Pentlanditen i Hosangermalmen inngår overveiende som fine spaltefyllinger og delvis som noe grovere korn langs grensen av magnetkiskornene som sees bare sjelden som utskilte lameller i magnetkisen (fig. 2). Bare en meget underordnet del av nikkelinnholdet synes således opprinnelig å ha vært oppløst i den utskilte magnetkis. Etter mineralberegningen av malmen (s/v) er det gjennomsnittlige forhold magnetkis/pentlandit = 4,1:1 i Hosangermalmene. I enkelte deler av malmen er pentlanditten omvandlet til violaritt (fig. 7 og 3).

Kopperkis.

Malmenes kopperinnhold er i sin helhet bundet i kopperkis. Mengden varierer meget sterkt i de forskjellige deler av malmen, men driftsanalysene viser at den gjennomsnittlige koppergehalt av den brutte malm varierer meget lite fra måned til måned. Kopperkis er det sist utkrystalliserte primære sulfidmineral og viser under mikroskopet former som tyder på at det ofte har fortrenget tidligere utkrystalliserte mineraler, særlig magnetkis.

Man finner ofte eksempler på sekundære bevegelser av kopperkisen. Således opptrer ofte tynne spaltefyllinger av kopperkis i yngre aplitt og pegmatittganger som gjennomsetter malmen. Røntgenspektrogrammer av utplukkete stykker kopperkis viser ingen karakteristiske bibestanddeler.

Tabell 2.

Porfyrmalm Litland (Str. 1 232,43 m) uten synlig svovelkis.

Beregnet min.	%	Omregnet på sulfider, %	Ni 6,25%	Cu 0,03%	Fe 52,30%	S 36,02%	Uløst 3,20%
Kopperkis (CuFeS_2)	0,09	0,10		0,03	0,03	0,03	
Pentlandit ¹⁾ ($(\text{Ni,Fe})_9\text{S}_8$)	18,33	19,92	6,25		5,52	6,56	
Magnetkis ²⁾ ($\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$)	73,58	79,78			44,15	29,43	
Uoppl.substans	3,20						3,20
Oppl.ikke best.	4,80						
	100,00	100,00					

Ni i magnetkis + pentlandit = 6,80% Forholdet magnetkis + pentlandit/S = 2,5
 Forholdet magnetkis/pentlandit = 4,0 $S-S_K/\text{Ni} = 5,7$

Porfyrmalm med svovelkis Smith Meyers gruve (Tversl. 1 N)

Beregnete min.	%	Omregnet på sulfider, %	Ni 5,03%	Cu 0,03%	Fe 50,80%	S 38,48%	Uløst 6,36%
Kopperkis (CuFeS)	0,09	0,10		0,03	0,03	0,03	
Pentlandit ($(\text{Ni,Fe})_9\text{S}_8$)	14,74	15,37	5,03		4,43	5,27	
Magnetkis ($\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$)	69,28	73,85			41,58	27,70	
Svovelkis (FeS_2)	10,24	10,68			4,76	5,47	
Uoppl.subst.	6,36						6,36
	100,71						

Ni i magnetkis + pentlandit = 5,99% Forholdet magnetkis + pentlandit + svovelkis/S = 2,4
 Forholdet magnetkis/pentlandit = 4,8 $S-S_K/\text{Ni} = 7,6$

Porfyrmalm fra Nonås (Offsetmalm)

Beregnete min.	%	Omregnet på sulfider, %	Ni 3,92%	Cu 0,08%	Fe 36,65%	S 27,00%	Uløst 16,00%
Kopperkis (CuFeS_2)	0,24	0,35		0,08	0,08	0,08	
Pentlandit ($(\text{Ni,Fe})_9\text{S}_8$)	11,20	16,56	3,92		3,16	4,12	
Magnetkis ($\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$)	53,00	78,36			31,80	21,20	
Svovelkis (FeS_2)	3,20	4,73					16,00
Uoppl.subst.	16,00						
Oppl.ikke best.	16,36						

Ni i magnetkis + pentlandit = 6,1% Forholdet magnetkis + pentlandit + svovelkis/S = 2,1
 Forholdet magnetkis/pentlandit = 4,1 $S-S_K/\text{Ni} = 6,8$

1) Beregnet med et innhold av 34% Ni

2) Beregnet efter en sammensetning 60% Fe 40% S.

Malmenes sammensetning.

Alle malmene i Hosangerfeltet viser i håndstykker store variasjoner både i nikkelinhold og i forholdet mellom de forskjellige mineraler. Det er derfor umulig å ta ut et håndstykke som tilsvarende malmens gjennomsnittssammensetning. I de primær magmatiske malmer veksler også forholdet mellom sulfidiske mineraler og silikatmineraler meget sterkt, i det disse malmer er oppbygget av sulfidrike slirer med mellemliggende fattigere soner og vanlige gabbrobergarter. Slirene er alltid anordnet parallelt malmaksen som igjen følger fakolittens lengdeakse.

Denne slireformete oppbygning av malmen kan illustreres ved borhull 2 (ved Hybinettesynken) som gjennemborer Litlandsmalmen nær dens utgående. Denne hadde her en samlet mektighet av 8,43 m og borkjernen viste følgende sammensetning:

	Lengde m	Ni %	Cu %	S %
Rik malm	0,38	3,20	1,50	19,50
Noritt	1,82			
Rik malm	0,24	2,15	1,70	15,30
Fattig impregn.	1,20	0,45	0,90	3,10
Noritt	0,15			
Fattig impregn.	1,85	0,41	0,30	2,70
Aplitt	0,08			
Fattig impregn.	1,30	0,75	0,75	5,80
Ujevn malm	0,40	0,99	0,75	23,30
Gabbrobergart	0,31			
Middels impregn.	0,70	0,93	0,60	5,95
Tils.	8,43 gj.sn.	0,64 %	0,54 %	4,83 %

For å få et bilde av malmenes mineralsammensetning har jeg utført mineralberegning av en stoff fra hver av de tre gruver i feltet. Analysene er utført ved gruvenes laboratorium, og to av disse er tidligere publisert. Resultatet er gjengitt i tab.2. Tabellen viser at mineralsammensetningen av stoffene fra de tre gruver veksler meget lite. Særlig interessant er det at en "porfyrmalm" fra Litland gruve atskiller seg meget lite fra en lignende malm fra Nonås som opptrer som en skarpt begrenset off-setgang.

Det prosentvise innhold av nikkel i magnetkis + pentlandit veksler i de tre prøver fra 5,99% til 6,80%. Forholdet mellom svovel, fratrukket det svovel som er bundet i kopperkis, $S-S_k$ til nikkel vil gi uttrykk for svovelkisinholdet i prøvene som veksler fra 5,7 i prøven fra Litland som er uten svovelkis til 7,6 for prøven fra Smith Meyers gruve som har en svovelkisgehalt av vel 10%.

For å få et bilde av malmens gjennomsnittlige sammenset-

Tabell 3.

Månedlige driftsanalyser av Hosangermalm.

	Måned	Ni %	Cu %	Fe %	[%] Uløst	S %	Ni:Cu
Påsatt malm	Nov. 1939	0,67	0,285	8,10	74,54	4,60	1:0,43
Konsentrat	— — — — —	5,80	2,43	31,95	15,56	30,10	1:0,42
Avgang	— — — — —	0,085	0,035	5,65	79,82	1,66	1:0,41
Påsatt malm	Jan. 1942	0,98	0,35	11,30	67,00	6,39	1:0,36
Konsentrat	— — — — —	6,12	2,195	36,90	16,00	32,50	1:0,36
Avgang	— — — — —	0,105	0,04	8,15	75,04	3,02	1:0,36
Påsatt malm	Febr. 1942	1,135	0,39	12,85	64,24	7,46	1:0,35
Konsentrat	— — — — —	6,10	2,22	39,55	13,32	32,87	1:0,36
Avgang	— — — — —	0,10	0,035	8,35	74,68	2,72	1:0,35
Påsatt malm	Mars 1942	1,14	0,39	12,60	63,62	7,61	1:0,34
Konsentrat	April "	6,16	2,355	40,45	13,40	33,65	1:0,38
Avgang	— — — — —	0,125	0,035	7,75	74,65	2,47	1:0,28
Påsatt malm	April 1942	1,215	0,44	13,60	63,28	8,49	1:0,36
Konsentrat	— — — — —	6,025	2,37	36,85	16,40	31,41	1:0,39
Avgang	— — — — —	0,12	0,04	8,10	75,64	3,27	1:0,33

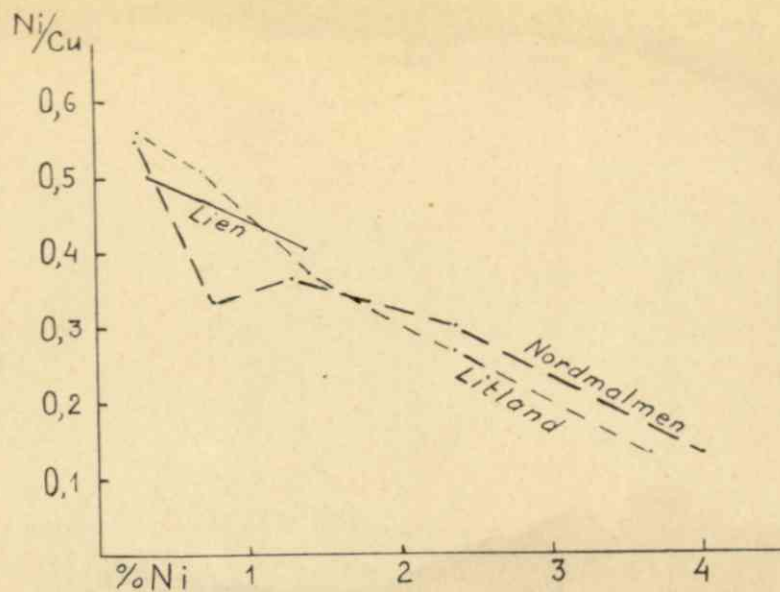


Fig 4 Ni/Cu forholdets avhengighet av nikkелgehalten.
Efter analyser av borkjerner.

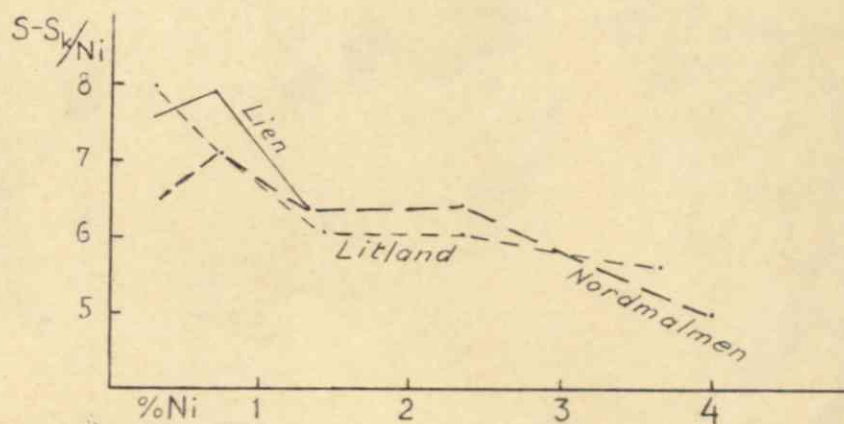


Fig 5. $S-S_k/Ni$ i forhold til nikkелgehalten.
Efter analyser av borkjerner.

Setning må man ta for seg driftsanalysene over en viss periode. Slike analyser foreligger imidlertid bare for den samlede malm fra Lien og Litland gruver og gir ikke opplysning om de enkelte malms sammensetning.

I tab.3 er gjengitt månedlige driftsanalyser av Hosanger-malm fra nov.1939 og jan.-april 1942. Av tabellen sees at forholdet Ni:Cu veksler lite fra 1:0,34 til 1:0,43 og at dette forhold er omtrent likt for påsatt malm, konsentrat og avgang. Der er altså forholdsvis like stort tap av nikkel og kopper under flotasjonen.

Gjennomfører man en mineralberegning på gjennemsnittsanalysen av påsatt malm for febr. 1942 fåes følgende sammensetning av sulfidmineralene:

Kopperkis (CuFeS)	5,98 %
Pentlandit ($(\text{Ni,Fe})_9\text{S}_8$)	17,63 %
Magnetkis ($\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$)	72,00 %
Svovelkis (FeS_2)	4,39 %

Der foreligger et meget stort antall analyser av diamantborkjerner av malm fra Hosangerfeltet. Disse veksler meget sterkt i nikkelgehalt og i det relative forhold mellom nikkel og kopper.

For å undersøke om det foreligger noen lovmessighet i fordelingen av sulfidmineralene i rikere og fattigere malm er det uttatt analyser fra en rekke borkull som gjennemborer malmen, og disse er sammenstillet i grupper efter nikkelinnholdet og det gjennomsnittlige innhold av Ni, Cu og S er beregnet. Dessverre er det enkelte grupper hvor det foreligger få analyser og som derfor blir for svakt representert. På grunnlag av disse gjennomsnittssammensetninger er utregnet forholdet Cu/Ni og forholdet $\text{S}-\text{S}_k/\text{Ni}$ ($\text{S}-\text{S}_k$ = svovel fratrasket det svovel som er bundet i kopperkis).

Resultatet er gjengitt i tab.4 og i de grafiske fremstillinger (fig.4 og 5).

Det viser seg at man herved kommer frem til samme lovmessighet som tidligere er funnet for malmen fra Flåt i Evje (6) nemlig at kopperinnholdet er forholdsvis størst i de nikkefattige prøver.

Forholdet $\text{S}-\text{S}_k/\text{Ni}$ er også størst i de nikkefattige prøver og viser at den nikkefattige malm også er forholdsvis rikere på svovelkis.

Det synes således å foreligge en tilnærmet omvendt

Tabell 4.Analyser av borkjerner.Litland gruve.

	Antall analyser	Gjennomsnitl. innhold				
		Ni %	Cu %	S %	Cu/Ni	S-S ₂ /Ni
3% Ni	9	3,66	0,50	21,25	0,13	5,7
2 - 3 % Ni	34	2,35	0,64	15,13	0,27	6,2
1 - 2 " "	67	1,41	0,52	9,13	0,37	6,1
0,5 - 1 " "	69	0,72	0,37	5,45	0,51	7,1
0,5 " "	71	0,27	0,15	2,30	0,56	8,0

Lien gruve.

1 - 2 % Ni	34	1,32	0,53	8,82	0,40	6,3
0,5 - 1 " "	66	0,70	0,33	5,82	0,47	7,9
0,5 " "	72	0,28	0,14	2,25	0,50	7,6

Nordmalmen.

3 % Ni	3	4,01	0,53	21,62	0,13	5,0
2 - 3 " "	11	2,33	0,69	15,71	0,30	6,4
1 - 2 " "	28	1,31	0,49	8,70	0,37	6,3
0,5-1 " "	19	0,74	0,25	5,52	0,33	7,1
0,5 " "	25	0,32	0,18	2,26	0,56	6,5

proporsjonalitet mellom nikkellinnhold og innholdet av kopperkis og svovelkis, således at jo rikere malmen er på nikkel jo relativt mindre innhold har den av kopperkis og svovelkis.

Et røntgenspektrogram av en gjennomsnittsprøve av påsatt malm fra Hosanger ga ved beregning efter intensitetsforholdet $NK\beta_1/CoK\alpha$, et forhold Ni:Co = 18:1.

En kjemisk analyse utført av ing. Sverre Jarp av påsatt malm Hosanger med 0,41% Ni ga 0,017% Co d.v.s. Ni:Co = 24:1 og samme forhold ble også funnet i konsentratet som holdt 4,5% Ni.

Røntgenspektrogram av utplukket grovkrystallinsk magnetkis fra Hosanger ga et forhold Ni:Co = 60:1.

Det synes således som malmenes innhold av kobolt er anriket i svovelkis og pentlandit mens magnetkisens koboltinnhold er meget ubetydelig.

Edelmetallinnholdet i Hosangermalmen er tidligere publisert av S. Foslie og M. Johnson Høst (8). Efter analyser utført i 1915 ble der funnet følgende innhold av edelmetaller:

Litlandmalm med 2,35% Ni og 0,83% Cu:

Pt	0,042 g/t	} sum Pt metaller = 0,184 g/t
Pd	0,142 "	
Au	0,045 "	
Ag	1,- "	

Forholdet platinmetaller: Ni + Cu = 1:175 000.

Lienmalm med 1,51 Ni og 0,62 Cu:

Pt	0,028 g/t	} sum = 0,113 g/t
Pd	0,142 "	
Au	0,030 "	

Platinmetaller: Ni + Cu = 1:190 000.

Malmenes dannelse:

De overveiende malmer i Hosangerfeltet tilhører den primær magmatiske type og synes å være typisk magmatisk dannet ved en gravitativ anrikning av utskilte sulfider langs bunnen av norittfakolitten. Alle de kjente større malmer ligger meget nær kontakten mot underliggende gneis. På samme måte finner man flere steder anriket sulfider på oversiden av gneisflak som ligger innesluttet i noritten. Dette er tilfelle ved Nonås og ved skjerpene Slåttebakken og Nordåsskjerpene. Selv på ganske små gneisflak kan man finne antydning til sulfidanrikning i noritten umiddelbart over gneiskontakten.

Malmens opptreden i slirer med lengderetning parallell

fakolittens akse tyder på at sulfidene må ha vært utskilt og sunket til bunns i gabbrosmeltmassen allerede mens denne ennå var i bevegelse.

Det må også ha foregått en viss differentiering av sulfid-smelten som har bevirket at de rikere sentrale deler av malmslirene er fattigere på svovelkis og kopperkis enn de perifere fattigere soner.

Dette tilsvarer forholdene ved Flåt gruve (6) og kan antakelig forklares ved at svovelkis som det først krystalliserende mineral fortrinsvis er størket i de perifere deler av malmsliren, mens kopperkisen som krystalliserer sist er anrikt i restsmelten og har derfra vært presset ut i periferien. Man har også eksempler på senere bevegelser av kopperkis i det den som tidligere nevnt kan finnes som årer i yngre gjennomsettende pegmatitter.

De skarpt begrensede malmganger som særlig opptrer i Nonåsfeltet og som jeg har kalt offsetmalm synes å tilsvare offsetgangene som er beskrevet fra Sudbury. De gjennomsetter dels gabbrobergarter og dels gneis som er innesluttet i gabbroen. I utseende ligner disse malmer de sentrale deler av de primærmagmatiske malmslirer og de kjemiske analyser viser en lignende sammensetning. Som regel viser disse malmer en viss sonarbygning slik at sonene nær kontakten mot omgivende bergart er rikere på svovelkis enn de sentrale deler av gangen.

Disse offsetganger må antas å være dannet ved en utpresning av den utskilte sulfidsmelte på sprekker i omgivende bergart.

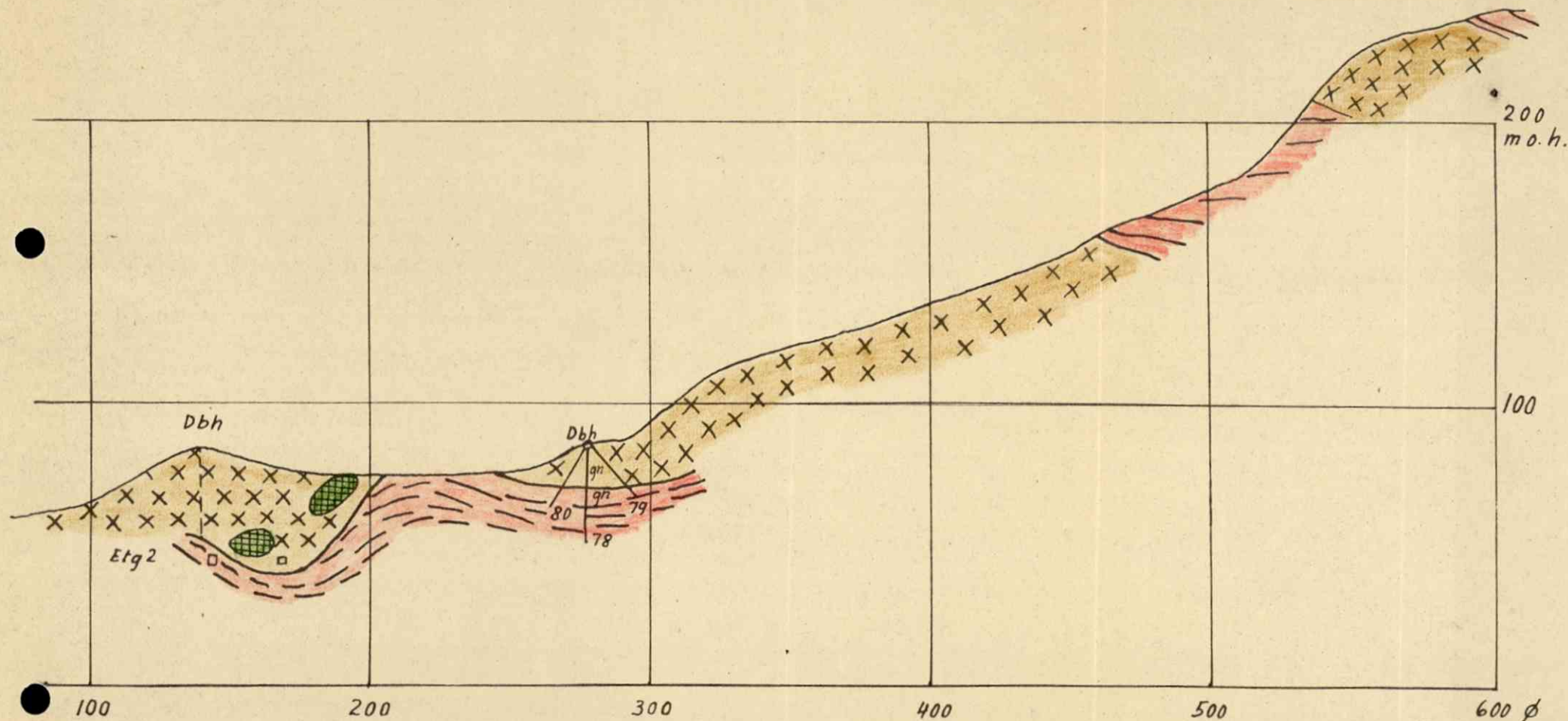
Efter J.H.L.Vogts teori (12) skal det være et noenlunde bestemt forhold mellom størrelsen av gabbromassivene og den utskilte mengde nikkelmalm. Tenker man seg de utskilte sulfider igjen fordelt i gabbromassivet vil dette imidlertid bare tilsvare en meget liten gehalt. Efter foreliggende kart og profiler har den kjente ca 3,5 km lange del av Hosangerfakolitten et kubikkinnhold av ca 140 mill.m³ tilsvarende ca 420 mill. t og de utdrevne malmer har efter gruveegnenskapene hatt et nikkelinnhold av ca 4200 t. Fordeler man dette nikkel på hele fakolitten får man 10 g nikkel pr.t bergart.

Iflg. V.M.Goldschmidt (9) er det midlere innhold av nikkel i jordskorpen ca 100 g/t. Hvis man regner med at fakolitten holder like meget nikkel som den utdrevne i form av udrivverdige impregnasjoner og fordeler dette på samme måte får man 20 g/t, altså bare 1/5 av jordskorpens middelsammensetning.

Da de utskilte nikkelmengder fordelt på moderbergarten således er meget små, er det et spørgsmål hvorvidt de nikkelmalmførende gabbrobergarter virkelig representerer smelter som har vært særlig anriket på nikkel eller om det er spesielle kjemiske forhold eller avkjølingsforhold som har bevirket at nikkelholdige sulfider er utskilt av enkelte gabbrobergarter men ikke av andre. Dette spørsmål vil antakelig kunne løses ved omfattende spektrografiske nikkelbestemmelser i gabbrobergarter.

L i t t e r a t u r

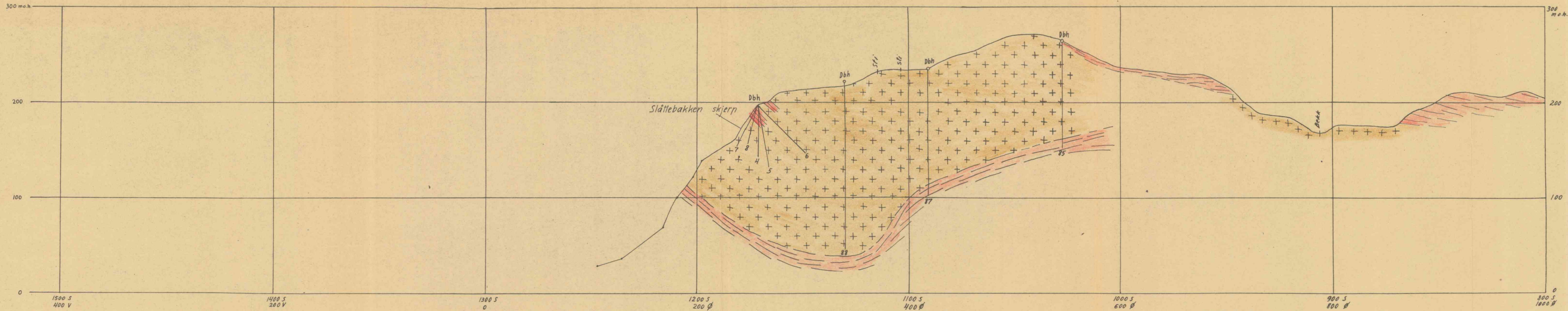
- Andahl, Thor: Hosanger Nikkelgrube. Tidsskr.f.Kjemi og Bergvesen
3 1938.
- Barth, Tom.F.W.: The Nickeliferous Iveland-Evje Amphibolite and
its Relation. Norges Geol.Unders. 168 a (1947).
- Bjørlykke, Harald: Millerite i norske nikkelmalmer. Det Kgl.Norske
Vidensk.Selsk.Forh. B.XIII nr.25 p.181 1941.
- " - " - : De norske nikkelmalmeres mineralsammensetning.
Det Kgl.Norske Vidensk.Selsk.Forh.B.XVII nr.24
p.97 (1944).
- " - " - : Innholdet av kobolt i svovelkis fra norske nikkel
malmer. Norsk Geol.Tidsskr. 25 p.11 1945.
- " - " - : Flåt Nickel Mine. Norges Geol.Unders. 168 b 1947
- Foslie, Steinar: Raana Norittfelt. Norges Geol.Unders.87 Årbok 1920
- " - " - og M.Johnson Høst: Platina i sulfidisk nikkelmalm. Norge
Geol.Unders.137 1932.
- Goldschmidt, V.M.: Geochemische Verteilungsgesetze IX. Det Norske
Vidensk.Akad. Skr. I 1937 No.4.
- Kolderup, C.F. og N.H.: Geology of the Bergen Arc System. Bergens
Mus.Skr. No.20 1940.
- Michener and A.B.Yates: Oxidation of Primary Nickel Sulphides.
Econ.Geol. Vol.XXXIX p 506-514 (1944).
- Vogt, J.H.L.: Om relationen mellem størrelsen av eruptivfeltene og
størrelsen av de i eller ved samme optrædende malm-
utsondringer. Norges Geol.Unders. Årbok 1905 Nr.43.
- " - " - : Nickel in Igneous Rocks. Econ.Geology V.XVIII nr.4,
1923



Hosangerfeltet, profil V-Ø 50 S
M 1:2000

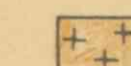
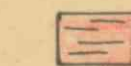
- xx Gabbro
- ≡ Gneis
- Malm

H. Bj. -46

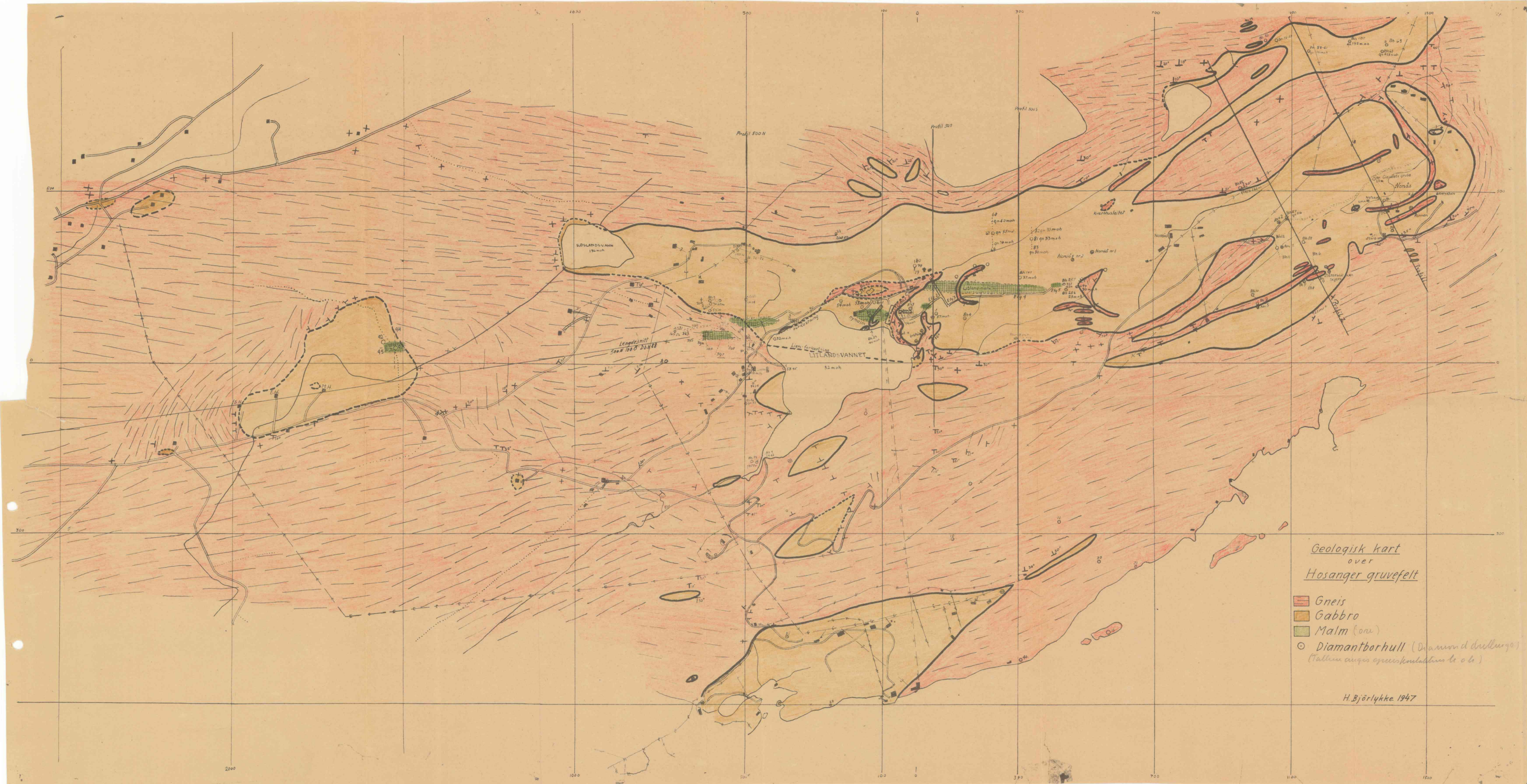


Hosangerfeltet

Snitt "Profil 2" Nordås (1400 S 200 V, 800 S 1000 Ø)

-  Gabbro
-  Gneis

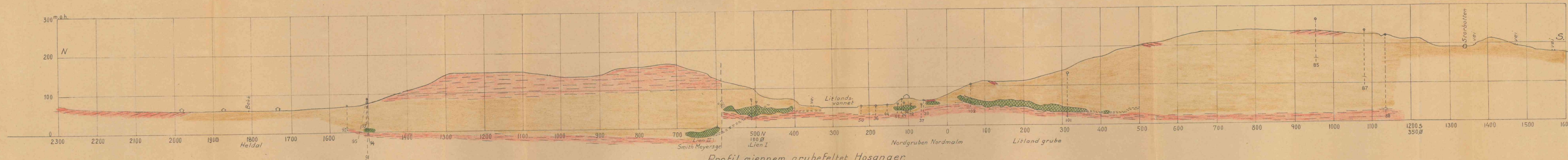
H. Bj. - 46



Geologisk kart
over
Hosanger gruvefelt

- Gneis
- Gabbro
- Malm (ore)
- Diamantborhull (Diamond drillings)
(Huller av gabbro, gneis, malm, etc.)

H. Björlykke 1947

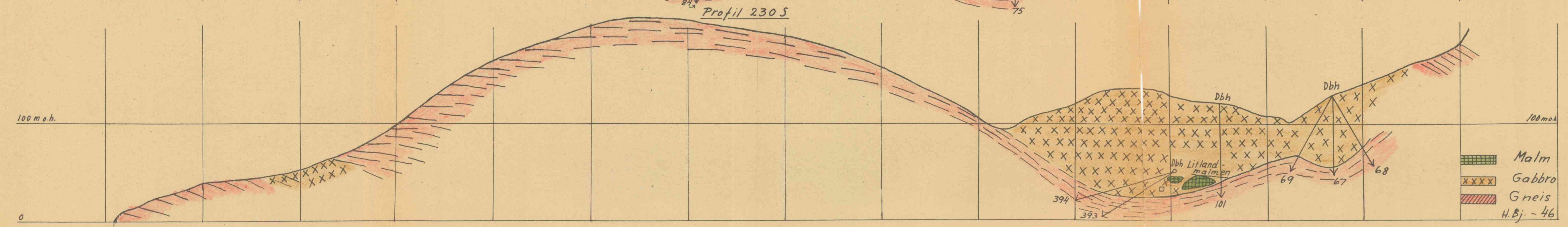
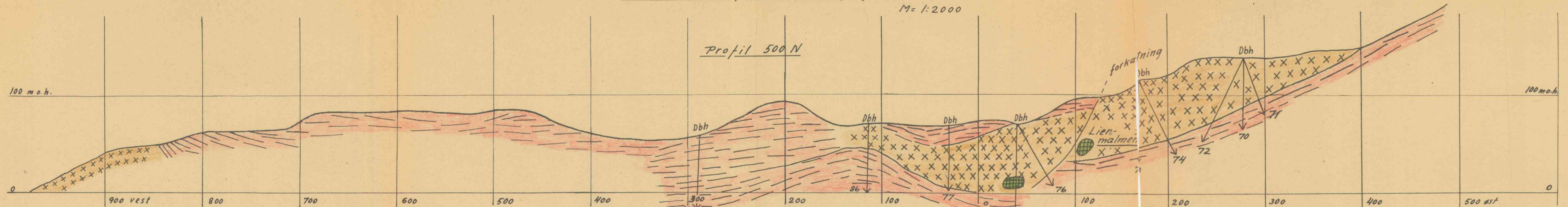


Profil gjennom grubefeltet Hosanger.

Gabbro Gneis Malm

Vest-øst Profiler - Hosangerfeltet

M = 1:2000



Malm
Gabbro
Gneis
H.Bj. - 46

Malm med