



Bergvesenet rapport nr 6609	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv Carl O. Mathiesens Rånaarkiv	Ekstern rapport nr NGU BA 1121	Oversendt fra NGU	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel RAPPORT OVER NIKKELFELTERNE VED RAANA OG ARNES I OFOTEN				
Forfatter Foslie, Steinar		Dato År februar 1919	Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) A/S Bjørkaasen Gruber (Ofoten)	
Kommune Ballangen	Fylke Nordland	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 13311	1: 250 000 kartblad Narvik
Fagområde Geologi	Dokument type		Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Bruvannsfeltet, Øvre Arnes peridotittfelt, Kobbergangen, Øvre Arnes norittskjerp, Arnesakselen, Kringelvann, Småskrean, Rånkeipen.	
Råstofgruppe Malm/metall	Råstofftype Ni, Co, Cu, S			

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Rapporten gir en beskrivelse av: Geologiske forhold, Malmens opptreden, Malmutsondringer ved norittfeltets undre grense mot skifer, Malmens nikkelgehalt, Beskrivelse av enkeltforekomstene A. Forekomst i peridotitt; 1.

Bruvannsfeltet, 2. Øvre Arnes peridotittfelt, 3. Andre peridotittfelter, 4. Kobbergangen. B. Forekomster i noritt; 1. Øvre Arnes norittskjerp, 2. Arnesakselen skjerp, 3. Kringelvann skjerp nr. I, 4. Kringelvann nr. II, 5. Kringelvann skjerp nr. III (= Støvelhola = Heitmanns strosse), 6. Ytre Småskrean skjerp (= Råna Østre, R.M.B. III), 7 Indre Småskrean skjerp (= Råna østre, J. R. IIII), 8. Rånkeipen skjerp nr. 1, 9. Rånkeipen skjerp nr. II,

I konklusjonen sier forfatteren følgende: For den økonomiske bedømmelse av forekomstene skjeler jeg som nevnt skarpt mellom forekomstene i peridotitt og i vanlig noritt, fordi de første har en vesentlig større nikkelgehalt i ren kis, og følgelig også de fattigere og mere regelmessige ertsimpregnasjoner kommer med i betraktning. Angående disse henviser jeg til mine slutninger under omtalen av Bruvannsfeltet og i min provisoriske rapport.

Angående forekomstene i noritt har jeg allerede tidligere uttalt at de fattigere impregnasjoner må settes helt ut av betraktning på grunn av en alt for lav nikkelgehalt. bare for å skaffe en kvalitet som den bedre Bruvannsmalm, må disse forekomster ha en gehalt av 1/4 til 1/2 av rene sulfider, altså en meget rik impregnasjon, og som smeltemalm kommer selv i gunstigste fall bare malmer med over halvdelen rene sulfider i betraktning.

Som vi har sett er hovedfeilen ved alle disse forekomster, at de er for små og har for uregelmessig malmføring. I virkeligheten var det bare i Heitmannsstrossen og i Rånbøgen at man kunne påregne noen større malmmengde, muligens også i Kringelvann I. Av disse hadde imidlertid Kringelvann I alt for lav nikkelføring og heitmannsstrossen alt for svak impregnasjon, til å komme i betraktning. Etter min oppfatning var det bare Rånbøgen som kunne fortjene en noe nærmere undersøkelse. Feltet er ennå ikke tilfredsstillende undersøkt, men resultatene hittil er såvidt lite oppmuntrende, at man iallfall så lenge den høye innkjøpspris bibeholdes ikke bør koste videre undersøkelser på det. Jeg tror derfor ikke jeg kan gi selskapet noe bedre råde enn å la forekomstene i noritt innen dette område helt ut av betraktning, og foreta kun undersøkelser de tekniske betingelser for en utvælgelse av

Rapportover nikkelfelterne ved
RAANA og ARNES i OFOTEN

Efter anmodning av A/S Bjørkaasen gruber har jeg i september 1918 foretatt en undersøkelse av en gruppe av nikkelforekomster i ovennevnte omraade. De undersøkte felter indebefatter alle de A/S Bjørkaasen gruber tilhørende, samt de til dette selskap av Hr. O.R.sagf. R.M.B.Schøllberg, Bodø, haandgivne felter, og utgjør alle til dato kjendte forekomster vest for Raandalen og nord for Arnesskaret (Bruvand), samt øst for Raandalen mellem Raankjeipen og Raanbogen.

Dette omraade blev ogsaa nøiagtig geologisk undersøkt for at bringe paa det rene forekomsternes indbyrdes forhold og utbredelsen av de bergartstyper, som de er bundet til.

Paa medfølgende utklip av gradavdelingskartene Ofoten og Tysfjord i maalestokk 1 : 100000 har jeg indtegnet resultaterne av den geologiske kartlægning inden dette omraade, samt desuten de resterende omraader av hele Raana norittfelt med omgivelser, som jeg tidligere har undersøkt for Norges Geologiske Undersøkelse.

Geologiske forhold.

Alle kjendte nikkelforekomster i Ofotendistriktet optrår inden et skarpt avgrænset omraade av basiske eruptivbergarter, som findes paa sydsiden av Ofotfjorden, paa begge sider av Raandalen, og kan betegnes som Raana norittfelt. Dette norittfelt er injicert i de forøvrigt i distriktet optrædende serier av sedimentære glimmerskifre, og utgjør et samlet eruptivfelt. Riktignok er ved den senere nederosion av Eiterdalen endel av dette felt avskaaret fra det øvrige, og anstaar nu som en isoleret hat av norit paa toppen av Tverfjeld ved Mataloftet. Men geologisk seet hører dette felt ogsaa direkte sammen med det øvrige.

Norittfeltet er ikke ensartet gjennom hele sin masse, men er utdifferenteret i en række bergartstyper av noget forskjellig kemisk sammensætning. En central kjerne av feltet har en lysere farve end det øvrige, er noget surere og fører lidt fri kvarts og ortoklas. Det er en kvarts-norit. Denne centrale kjerne omgives paa alle kanter, saavel i hæng som i ligg, av en bred randzone av normal norit, bestaaende av plagioklas,

hypersthen og diallag, men er helt fri for olivin. Den betegnes som norit. Inden dette noritbelte optrår en række mindre kupper og slireformige utsondringer av olivinrike bergarter, nemlig peridotit, dunit, llherzolit, olivingabbro etc., der i det følgende betegnes som peridotit. Om utstrækningen av dette noritfelt og dets enkelte bergartstyper, gir følgende arealberegninger fra det geologiske kart oplysning:

Kvartsnorit -----	30,0 km ²
Norit -----	33,2 "
Peridotitt -----	3,8 "
Hele noritfeltet (incl. Mataloftet) -----	67,0 km ²

Alle disse bergarter er gjennemsat av smale aplitiske og pegmatitiske gange av en granodioritisk bergart (almindelig kaldet granit), og disse er de yngste differentiationsprodukter.

Uten at komme nærmere ind paa dannelsen av disse forskjellige bergarter, maa jeg dog fremhæve endel trekk som direkte har interesse for forståelsen av malmforekomsterne.

Peridotitkupperne er altid nøie knyttet til den normale norit, og findes udelukkende i det periferiske noritbelte. Her findes de ikke alene ofte paa gransen mot skiferen, men vel saa hyppig inde i selve noriten. Til disse to bergarter er alle nikkelforekomster knyttet.

I kvartsnoriten findes ingen peridotitkupper, ingen nikkelforekomster og ingen rustzoner, saa denne bergart kan utskilles som helt steril.

Granodioritgangene er yngre end malmen, og har derfor intet med malmens dannelse at gjøre. De kan i høiden ventes at kunne avskjære eller forkaste et malmparti.

De meget utbredte rustzoner som findes inden feltet, skriver sig fra forvitringen, dels av sulfidmineraler, dels fra olivinen i peridotitfelterne. Peridotiterne holder ca. 13% jernoksyder, væsentlig indgaaende i olivin. Denne forvitrer meget let under dannelsen av de samme rustprodukter som sulfiderne, og man kan vanskelig av rusten se hvad den er fremkommet av. Følgen av dette har vært, at de oprindelige skjærpere, som væsentlig gik efter rusten, i stor utstrækning har skjærpet olivinzonerne, selv hvor disse er næsten sulfidfrie.

Malmens optræden.

De ertsmineraler som er av interesse i disse forekomster, er først og fremst nikkelholdig magnetkis, og desuten underordnet kobberkis. Andre ertsmineraler er kun paavist som sjeldne spor, og specielt er svovlkis overhodet ikke paavist.

Typen av de forskjellige forekomster varierer noget, og kan indordnes under følgende hovedtyper:

- 1) Impregnation i peridotit. Svake spor av magnetkis findes i de fleste peridotiter i feltet. Undertiden kan kan impregnationen bli rikeligere, men naar praktisk talt aldrig over 5% svovl. For denne type er altsaa sulfidimpregnationen svak, men til gjengjæld er sulfiderne vistnok altid nikkelrikere, end for nogen av de øvrige typer.
- 2) Impregnation eller utsondring i norit. Blandt disse finder vi alle overgange fra svake impregnationer av magnetkis til tml. rene magnetkisutsondringer, ialfald indtil 50% magnetkis. Paa den anden side er magnetkisen selv adskillig nikkelfattigere end i den foregaaende type, saa at de for at opnaa samme nikkelgehalt kræver en adskillig sulfidrikere malm.

a) Optrer nær grænserne av peridotitfelterne.

b) Optrer uten synlig forbindelse med noget peridotitfelt.

Disse to grupper, a og b, er kvalitativt helt like, og nogen forskjell i nikkelgehalten kan ikke paavises. Den eneste forskjell blir derfor, at gruppe a. har en bestemt gränselinje at følge, og derfor a priori skulde kunne ventes at ha en noget mere regelmæssig feltutstrækning end gruppe b. som overhodet ingen bestemte ledelinjer har at følge, og derfor er yderst ustadige og uregelmæssig dimensionert. Forøvrigt optrer heller ikke gruppe a. direkte paa kontaktflaten mot peridotit og har ikke sin oprindelse fra denne. Men den holder sig til en ofte hyperstenrikere facies av noriten, nær peridotitgrænsen.

Malmutsondringer ved noritfeltets undre grænse mot skifer.

Da denne type ikke findes inden det her behandlede felt, og bare er kjendt fra Eiterdalens grube, skal jeg ikke komme nærmere ind paa den. Kun skal nævnes at den optrer i den normale norit, og er den vanligste type for nikkelforekomster verden over.

I tilslutning til denne oversigt over de primære malmtyper skal jeg omtale et forhold som er av adskillig betydning for bedømmelsen av de mindre bearbejdede forekomster inden feltet.

I nøie sammenheng med overflateforvitringen og rustdannelsen staar den saakaldte sekundære anrikning av sulfidmineralerne. Dette er en faktor som er av overordentlig stor betydning ved bedømmelsen av malmforekomster i mange strøk paa jorden, særlig de med varmt klima som

ikke nylig har hat nogen istid. Hos os optrør det samme fænomen i langt mindre maalestok. De fra forvittringszonen utlutede sulfider vil atter bli utføldt av sin opløsning naar de naar ned til den primære malm, og der danne den sekundære anrikningszone, der som regel er betydelig rikere end den primære malm, og derfor let kan gi anledning til feilagtige slutninger angaaende dennes gehalt. I de her omhandlede felter er denne sekundære anrikning særlig tydelig for kobberkisens vedkommende. Ved mange av felterne finder man øverst i overflaten (under jernhatten) rike klumper av kobberkis, og lenger nedover fine haarspalter fyldt med kobberkis som alt er av tydelig sekundær oprindelse og forsvinder naar man kommer et par meter dypere ned. Hvordan nikkel-magnetkisen forholder sig under denne proces er mindre kjendt, men jeg tror dog med sikkerhet paa flere steder at ha paavist en lignende anrikning ogsaa av den. Dette staar da som et parti av næsten ren, nikkelrik magnetkis like i overflaten, men efter $\frac{1}{2}$ -1 m neddrift kommer man ned paa den mindre rike primære malm.

Da anrikningszonen overalt er ganske tynd, kan dette forhold bare føre til misforstaaelser for de forekomster som er helt ubearbeidet, eller ganske litet bearbeidet. Ved de noget mere bearbeidede forekomster kommer man snart paa det rene med den virkelige malmens karakter og gehalt.

Det synes som nikkelgehalten, beregnet for ren magnetkis, er nogenlunde den samme i primær og sekundær malm, hvad der ikke synes urimeligt efter jernets og nikkels nære kemiske slægtskap.

Malmens nikkelgehalt.

Der foreligger et ganske betydeligt antal analyser fra de forskjellige undersøkte forekomster. I det følgende har jeg under omtalen av de enkelte forekomster sammenstillet de viktigste analyser fra samme.

Som det vil fremgaa av resultaterne frembyr disse endnu tildels et ganske broget billede, og viser adskillig usikkerhet, særlig med hensyn til nikkelbestemmelserne. Saaledes viser mange paralelanalyser, utført ved forskjellige bureauer av de samme prøver, ofte betydelig forskjell i gehalterne. Hvorvidt dette skulde bero paa ufuldkommen blanding av prøverne eller paa ufuldkomne analytiske metoder har jeg ikke havt anledning til at undersøke. Det sidste er vistnok det sandsynligste. Hvor smaa mengder av nikkel forekommer sammen med betydelige mængder av lerjord - som her ofte er tilfældet - gir de ordinære metoder ofte

usikre resultater. Desuten bestemmer enkelte bureauer nikkelgehalten alene, andre bestemmer sum av nikkel og kobolt, og opfører det hele som nikkel.

Ialfald bør man ved videre arbeider hurtigst mulig sørge for at bringe disse analyser ind under bestemte og sikre former, saa meget mere som ved de relativt smaa gehalter det her ofte dreier sig om, en feil paa 1/10% kan være av adskillig betydning.

Som jeg tidligere har fremhævet vil bergartens ertsføring (magnetkisgehalt) variere meget inden samme forekomst, ved hyppig overgang fra fattigere til rikere imprægnation eller til rikere utsondringer.

Da nikkelgehalten nu altid følger magnetkisen, vil man av denne grund ikke faa nogen paalidelig oversigt over magnetkisens nikkelrikdom uten ved en samtidig bestemmelse av svovlgehalten. Analyser uten samtidig bestemmelse av svovl-gehalten er derfor av mindre verdi, og er som regel uteladt i det efterfølgende.

Omregnes analysen til nikkelgehalt i ren magnetkis, vil man for hver enkelt forekomst faa en betydelig konstante faktor at holde sig til, og en gehalt som kan kaldes karakteristisk for forekomsten, selv om ogsaa denne er gjenstand for nogen variation.

Ogsaa av en anden grund er denne omregning av vigtighet. Hvor der er tale om anrikning av malmen, representerer den nemlig den høieste nikkelgehalt i koncentratet, som man i praksis kan vente at komme til. Naar der i en skrivelse av 6/1 1919 fra A/S Bergmetal anføres, at de vil forsøke ved fraktionert flotation at skille nikkelmineralet pentlandit fra magnetkisen, og derved komme op i en høiere gehalt, er dette et forsøk som man sikkerlig kan spare sig. Pentlandit og magnetkis er i høieste grad intimt sammenvokset, og da desuten selve magnetkisgehalten i de viktigste forekomster - peridotitmalmene - er meget lav, vil en saadan adskillelse i bedste fald føre til et uforholdsmæssigt nikkeltap i avfaldet. Ved de netop nævnte forekomster er desuten nikkelgehalten i magnetkisen saa høi, at det er mere end tilstrækkelig hvis man faar sulfiderne nogenlunde adskilt fra bergarten.

Et hovedtræk som fremgaar av de foreliggende analyser, har jeg allerede fremhævet i min provisoriske rapport. Det er den betydelige forskjell mellem magnetkisens nikkelgehalt i norit-forekomsterne og peridotit-forekomsterne. I de første holder den rene magnetkisen næsten i alle tilfælde mellem 1 og 4% Ni, i de siste er den tilsvarende gehalt mellem 5 og 12% Ni. (Analyser som viser endnu høiere forhold er vistnok

uriktige). Da ren pentlandit holder ca. 35% Ni og 34% S, svarer den nævnte høieste gehalt til ca. 1 del pentlandit : 2 dele magnetkis. Da selve kisgehalten i pentlanditmalmene er meget lav, kan riktignok nikkelgehalten i de brudte masser bare regnes i tiendedels procent, men det vil sees at der ialfald theoretisk er al ønskelig anledning til derav at anrike et meget rikt produkt.

For disse malme vil det være av adskillig betydning at avgjøre, hvorvidt nogen del av nikkelgehalten indgaar i peridotitens olivin. Da olivinen nogenlunde let opløses av syrer, vil man nemlig faa dens nikkelgehalt med i analyserne, men ved anrikningen vil dette nikkel følge avfaldet.

Til avgjørelse av dette spørsmåal kan det være av interesse at anføre et par resultater fra bergartanalyser, som jeg har faat utført av peridotiter. Den første, i hvilken der med øiet ikke kunde sees spor av kis, viste 0,12% S og 0,14% Ni. Den anden, en plagioklasførende peridotit med lidt kis viste 0,28% S og 0,36% Ni. Gaar vi ut fra at begge holder spor av kobber, f.eks. 0,05%, blir den disponible svovlgehalt henhv. 0,07 og 0,23%. Der er altsaa mindre svovl end nikkel tilstede, saa selv om S var bundet utelukkende til pentlandit, vilde der bli lidt nikkel tilovers for olivinen. Da den første av de ovennævnte bergarter bestod alt overveiende av olivin, synes man dog at kunne gaa ut fra at ialfald ikke mere end 0,10% Ni vil indgaa i bergarten. Muligens kan dette tal vise sig at være endnu noget mindre, det kan kun de videre opberedningsforsøk avgjøre.

For at avgjøre i hvilken grad nikkelet blir utlutet ved overflateforvitringen, lot jeg ved Norsk Kemisk Bureau utføre en analyse av typisk "jernhat" over en noget sulfidførende peridotit. Denne viste følgende resultat: Uopløst 22,27%, Fe 42,7%, S 1,38%, Ni+Co 0,01%, Cu 0,06%. Det viser sig altsaa, at nikkelet blir meget fuldkommen utlutet, endog i høiere grad end svovlet og kobberet, saa det ogsaa av denne grund ligger nær at anta en sekundær anrikningszone av samme.

Angående malmens coboltgehalt gir hittil kun 2 analyser nogen opplysning. Den ene som blev utført paa haandskeidet malm fra Bruvandsstrossen viste 0,62% Ni og 0,04% Co. Den anden - av rik malm fra Eiterdalen - viste 3,16% Ni og 0,39% Co. Altsaa 1 del cobolt paa henholdsvis 15 og 8 dele nikkel. Dette svarer omtrent til det gjennemsnit man almindelig regner for vore nikkelforekomster, nemlig 1 : 10. Praktisk spiller derfor coboltgehalten ingen rolle, men kan regnes sammen med nikkelgehalten.

Det er paavist at malmene fra disse felter fører gehalt av ædel-metaller, hvorav muligens platinagehalten kan faa nogen økonomisk betydning. Imidlertid er disse gehalter endnu alt for ufuldkommen undersøkt. Mig bekjendt foreligger paa dette omraade endnu kun 2 analyser. Den ene er av malm fra Eiterdal grube (opgit svovl- og nikkelgehalt) og viser: 6 gr. platina, 4 gr. guld og 15 gr. sølv pr t. malm. (Stockholms tekniska högskolas materialprøvningsanstalt). Den andre er fra noget forvitret malm i overflaten av Heitmannsstrossen og viser: 0,4 gr. platina + guld, 5,6 gr. sølv pr. t. malm (Analysen utført i Helsingborg). Som det vil sees viser de temmelig forskjellige resultater. En platinagehalt som den førstnevnte vilde være av betydelig økonomisk betydning. Begge analyser er av noritmalm. Av peridotitmalmene, hvor man burde kunne vente den relativt høieste platinagehalt, er til dato ingen analyser utført. Jeg vil derfor anbefale at der i en større prøve fra Bruvandet utføres præcisionsbestemmelser paa ædelmetaller, saavel i raamalmen som i de ved anrikningen erholdte koncentreter.

Beskrivelse av enkeltforekomsterne.

A. Forekomst i peridotit.

1. Bruvandsfeltet.

Forekomsten er knyttet til en forholdsvis stor peridotitkuppe, som strækker sig fra elvens utløp av Bruvand, mot NØ til toppen av Arneshesten, og har et areal av 0,7 km². Dele av denne peridotit er tildels ganske rikt imprægnert med magnetkis. Paa grund av den dype overflateforvitring, kan utstrækningen av denne impregnation ikke sees i dagen. I 1915 blev der kort ovenfor barakken drevet en strosse i den sterkt forrustne zone. Denne strosse viste en flere meter mæktig "jernhat", og i den nedre del av samme sekundært anrikt kobberkis, som anstod i store og rike klumper, men man naaende ikke ned paa den friske, primære malm. Ved mit besøk der i 1918 var denne strosse ikke drevet videre, og gav derfor liten opplysning om forekomsten. Hvad vi nu vet om forekomsten grunder sig derfor væsentlig paa resultaterne fra de 3 diamantborhul, som blev drevet i 1918, og var næsten avsluttede ved mit besøk.

Efter en gjennomgaaelse av borkjernerne har jeg indtegnet resultaterne paa vedlagte profil, som viser ganske vigtige resultater.

Borhul II, som er 145,08 m. dybt, blev ansat i den vanlige norit N for peridotitkuppen, og boret ind mot denne. Det viser sig at peridotiten har steilt fall mot syd. Av borhul I og III sees, at der midt inde i peridotiten optrær et 30 m. mæktigt parti av vanlig norit, hvis

fald ikke nærmere kan fastsættes, da man kun har et skjæringspunkt med hver grænse, men sandsynligvis er parallel med hovedgrænsen.

I den vanlige norit findes her ingen ertsimprægation, naar undtas et par ubetydelige striper i borhul II, dels av magnetkis, dels av titanjern. Al ertsimprægation optrår inde i selve peridotiten, men ikke overalt i denne. I borhull I har vi saaledes en jevn og f. hv. rik imprægation fra grænsen av noritpartiet ved 43,3 m. helt til borhull-ets bund ved 157,87 m. I borhul III har vi en noget fattigere imprægation fra grænsen av noritpartiet ved 8,50 m. og ned til 26,0 m. Videre nedover er peridotiten næsten kiskfri til borhullets bund ved 62,33 m.

Borhul II kommer ved 72,0 m. ut av noriten og ind i en olivingabbro, saagodtsom uten kis til 88,5 m. Videre gaar det gjennom peridotit, omtrent kiskfri, ned til bunden ved 145,08 m.

Det viser sig altsaa at kisisimprægationerne optrår i 2 zoner, en paa hver side av det midtre noritparti. Den liggende zone er 15 m. mæktig, men viser saavidt lav nikkelgehalt og saa finkornig imprægation, at den foreløbig maa sættes ut av betragtning. Hovedmalmen optrår i den hængende zone, i hvilken borhul I er boret diagonalt ind i 114,5 m. længde uten at naa igjennem. Den virkelige mæktighet av denne zone er endnu ikke bestembar ogsaa av den grund, at faldvinkelen ikke er kjendt. Paa profilet har jeg indtegnet den formodede faldvinkel, men som det vil sees kan en liten forandring av denne bevirke store forandringer i mæktigheten. Efter hvad vi nu vet om faldvinklerne viser det sig - som ogsaa av profilet fremgaar - at borhullerne ikke har vært ansat paa den mest effektive maate, og jeg har derfor indtegnet 2 alternativer for et kompletterende borhul i dette profil, henhv. X og Y. Disse vil overskjære malmzonen nogenlunde paatvers, fastsætte faldvinkelen og malmens mæktighet, samt gi et mere tilfredsstillende gjennemsnit for nikkelgehalten. Disse 2 alternative huller formodes at faa en længde av henhv. 80 m. og 185 m indtil skjæringen med det indleirede noritparti, og overskjærer liggende grænse av malmen paa henhv. 75 og 140 m. dybde efter faldet. Jeg vil fortrinsvis anbefale det sidste alternativ, skjönt ogsaa det første vil gi vigtige oplysninger. Naar saaledes malmens utbredelse er fixert i dette profil, vil man kunne forfølge den i feltretningen med kun 1 borhul i hvert profil, indtil man faar en tilfredsstillende masseberegning.

Forutsetningen for fortsættelse av boringerne er naturligvis, at opberedningsresultaterne og den kvalitative rentabilitetsberegning

falder tilfredsstillende ut.

Analyseresultater.

Borhull I, hængende peridotitmalm. A/S Bjørkaasens labor. R.Støre 23/8/1

Dybde i meter	% S	% Ni	% Cu	% NI i ren magnetkis
42,99 - 52,44	1,16	0,60	0,10	22,00
52,44 - 62,74	1,38	0,36	0,15	11,40
62,74 - 73,77	1,01	0,30	0,10	12,85
73,77 - 84,48	0,39	0,30	0,10	(40,05)
84,48 - 94,79	0,31	0,16	0,05	(24,00)
94,79 - 104,25	0,49	0,16	0,13	(17,30)
104,25 - 115,47	1,23	0,34	0,15	12,30
115,47 - 127,00	1,78	0,48	0,20	10,50
127,00 - 136,99	1,61	0,41	0,23	10,00
136,99 - 148,50	1,74	0,52	0,13	12,60
148,50 - 157,87	2,35	0,62	0,20	11,25
Gjennemsnit	1,22	0,39	0,14	14,10 (12,86)

11/9 Kontroll do.
Heidenreich

0,56 0,28

Do. Tekn.høisk.
Thjem

2,09 0,44 0,00 8,20

Kontroll
Tekn.høisk. Stockholm

Utplukkede
kjernestykker
anal. R.Støre I

II	4,28	1,12	0,58	11,80	} Ni Cu	} 0,8 0,2
III	3,04	0,50	0,50	7,70		
IV	1,50	0,30	0,85(?)	(18,00)		
	5,69	0,66	0,40	4,85		

Kjernestykke,
R.Støre

2,85 0,73 0,23 10,85 +12,79% Fe
+41,80% Uopl.

Borhull III, liggende peridotitmalm. A/S Bjørkaasens labor. R.Støre

8,5 - 26,0 0,8 0,4 0,05 (20,8)

Dagstrossen, peridotitmalm, hængende zone.

Utskeidet malm, I

Støre anal. 2,43 0,5 0,25 9,00
Do.NorskKemBureau 2,40 0,59 0,14 9,96

Haandskeidet do II

Støre anal. 2,68 0,87 0,20 13,70
do.NorskKemBureau 2,83 0,66 0,15 9,60

Borhull II, noritmalm

smal grafitisk

zone ved 65 m.dyp 3,25 0,26 3,40

Ovenstaaende analyseresultater viser ikke helt tilfredsstillende

overensstemmelser. De 3 paralleller for totalgjennemsnittet fra borhul I viser saaledes variationer i svovlgehalten fra 1,22 til 2,09% og i kobbergehalten fra 0,00 til 0,28%, variationer saa store, at de enten maa skyldes høist utilfredsstillende blanding av prøven eller mere sandsynlig direkte analysefeil. De 4 kjernestykkeanalyser fra samme borhul viser meget væsentlig forskjell i kobbergehalten. Derimot synes analyserne fra dagstrossen at vise tilfredsstillende overensstemmelse, og spesielt er de to fra Norsk Kemisk Bureau utført med speciel omhu, og stemmer godt overens naar de beregnes paa nikkelgehalt i ren magnetkis.

For alle ovenstaaende analyser har jeg foretatt en saadan omregning til ren magnetkis, og det viser sig da at særlig de med lav svovlgehalt, altsaa de svakeste imprægnationer, viser en usedvanlig høi relativ nikkelgehalt. For en enkelt stiger denne sogar saa høit, at den overstiger pentlanditens nikkelindhold. Dette skyldes sikkerlig at en liten del av nikkelet indgaar i olivinen, muligens desuten ogsaa unøiaktigheter i bestemmelse, som ved saa lave gehalter blir særlig fremtrædende.

Ser vi bort fra disse usikre analyser, ser det ut som nikkelgehalten i ren magnetkis er temmelig konstant for hele forekomsten, og ligger mellem 9 og 12% Ni. Karakteristisk er forskjellen fra analysen i borhul II, som tilhører den anden gruppe av forekomster, nemlig norit-malmene, og kun viser 3,4% Ni i ren kis.

Betrakter vi dernæst de absolute nikkelgehalter som kan opnaaes i denne forekomst, viser de 3 parallelanalyser fra borhul I et gjennemsnit av 0,46% Ni i den utskedede malm. Ertsmaterialernes fine og jevne fordeling udelukker nogen nævneverdig haandskeidning av malmen. For at faa gehalten noget op har man derimot den utvei kun at bryte de rikere zoner. De 20 øverste og de 42 nederste metre fra borhullet viser da, beregnet paa samme maate, nikkelgehalter paa henhv. 0,57 og 0,60%, og denne sidste gehalt kan muligens regnes at fortsætte endnu noget nedenfor borhullet. Denne sidste gehalt stemmer med resultatet fra dagstrossen, hvor den uskede malm viser ca. 0,6% Ni. Cu-gehalten er i begge fald 0,15-0,20%. Saavidt man tør lagge de hittidige analyser til grund, viser altsaa Bruvandsforekomsten følgende gehalter:

Ved samlet brytning av hele imprægnationszonen, 0,46% Ni i brudte masse.
Ved "fraktionert brytning" av de bedre partier, 0,60% Ni " " "
Det synes ikke som man kan regne med større masser av endnu rikere partier.

Sammenlignes disse gehalter med nikkelgehalten i "raamalmen" fra vore i drift værende nikkelgruber, maa det for det første erindres at disse to begreper ikke direkte kan parallelliseres. Ved gruberne faar man oftest ved opfaringsarbeider etc. utenfor malmen adskillig utbrudt berg som ikke indgaar i begrepet raamalm.

Tar vi til sammenligning f.eks. Flaas grube i Evje, producerte den i 1916 ca. 32600 t. haandskeidet smeltemalm $\bar{a}$ 1,22% Ni og 0,91% Cu. De utfordrede masser utgjorde imidlertid 59600 t. De i den anvendte malm indgaaende metaller fordelte sig altsaa paa de brudte masser med kun ca. 0,67% Ni og 0,50% Cu. Desuten blev utvundet lidt ædelmetaller, hvilket fordeler sig paa de brudte masser med kun 0,06 gr. platina + palladium, 0,03 gr. guld og 1,6 gr. sølv, alt pr. t.

Gaar vi for Bruvandsmalmen ut fra et meget gunstigt opberedningsresultat med 80% utvinding, blir de tilsvarende tal for dette felt: 0,48% Ni og 0,15% Cu. Derimot er det ikke usandsynligt, at ædelmetalgehalten kan være ganske væsentligt høiere for denne forekomst.

Da man for Bruvandsfeltet bør kunne sende den allervæsentligste del av de brudte masser til opberedningen, viser det sig altsaa at gehalterne for dette felt ikke er i den grad underlegne, som man ved første øiekast kunde faa indtrykk av.

Hvis masserne av denne Bruvandsmalm senere viser sig at være saa store, som de foreløbig synes at love, vil man her kunne paaregne en betydelig billigere brytning, væsentlig i dagbrud. Man vil desuten faa en betydelig rikere smeltemalm, og alysaa billigere smeltning, men paa den anden side vil opberedningen bli adskillig dyrere end haandskeidningen ved vore andre nikkelgruber.

Da Bruvandsmalmen selvfølgelig under ingen omstændighet kan smeltes direkte, blir bedømmelsen av feltets drivverdighet helt avhengig av opberedningsresultaterne, og den derved opnaaede utvinding. Kun hvis denne utvinding viser sig at bli større end 75%, anser jeg det tilraadeligt at fortsætte undersøkelseerne. Det bør her bemærkes at det for denne malm ikke gjelder at drive koncentrationen op til mest mulige sulfider, baade fordi metaltapet da vil bli større og fordi i smeltemalmen kræves adskillige silikater til forslagning av jernet. Det vil være fuldstændig tilstrækkelig om man kommer op til 5% Ni, svarende til ca. en halvdel silikater og en halvdel sulfider, og selv en endnu mindre koncentration vil kunne klare sig.

De faktorer som vil avgjøre feltets drivverdighet er følgende:

1) Utvindingsprocenten ved opberedningen. (som snart vil foreligge).

- 2) Edelmetalgehalten, (som bør undersøkes snarest).
 - 3) Nikkelpriserne efter krigen.
-

2. Øvre Arnes peridotitfelt.

I den sydlige ende av det fhv. store peridotitfelt ovenfor Arnesgaardene, blev der i 1918 fundet imprægnationer av magnetkis nær noritgrænsen, i 220 m. høide.

Selve sulfidimprægnationen er like sterk som ved Bruvandsfeltet, men er kun kjendt paa selve fundpunktet, og ikke forfulgt videre.

Analyserne viser følgende resultater:

A/S Bjørkaasens laboratorium, R.Støre.

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
17/9/18 Foslies prøve I.				
Rikeste imprægnation	3,28	spor	0,10	
do. Foslies prøve II.				
Fattigste imprægnation	1,70	spor	0,05	
do Hungers prøve	2,52	spor	0,05	
do kontroll av N.KemBur.	2,42	0,31	0,12	5,00

Vi møter altsaa her samme uoverensstemmelse, men i dette fald synes det mig utvilsomt, at analysen fra N.K.B. er den riktige.

Sulfidgehalten er altsaa større end ved Bruvandsfeltet, men nikkelgehalten i den rene kis er adskillig lavere, om den end falder i den relativt rike gruppe som karakteriserer peridotitfelterne.

Det synes foreløbig ikke som nikkelgehalten her vil naa op til det minimum vi maa forlange, for overhodet at diskutere drivverdighet, og videre undersøkelser her bør ialfald gjøres helt avhengige av resultaterne fra Bruvandet.

3. Andre peridotitfelter.

Inden det her behandlede omraade er der ikke kjendt andre nikkelforekomster inden peridotiteterne. Ganske vist er en række av Schølbergs muthinger over Arnesryggen lagt paa peridotit, men disse viser saavidt hittil undersøkt en saa høist ubetydelig kisimprægnation - hvor de da ikke er helt kisfrie - at det anses overflødig at komme nærmere ind paa dem nu. De er væsentlig indmuthet efter olivinens rustzoner. Det er imidlertid ikke urimeligt, at man ved nærmere undersøkelse av de mange peridotitlirer inden feltet kan finde lignende imprægnationer som de foran omtalte, men ialfald bør resultaterne fra Bruvand først

avventes.

I denne forbindelse kan det være av interesse at nevne, at der paa Saltvikfjeldet findes en liten peridotitkuppe med rik imprægation.

En analyse jeg lot utføre av den, viste:

3,66% S, 0,82% Ni, 0,06% Cu og 40,00% uopløst. Dette svarer til ca. 9% Ni i ren kis, eller nogenlunde det samme som ved Bruvand.

4. "Kobbergangen".

Denne forekomst falder ikke strengt tat sammen med de egentlige peridotitfelter, men omtales dog under denne gruppe, som den staar nærmest. Den ligger paa østskraningen av Arnesryggen i ca. 420 m. høide. Endel arbeide blev utført i 1915 og 1918, uten at man endnu er kommet gjennom den egentlige forrustningszone. Ertsen følger en smal zone av olivinførende norit, som er sterkt og dypt forrustet, og paa begge sider skarpt begrenses av vanlig norit, som er helt rust og ertsfri. Paa fundpunktet har zonen en bredde av ca. 8 m., med fhv. fladt fald mot nord, saa den virkelige mæktighet neppe blir over 4 m. Opover (mot SV) kan zonen spores i 220 m. og nedover i 170 m. langede, men overalt svakere end paa fundpunktet. Paa dette sted er ansat en strosse, som har naaet 3-4 m. dybde uten at naa gjennom rustzonen ned paa primær malm. Derimot viser der sig en utpræget sekundær anrikning, særlig med rike klumper av kobberkis, hvorav navnet. Der findes ogsaa endel magnetkis av to karakteristisk forskjellige typer, dels ganske lys og tèt, dels i rene tombakbrune stykker med utpræget spaltbarhet, ofte som sprækkefyldinger. Jeg lot i 1916 utføre analyser av disse to typer, med følgende resultat:

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
Lys, tèt magnetkis	9,68	1,12	spor	4,51
Tombakbrun "	16,28	0,47	0,10	1,13

Det viser sig altsaa, at det er den lyse magnetkis som fører det overveiende av nikkelgehalten. Den primære forekomst vil sikkerlig vise sig at tilhøre imprægationsmalmtypen, og ikke naa utenfor den olivinførende norit. Da denne har en relativt liten mæktighet og ujevn feltutstrækning, kan der her ikke bli tale om store kvantiteter av malm, hvilket er den første betingelse for en utnyttelse av imprægationsmalmene.

B. Forekomster i norit.1. Øvre Arnes noritskjær.

Denne forekomst ligger knapt 50 m. fra det tidligere omtalte Øvre Arnes peridotitskjær. Malmen optrår i vanlig norit, ganske nær sydgrænsen av peridotitfeltet. Der er to fundpunkter langs denne grænse, nemlig henhv. 205 og 245 m.o.h. Det er sandsynligt at man ved nærmere undersøkelse vilde finde lignende paa mange steder langs grænsen.

Paa begge punkter findes kun litet kis, nemlig overveiende en ganske fattig imprægnation og deruten smale slirer og klumper av rikere sulfidmalm. Følgende analyser er utført:

A/S Bjørkaasens laboratorium, R.Støre.

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
17/9/18 Hungers prøve, imprægn.	3,39	spor	0,00	
" " " rik kis	26,56	0,78	0,07	1,15
Jan.19 Prøve 1	16,42	0,27	0,20	0,65
Do " 2	0,30	spor	0,00	
Anrikningsprøve, impr.i norit				
Grøndals patenter anal.		0,07		
Anrikningsprøve, rik kis				
A/S Bergmetal anal.	17,54	0,51	1,10	1,21
Do. meg. fattig				
A/S Bergmetal anal.		0,02	0,06	

Det viser sig altsaa at de rene sulfider her fører en selv for noritmalm at være meget lav nikkelgehalt. Da det meste av malmen kun bestaar av imprægnationer, blir derfor nikkelgehalten saa ubetydelig, at forekomsten er helt verdigløs.

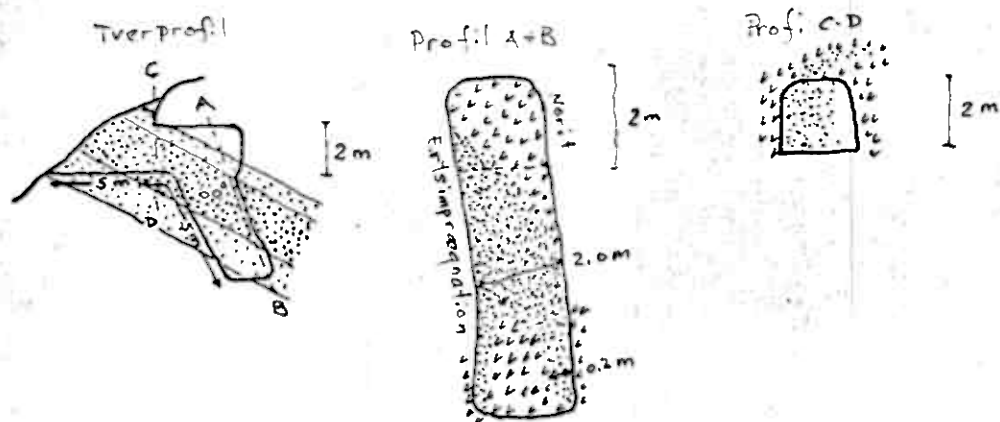
2. Arnesakselen skjær. NV-skraaning av akselen, 80 m.o.h.

Dette felt, som er det ældste inden hele Raana noritomraade, blev tidligere benævnt efter finderens, Birger Kristiansens skjær. Der er vistnok fundet i 1910, og blev kort efter undersøkt av Chra. Minekompani ved hjælp av en kort stoll. Først i 1918 blev det videre undersøkt ved A/S Bjørkaasens prøvedrift, ved hjælp av en sløpsynk.

Forekomsten er beliggende midt inde i vanlig norit, uten at staa i forbindelse med noget peridotitfelt. I begyndelsen fandt man her temmelig rik magnetkis, og ^{da} de ældste analyser viste 4-5% Ni, blev der sat store forhaabninger til det. Disse analyser viste sig dog snart efter at være helt feilagtige. De nyere analyser fra dette felt anføres nedenfor. Kun en av dem, som jeg lot utføre 1916, viser samtidig svovlgehalten.

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
Foslies prøve 1916, rik	15,15	1,02	0,20	2,63
Prøver fra 1918:				
Støre anal., fattig		0,39		
Do. Do.		0,46	0,35	
Rosenfors anal. nr. 5		1,65	0,08	
Do. 6		1,02	0,32	
Do. 8		1,26	1,12	
Do. 10		2,36	0,26	
Do.		3,14(?)	0,10	

Rosenfors' analyser synes gjennemgaaende at gi for høie nikkelgehalter. Vi synes her at kunne regne med en nikkelgehalt i ren kis av $1\frac{1}{2}$ - 3% Ni, men da selv den rikeste malm neppe holder stort over halvparten av sulfider, blir det praktiske maximum i malmen ca. 1,5% Ni, og gjennemsnittet endnu lavere. Resultatet av undersøkelsesdriften er fremstillet paa nedenstaaende profiler:



Ved stollindslaget stod fhv. rik malm uten synlig fortsættelse i dagen i nogen retning. Inderst i stollen var det slut med malmen, baade i tak og stross. Den forfulgtes saa nedover med en 60° slæpesynk, som i det midtre parti havde malm i fuld bredde, vel 2 m. mæktig. Videre ned kilte denne ut til 2 gaflede grene, henhv. 0,2 og 0,3 m. mæktig. Forekomsten maa nærmest opfattes som en malmstok, med ca. 30° fald ind mot fjeldet, mæktighet maximum 2 m. og bredde ca. 4 m. For at gi et begrep om dimensionerne kan anføres, at der til dypeste punkt av synken hittil er opfaret ca. 150 t. malm. Endel av dette er fhv. fattige imprægnationer, saa kun ca. halvdelen vil naa op over 1% Ni.

Stokken vil vistnok kunne følges videre indover i fjeldet efter sin langedeaxe, men som det av ovenstaaende tal vil kunne sees, maate der kræves en ganske betydelig utvidelse av dimensionerne, for at en drift skulde komme paa tale ved saavidt lav nikkelgehalt. Det er forøvrigt heller ikke sandsynligt, at lengden vil vise sig særlig stor

ved saavidt smaa tverdimensioner.

Ute i dagen er der intet tegn til andre malmstolke av større dimensioner. Kort nedenfor og nord for stollindslaget findes flere steder rust og tegn til malm, men som det synes av endnu mindre dimensioner.

I det hele maa man ved drift paa en forekomst som denne, regne med betydelige undersøkelsesarbeider for at opsøke nye malmpartier, hvad der med dimensioner av denne størrelsesorden, og saa lav gehalt, ikke vil kunne lønne sig.

Malmen er noget grafitholdig.

3. Kringelvand skjær nr. 1.

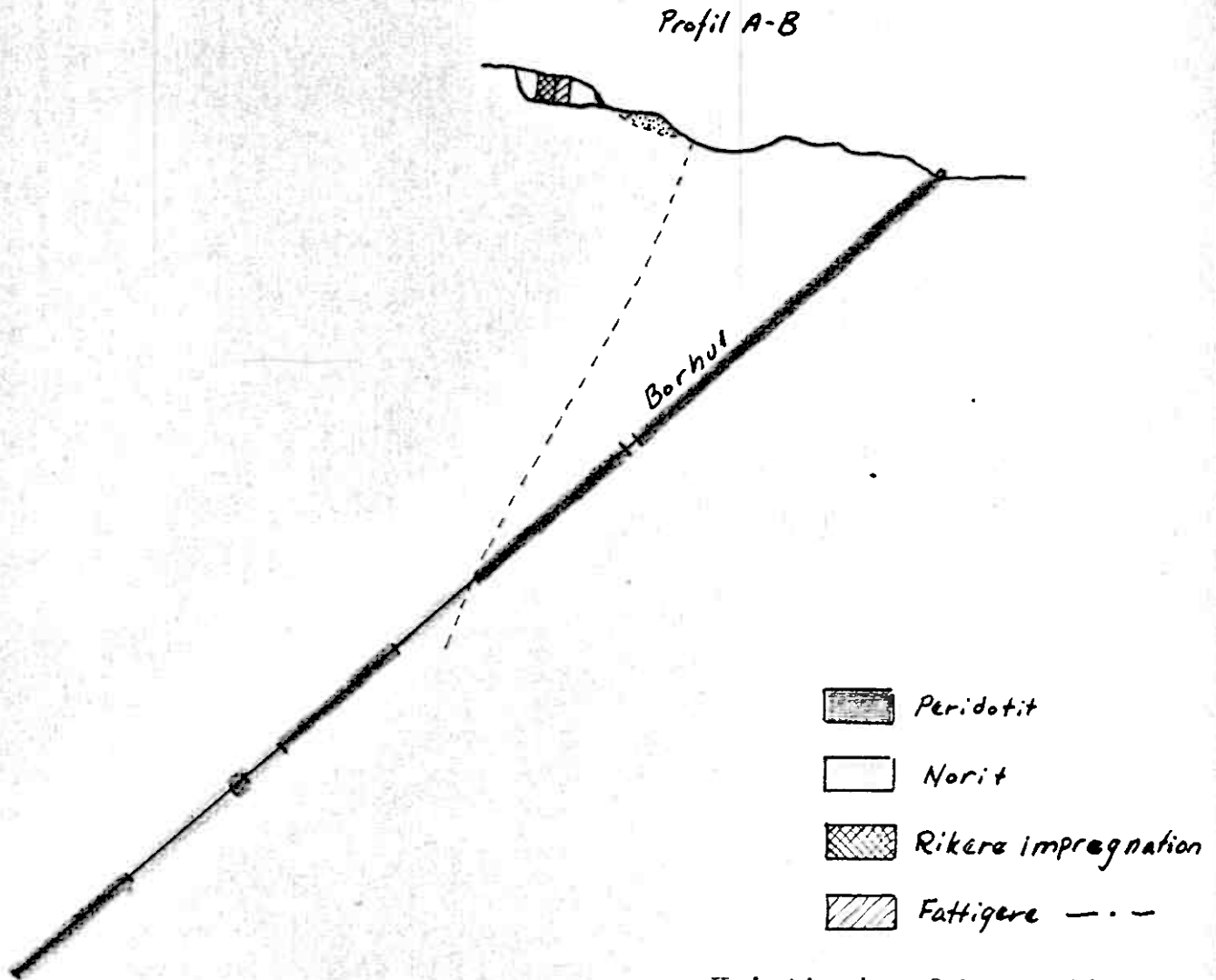
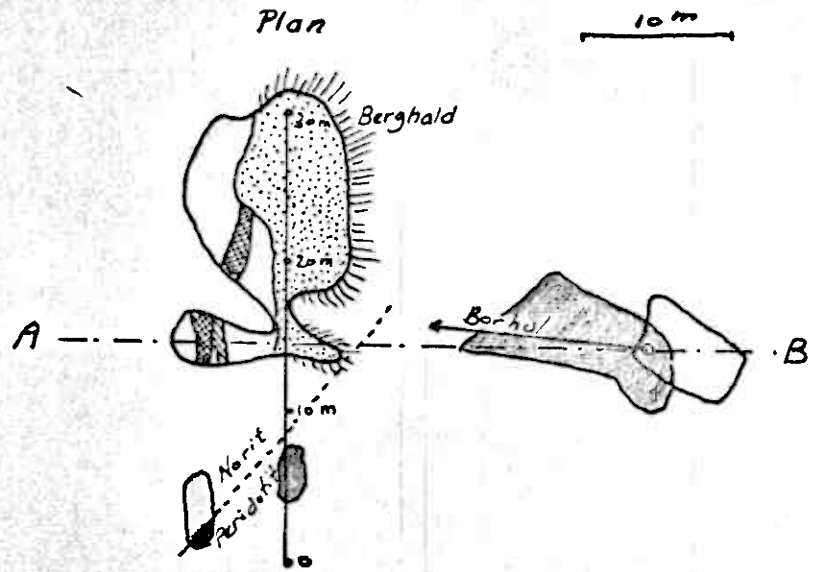
Forekomsten er beliggende paa den tange N for Kringelvand, ikke langt fra elven og kun 28 m.o.h. Den blev fundet i 1918 og undersøkt av A/S Bjørkaasen gruber ved strossedrift og et diamantborhull samme aar.

Forekomsten hører til den type, som optrør i vanlig norit ganske nær en peridotitgrænse. Peridotiten tilhører en lang og smal zone, her med strøk $\varnothing 23^{\circ}N$ og med 60 m. bredde. Malmen optrør i en smal gang eller slire, fra 5-15 m. fra dennes nordgrænse, og synes at stryke diagonalt paa denne grænse. I SV blottes en liten røsk den umiddelbare, skarpe grænse mellom peridotit og norit, uten spor av kis paa selve græsen. I den lille strosse, 10 m. lenger mot NØ, har vi i NØ-væggen 2,5 m. bred imprægnationsmalm, hvorav bare de nordligste 1,4 m. er nogenlunde rikt omprægnert. I SV-væggen har vi tilsvarende: Nordligst 1,2 m. riker imprægnation, 0,4 m. ertsfri norit og sydligst 0,7 m. fattig imprægnation. I den store strosse like ved siden av, synes at staa ca. 1,5 m. fhv. rik imprægnation, dog med indesluttete knoller av ertsfri norit. Den samlede feltlengde av den opfarede malm er bare 10 m. og paa grund av jorddækket, særlig mot NØ, vilde det bli kostbart at forfølge den videre i dagen. I hengen et par ubetydelige kisstrenger. Malmen selv er fhv. grovkornig, fører tildels adskillig grafit og tilhører en noget mere basisk zone end omgivende norit.

De utførte analyser er følgende:

A/S Bjørkaasens laboratorium, R.Støre anal.

Kringelvand I 1/500



Kristiania, februar 1919
Steinar Foslie
(underskrift)

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
Foslies prøve, sept. 1918 type av rik imprægn.	14,62	0,45	0,33	1,23
Prøve nr. 12	14,04	0,26	0,20	0,73
Tilfældig prøve		spor	1,00	
Do.		spor	0,54	
Do.		spor	0,50	
Do.		0,28	0,43	
Nr. 9 Do. Rosenfors anal.		1,10	0,53	
Nr. 4 Do. Do.		0,80	0,16	
Nr. 1 Do. Do.		1,02	0,24	
Nr. 2 Do. Do.		0,90	0,16	

Her som ofte ellers har jeg indtryk av at Støres analyser gir en noget lav nikkelgehalt, Rosenfors derimot for høi.

Saavidt vi kan dømme av analyserne viser det sig altsaa, at selv den rene magnetkis ved denne forekomst fører en meget lav nikkelgehalt.

Den av mig uttagne prøve er typen paa hvad jeg har kaldt "rik imprægnation". Vi kan derav slutte, at denne forekomst ikke kan præstere smeltemalm, men i tilfælde udelukkende opberedningsmalm. Selv ved en ideel anrikning vil man imidlertid ikke komme stort over 1% Ni i produktet, og malmen kan derfor betegnes som uanvendbar, selv bortset fra de relativt smaa dimensioner.

Diamantborhullet er meget uheldig ansat i liggen av malmen, et stykke inde i peridotiten. Da hullet imidlertid falder svakere (40°) end bergarten, naar det allikevel paa dypet ind i noriten.

Paa grund av den spidse overskæringsvinkel er det vanskeligt med sikkerhet at avgjøre om hullet har skaaret igjennem malmzonen. Jeg skulde dog være tilbøielig til at tro, at saa er tilfældet, om end den hyppige veksel av peridotit og norit i de dypere dele muligens kunde tyde paa, at det gaar næsten parallelt med grænsen. Ialfald blev der ingen malm fundet i hullet, kun høist ubetydelige spor av magnetkis i enkelte zoner av peridotiten. Efter hvad der ovenfor er sagt om forekomsten, skulde der ingen grund være til nærmere at undersøke dette forhold.

Paa hosstaaende kartskizze og profil er forholdene indtegnet.

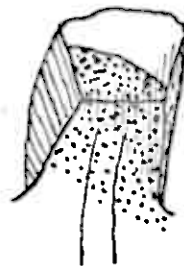
4. Krinelvand nr. II.

Forekomsten ligger oppe i skraaning, NNW for foregaaende og ca. 105 m.o.h. Den blev fundet og undersøkt 1918.

Fra foregaaende skiller den sig meget, idet den optrør midt inde

i noriten, uten nogen forbindelse med peridotit. Malmen er finkornig og meget grafitrik.

Den er kun paavist paa et enkelt sted, hvor der er inddrevet en 4 m. bred strosse. Utenom denne findes intet spor, hverken av kis eller rust. Malmen er ualmindelig skarpt avgrænset mot den omgivende norit, og den hængende grænse har et fladt fald mot N60°Ø.



Tilvenstre avskjæres den pludselig av en plan sleppe med fald 60° mot N20°Ø. Om dette er en primær avgrænsningsflate for malmen, eller en forkastning var der ikke anledning til sikkert at avgjøre. Den minder mest om en forkastning, men nogen fortsættelse av malmen paa den anden side av denne kunde ikke findes, ialfald ikke i nærheten. I strossen stod malmen - eller rettere malmimpregnationen - over hele strossens bredde, med mæktighet ca. 2,5 m. I strossens bund er den totale mæktighet 2,0 m. Foran indslaget kunde malm følges nogle meter nedover tilhøire, men dækkedes saa av tallusmasser.

Følgende analyser er utført:

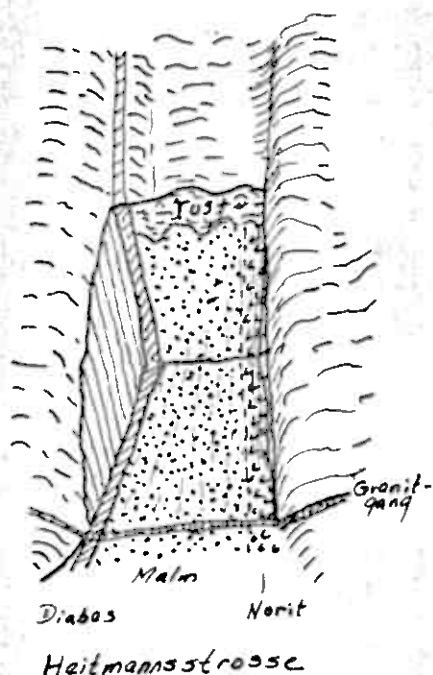
	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
Prøve nr. 10, Støre anal.	6,87	0,24	0,15	1,39
Prøve, Støre anal.		3,46	0,45	
Do. Rosenfors anal.		2,04	0,16	
Prøve, Støre anal.		0,60	0,11	
Do. Rosenfors anal.		1,26	0,16	

Analyserne er alt for uoverensstemmende til at man kan trekke sikre slutninger. Dog synes nikkelgehalten i ren kis ialfald at være noget høiere end for Kringelvand I. Den 2^{den} av de opførte analyser viser sikkerlig for høi gehalt. Malmen viser i det hele ganske stor likhet med den i Arnesakselen. Forekomstens størrelse kan endnu ikke fastsettes nærmere, men efter den begrensede dimension av det utgaaende at dømme, synes den nærmest at være stokformet.

5. Kringelvand skjær nr. III (=Støvelhola = Heitmanns strosse).

Forekomsten ligger 120 m. N for foregaaende og 130 m.o.h. Den utstrakte rustzone som karakteriserer denne forekomst har vært kjendt i flere aar, men først i 1918 har undersøkelsesarbeider vært utført. Malmen forekommer i normal norit, uten forbindelse med noget peridotitfelt. Kompakt malm findes ikke, kun en mere og mindre rikt impregnert zone i noriten. Den er ikke grafitholdig og skiller sig i

utseende endel fra de før nævnte forekomster. Rustzonen efter malmen, som er meget fremtrædende kan følges opover fjeldet i $V18^{\circ}N$ til 180 m.o.h. Faldet er 70° nordligt. Paa forekomsten er drevet en enkel, stor strosse, som ved avslutningen havde en længde av ca. 8 m og en front-høide av ca. 5 m. Under rustzonen var det en ganske smal sekundær anrikningszone med adskillig kobberkis, og derunder primær, ensartet malm. Malmimprægnationen er tilvenstre skarpt begrænset av en 0,7 m. mægtig gang av omvandlet diabas, tilhøiere er den ogsaa noksaa skarpt avgrænset av plane stik og slepper i bergarten, som skiller den fra næsten ertsfri norit. Forrerst er alle disse led paatvers gjennemsat av en smal granitgang. Forholdene er fremstillet paa hosstaaende figur.



Adskillig arbeide blev lagt paa denne forekomst paa grund av forvittringens betydelige utstrækning. Jeg gik ogsaa ut fra, at resultatet her til en vis grad vilde kunne gjælde som en norm for denne type av malm midt inde i noriten. Resultatet blev avgjørende daarligt. Den jevne imprægnation med enkelte rike slirer i strossens ytre del gik saa langt fra over til renere malm indover. Imprægnationen blev i det store og hele fattigere, likesom ogsaa mægtighet avtok noget, fra vel 2 m. til 1,4 m. En gjennemsnittsprøve som jeg tok i strossens indre ende over hele mægtigheten paa 1,4 m., viste kun ca. 0,2% Ni og 2½% S, altsaa en meget svak imprægnation.

Følgende analyser er utført:

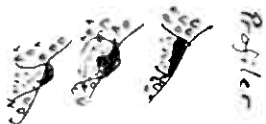
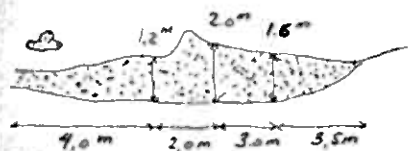
	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
Prøve 11 Støre anal.	20,83	0,50	0,30	0,95
Foslies prøve, rikeste. Do.	11,94	0,75	0,45	2,54
Foslies gjen.snit, 1,4m Do.	2,64	0,28		4,36
Do. Norsk Kem. Bur. anal.	2,44	0,17		2,88
Foslie, bedre impræg. Støre an.	3,59	0,2		2,30
Do. Norsk Kem. Bur. anal.	3,28	0,21		2,65
Tilfældig prøve, Støre anal.		spor	0,45	
Do. Høgskolan, Stockholm		0,08	0,2	
Fra forvittringszonen. Anal. Helsingborg		0,47	1,36	
Anden prøve Do. " "		0,80	0,4	+ 5,6 gr. Ag og 0,4 gr. Au+Pt pr.t.

Efter de sikreste av disse analyser kan vi gaa ut fra, at den rene kis her holder ca. 2,5% Ni, altsaa mere end de to foregaaende forekomster, og omtrent som Arnesakselen. Kisimprægnationen er imidlertid for svak, og selv om man sandsynligvis kan opfare adskillig malm i dette felt, er der ingen utsikt til at kvaliteten skulde forbedre sig.

6. Ytre Smaaskrean skjærn (=Raana Østre, R.M.B.III).

Beliggende i den bratte vestskraaning av Raankjeipen, 230 m.o.h. Blev fundet 1918 og lidt bearbejdet samme aar.

Forekomsten ligger midt inde i norit, og danner en usedvanlig skarptskaaet gang i samme. I overflaten stod malmen overordentlig ren og rik over hele forekomsten, nikkelholdig magnetkis med store klumper av ren kobberkis. Ved skytning kom man paa flere steder allerede ved $\frac{1}{2}$ m. dyp ned paa vanlig imprægnationsmalm med litet kobber. Den rike kis sees at ligge som en kappe over forekomstens utgaaende, og er sikkert en sekundær anrikning. Hele gangen har kun en længde av ca. 14 m. og en maximal mægtighet av 2,0 m., og da fjeldet er godt blottet sees den at kile ut i begge ender. Faldet er ca. 50° ind mot fjeldet. Fore-



komstens dimenaioner er altsaa temmelig smaa, og da der ikke er noget tegn til en direkte fortsættelse av samme, heller ikke til nye malmlinser i dens umiddelbare nærhet, fortjener den ingen videre opmærksomhet.

Følgende analyser er utført:

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
Foslies prøve, primær malm. Støre.	17,16	0,44	0,58	1,04
Prøver fra rike sekundære malm				
Prøve nr. 3 Støre anal.	28,26	0,93	5,42	1,59
Do. Thjems Tekn.Høisk. anal.	27,84	1,61	5,26	2,81
Do. Heidenreich anal.		1,49	5,52	
Tilfældig prøve, Støre anal.	36,2	2,72	5,5	3,46
Do. Stockh.Tekn.Høisk. anal.		1,9	5,2	
Do. Matr.prøvn.anst. X.ania	32,88	1,53	4,95	2,14
Tilfældig prøve, Støre anal.	20,4	1,50	1,22	3,05
Do. Rosenfors anal.		2,67	0,8	

Med tydelighet fremgaar herav den sekundære malms ualmindelig høie svovl og kobber-gehalt. Denne malm synes i ren kis at holde 2,5-3% Ni. I den primære malm er det tilsvarende tal vel 1%, og hvis analysen er rigtig synes det som vi ogsaa har havt en relativ anrikning av nikkel i den sekundære malm. Den primære malms gehalt er altsaa for liten til

at utnytted, selv om vi bortser fra de smaa dimensioner.

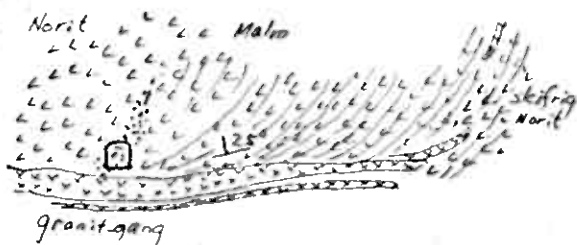
7. Indre Smaaskrean skjær (= Raana Østre, J.R.IIIII).

Forekomsten ligger et par hundrede m. SØ for foregaaende, og 255 m.o.h. Den blev fundet 1918 og undersøkt samme aar ved en 5 m. lang stoll. Malmen ligger i vanlig norit, som her er noget forskifret og med en ombøining av skiffrighetsplanerne. Nogenlunde parallel disse forløper et gangtog av granit, som passerer like under malmen i stollen og synes at avskjære den nedre stjern av samme.

Malmen bestod ogsaa her i dagen av næsten ren magnetkis med rikelig kobberkis. Dog er gangen ikke saa skarpt definert som ved forrige felt. Fra stollen strækker den sig som en uregelmessig linse nogle meter over den bratte fjeldvægg for saa at gaa over i utdøende impregnation. 10 meter ovenfor stollen sees intet mere til den. Om den fortsætter paa nedsiden av granitgangen kan paa grund av de bratte, utilgjengelige styrtninger ikke avgjøres.

Stollen blev drevet i feltretningen og rike malmpartier blev fundet ca. 3 m. indover. At dømme efter de betydelige klumper av ren kobberkis har vi her den samme sekundære anrikningszone for os. Videre ind stollen gik malmen over i vanlig impregnation, som efterhaanden tapte sig.

Fjeldvæggen ved stollen



Den sekundære malm havde nærmest karakteren av et tæt netværk av rike kisaarer, der var saa overveiende at kun mindre mellemliggende klumper bestod av primær impregnationsmalm. Paa denne gangs hængside var en yderst fattig kisimpregnert norit, paa liggssiden en helt kisfri saadan. Gangen havde maksimum 2,5 m. mægtighet, men kilte snart ut i sin øvre

ende. Da den primære malm ogsaa her er fattig og uregelmessig, vil det ikke lønne sig at foranstalte en eftersøkning av gangens fortsættelse nedenfor graniten.

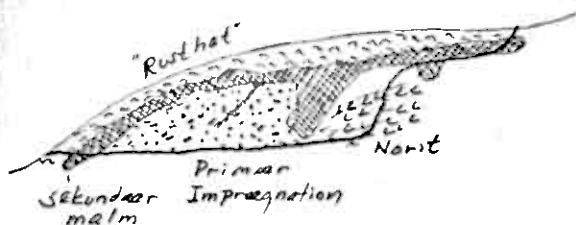
Følgende analyser er utført:

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
Nr. 1 Kompakt kis. Støre anal.	25,32	0,80	4,19	1,48
Do. Thjem Tekn.Høisk.	25,91	0,72	4,19	1,30
Do. Heidenreich		1,57	4,37	
Nr. 2 Imprægn. venstre stollvægg				
Støre anal.	20,22	0,74	0,83	1,49
Do. Thjem Tekn.Høisk.	20,08	0,53	0,53	1,06
Do. Heidenreich anal.		1,65	0,79	
Nr. 3 Imprægn. høire stollvægg				
Støre anal.	22,22	0,81	1,31	1,51
Do. Thjem Tekn. Høisk.	22,61	1,32	1,05	2,39
Do. Heidenreich anal.		1,38	1,10	

Prøve nr. 1 er typisk sekundær malm med høi kobbergehalt. De to andre er imprægnationsmalm med høiere svovlgehalt end gjennemsnittet, idet de delvis er opblandet med sekundær malm. Bortser vi her fra Heidenreichs analyser, som gjennemgaaende synes at gi noget høi nikkelgehalt, faar vi i ren kis av begge typer an fhv. konstant gehalt av ca. 1,5% Ni eller muligens noget høiere. Dette er en litet tilfredsstillende gehalt.

8. Raankjeipen skjær nr. 1.

Beliggende paa NV skraaningen av Raankjeipen, 790 m.o.h. Fundet og undersøkt 1918. Feltet ligger i vanlig norit, noget østenfor de store peridotitkupper. Dog synes noriten her at være temmelig basisk, og at føre enkelte ubetydelige olivinførende slirer.



Paa en række steder heroppe sees noriten dækket av en sterk og dyp forrustning, som viser sig at skrive sig væsentlig fra sekundære malmanrikninger, paa overflatens, medens her kun synes at optræ ubetydelige primære malmimprægnationer.

Skjær nr. I er et utmerket eksempel paa dette forhold. Den rike malm ligger som en ca. $\frac{1}{2}$ m. mægtig kappe under rusten, med sækformige fordypninger nedover og smale ertsfyldte sprækker ned i det faste fjeld. Den underliggende imprægnation er ganske ertsfattig, tildels staar der ogsaa helt ertsfri norit. Den rike malm er anriket fra et nu bortroderet parti, muligens ogsaa med delvis transport langs overflaten.

Følgende analyser er utført:

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
Nr. 5. Rikeste malm. Støre anal.	29,48	1,77	1,15	2,44
Do. Thjem Tekn.Høisk.	31,58	2,84	0,264	3,54
Do. Heidenreich anal.		2,70	0,37	
Nr. 7. Rikeste impræg. Støre anal.	13,51	0,66	0,60	2,00
Nr. 8. Liggende impr. Støre anal.	3,62	0,50	0,20	5,70
Do. Thjem Tekn.Høisk.	4,86	0,83	0,00	6,66
Do. Heidenreich anal.		0,56	0,30	
Nr. 9. Hængende (?) impræg. Støre anal.	1,98	0,25	0,15	5,33

Analyserne viser igjen betydelige uoverensstemmelser, hvad der bedst fremgaar ved sammenligningen av kobberanalyserne, som jo hører til de letteste at utføre. Imidlertid sees det at malmen her er særlig nikkelrik, idet ren magnetkis av den sekundære malm holder ca. 3% Ni, og i den primære malm som det synes endog 5,5% Ni.

Naar forekomsten desuagtet maa rejiceres er det dels fordi den primære malm (der naturligvis er den eneste som har interesse) er meget svakt kisimprægert, saa den kun kan levere opberedningsmalm, men væsentlig fordi utstrækningen av forekomsten i det godt blottede fjeld kan sees at være meget begrenset.

9. Raankjeipen skjær nr. II.

Beliggende et par hundrede meter SV for foregaaende og 860 m.o.h. Forekomsten er av ganske samme karakter som foregaaende, men rustzonen har endnu mindre utstrækning, og saavel den primære som sekundære malm er ganske ubetydelige.

Følgende analyser er utført:

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis
Nr. 6. Delvis sekundært anriket malm. Støre anal.	16,65	1,74	0,65	4,24
Do. Thjem Tekn.Høisk.	17,72	1,14	0,58	2,59
Do. Heidenreich anal.		2,53	0,65	

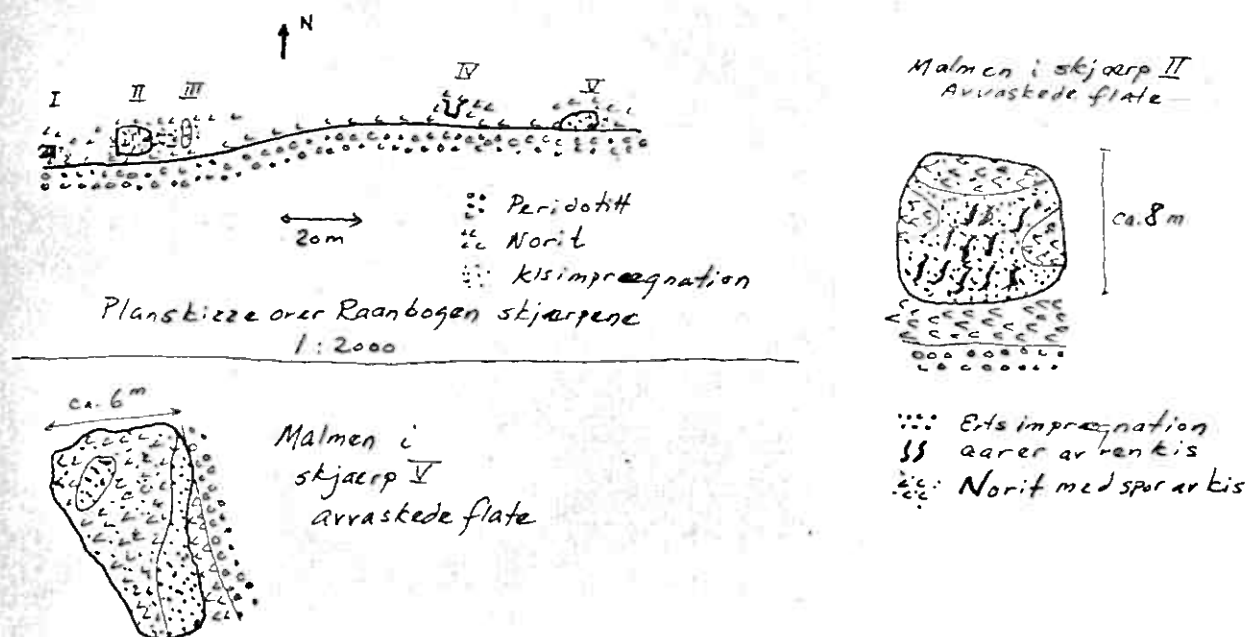
I den rene kis er altsaa nikkelgehalten omtrent som ved foregaaende forekomst.

10. Raanbogen skjær.

Feltet er beliggende i Raanbogen, 4-500 m. op fra sjøen og fra 120 til 180 m.o.h. Det er kjendt siden ca. 1915, blev i 1916 lidt undersøkt av A/S Christiansand nikkelraffineringsverk, samt i 1918 av A/S Bjørkaasen gruber.

Malmen forekommer i vanlig norit, men kun et par meter fra hæng-

ende grænse av et langt peridotitdrag, som her strækker sig i Ø-V-retning skraat op fjeldet, og med ngl. steilt nordligt fald.



Som det av ovenstaaende planskizze fremgaar, er malmen i 5 skjærpninger paavist i 120 m. længde langs peridotitgrænsen. Av skjærpene er I, II og V gamle, III og IV nye. Malmen er overalt skilt fra peridotiten ved 0 - 3 m. helt ertsfri norit. Peridotiten selv er saagodtsom helt ertsfri. Bedst fremgaar forholdene i hovedskjærpet nr. II, som er mest bearbeidet.

Vi har her en 6 m. bred zone av impregnationsmalm, som udadtil gaar over i ganske svakt kislførende norit. Denne optræder ogsaa som uregelmæssige knøler inde i impregnationsmalmen. Malmen er desuten i en bestemt retning gjennemsat av en sverm av aarer av rik, næsten ren, magnetkis. Hver av disse aarer er nogle cm. op til 1 dm. bred, og ikke særlig skarpt avgrænset mot impregnationsmalmen. Det er muligt at disse aarer kan være primære, og danne en rikere "nachschrub" under malmens dannelse, men man kan heller ikke se bort fra den mulighed, at aarene er sekundære anrikninger, tilsvarende til hvad vi har fundet ved flere av de andre forekomster. Dette spørsmål kunde meget let avgjøres ved at undersøke, om aarerne holder sig over et par meters dyp eller ikke.

Skjærp III er kun en røsk, hvori der endnu ikke var skudt ved min avreise, men en markert rustzone synes at vise, at impregnationsmalmen fortsætter her i omtrent konstant bredde.

I skjærpene I og IV er der kun et par meter mægtig, ganske fattig impregnation, paa sidste sted desuten endel rik sekundær magnetkis

øverst under forvittringsskorpen.

I skjærp V har vi en 1 - 1,7 m. bred zone av midlere impregnation, og desuten utenom denne blottet endnu 5 m. av svakt kisimpregnert norit. Ved at undersøke gransen paa flere punkter, baade imellem og utenom disse skjærp, vil man vistnok paa de fleste steder finde impregnationsmalm. Saa meget fremgaar imidlertid av undersøkelsene hittil, at man ikke kan regne paa nogen konstant malmzone av den kvalitet og bredde som i skjærp II. Betydelige partier av gransen vil vise sig helt ubrukbare, men det forekommer mig meget sandsynligt at man ved videre undersøkelser av denne godt definerte grenselinje kan finde flere partier som nr. II eller bedre.

Følgende analyser er gjort:

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren kis
Foslies prøve, ren kisaare.skj.II	36,02	1,60	0,23	1,75
Do. rik impregnation do	17,40	0,62	0,25	1,41
Do. fattig " do	3,62	0,20	0,15	2,22
Hungers prøve. skjærp IV (?)	3,80	0,61		4,10

Alle analysert ved A/S Bjørkaasens laboratorium. R.Støre.

Analyserne 2 og 3 (fra skjærp II) representerer her ca. høieste og laveste gehalt i det som jeg paa figuren har betegnet som impregnationsmalm, altsaa henhv. 0,62 og 0,20% Ni. De svaktprikkede partier (norit med svak kisimpr.) har jeg overhodet ikke tat hensyn til. Kun malmpartier med sterk tilblanding av de rene vil derfor kunne utskiedes som smeltemalm. Hvis disse aarer forsvinder mot dypet, vil malmalmen ikke gi et høiere gjennemsnit end 0,5% Ni og en opberedning kan ikke gi bedre koncentrat end max. 2% Ni. Dette er alt under forutsætning av analysernes rigtighet, og jeg gjentar mit tidligere indtryk av at Støres analyser synes at gi noget lave nikkelgehalter. Selv om disse forbedres noget, maa vi dog regne med at denne forekomst matte drives ved grubedrift paa dypet, og med en varierende malmføing, samt at koncentratet ikke kunde drives op til et høiprocentligt produkt. Under disse omstændigheter anser jeg det meget tvilsomt at forekomsten, selv ved videre opfaring, vil kunne danne en betryggende basis for et opberedningsanlæg.

Hermed er alle forekomster inden det her omhandlede distrikt omtalt. Utenom disse er intet kjendt som er værd at nevne. Det er meget sandsynligt at ved videre undersøkelser vil flere forekomster som disse kunne findes. Da imidlertid terrenet i det store og hele er godt

blottet og noksaa nøie undersøkt, da de geologiske forhold er noksaa ensartet over det hele, da man nu har erfaring fra et ganske stort antal forekomster, baade her og i det tilgrænsende Saltvikfjeld, hvor de ogsaa har ganske den samme karakter, anser jeg det litet sandsynligt at eventuelle nyfundne forekomster vil vise nogen vesensforskjel fra de hittil kjendte, eller at man skulde ha noget begrundet haab om vesentlig større dimentioner end disses. Jeg bortser da fra den undre grænse av noritfeltet (utenom det her behandlede felt) hvor de geologiske forhold ialfald gir muligheten for en anden utvikling og bedre koncentration av forekomsterne.

Konklusion.

For den økonomiske bedømmelse av forekomsterne skjelner jeg som nevnt skarpt mellom forekomsterne i peridotit og i vanlig norit, fordi de første har en væsentlig større nikkelgehalt i ren kis, og følgelig ogsaa de fattigere og mere regelmæssige ertsimprægnationer kommer med i betragtning. Angaaende disse henviser jeg til mine slutninger under omtalen av Bruvandsfeltet og i min provisoriske rapport.

Angaaende forekomsterne i norit har jeg allerede tidligere uttalt, at de fattigere imprægnationer maa sættes helt ut av betragtning paa grund av en alt for lav nikkelgehalt. Bare for at skaffe en kvalitet som den bedre Bruvandsmalm, maa disse forekomster ha en gehalt av $1/4$ til $1/2$ av rene sulfider, altsaa en meget rik imprægnation, og som smeltemalm kommer selv i gunstige fald bare malme med over halvdelen rene sulfider i betragtning.

Som vi har set er hovedfeilen ved alle disse forekomster, at de er for smaa og har for uregelmæssig malmføring. I virkeligheten var det bare i Heitmannsstrossen og i Raanbogen at man kunde paaregne nogen større malmmengde, muligens ogsaa i Kringelvand I. Av disse havds imidlertid Kringelvand I alt for lav nikkelføring og Heitmannsstrossen alt for svak imprægnation, til at komme i betragtning. Efter min opfatning var det bare Raanbogen som kunde fortjene en noget nærmere undersøkelse. Feltet er endnu ikke tilfredsstillende undersøkt, men resultatene hittil er saavidt litet opmuntrende, at man ialfald saalange den høie indkjøpspris bibeholdes ikke bør koste videre undersøkelser paa det.

Jeg tror derfor ikke jeg kan gi selskabet noget bedre raad, end at la forekomsterne i norit inden dette omraade helt ut av betragtning, og foreløbig kun undersøke de tekniske betingelser for en utnyttelse av imprægnationsmalmene i peridotit.

Kristiania, februar 1919

Steinar Foslie
(underskrift)