



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 3680	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Rapport over nikkelfeltene ved Råna og Arnes i Ofoten.				
Forfatter Foslie, Steinar		Dato Febr. 1919	Bedrift	
Kommune Ballangen	Fylke Nordland	Bergdistrikt Nordlandske	1: 50 000 kartblad 13311	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype Malm/metall	Emneord Ni			
Sammendrag				

Rapport

over nikkelfelterne ved

RAANA og ARNES i OFOTEN.

Efter anmodning av A/S Björkaasen gruber har jeg i september 1918 foretaget en undersøkelse av en gruppe av nikkelforekomster i ovennevnte område. De undersøkte felter indbefatter alle de A/S Björkaasen gruber tilhørende, samt de til dette selskap av Hr. O.R.Sagf. R.M.B.Schölberg, 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 område 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 atklip av gradavdelingskartene Ofoten og Tysfjord i målestok 1 : 100000 har jeg indtegnet resultaterne av den geologiske kartlegning inden dette område, samt desuten de resterende områder av hele Raana noritfelt med omgivelser, som jeg tidligere har undersøkt for Norges Geologiske Undersøkelse.

Geologiske forhold.

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

Noritfeltet er ikke ensartet gjennom hele sin masse, men er utdifferensieret i en rekke bergartstyper av noget forskjellig kemisk sammensetning. En central kjerne av feltet har en lysere farge end det øvrige, er noget surere og fører lidt fri kvarts og ortoklas. Det er en kvartsnorit.

Denne centrale kjerne omgives paa alle kanter, saavel i hang 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 optrær en rekke mindre kupper og ellireformige utsendringer av olivinrike bergarter, nemlig peridotit, dunit, ilherzolit, 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 =
Peridotit	-----	3,8 =
Hele noritfeltet (incl. Mataloftet)	-----	<u>67,0 km².</u>

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, men jeg dog fremheve endel træk som direkte har interesse for forståelsen av malmbforekomsterne.

Peridotitkupperne er altid nøle 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 ^{nikkel-}malmbforekomster 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 dannelsen 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 sulfidmineraller, dels fra olivinen i peridotit-felterne. Peridotitterne 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 skjærpnet olivinzonerne, selv hvor disse er næsten sulfidfrie.

Malmens optræden.

De ertsmineraller, som er av interesse i disse forekomster, er først og fremst nikkelholdig magnetkis, og desuten underordnet kobberkis.

Andre ertsmineraller er kun paavist som sjældne spor, og specielt er svovlkis overhodet ikke paavist.

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

- 1) Impregnation i peridotit. Svake spor av magnetkis findes i de fleste peridotitter i feltet. Undertiden kan impregnationen bli rikeligere, men naar praktisk talt aldrig over 5 % svovl. For denne type er alt-saa 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, ialfeld 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 forskjel i nikkelgehalten kan ikke paavises. Den eneste forskjel blir derfor, at gruppe a. har en bestemt grænselinje at følge, og derfor a priori skulde kunne ventes at ha en noget mere regelmæs-

sig feltutstrækning end gruppe b. som overhodet ingen bestemte lodeliger har et følge, og derfor er yderst ustadige og uregelmæssig dimensionert. Forøvrigt optræder 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 af noritten, nær peridotitgrænsen.

3) Malmutsøndringer ved noritfeltets under 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 optræder 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 af adskillig betydning for bedømmelsen af de mindre bearbejdede forekomster inden feltet.

I nøie sammenhæng med overflateforvitringen og rustdannelsen staar den saakaldte sekundære anrikning af sulfidmineralerne. Dette er en faktor som er af overordentlig stor betydning ved bedømmelsen af malmforekomster i mange strøk paa jorden, særlig de med varmt klimaat som ikke nylig har hat nogen istid. Hos os optræder det samme fænomen i langt mindre maalestok. De fra forvittringszonen udløste sulfider vil etter bli utfældt af sin opløsning naar de naar ned til den primære malm, og der dannes 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 længer nedover fine haarspalter fyldt med kobberkis som alt er af 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 haas påvist en lignende anrikning ogsaa av den. Dette staar da som et parti av næsten ren, nikkelrik magnetkis like i overflaten, men

efter $1/2$ - 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 ubearbejdet, eller ganske litet bearbejdet. Ved de noget mere bearbejdede forekomster kommer man snart paa det rene med den virkelige malms 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 ~~disse elementers~~ ^{jernets og nikkels} nære kemiske slægtskab.

Malmenes nikkelgehalt.

Der foreligger et ganske betydeligt antal analyser fra de forskjellige undersøgte forekomster. I det følgende har jeg under omtalen av de enkelte forekomster sammenstillet de vigtigste 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, udført ved forskjellige bureauer av de samme prøver, ofte betydelig forskjel i gehalten. 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 mængder 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 arbejder hurtigst mulig sørge for at bringe disse analyser ind under bestemte og sikre former, saa meget mere som ved de relativt smaa gehalten det her ofte dreier sig om, en feil paa $1/10$ % kan være av adskillig betydning.

Som jeg tidligere har fremmevet vil bergartens ertsføring (magnetkis-gensalt) variere meget inden samme forekomst, ved hyppig overgang fra fattigere til rikere imprægnation eller til rikere utsonaringer.

Da nikkelgehalten nu altid følger magnetkisen, vil man av denne grund

ikke faa nogen paalidelig oversigt over magnetkisens nikkelrigdom 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.

Beregnes analysen til nikkelgehalt i ren magnetkis, vil man for hver enkelt forekomst faa en betydelig konstantere 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.

Kaar 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 uforholdsmessigt nikkeltap i avfallet. 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 hovedtrek som fremgaar av de foreliggende analyser, har jeg allerede fremhevet i min provisoriske rapport. Det er den betydelige forskjell mellem magnetkisens nikkelgehalt i norit-forekomstene og peridotit-forekomstene. I de første holder den rene magnetkis næsten i alle tilfælde mellem 1 og 4 % Ni, i de sidste er den tilsvarende gehalt mellem 5 og 12 % Ni. (Analyser som viser endnu høiere forhold er vistnok urigtige). 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 rigtignok nikkelgehalten i de brudte masser bare regnes i tiendedels procent, men det vil sees at der ialfald the-

orstatisk 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 spørsmål 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 Bist 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 udelukkende til ^{pentlandit} ~~peridotit~~, vilde der bli lidt nikkel tilovers for olivinen. Da den første av de ovennevnte 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.

Angaaende malmenes coboltgehalt gir hittil kun 2 analyser nogen opplysning. Den ene som blev utført paa haandskeldet 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 gjennomsnitt man almindelig regner for vore nikkelforekomster, nemlig 1 : 10. Praktisk spiller der-

for coboltgehalten ingen rolle, men kan regnes sammen med nikkelgehalten.

Det er paavist at malmene fra disse felter fører en gehalt av edelmetaller, hvorav muligens platinagehalten kan faa nogen økonomisk betydning. Imidlertid er disse gehalter endnu alt for ufuldkommen undersøkt.

Mig bekjendt foreligger paa dette område endnu kun 2 analyser. Den ene er av malm fra Eiterdalen grube (uopgit svovl- og nikkelgehalt) og viser : 6 gr. platina, 4 gr. guld og 15 gr. sølv pr t. malm. (Stockholms tekniska högskolas materialprövningsanstalt).

Den anden 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 edelmetaller, saavel i rasmalmen som i de ved anrikningen erholdte koncenterater.

Beskrivelse av enkeltforekomsterne.

A. Forekomster i peridotit.

1. Bruvandsfeltet.

Forekomsten er knyttet til en forholdsvis stor peridotitkuppe, som strækker sig fra elvens utløp av Bruvand, mot NØ til over toppen av Arneshesten, og har et areal av 0,7 km². Dele av denne peridotit er til dels/ganske rikt impregneret med magnetkis. Paa grund av den dypt overflateforvitring, kan utstrækningen av denne impregnation ikke sees i dagen.

I 1915 blev der kort ovenfor barakken drevet en strosse i den sterkt ferrugine zone. Denne strosse viste en flere meter magtig "jernhat", og i den nedre del av samme sekundært anrikt kobberkis, som anstod i store og rike klumper, men man naaede ikke ned paa den friske, primære malm. Ved mit besøk der i 1918 var denne strosse ikke drevet videre, og gav der-

for liten opplysning om forekomsten. Hvad vi nu vet om forekomsten grunder sig derfor væsentlig paa resultaterne fra de 3 diamantborhul, som blev drevet i 1916, og var næsten avsluttede ved mit besøk.

Efter en gennemgaaelse av borkjærnerne 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 fald mot S. Av borhul I og III sees, at der midt inde i peridotiten optrår et 30 m. magtigt parti av vanlig norit, hvis fald ikke nærmere kan fastsettes, da man kun har et skjæringspunkt med hver grænse, men sandsynligvis er parallel med hovedgrænsen.

I den vanlige norit findes her ingen ertsimpregnation, naar undtas et par ubetydelige striper i borhul II, dels av magnetkis, dels av titanjern. Al ertsimpregnation optrår inde i selve peridotiten, men ikke overalt i denne. I borhul II har vi saaledes en jevn og fhv. rik impregnation fra grænsen av noritpartiet ved 43,3 m. helt til borhullets bund ved 137,87 m. I borhul III har vi en noget fattigere impregnation fra grænsen av noritpartiet ved 8,50 m. og ned til 26,0 m. Videre nedover er peridotiten næsten kisfri til borhullets bund ved 62,33 m.

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

Det viser sig altsaa at kisimpregnationerne optrår i 2 zoner, en paa hver side av det midtre noritparti. Den liggende zone er 15 m. magtig, men viser saavidt lav nikkelgehalt og saa finkornig impregnation, 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 magtighed 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 magtigheten.

Efter hvad vi nu vet om faldvinklerne viser det sig - som ogsaa av profillet 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, fastsette faldvinkelen og malmens magtighet, samt gi et mere tilfredsstillende gjennemsnit for nikkelgehalt. 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, skjønt 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 fortsettelse av boringerne er naturligvis, at oppbrenningsresultaterne og den kvalitative rentabilitetsberegning falder tilfredsstillende ut.

Analyseresultater.

Borhul I., hængende peridotitmalm. A/S Björkeåsens labor., R.Støre 23/8 18

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	12,50
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 Kontrol do. Heidenreich.

Do. Tekn.höisk.Thjem. 2,09 0,44 0,60 8,20

Utplukkede kjernestykker, anal. R.Støre.

					Kontrol Tekn.höisk.Stekh	
I.	4,28	1,12	0,58	11,80	Ni	Cu
II.	3,04	0,50	0,50	7,70	0,8	0,2
III.	1,50	0,30	0,85(?)	(18,00)		
IV.	5,69	0,66	0,40	4,85	0,6	0,2

Kjernestykke, R.Støre

2,85

0,73

0,23

10,85

+ 12,79 % Fe
+ 41,80 % Uopl.

Borhul III, liggende peridotitmalm. A/S Björkaasens labor. R.Störe.

Dybde i meter.	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis.
8,5 - 26,0	0,8	0,4	0,05	(20,8)

Dagstrossen, peridotitmalm, hængende zone.

I. Uskeidet malm, Störe anal.	2,43	0,5	0,25	9,00
Do ,Norsk Kem.Bureau	2,40	0,59	0,14	9,96
II. Haandskeidet do, Störe an.	2,68	0,87	0,20	13,70
Do ,Norsk Kem.Bureau	2,83	0,66	0,15	9,60

of Ni i Cu of Ni i Cu, deres 0,04 % Cu

Borhul 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 kjernestykkesanalyser fra samme borhul viser meget væsentlig forskjel i kobbergehalten. Derimot synes analyserne fra dagstrossen at vise tilfredsstillende overensstemmelse, og specielt 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 usædvanlig høj relativ nikkelgehalt. For en enkelt stiger denne sogar saa høit, at den overstiger pentlanditens nikkelindhold. Dette skyldes sikkerlig at en liten del av nikkellet indgaar i olivinen, muligens desuten ogsaa unøjagtigheter 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 noritmalmene, og kun vi-

ser 3,4 % Ni i ren kis.

Betragter vi dernæst de absolute nikkelgehalter som kan opnaaes i denne forekomst, viser de 3 paralelanalyser fra hele borhul I et gennemsnit av 0,46 % Ni i den uskeidede malm. Ertzmineralernes fine og jevne fordeling udelukker nogen nævneværdig hændskeidning 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 mæste, 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 uskeidede malm viser ca. 0,6 % Ni. Cu-gehalten er i begge fald 0,15-0,20 %.

Saavidt man tør lægge 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. Flaast grube i Evje, producerte den i 1916 ca. 32600 t. hændskeidet smeltemalm 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 edelmetaller, hvilket fordeles 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 edelmetalgehalten kan

være ganske væsentligt højere for denne forekomst.

Da man for Bruvandsfeltet bør kunne sende den allervæsentligste del af de brudte masser til opberedningen, viser det sig altså at gehalterne for dette felt ikke er i den grad underlegne, som man ved første blickast kunde få indtryk af.

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 få en betydelig rikere smeltemalm, og altså 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 afhængig av opberedningsresultaterne, og den derved opnåede utvinding. Kun hvis denne utvinding viser sig at bli større end 75 %, anser jeg det tilraadeligt at fortsætte undersøkelserne. Det bør her bemærkes at det for denne malm ikke gjælder at drive koncentrationen op til mest mulig rene sulfider, baade fordi metaltapet da vil bli større og fordi der 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 fkv. store peridotitfelt ovenfor Arnesgaardene, blev der i 1918 fundet impragnationer av magnetkis nær noritgrænsen, i 220 m. højde.

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

Analyserne viser følgende resultater :

A/S Björkaasens 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 Do.kontrol av	2,52	spor	0,05	
Norsk Kemisk Bureau	2,42	0,31	0,12	5,00

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

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

Det synes foreløbig ikke som nikkелgehalten her vil nå op til det minimum vi må forlange, for overhovedet at diskutere drivværdighed, og videre undersøkelser her bør iselfald gøres helt svæmgige av resultaterne fra Bruvandet.

3) Andre peridotitfelter.

Inden det her behandlede område er der ikke kjendt andre nikkelforekomster inden peridotiterne. Ganske vist er en række av Schölbergs muthinger over Arnesryggen lagt paa peridotit, men disse viser saavidt hittil undersøkt en saa høist ubetydelig kiselprægnation -hvor de da ikke er helt kisle- at det ansees 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 peridotitbelirer inden feltet kan finde lignende imprægnationer som de foran omtalte, men iselfald bør resultaterne fra Bruvand først ævantes.

I denne forbindelse kan det være av interesse at nævne, at der paa Saltvikfjeldet findes en liten peridotitkugge med rik imprægnation.

En analyse jeg lot utføre av den, viste :

3,66 % S, 0,82 % Ni, 0,05 % 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 Østskraanningen 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 mægtighet neppe blir over 4 m. Opover (mot SV) kan zonen spores i 220 m. og nedover i 170 m. længde, men overalt svakere end paa fundpunktet. Paa dette sted er ansat en strosse, som har næst 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 tæt, dels i rene tom-bakbrune 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, tæt magnetkis.	9,68	1,12	spor	4,51
Tombakbrun =	16,28	0,47	0,10	1,13

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

B. Forekomster i norit.1) Øvre Arnes noritskjærp.

Denne forekomst ligger knapt 50 m. fra det tidligere omtalte Øvre Arnes peridotitskjærp. Malmen optrår i vanlig norit, ganske nær syd-

grænsen 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 impregnation og deruten enkelte smale slirer og klumper av rikere sulfidmalm. Følgende analyser er utført :

A/S Björkaasens laboratorium, R.Störe.

	% 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	
Anrikningssprøve, impr. i norit.				
Gröndals patenter anal.		0,07		
Anrikningssprøve, rik kis				
A/S Bergmetal anal.	17,54	0,51	1,10	1,21
Do, meg.fattig Do		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 impregnationer, blir derfor nikkelgehalten saa ubetydelig, at forekomsten er helt verdiløs.

2) Arnesakselen skjerp. NV-skraaningen av akselen, 80 m.o.h.

Dette felt, som er det ældste inden hele Raana noritomraade, blev tidligere benævnt efter finderens, Birger Kristiansens skjerp. 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 Björkaasens prøvedrift, ved hjælp av en slæpesynk.

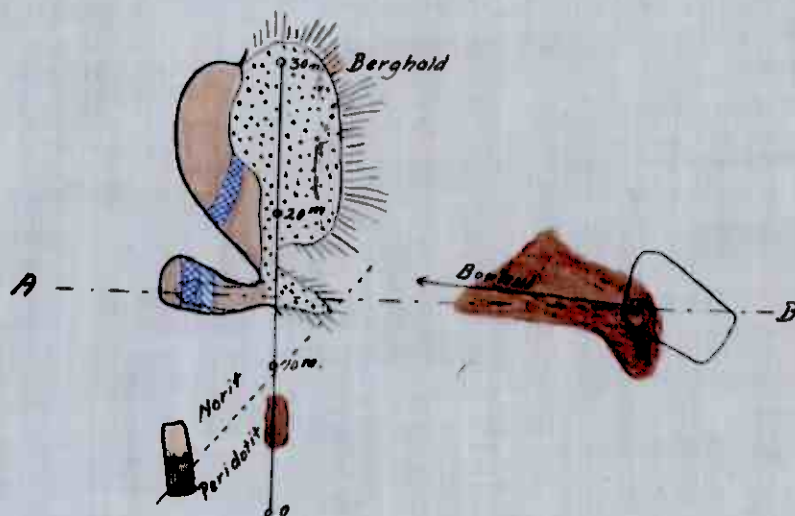
Forekomsten er beliggende midt inde i vanlig norit, uten at staa i forbindelse med noget peridotitfelt. I begyndelsen fandt man her temmelig rik magnetkis, og da de ældste analyser viste 4-5 % Ni, blev der sat store forhaabninger til det. Disse analyser viste sig dog snart efter at være helt feilagtige.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

Kringelvand I

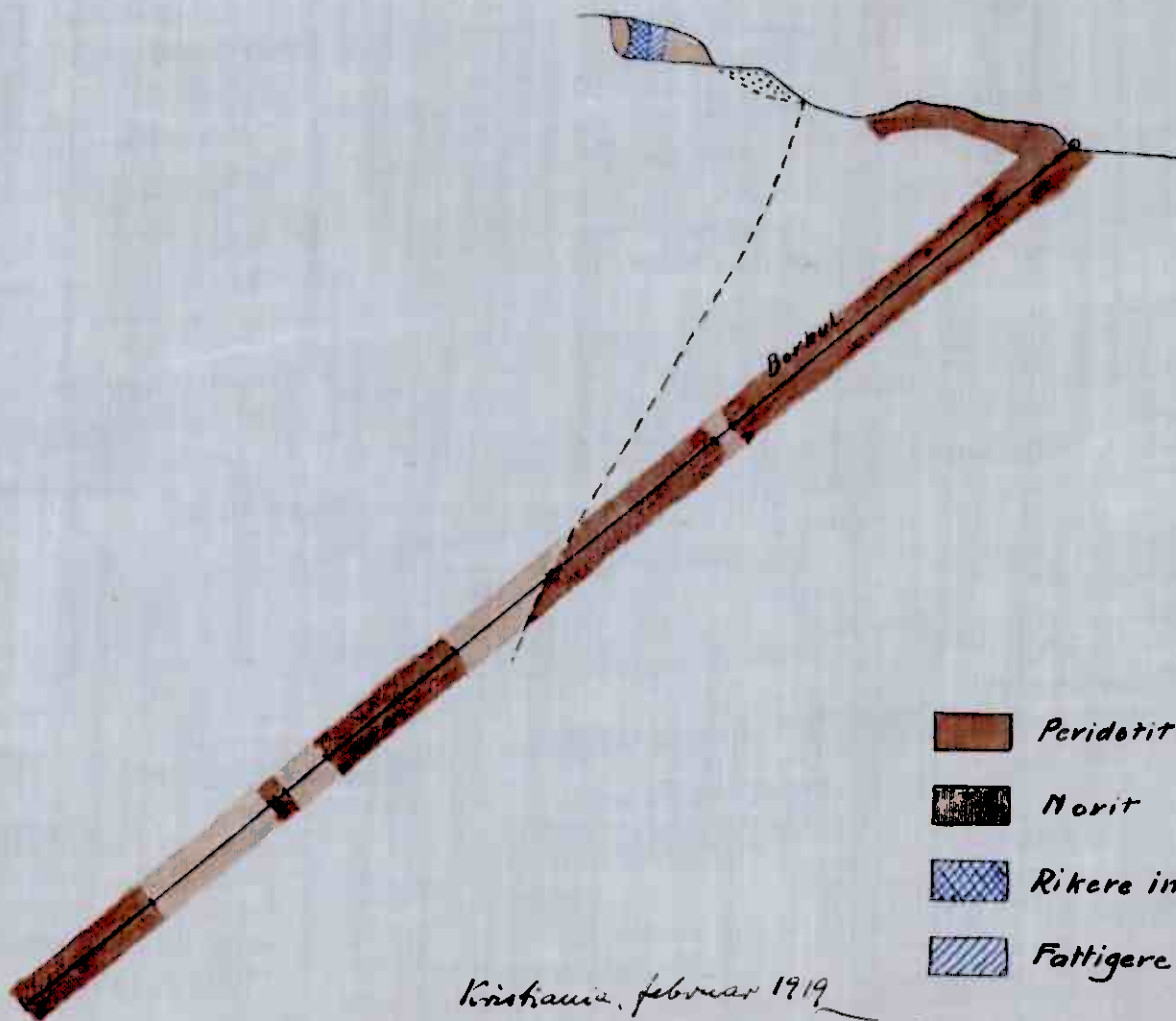
1/500

10^m

Plan.



Profil A-B



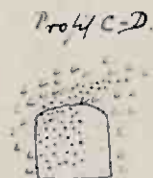
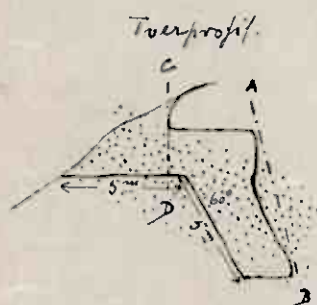
- Peridotit
- Norit
- Rikere impregnation
- Fattigere — — —

Kristiania, februar 1919

Steinar Fosberg

	% 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 an.Nr.5.		1,65	0,08	
do = 6.		1,02	0,32	
do = 8.		1,26	1,12	
do = 10.		2,26	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 $2\frac{1}{2}$ - 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, vaskede i tak og bross. Den forfulgtes saa nedover med en 60° slæpesynk, som i det midtre parti havde malm i fuld bredde, vel 2 m. magtig. Videre ned kilte denne ut til 2 gafflede grene, henhv. 0,2 og 0,3 m. magtig. Forekomsten saa nærmest opfattes som en malmstek, med ca. 30° fald ind mot fjeldet, magtighet maximum 2 m. og bredde ca. 4 m.

For at gi et begrep om dimensionerne kan anføres, at der til dybeste punkt av malmstøkken synken hittil er opfaret ca. 150 t. malm. Endel av dette er fhv. fattige impregnationer, saa kun ca. halvdelen vil

maa op over 1 $\frac{1}{2}$ Ni.

Stokken vil vistnok kunne følges videre indover i fjeldet efter sin længdeakse, men som det af ovenstående tal vil kunne sees, maatte der kræves en ganske betydelig utvidelse af dimensionerne, for at en drift skulde komme paa tale ved saavidt lav nikkelgehalt. Det er forøvrigt heller ikke sandsynligt, at længden vil vise sig særlig stor ved saavidt smaa tværdimensioner.

Ute i dagen er der intet tegn til andre malmstokke 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 undersøgelsesarbejder for at opsoke 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 lave tange N. for Kringelvand, ikke langt fra elven og kun 28 m.o.h. Den blev fundet i 1913 og undersøgt av A/S Bjørkassen gruber ved strossedrift og et diamantborhul samme aar.

Forekomsten hører til den type, som optræder i vanlig norit ganske nær en peridotitgrænse. Peridotiten tilhører en lang og smal zone, her med strøk $0,23^{\circ}N$ og med 60 m. bredde. Malmen optræder i en smal gang eller slire, fra 5 - 15 m. fra dennes nordgrænse, og synes at stryke diagonalt paa denne grænse. I SV blotter en liten røsk den umiddelbare, skarpe grænse mellem peridotit og norit, uden spor av kis paa selve grænsen. I den lille strosse, 10 m. lenger mot NØ, har vi i ^{NØ-}nærvægen 2,5 m. bred impregnationsmalm, hvorav lare de nordligste 1,4 m. er nogenlunde rikt impregneret. I SV-væggen har vi tilsvarende : Nordligst 1,2 m. riker impregnation, 0,4 m. ertsfri norit og sydligst 0,7 m. fat-

tig impregnation. I den store strosse like ved sidenav, synes at staa ca. 1,5 m. fhv. rik impregnation, dog med indesluttede knoller av ertsfri norit. Den samlede feltlængde 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 av malmen staar i begge strosser en lys ertsfri norit, gjenneomsat av et par ubetydelige kisstrenger.

Malmen selv er fhv. grovkornig, fører tildels adskillig grafit og tilhører en noget mere basisk zone end den omgivende norit.

De utførte analyser er følgende :

A/S Bjørkesens laboratorium, R.Støre anal.

	% S	% Ni	% Cu	% Ni i ren magnetkis.
Foslies prøve, sept. 1918 type av rik impragn.	14,62	0,45	0,33	1,23
Prøve nr. 12	14,04	0,26	0,20	0,73
Tilfeldig 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 impregnation". Vi kan derav slutte, at denne forekomst ikke kan prestere smeltmalm, 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 uavvendbar, selv bortseet fra de relativt smaa dimensioner.

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

Paa grund av den spidse overskjæringsvinkel er det vanskelig med sikkerhet at avgjøre om hullet har skaaret igjennem malmzonen. Jeg skulde dog være tilbøielig til at tro, at saa er tilfellet, om end den hyppige veksel av peridotit og norit i de dypere dele muligens kunde tyde paa, at det gaar nesten 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.

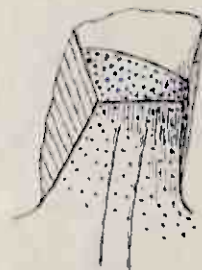
Paa hosstaaende kartskizze og profil er forholdene indtegnet.

4) Kringelvand nr.II.

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

Fra foregaaende skiller den sig meget, idet den optrær 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 avgrenset mot den omgivende norit, og den hængende grænse har et fladt fald mot N.60°Ø.



Tilvenstre avskjæres den pludselig av en plan slæppe med fald 60° mot N.20°Ø. Om dette er en primer avgrensingsflate 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, ialfeld ikke i nærheten.

I strossen stod malmen- eller rettere malminpregnationen- 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 tilhøre, 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	
Samme do. Rosenfors anal.		2,04	0,16	
Prøve, Støre anal.		0,60	0,11	
Samme do. Rosenfors anal.		1,26	0,16	

Analysene er alt for uoverensstemmende til at man kan trekke sikre slutninger. Dog synes nikkelgehalten i ren kis ialfald at være noget høyere 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 utgaende at dømme, synes den nærmest at være stokformet.

5) Kringelvand skjerp nr. III (=Stövelhola = Heitmanns strosse.)

Forekomsten ligger 120 m. N. for foregaende og 130 m.o.h.

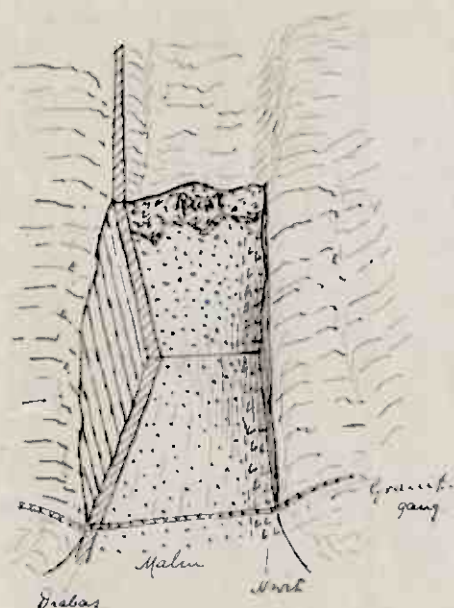
Den utstrakte rustzone som karakteriserer denne forekomst har vært kjendt i flere aar, men først i 1918 har undersøkelsesarbeider vært utført.

Malmen forekommer i normal norit, uten forbindelse med noget peridotittfelt. Kompakt malm findes ikke, kun en mere og mindre rikt impregneret zone i noriten. Den er ikke grafitholdig og skiller sig i utseende endel fra de før nevnte forekomster. Rustzonen efter malmen, som er meget fremtrædende kan følges opover fjeldet i V. 18° N til 180 m.o.h. Fjeldet er 70° nordlig. Fra forekomsten er drevet en enkel, stor stosse, som ved avslutningen havde en længde av ca. 5 m. og en frontside av ca. 5 m.

Under rustsonen var det en ganske smal sekundær anrikningssone med adskillig kobberkis, og derunder primer, ensartet malm. Malmimpregnationen er tilvenstre skarpt begrenset av en 0,7 m. magtig gang av omvandlet diabas, tilhøre er den ogsaa noksaa skarpt avgrenset av plane stik og slepper i bergarten, som skiller den fra næsten ertsfri norit.

Førrest er alle disse led påtvært gjennomset av en smal granitgang.

Forholdene er fremstillet paa hosstaaende figur.



Heikmanns strøme.

Adskillig arbejde blev lagt paa denne forekomst paa grund af forvitringens betydelige utstrækning. Jeg gik ogsaa ut fra, at resultatet her til en vis grad vilde kunne gjælde som en norm for denne type af malm midt inde i noriten. Resultatet blev avgjørende daarligt.

Den jævne impregnation med enkelte rike sli-rer i stressens ytre del gik saa langt fra over ^{re} til rene malm indover. Impregnationen blev i det store og hele fattigere, likesom ogsaa mægtighet avtok noget, fra vel 2 m. til 1,4 m.

En gennemsnitsprøve som jeg tok i stressens indre ende over hele mægtigheten paa 1,4 m., viste kun ca. 0,2 % Ni og $2\frac{1}{2}$ % S., altsaa en meget svak impregnation.

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.	=	11,94	0,75	0,45	2,54
Foslies gjen.snit, 1,4m.	=	2,64	0,28		4,36
Samme, Norsk Kem.Bur. anal		2,44	0,17		2,88
Foslie, bedre impregn. Støre anal.		3,59	0,2		2,30
Samme, Norsk Kem.Bur. anal.		3,28	0,21		2,65
Tilfeldig prøve, Støre anal.			spor	0,45	
Samme, Høgskolan, Stekh. anal.			0,8	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 Arnessakselen. Kisimpregnationen 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 skjære (= Raana Østre, R.M.B.III).

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

Forekomsten ligger midt inde i norit, og danner en usædvanlig skarpt-skæren gang i samme. I overflaten stod malmen overordentlig ren og rik over hele forekomsten, nikkelholdig magnetkis med store klumper av ren kobberkis. Ved skytningen kom man paa flere steder allerede ved $1\frac{1}{2}$ m. dyp ned paa vanlig impragnationsmalm med litet kobber. Den rike kis sees at ligge som en kappe over forekomstens ufgaende, og er sikkert en sekundær anrikning. Hele gangen har kun en længde av ca. 14 m. og en maximal magtighed av $\approx 2,0$ m., og da fjeldet er godt blottet sees den at kile ut i begge ender. Faldet er ca. 30° ind mot fjeldet.



Forekomstens dimensioner er altså 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
Samme, Thjems Tekn.Höisk.anal.	27,84	1,61	5,26	2,81
Samme, Heidenreich anal.		1,49	5,52	
Tilfældig prøve, Støre anal.	26,2	2,72	5,5	3,46
Samme, Støcks Tekn.Höisk.anal.		1,9	5,2	
Samme, Matr.prövn.anst. X.anal.	32,88	1,53	4,95	2,14
Tilfældig prøve, Støre anal.	20,4	1,50	1,22	3,05
Samme, Rosenfors anal.		2,57	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 her havt en relativ anrikning af nikkel i den sekundære malm. Den primære malms gehalt er sltsaa for liten til at utnyttes, selv om vi bortser fra de smaa dimensioner.

7) Indre Smaaskrean skjerp (= Raana Östre, J.R.III.)

Forekomsten ligger et par hundrede m. SÖ 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 ombining av skiffrighetsplanerne. Nogenlunde parallel disse forløper et gangtog av granit, som passerer like under malmen i stollen og synes at avskjære den nedre stjernt 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 uregelmæssig linse nogle meter opover den bratte fjeldvæg for saa at gaa over i utdøende impragnation. 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 impragnation, som efterhaanden tætte sig.



Den sekundære malm havde nærmest karakteren av et tæt netværk av rike kisaarer, der var saa overvelende at kun mindre mellemliggende klumper bestod av primær impragnationsmalm. Paa denne gangs hængside var en yderst fattig kisimprægnert norit, paa ligg-

siden en helt kisfri saadan. Gangen havde maksimum 2,5 m. mægtighet,

må kilte snart ut i sin øvre ende. Da den primære malm ogsaa her er fattig og uregelmessig, vil det ikke lönne 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
	Samme, Thjem Tekn.Höisk.	25,91	0,72	4,19	1,30
	Samme, Heidenreich anal.		1,57	4,37	
Nr.2.	Impregn. venstre stollvæg				
	Støre anal.	20,22	0,74	0,83	1,49
	Samme, Thjem Tekn.Höisk.	20,08	0,53	0,53	1,06
	Samme, Heidenreich anal.		1,65	0,79	
Nr.3.	Impregn. höire stollvæg.				
	Støre anal.	22,22	0,81	1,31	1,51
	Samme, Thjem Tekn.Höisk.	22,61	1,32	1,05	2,39
	Samme, Heidenreich anal.		1,38	1,10	

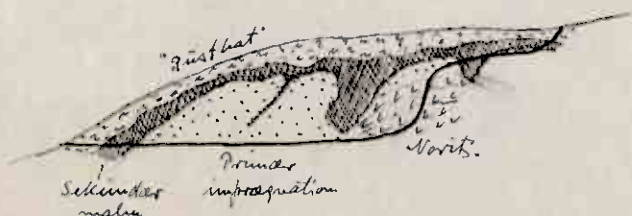
Prøve nr. 1 er typisk sekundær malm med høi kobbergehalt. De to andre er impregnationsmalm med höiere svovelgehalt end gjennomsnittet, idet de delvis er opblandet med sekundær malm. Bortser vi her fra Heidenreichs analyser, som gjennemgaaende synes at gi noget høi nikkelgehalt, faar vi i ren kis av begge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

8) Raankjeipen skjerp nr.1.

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

Paa en række steder heroppe sees noriten dekket av en sterk og dyp

förrustning, som viser sig at skrive sig väsentlig fra sekundäre malmanrikninger, paa överflatens, medens her kun synes at öpträ ubetydelige primäre malminimpregnationer.



Skjærp I er et utmerket eksempel paa dette forhold. Den rike malm ligger som en ca. 1/2 m. mægtig kappe under rusten, med sukformige fordybninger nedover og smale ertsfylde sprækker ned i det faste fjeld.

Den underliggende imprægnation er ganske ertsfattig, til dels staar der ogsaa helt ertsfri morit. Den rike malm er anriket fra et nu bortoverderet 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
Samme, Thjem Tekn.Höisk.	31,58	2,34	0,264	3,54
Samme, Heidenreich anal.		2,70	0,37	
Nr.7. Rikeste imprægn. Støre anal	13,51	0,66	0,60	2,00
Nr.8. Liggende impr. Støre anal.	3,62	0,50	0,20	5,70
Samme, Thjem Tekn.Höisk.	4,86	0,83	0,00	6,66
Samme, Heidenreich anal.		0,56	0,30	
Nr.9. Hængende (?) imprægn. Støre anal.	1,98	0,25	0,15	5,33

Analyserne viser igjen betydelige uoverensstemmelser, hvad der bedst fremgaar ved sammenligning 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.

Haar forekomsten desuagtet saa rejseres er det dels fordi den primære malm (der naturligvis er den eneste som har interesse) er meget svakt risimprægnert, saa den kun kan levere ørberegningsmalm, men væsentlig fordi utstrækningen av forekomsten i det godt blottede fjeld kan sees at være meget begrenset. Z

9) Raankjæppen skjærp nr.II.

Beliggende et par hundrede meter SV for foregaende og 850 m.o.h. Forekomsten er av ganske samme karakter som foregaende, men rustsonen har endnu mindre utstrækning, og saavel den primære som sekundære malm er ganske ubetydelige.

Følgende analyser er utført :

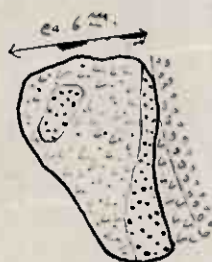
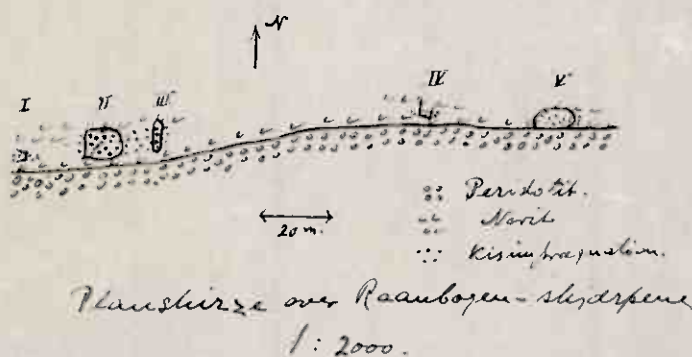
	% S	% Si	% Cu	% Ni i ren magnetkis.
Er. 6. Delvis sekundært anriket malm. Støre anal.	16,65	1,74	0,65	4,24
Samme, Thjem Tekn.Höisk.	17,73	1,14	0,58	2,59
Samme, Heidenreich anal.		2,53	0,63	

I den rene kis er altså nikkelgehalten omtrent som ved foregående forekomst.

10) Raanbogen skjerp.

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 1918 lidt undersøkt av A/S Christianssand nikkelraffineringsverk, samt i 1918 av A/S Bjørkaasen gruber.

Malmen forekommer i vanlig norit, men kun et par meter fra hengende grænse av et langt peridotitdrag, som her strækker sig i Ø-V retning skråt op fjeldet, og med ngl. steilt nordlig fald.



Malmen i skjerp II.
avrøskede plate.



ca 8 m.

Legend for sketches:
 :::: Ertseufragmenter
 III Garer av ren kis.
 . . . Norit med spor av kis

Som det av ovenstående planskizze fremgaa, er malmen i 5 skjerpninger påvist i 120 m. langede lange peridotitgrænser. Av skjerpene 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 så godt som helt ertsfri. Bedst fremgaa forholdene i hovedskjerp nr. II, som er mest bearbejdet.

Vi har her en 6 m. bred zone av imprægnationsmalm, som udadtil gaar over i ganske svækt kisleførende norit. Denne optræder ogsaa som uregelmæssige knuder inde i imprægnationsmalmen. Malmen er desuden i en bestemt retning gjenneaaet 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 afgrænset mot imprægnationsmalmen. Det er muligt at disse aarer kan være primære, og danne en rikere "Nachschub" under malmens dannelse, men man kan heller ikke se bort fra den mulighed, at aarerne er sekundære anrikninger, tilsvarende til hvad vi har fundet ved flere av de andre forekomster. Dette spørsmaal kunde meget let afgjøres ved at undersøke, om aarerne holder sig over et par meters dyb eller ikke.

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

I skjærpene I og IV er der kun et par meter magtig, ganske fattig imprægnation, paa sidste stad desuden endel rik sekundær magnetkis sverm under forvittringsskorpen.

I skjærp V har vi en 1 - 1,7 m. bred zone av midlere imprægnation, og desuden utenom denne blottet endnu 5 m. av svækt kisimprægnert norit. Ved et undersøke grænsen paa flere punkter, både imellem og utenom disse skjærp, vil man vistnok paa de fleste steder finde imprægnationsmalm. 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 grænsen vil vise sig helt ubrukbare, men det forekommer mig meget sandsynligt at man ved videre undersøkelser av denne godt definerte grænselinje kan finde flere partier som nr. II eller bedre. Følgende analyser er gjort:

	% S	% Ni	% Cu	% Bi i ren kis.
Fosiles prøve, ren kisaare, skj. II.	36,02	1,30	0,23	1,75
do. rik imprægnation do	17,40	0,62	0,25	1,41
do. fattig = do	3,62	0,20	0,15	2,22
Hungers prøve, skjærp IV (?)	5,30	0,61		4,10

Alle analysert ved A/S Bjørkessens laboratorium, R.Støre.

Analysene 2 og 3 (fra skjerp 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 svaktbrikkede partier (norit med svak kistimpr.) har jeg overhodet ikke tatt hensyn til.

Kun malmpartier med sterk tilblanding av de rene kisserer vil derfor kunne utskelides som smeltetalm. Hvis disse sarer forsvinder mot dypt, vil rasmalmen ikke gi et høiere gjennomsnit end 0,5 % Ni. og en opberedning kan ikke gi bedre koncentrat end max. 2 % Ni. Dette er alt under forutsetning av analysernes rigtighet, og jeg gjentar mit tidligere indtryk av at Störes analyser synes at gi noget lave nikkelgehalter. Selv om disse forbedres noget, maa vi dog regne med at denne forekomst maatte drives ved grubedrift paa dypt, og med en varierende malmföring, samt at koncentratet ikke kunde drives op til et høiprocentigt produkt. Under disse omstændigheter anser jeg det meget tvilsomt at forekomsten, selv ved videre opfaring, vil kunne danne en betryggende basis for et opberedningsanleg.

Hermed er alle forekomster inden det her omhandlede distrikt omtalt. Utenom disse er intet kjendt som er verd at nevne. Det er meget sandsynligt at ved videre undersøkelser vil flere forekomster som disse kunne findes. Da imidlertid terrenet er i det store og hele er godt blottet og noksaa nøie undersøkt, og 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 nyfandne forekomster vil vise nogen væsensforskjel fra de hittil kjendte, eller at man skulde ha noget begrundet haab om væsentlig større dimensioner end disse.

Jeg bortser da fra den undre grænse av noritfeltet (utenom det her behandlede felt) hvor de geologiske forhold ialfeld gir muligheten for en anden utvikling og bedre koncentration av forekomsterne.

Konklusion.

For den økonomiske bedømmelse av forekomsterne skjælnes jeg som nævnt skarpt mellem forekomsterne i peridotit og i vanlig norit, fordi de første har en væsentlig større nikkelgehalt i ren kis. og følgende ogsaa de fattigere og mere regelmæssige ertsimprægnationer kommer med i betragtning. Angående de-før disse henviser jeg til mine slutninger under omtalen av Bruvandsfeltet og i min provisoriske rapport.

Angående 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 smeltmalm 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 Raanhøgen at man kunde paaregne nogen større malmængde, muligens ogsaa i Kringelvand I. Av disse havde imidlertid Kringelvand I alt for lav nikkelföring og Heitmannsstrossen alt for svak imprægnation, til at komme i betragtning. Efter min opfatning var det bare Raanhøgen som kunde fortjene en noget nærmere undersøkelse. Feltet er endnu ikke tilfredsstillende undersøkt, men resultaterne hittil er saavidt litet opmuntrende, at man ialfald saalænge den hvide indkjøbspris 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 område helt ut av betragtning, og foreløbig kun undersøke de tekniske betingelser for en utnyttelse av imprægnationsmalmen i peridotit.

Kristiania, februar 1919.

Stenar Foslie