



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

BV 6439

Bergvesenet rapport nr 6439	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra arkiv Nordlandske	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Produksjonsmuligheter i Bruvannsfeltet				
Forfatter Torvid Grønli		Dato År 15.10. 1976	Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)	
Kommune Ballangen	Fylke Nordland	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 13311	1: 250 000 kartblad
Fagområde Malmberegning Kalkyler	Dokument type		Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Bruvann Råna	
Råstoffgruppe Malm/metall	Råstofftype Ni			
Samendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse Vordering av produksjonsmulighetene vedlagt div. analyser og kalkyler. En ser både på dagbrudd, og kombinasjon med underjordsdrift. Oppredningsmetoder er også omtalt.				

PM AV 15. OKTOBER 1976

15.10.1976
TG/MB
Side 1PRODUKSJONSMULIGHETER I
BRUVANNSFELTET

I de 5 årene prospekteringsarbeidet pågikk ble det påvist betydelige malmpartier, med en dypmalm vestenfor en syd-nordgående større forkastning og en grunnmalm østenfor og som trer i dagen i ca 350 meters lengde. Denne malm er ganske godt undersøkt og holder ca 20 millioner tonn, hvorav halvparten kan drives i dagbrudd.

Vestmalmen som utvilsomt er den største, krever fortsatt undersøkelser, kfr. tidligere redegjørelser.

Østmalmen har på dypet hittil avslørt en del fastkisdannelser med noe rikere malm, kfr. tabell I. Ved supplerende boringer i malmsoneens syd-østre del er det selvsagt stor mulighet for å finne flere "rikmalmsoner". (Tilsvarende gjelder også Vestmalmen).

Det er dessuten hittil påvist en offsetmalm i hullene 245-125 og 245-120 med rik mineralisering, kfr. tabell I.

Med det vi allerede vet idag om de rikere soner, vil disse have gjennomsnittsgehalten med noen hundredels prosent Ni - til over 0.35 % Ni og 0.1 % Cu og vil pr 1.1.1977 ha en råmalmverdi på 52 - 55 kr/tonn. Det er da trukket fra utgifter til smelting og raffinering. Verdien av kobolt er ikke tatt med.

Vi skal se litt på borhull 260-125. Regner vi med 30 meters lengde viser gehalten 0.94 % Ni, 0.2 % Cu og 0.05 % Co. og en råmalmverdi på 150 kr/tonn. Tar vi ut de 10 beste metrene får vi 2.26 % Ni., 0.39 % Cu og 0.11 % Co. og en råmalmverdi på 350. - kr/tonn, også her er smelte- og raffineringutgifter trukket fra.

Det vil bli en generell stigning i Ni-prisen pr 1.1.1977 og det er også av enkelte produksjonsselskaper ganske snart prognosert en ytterligere stigning for at driften skal bli lønnsom.

De rike sulfidnikkelforekomster (ofte offsetmalmer) som opptrer i mindre enheter i store, fattige impregnasjonsforekomster, er blitt færre og det drives tildels på fattige forekomster, som var utenkelig for noen få år tilbake. Utvinningen av oksyd- og silikatnikkel (laterit og garnerit) har hatt en eksplosiv utgiftsøkning på grunn av stigningen i brønselsutgiftene. Disse forekomster ligger dessuten i politisk usikre områder.

PM AV 15. OKTOBER 1976

15.10.1976

TG/MB

Side 2

PRODUKSJONSMULIGHETER I
BRUVANNSFELTET

Som tidligere nevnt holder Østmalmen ca 20 millioner tonn og skulle etter konvensjonelle regler kunne tillate en årlig bryting på 1 mill. tonn. Halvparten kan taes ved dagbrudd.

Et team fra A/S Titania har beregnet investerings- og driftsutgifter for en slik bryting pr 1.1.1976, og under visse forutsetninger var det allerede god lønnsomhet.

Et dagbrudd med denne beliggenhet i et bratt lende, i 400 - 550 meters høyde over havet og hardt værslag om vinteren med store snetyngder, vil lett kunne bli produksjonshemmende. Det vil derfor være naturlig, så snart som mulig, å oppføre og tilrede produksjonssteder i det syd-østlige hjørne av forekomsten, hvor en også kan regne med noe bedre kvalitet.

Men også miljømessige vurderinger kommer inn. Ved en gjennomført dagbruddsdrift skal 15 - 20 millioner tonn gråberg spredes ut over fjellet.

Ved en nærmere planlegging kan det også melde seg andre - kanskje totalt sett mere effektive og billigere - brytingsmetoder.

De øvrige partier av Østmalmen (mot dagen) har et noe steilere fall, 35 - 50°, hengen er formodentlig meget seig, gjennomsnittsmektigheten av malmen er ca 25 meter og kvaliteten er ujevn. Det synes da naturlig å dra nytte av disse forhold ved en fleksibel avbyggingspraksis. En variert åpen strosse-drift fra dagen og ned til horisontale transportorter vil kunne gi meget effektiv bryting - med gjensetting i første omgang av nødvendige pillarer - og fortrinnsvis i gråberg-inneslutninger og meget fattige malmpartier hvor dette lar seg gjennomføre.

Rundt det gamle tverrslaget er det også partier med noe bedre malm. Vi kan nevne at borhull C₃, som er boret i 30° mot horisontalplanet østover i strøkretningen i 135 meters lengde, har et gjennomsnittlig Cu-innhold på 0.17 Cu. Ni-prosenten er da også noe høyere enn vanlig, 0.38 %. Om ønskelig kan det drives selektivt på en mere verdifull malm en kortere tid, kfr. vårt notat av 26.9.1975.

Fra utkjøringsortene eventuelt via siloer transporteres så den brutte malm på en bremsebane i dagen ned til siloen for oppredningsverket på kote 150 - 200 meter, som også vil motta tilskudd av malm fra en transportort drevet under det syd-østlige malmfelt. Undersøkelsesarbeidet her vil gi holdepunkter med hensyn til valg av avbyggingsmetoder.

PM AV 15. OKTOBER 1976

15.10.76
TG/MB
Side 3 av 3PRODUKSJONSMULIGHETER I
BRUVANNSFELTET

Den skisserte "dagbruddsdrift" vil bli en god del billigere i brytingsutgifter pr tonn råmalm enn regnet med i Titania-overslaget og gir fremfor alt rimeligere investeringer i utstyr.

På den annenside vil det ved kombinasjonen dagbrudd og grubedrift i de nedre partier av forekomsten være hensiktsmessig å gå ned med produksjonsstørrelsen til f. eks. 600.000 tonn i "dagbruddet", resten så fra grubedriften.

Denne kombinasjonsdrift vil formodentlig gi et bedre økonomisk resultat enn hva som tidligere er regnet med ved det tidligere dagbruddsalternativ.

Det har hersket tvil om flotérbarheten av rikmalmene. Ved forsøk nettopp avsluttet ved N. T. H. har det vist seg at det kan oppnås bedre konsentrering og med en tilfredsstillende avgang. Det vil være naturlig å heve konsentreringen fra 6 til 8 % Ni i gjennomsnitt og får derved et noe bedre betalt konsentrat. Smeltefradraget utgjør 0.8 % Ni (Outokumpu) i begge tilfelle.

245 - 120

1 m.	-	1.7 % Ni	2 m - 1.35 % Ni
1 m.	-	1.0 "	
1.5 m.	-	0.18 "	3.5 m - 0.85 %Ni

265 m.o.h. ligg
(slutt på min. sone).

245 - 125

0.7 m	-	4.1 % Ni	
1.6 m	-	0.4 "	
0.6 m	-	5.2 "	7 m - 1.91 % Ni
1.1 m	-	0.2 "	i gjennomsnitt
1.6 m	-	3.8 "	
1.4 m	-	0.42 "	

263 m.o.h. ligg

265 - 125

1.1 m	-	3.2 % Ni	
1.0 m	-	2.8 "	
1.0 m	-	2.8 "	
0.9 m	-	2.8 "	12.1 m - 1.34 % Ni
1.2 m	-	1.6 "	i gjennomsnitt
1.9 m	-	0.22 "	
2.0 m	-	0.14 "	
2.0 m	-	0.70 "	
1.0 m	-	0.27 "	

245 m.o.h. ligg

260 - 120

16.7 m	-	0.44 % Ni	i gj. snitt
--------	---	-----------	-------------

235 m.o.h.

260 - 125

2.0 m	-	0.27 "	
2.0 m	-	0.28 "	30 m - 0.94 % Ni
2.0 m	-	0.22 "	i gj. snitt
2.0 m	-	0.36 "	
2.0 m	-	0.17 "	
2.0 m	-	0.32 "	
2.2 m	-	0.12 "	
1.8 m	-	3.9 "	
2.8 m	-	3.4 "	
1.2 m	-	1.8 "	
2.0 m	-	1.2 "	
2.1 m	-	1.0 "	
1.9 m	-	0.2 "	
2.0 m	-	0.7 "	
2.0 m	-	0.12 "	

240 m.o.h.

290 - 120

0.3 m	-	3.1 % Ni	
2.3 m	-	0.35 "	
2.0 m	-	1.10 "	
2.0 m	-	0.29 "	12.2 - 0.69 %
2.0 m	-	0.76 "	i gj. sn.
2.0 m	-	0.60 "	
1.6 m	-	0.35 "	

300 m.o.h. ligg

290 - 125

0.9 m	-	0.50 % Ni	
2.0 m	-	0.60 "	
2.0 m	-	0.45 "	
2.0 m	-	0.50 "	
2.0 m	-	0.38 "	
2.0 m	-	0.38 "	
2.0 m	-	0.38 "	
2.0 m	-	0.34 "	38 m - 0.50 %
2.0 m	-	0.32 "	Ni i gj. sn.
2.0 m	-	0.33 "	
2.0 m	-	0.45 "	
2.0 m	-	0.35 "	
1.2 m	-	0.55 "	
2.2 m	-	0.11 "	
1.6 m	-	0.20 "	
2.0 m	-	0.25 "	
1.0 m	-	2.20 "	
2.0 m	-	0.90 "	
2.0 m	-	1.00 "	
2.0 m	-	0.36 "	
1.8 m	-	1.10 "	

290 m.o.h. ligg

Oppstilte tallkolonner er
sammenhengende.

TABELL II

BALLANGEN NI-CONCENTRATE

ESTIMATED

Value of Ni-concentrate

Ni	6 %
Cu	1.75 %
Co	0.4 %

Ni

Deduction 1.0 - 0.8 % units.

Treatment charge: 40 % of the value of payable Ni.

Ni-price: The average selling price of Outokumpu

Ni-cathodes - packing costs.

Cu

Deduction 0.7 % units.

Price 75 % of LME cathode-price, 4 month average.

Co

No value.

Mgo

Not over 6 %.

Concentrate delivered to Mantylanta Finland cif.

Unloading at costs of Outokumpu.

5.11.75

ANALYSER

A) 0.35 % Ni - 90 % utbytte ved oppredningen.

B) 0.33 % Ni - 91 % utbytte ved oppredningen.

Smeltefradrag 0.8 % av konsentrat, smelte- og raffinerings-
lønn 40 % av nikkelverdien.

Brukt 30 kr/kg nikkel, og 3.50 kr i kobberverdi pr tonn
råmalm (8 kr/kg).

A. 5.5 % Ni betalbart 4.7 %, + kobber = 51.80 kr/t råmalm.
6.0 % Ni betalbart 5.2 %, + kobber = 52.76 kr/t råmalm.
6.5 % Ni betalbart 6.5 %, + kobber = 53.31 kr/t råmalm.

B. - - - 49.70 -
- - - 50.30 -
- - - 50.78 -

A. 5.5 : 0.315): 17.5 tonn/råmalm
6.0 : 0.315): 19.0 tonn/råmalm
6.5 : 0.315): 20.6 tonn/råmalm

B. 5.5 : 0.30): 18.3 tonn/råmalm
6.0 : 0.30): 20.0 tonn/råmalm
6.5 : 0.30): 21.7 tonn/råmalm

Det antas at et middels konsentrat inneholder
6 % Ni, 1.75 % Cu og 0.4 % Co.

I vår orientering av 20.3.1974 nevnte vi at det ved årets malmberegning forsøksvis ville bli anvendt geostatistiske metoder.

Bergingeniør Sinding Larsen og Isobel Clark - lektor ved Imperial College i London - brukte endel av sommeren 1974 til å gjennomgå de foreliggende analyser for diamantborhullene som ble boret i 1971, 72 og 1973 og regnet ut forekomstens malmpotensial til utgangen av 1973.

Hele forekomsten ble delt opp i blokker på $(10 \times 25 \times 25 \text{ m}^3)$. Ved en cut of grade på 0.1 % Ni og et middelgjennomsnitt på omkring 0.2 % ble det henholdsvis:

Antall blokker		Tonn malm i mill.	Tonn Ni i tusen
Vestmalmen	2357	48.6	93.4
Østmalmen	1513	31.2	62.6
Etter boringene i 1974:			
Vestmalmen	2583	53.3	103.-
Østmalmen	1735	35.8	66.8
	4318	89.1	169.8

Malmbelegget fra boringene i 1975 i Østmalmen er ikke utregnet.

Det totale malmpotensial hittil skulle dreie seg om ca. 95 mill. tonn malm med 0.2 % Ni i gjennomsnitt. EDB-opplegget for disse beregningene vil også kunne nyttiggjøres ved eventuelle senere boringer.

Ved disse beregninger er som tidligere nevnt brukt blokkstørrelse $(10 \times 25 \times 25 \text{ m}^3)$. Men vi vil føye til Isobel Clarks sluttkonklusjon:

nn

It is worthwhile to note that the global estimates depend on the selection or rejection of whole blocks, and that higher average grades and lower tonnages might be achieved by selectively mining parts of blocks or possibly by reducing the block size.

nnn

For en liten del av Østmalmen over nivå 330 m. o. h. er det foretatt en del beregninger på henholdsvis $(10 \times 25 \times 25 \text{ m}^3)$ og $(10 \times 10 \times 10 \text{ m}^3)$. Plukkes ut 0.35 Ni som ønsket gehalt fås henholdsvis:

Antall blokker		Tonn malm i mill.	Tonn Ni i tusen
$(10 \times 25 \times 25 \text{ m}^3)$	82	1.69	5.9
$(10 \times 10 \times 10 \text{ m}^3)$	1149	3.79	13.3

Geostatistiske metoder ved malmberegninger ol. har vært i bruk i Kiruna et par års tid - og etter hva vi har brakt i erfaring, står flere gruber for tur.

Torild Gundersen

A/S SYDVARANGER Konferer rapport 888 (6.3.76)

Østfeltet	Alt. I	Alt. II.
Dagbrudd	6.6 mill.	8.8 mill.
Under dagbrudd	7.6 "	7.6 "
Vestfeltet	12.7 "	12.7 "
	26.9 mill.	29.1 mill.
Med	0.33 % Ni i gj. sn.	0.30-0.33 % Ni i gj. sn.

A/S STAVANGER STAAL (N. G. U.)

Østfeltet	19.6 mill.
Vestfeltet	24.0 mill.

Med 0.33 % Ni i gjennomsnitt.

Endelig har Titania A/S beregnet dagbruddsmalmen i Østfeltet til 9.3 mill. tonn med 0.33 % Ni i gjennomsnitt og i A/S Sydvarangers redegjørelse var det noen punkter som for oss krevde en nærmere redegjørelse. Det ble da holdt et orienterende møte mellom representanter for A/S Sydvaranger og Stavanger Staal A/S, som det vil gå frem av følgende meget kortfattede notat fra 18.6.76.

!!!!

NOTAT

Møte mellom representanter fra Stavanger Staal A/S og A/S Sydvaranger på PK 18.6.76.

Tilstede:	T. Grønli	T.L. Sverdrup
	K. Ingvaldsen	J. Færden
	K. Mathiesen	

Møtet fant sted etter anmodning av SS. Diskusjonen dreiet seg om malmberegningsmetoder i Bruvannsfeltet. A/S Sydvaranger redegjorde for sin tolkning av geologi og den medfølgende malmberegning.

Forskjellen i malmberegningene mellom Stavanger Staal A/S og A/S Sydvaranger beror på beregningsmåtene:

Stavanger Staal A/S' beregningsmåte er statistisk mens A/S Sydvarangers beregninger beror på stratigrafiske betraktninger, jfr. tidligere fremlagte profiler.

T.L. Sverdrup	J. Færden
(sign)	(sign)

!!!!

Bruvannsfeltet har vært utsatt for sterke tektoniske forskyvninger. Først og fremst skal nevnes den store forkastningen som deler feltet i et Vestfelt og i et Østfelt. Det er dessuten konstatert mindre forkastninger som utvilsomt vanskeliggjør en gjennomgående lagdelt oppfatning av forekomsten uten å amputere store deler av feltet - ofte i god malm som vi nok tror grubeingeniøren vil være meget interessert i.

Vi er i den heldige stilling at vi har et opptegnet oppfaringskart fra 1944 vedrørende nivå 400. Her vil malmens ujevne karakter komme tydelig frem.

Vi vil ikke unnlate å nevne rikmalmen som er påtruffet i 245 - 120, 290-120 og 260/120. "Rikmalmen" mellom 245-120 og 125 vil vi karakterisere som del av en offsetmalm.

A/S Titania, A/S Sydvaranger og N. G. U. har i sine beregninger av gehalten sløffet verdier over 1 % Ni. Taes imidlertid disse med, fåes et gjennomsnitt av malmen på nærmere 0.35 % Ni. Vi har ingen grunn til å ikke bruke de verdier som er analysert.

I Vestfeltet er det hittil boret 30 hull - i et nettverk med gjennomgående 100 meters avstand mellom hullene. Disse har påvist et meget stort malmlegerne og det vil være usannsynlig å tro at det ikke også må være malm om avstanden mellom hullene var 50 meter. Denne malmen har hittil møtt sin endelige begrensning mot forkastningen.

Vi legger ved et notat av geolog C.O. Mathiesen, som i sin tid var den daglige leder av prospekteringsarbeidet i Ni-feltet, vedrørende malmberegningene.

T. Grønli

VEDLEGG

N O T A T

Ang. A/S Sydvaranger's rapport av 4.3.1976 vedrørende Bruvannsfeltet.

Vår beregning av malmmengder i Bruvannsfeltet, Rapport 1326 C, kan best karakteriseres som en statistisk beregning som antar at de 92 systematisk påsatte hull i feltet, hvorav 62 i østfeltet, gir et tilnærmelsesvis riktig inntrykk av den totale malmtonnasje og gjennomsnittsgehalt feltet fører ned til undersøkt dyp, selv om fjellvolumet hvert enkelhull representerer kan i virkeligheten føre tonnasje og gehalter som avviker noe, dels betraktelig, fra det hullet registrerer. Den baserer seg ikke på antagelser angående de geologiske forhold eller malmsoneenes beskaffenhet.

Oppboringen av østfeltet er utført i profilene 255, 260, 270, 280, 290, 300 og 310, d.v.s. stort sett 100 meter mellom profiler og 50 meter mellom hull i profil. (Ett hull er boret også i profil 265, og 2 hull i 320 avgrenser forekomsten mot øst.) EDB-arbeider viser for malmen en utholdenhetsfaktor av 50 meter fra borhullsskjæringer, som taler for at den anvendte bortettheten er tilstrekkelig for en overslagsberegning. Forutsatt en cut-off grade av 0,13-0,15% Ni_{Br} og sonemektigheter av minst 6 meter, viser vår beregning en sum av 19,6 millioner tonn malm med gjennomsnittlig 0,33% sulfidnikkel. A/S Sydvaranger's beregning anvender de samme data, men den baserer seg på tolkninger av malmsoneenes form og utstrekning mellom borhullene, og viser 14,2 millioner tonn for østfeltet. (At begge beregninger faller ut med gjennomsnittlig 0,33% Ni reflekterer malmens relativ homogenitet.)

Hvis østfeltets virkelige malmkvantum er rundt 14 millioner tonn slik Sydvaranger konkluderer, betyr dette at vårt system av borhull er tilfeldigvis slik plassert at hullene gjennomgående skjærer urepresentativt rike partier av forekomsten, og fører til en overvurdering av malmen. Med andre ord, ville en like fullstendig oppboring etter et annet systematisk rutenett (eksempelvis i profilene 255, 265, 275, 285, 295, 305 og 315) ha gitt et betydelig dårligere totalresultat (statistisk sett 8,8 millioner tonn: $19,6 + 8,8 / 2 = 14,2$). At dette kan være tilfelle virker usannsynlig, og divergensen mellom beregningene må komme av at Syd-

varanger har, for hver sone de efter sin tolkning ikke finder igjen i et nabohull, beregnet den kort, eller kanskje eliminert den helt. Beregning på den måte er ensbetydende med å si at en boring av mellomliggende hull vil aldri vise slike soner. Man må imidlertid gå ut fra at i en drift, særlig en dagbruddsdrift, vil man forsøke å ta med som malm så mye av alle sonene som praktisk mulig.

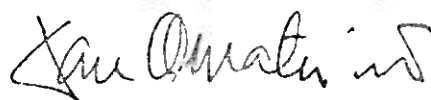
Sydvaranger, i sin vurdering av disse undersøkelser, skriver om vår oppfatning av forekomsten følgende: "Det er forutsatt at mineraliseringen ikke er stratigrafisk bundet, men at den forekommer sporadisk med vekslende mektigheter innen peridotitt". Fra denne uttalelse og rapportens holdning forøvrig, skulle man tro at stratiforme forekomster ikke egner seg for statistisk beregning. Det bør være innlysende at dette ikke er tilfelle, da det eneste vesentlige kriterium for enhver oversiktsberegning i denne sammenheng er at borchullstettheten er tilstrekkelig til å oppveie de lokale variasjoner i malmføringen. Fordelen med en statistisk beregning er at den unngår subjektivitet, og gir et totalresultat som vil ligge midt på en sannsynlighetskurve. En beregning basert på antagelser angående sonenes form og utholdenhet vil ligge på den ene eller annen side av en slik kurve avhengig av hvor forsiktig eller dristig man velger å være.

Med hensyn til vår oppfatning av de geologiske forhold i Bruvannsfeltet, påpeker vi at fra begynnelsen av disse undersøkelser har vi tydet forekomsten som grovlagdelt, og våre utkast til profiltolkninger er ikke ulike i prinsipp de utarbeidet av Sydvaranger. Man bør imidlertid ikke underslå at feltet er noe komplisert. Boringene viser at bergartene varierer i mineralsammensetning lateralt (f.eks. pyroksenitt kan gradere over i noritt eller olivin-pyroksenitt langs lagdelingen). Videre er det pågått betydelige synmagmatiske bevegelser, enda efter peridotitten var størknet men mens noritten fremdeles var plastisk, og de mange inkorporerte skiferflak også dokumenterer kompleksets innviklede intrusjonsforløp. Senere forkastninger av forskjellige magnituder krysser feltet (se f.eks. forholdet mellom borchullene 16A og 290-130).

Det er mulig at denne misforståelse av resultatene av våre arbeider kommer av at tidsrammen for Rånaundersøkelsene ikke ga anledning til å skrive en slutt geologisk rapport for Bruvannsfeltet eller en oversiktsrapport over de utførte arbeider med konklusjoner. Denne tidsbegrensning gjorde det heller ikke mulig å

presenterer i rapportform en profiltolkning. At våre profilhefter (Rapportene 1326 F, I og II) presenterer kun de geologiske og analysemessige rådata anser vi imidlertid for ikke uheldig. En interpolering av borhullsregistreringene som foreligger må nødvendigvis føre til vesentlige forenklinger av de faktiske forhold, og det er vår oppfatning at interessenter som foretar driftstekniske/økonomiske utredninger for feltet bør også forestå sine egne detaljtolkninger av malmsone som slike utredninger må hvile på.

Ballangen, 20.7. 1976



Carl O. Mathiesen