



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 348	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel En teknisk analyse av Vestmalmen i Jomaforekomsten				
Forfatter Rune Osland		Dato 28.12 1990	Bedrift NTH	
Kommune Røyrvik	Fylke Nord-Trøndelag	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad 19241	1: 250 000 kartblad Grong
Fagområde Malmberegning geologi	Dokument type Diplomoppgave	Forekomster Vestmalmen Joma		
Råstofftype Malm/metall	Emneord Cu Zn Ag			
Sammendrag Rapporten består bare en kopi av innholdsfortegnelsen, innledningen og konklusjonen.				

Sirk.

kl

UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE
BERGAVDELINGEN MS
28/12-90

Rune Osland

En teknisk analyse av Vestmalmen i Jomaforekomsten.



NTH

UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE
Bergavdelingen
Institutt for geologi og
bergteknikk

HOVEDOPPGAVEN

6.6 Brytningskostnader i Vestmalmen.	37
6.6.1 Produksjonsvolum og kostnader.	39
6.7 Brytning av Vestmalmen.	39
6.7.1 Minste økonomiske mektighet.	39
6.8 Bergmekanikk.	41
6.9 Ventilasjon.	41
6.10 Driveretning.	42
6.11 Drivemåte.	42
6.12 Strossing i ortvegger.	42
6.13 Brytningsreserver med Sectcad.	43
6.13.1 Alternativ 1; lavmektighetsbryting.	44
6.13.2 Alternativ 2; 5m brytningshøyde.	44
6.13.3 Konklusjon prosjektekonomi Vestmalmen.	44
6.14 Driftsplan.	44
 7 Geostatistikk.	 46
.....	49
7.1 Variablenes fordeling i Vestmalmen.	49
7.2 Modellering.	50
7.2.1 Arbeidsmåte.	50
7.2.2 Statistikk.	51
7.2.3 Variografi.	51
7.3 Størrelsen på minste seleksjonsenhet.	52
7.4 SMU Blokkenes fordeling.	52
7.5 Diskusjon.	53
7.6 Ressurser over cutoff.	53
7.6.1 Forslag til prøvetakning.	54
 8 Konklusjoner.	 55
8.0.1 System.	55
8.0.2 Vestmalmen.	55
 Referanser.	 58

INNHold

Forord	1
Sammendrag	2
1 Innledning	4
2 Bakgrunn	5
3 Datainnsamling, tolkning og organisering	8
3.1 Analyser	8
3.2 Avviksmålinger	8
3.3 Geologien i Vestmalmen	8
3.3.1 Etablering av arbeidsstratigrafi	9
3.3.2 Strukturgeologi	10
3.3.3 Fordeling av kobber, sink og sølv	14
3.4 Dataorganisering	17
3.5 Vurdering av geologisk grunnarbeid	18
4 Modellering	19
4.1 Verktøyet MicroStation	19
4.2 Gruvetechniske konklusjoner av modellen	21
5 Malmberegning	22
5.0.1 Arbeidsmåte	22
5.1 Verktøyet Sectcad	22
5.2 Ressurser og reserver	23
5.3 In situ ressurser	25
5.3.1 Mulige in situ ressurser	27
6 Bryting av små forekomster	28
6.1 Kvalitet på brytning og malmutvinning	28
6.2 Gråbergsinnblanding	28
6.2.1 Gråbergsinnblanding i plateformete forekomster	29
6.2.2 Konklusjon gråbergsinnblanding	31
6.3 Optimalisering av bryting	32
6.3.1 Utvinning varierer med pågangsgehalter	33
6.3.2 Innhold av edelmetaller	34
6.3.3 Konklusjon optimalisering	35
6.4 Sammenligning av brytningsalternativer	35
6.5 Hva skal optimaliseringen utføres på?	35

Forord.

Denne diplomen er utført i sammenheng med oppbyggingen av GROSYS, Grong Grubers system for gruveplanlegging. Mesteparten av arbeidet er lagt ned i få de ulike programmene til å kommunisere som ønsket. Dette arbeidet er ikke lett å presentere kortfattet i en rapport. Det er derfor gitt et vedlegg på diskett som inneholder alle kontroll og systemfiler.

Diplomen har en stor faglig bredde, men ikke dybde. Oppgaven er en tverrfaglig diplom som ikke tillater fordyping i enkelte fagområder. Dette har ført til denne nokså omfangsrige rapporten.

Takk til Esa Lindeman, Arne Reinsbakk og Lars B. Løvås for hjelp og kommentarer underveis.

Jeg vil også takke veileder Erik Ludviksen for trivelig samarbeid.

Rune Osland

Sammendrag.

Det er bygd opp et system for EDB basert gruveplanlegging i tilknytning til GROSYS. GROSYS er et planleggings system som er under oppbygging ved Grong Gruber AS.

Alle data er organisert i regnearkprogrammet Lotus 123 3+. Med grunnlag i diamantborhullene er det dannet en tre dimensjonell modell av forekomsten som brukes til å finne ressurser og reserver. Microstation er et data assistert konstruksjonsprogram som danner kjernen i systemet. For å presentere borhulls dataene i Microstation er det nødvendig å bruke programmet Sect fra Geostat Systemes International Inc.(GSII). Sect er et program som kan brukes til å presentere informasjon fra diamantborhull i tverrsnitt. Tegninger fra Sect av tverrsnittene i forekomsten blir importert til Microstation for å danne basis for modelleringen. Etter modellering i Microstation blir malmgrensene i modellen overført til programmet Sectcad fra GSII for å utføre malmberegning i tverrsnittene. Resultatene fra malmberegningen blir importert til Lotus 123 3+ for å beregne in situ ressurser og brytningsreserver.

Vestmalmen i Jomaforekomsten ble brukt som eksempel for oppbygging av arbeidsrutiner i systemet. Vestmalmen ligger på vestflanken av Jomaforekomsten. Jomaforekomsten er en vulkanogen massiv sulfidforekomst som ligger 19 km øst for tettstedet Røyrvik i Nord Trøndelag fylke. Vestmalmen skal brytes fra eksisterende gruveanlegg. Tilkomstort på 175 meter er drevet i gråberg.

Vestmalmen er en del av Jomaforekomsten, men er tektonisk atskilt fra denne. Mineraliseringen er foldet i flere faser. F_1 vises i liggende isoklinale folder som lokalt kan fortykke malmen. F_2 består av åpne til isoklinale folder som danner en detachment foldestil som danner hovedformene i forekomsten. F_2 er refoldet av F_3 som danner lokale folder i Vestmalmen. Malmen er fortykket i foldeknærne til F_2 og lokalt F_3 foldene. F_2 og F_3 er viktigst for malmens utseende og vil bli bestemmende for brytningen av forekomsten. De to foldefasene har foldakser som stuper mot sørvest. Rom og pillar er den eneste aktuelle brytningsmetoden. På grunn av foldesystemene anbefales det å drive ortene parallelt foldeaksene for å redusere gråbergsbrytningen.

Forekomsten er undersøkt med 53 diamantborhull med totalt lengde 7040 meter. Det er boret i øst vest profiler med avstand 50 meter. Mineraliseringen ligger på mellom 80 og 120 meters dyp. Gjennomsnittlig tilsynelatende vertikal mektighet er 3.14 meter (Lindeman 1990a). Ved hjelp av tverrsnittsmetoden er det demonstrert 750 ktonn sannsynlige in situ ressurser med 1.73 % kobber, 0.68 % sink, 14.64 g/t sølv og spesifikk vekt 3.96. Storparten av ressursene ligger horisontalt. Mulige ressurser er antatt å være under 300 ktonn.

De bergmekaniske forhold er gunstige slik at rom med store spenn er stabile. Driving av ventilasjonssjakt kan ikke forsvares på grunn av store kostnader. Det foreslås å ventilere gjennom eksisterende orter. Det blir foreslått å sende returluft fra Vestmalmen til dagen gjennom eksisterende orter for å oppnå tilfredsstillende ventilasjon.

To ulike alternativer til brytning med ulikt utstyr i rom og pillar er undersøkt. For å få forekomstens reserver er det brukt kostnader og erfaringstall for utvinning og gråbergsinnblanding. Grong Grubers budsjettall for prisutvikling på sink og kobber er brukt. Minste malmverdi er satt til 180 kr/t med 1991 priser, og malmutvinning på 70 %. Nåverdi er regnet

i 1990 kroner med en diskonteringsrente på 10% p.a. Forekomsten er forutsatt avbygd jevnt over 3 år. Nødvendige investeringer er driving av 175 meters tilkomst i 1990 og 100 meter atkomst i 1992 for å få atkomst til de vestligste delene av forekomsten.

(1) 3.5 meters brytningshøyde med utstyr innkjøpt for lavmektighetsbrytning og 13 % gråbergsinnblanding gir 150 ktonn reserver malm, derav 8 ktonn langhullsmalm, 2.99% Cu, 0.64% Zn, 16.49 g/t Ag, spv. 3.84. 22 ktonn gråberg må brytes. Nåverdi er 5 345 000 kr.

(2) brytning med eksisterende utstyr med 5 meters brytningshøyde. Med gråbergsinnblanding på 15 % blir reservene 155 ktonn, derav 8 ktonn langhullsmalm, 2.87% Cu, 0.63% Zn, 16.07 g/t Ag, spv. 3.84. 45 ktonn gråberg må brytes. Nåverdi er 3 046 000 kr.

Forekomsten kan drives med overskudd. Analysen viser at lavmektighetsutstyr vil øke nåverdien med 2.3 millioner. Innkjøp av utstyr for lavmektighetsbrytning blir anbefalt dersom Grong Gruber kan påvise større lavmektighetsreserver som kan forsvare innkjøpet. Vestmalmen alene kan ikke avskrive nyinvesteringer, men dersom gunstige bruktkjøp finnes er reservene i Vestmalmen store nok til å avskrive mindre investeringer.

Ved å sammenligne Vestmalmen med et geologisk likt område i gruve er det utført en geostatistisk analyse som med cut off 2.37% ekvivalenter kobber gir reserver på 145 kt med en ekvivalent kobbergehalt på 2.79 % mot tverrsnittsmetodens 3.12 %. Dersom minste malmverdi senkes fra 180 kr/t til 160kr/t øker reservene med 33 ktonn. Det er ingen praktisk forskjell i tonnasje og gehalter mellom de to ulike brytningsalternativene. Den geostatistiske analysen viser at tverrsnittsmetoden overestimerer reservetonnasjen og reservegehaltene noe. Usikkerheten i beregningene er forholdsvis stor på grunn av vanskeligheter med å estimere middelvei for gehalter og prøvenes varians. Analyse materialet er for spinkelt til å gi nøyaktige overslag. Det fremgår likevel at reservegehaltene er overestimert.

1 Innledning.

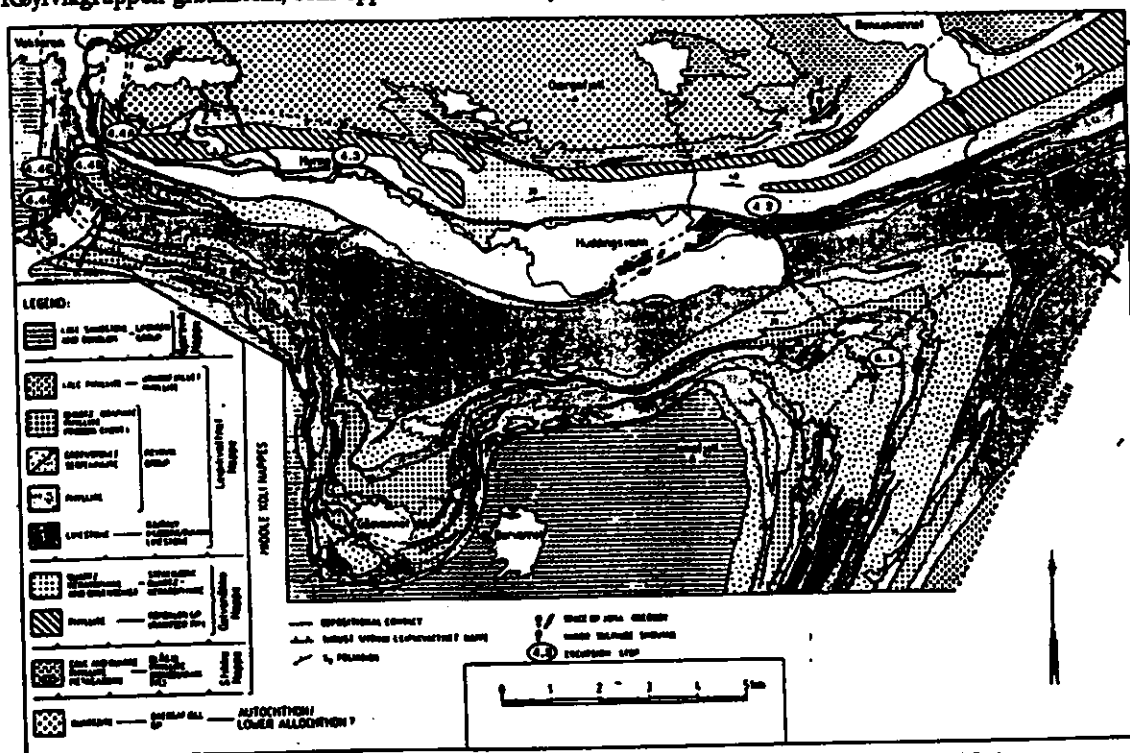
Denne diplomen er utført i sammenheng med oppbyggingen av GROSYS, Grong Grubers system for gruveplanlegging.

Formålet med oppgaven er å bygge opp arbeidsrutiner for evaluering av små forekomster med EDB. Vestmalmen i Jomaforekomsten blir brukt som eksempel.

Mye arbeid er lagt ned i systemering, det vil si å få ulike programmer til å fungere sammen. Mindre Turbo Pascal rutiner er skrevet for å utføre omformatering av filer mellom ulike formater.

2 Bakgrunn.

Norsulfideide Grong Gruber AS utvinner sink og kobber fra Joma forekomsten. Gruva ligger omtrent 19 km nordøst for tettstedet Røyrvik i Nord-Trøndelag fylke. Den vulkanogene massive sulfidforekomsten Joma ligger i Leipikvatn dekket i øvre allokton i de kaledonske skyvedekkene. Leipikvatn dekket inneholder en bergartssekvens med fylitter og havbunns vulkanitter som er tolket som en del av et øybuebasseng (Reinsbakk 1986). Joma forekomsten ligger i Røyrvikgruppen grønnstein, som opptrer mellom to fylittformasjoner.



Figur 1, etter Reinsbakk 1986. Geologisk oversikt Jomaområdet.

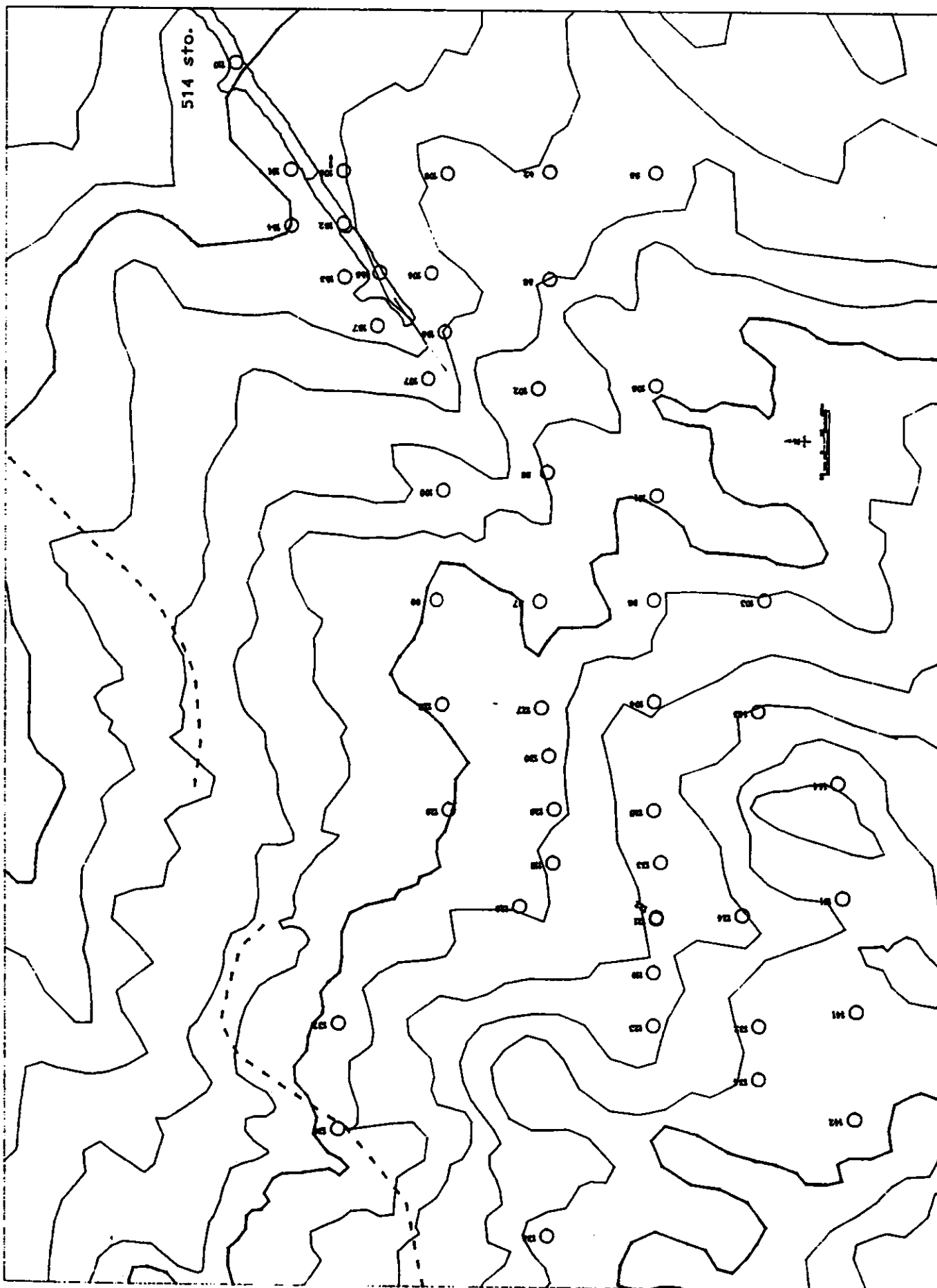
Mineraliseringer av vulkanogene massive sulfider (forkortes fra nå av til VMS) opptrer flere steder i Røyrvikgruppen grønnstein. Den største er Joma forekomsten med over 20 Mt in situ massive sulfider. Omkring Jomaforekomsten er det funnet flere mindre VMS som i tid er knyttet til den store Joma forekomsten. Tidligst kjent er det kobber rike Lindseth skjerp med kjent utgående i dagen 1 km vest for dagbruddet i Jomaforekomsten. 2 km sydvest for Joma forekomsten er det påvist en sink- og sølv-rik VMS, kalt Sydmalmen, som muligens kan knytte den mineralogisk like Borvasselv forekomsten sydvest for Joma sammen med Joma forekomsten.

Ekstistensen av en elektromagnetisk leder på vestflanken av Joma forekomsten ble antydnet av CP målinger i 1979 (NGU Rapport nr 1667 A). Disse målingene antydnet at det lå en elektromagnetisk leder mellom Joma forekomsten og Lindseth skjerp. Denne nye lederen ble antatt å være isolert fra Lindseth skjerp og Jomaforekomsten. Massive sulfidbenker ble påvist med diamantboringer i årene 1984-1990 i området vest for Jomaforekomsten og øst for Lindseth skjerp. På grunn av sin geografiske beliggenhet har mineraliseringen blitt gitt navnet Vestmalmen, men er i enkelte sammenhenger nevnt som Lindseth skjerp.

Vestflanken av Joma-feltet ble kartlagt av ASPRO ved Rui i 1987. Rui konkluderer med at Lindseth skjerp og hovedmalmen trolig er en og samme forekomst, men geofysisk isolert fra hverandre ved en forkastning med liten spranghøyde. Strukturgeologisk blir de to mineraliseringene knyttet sammen i et stratigrafisk nivå på grunnlag av geologiske kartlegginger i dagen.

Fra 1984 til 1990 er det totalt diamantkjerneboret 7037 meter i vestområdet fordelt på 53 hull, lengden blir vel 800 m mindre om boringer i Lindseth skjerp holdes utenfor. Det er boret i et kvadratisk mønster med 50 meters sider, unntaksvis med 25 meters sider. Diamantboringene er mellom 70 og 140 meter dype. Mineraliseringen har ikke noen kjent utgående i overflaten som ligger i mellom 600 og 650 meters høyde over havet. Den samlede skjæring i mineraliserte bergarter er på 121.77 meter. Mineralisering finnes på mellom 80 og 120 meters dyp og har en komplisert struktur. Kjernedekningen er svært bra. Kjernene er for det meste kun logget omkring den mineraliserte sonen. Kun 7 av hullene er fullstendig logget. To diamantborhull ble logget i startfasen av diplomten for å få erfaring fra mineraliseringen.

Forekomsten er vedtatt satt i drift. Driving av en 30 m² stigort fra 514 meters nivået har begynt. Orta blir drivet 175 meter i gråberg mot malmskjæringen i borhull 107 nordøst i forekomsten med nedre malmskjæring på 528 moh. 1.12.90 var tilkomstorta drevet vel 170 meter og var kommet opp til 525 høyde. I orta ses en markert overgang mellom to ulike grønnsteiner. Den nedre grønnsteinen er mørk og har ingen impregnasjon. Den øvre grønnsteinen er klorittisk og det ses spor av magnetkis. Orta drives i samme tektonostatigrafisk nivå som malmen. Malmen ble antatt å være så oppstykket at det ikke er mulig å drive atkomsten i malm.



Figur 2, situasjonsplan diamantboringer i Vestmalmen. Målestokk 1:2500, ekvidistanse 5 meter. I øst ses horisontalprojeksjon av tilkomstorta til Vestmalmen. Stiplet linje viser utgående til det stratigrafiske nivået som Vestmalmen ligger i (Rui 1987).

8 Konklusjoner.

8.0.1 System.

EDB basert gruveplanlegging inneholder i prinsippet ikke noen nye arbeidsmåter. Forbedringen av planleggingen ligger i bedre ressursbruk. Dette kan brukes til å øke detaljeringen i planleggingen. Det kan utføres bedre og mer detaljerte anslag av forekomstene, og det kan innføres nye rutiner som det ikke er mulig å utføre manuelt.

Det er bygd opp et system for Gruveplanlegging som baseres på DAK programmet Microstation, malmberegningsprogrammet Sectcad, tverrsnittsprogrammet Sect og regnearkprogrammet Lotus 123 3+.

All informasjon fra borhullene blir importert som tegninger i Microstation ved hjelp av tverrsnittsprogrammet Sect. All geologisk informasjon i tverrsnittene blir tolket i Microstation og det konstrueres yttergrenser for de ulike malmkvalitetene. For å utføre en malmberegning blir de geologiske grensene overført fra Microstation til Sectcad.

De geologiske blokkene overføres til Microstation for å gi en tredimensjonell presentasjon av ressursene. Det utarbeides et forslag til brytningsplan i Microstation.

Forslaget til brytningsplan overføres som figurer til Sectcad. I Sectcad utføres eventuelle justeringer av brytningsrommene. Beregning av brytningsreserver utføres. Brytningsblokkene og reservene overføres til Microstation for å vise endelig brytningsplan.

Brytningsreservene importeres inn i Lotus 123 Regneark for å summere til totale ressurser, reserver og produksjonsplaner.

Kartverkene kan oppdateres raskt når ny informasjon tilkommer. Reserveberegningene kan utføres raskere og med økt detaljering.

Microstation kan brukes til å gi et tredimensjonelt bilde av forekomsten. Dette gjør brytningsplanleggingen lettere og mer nøyaktig. Mer detaljerte geologiske modeller gir bedre optimalisering av gruvdriften på grunn av økt detaljering i reserveberegningene. Dette vil gi bedre kontroll med gråbergsinnblanding og bedre malmutvinning.

8.0.2 Vestmalmen.

Vestmalmen ligger på vestflanken av hovedmalmen i Joma. Det er ikke kjent blotninger i dagen, men det er flere steder påvist forgiftningsflekker som muligens kan knyttes til mineraliseringens utgående i dagen.

Flere foldefaser og høy grad av deformasjon gjør at de fleste bergartskontakter i Vestmalmen er tektoniske. Malmen er fortykket i foldeknaerne til F_2 og lokalt F_3 foldene. F_2 og F_3 er viktigst for malmens utseende og vil bli bestemmende for brytningen av forekomsten. De to foldefasene har foldakser som stuper mot sørvest. Rom og pillar er den eneste

aktuelle brytningsmetoden. På grunn av foldesystemene anbefales det å drive ortene parallelt foldeaksene for å redusere gråbergsbrytningen.

Mineraliseringen ligger på mellom 80 og 120 meters dyp. Gjennomsnittlig tilsynelatende vertikal mektighet er 3.14 meter (Lindeman 1990a). Ved hjelp av tverrsnittsmetoden er det demonstrert 750 kt sannsynlige in situ ressurser med 1.73 % kobber, 0.68 % sink, 14.64 g/t sølv og spesifikk vekt 3.96. Storparten av ressursene ligger horisontalt. Mulige ressurser er antatt å være 200 kt.

De bergmekaniske forhold er gunstige slik at rom med store spenn er stabile. Det blir foreslått å sende returluft fra Vestmalmen til dagen gjennom eksisterende orter for å oppnå tilfredstillende ventilasjon.

To ulike brytningshøyder med ulikt utstyr i rom og pillarbrytning er undersøkt. For å få forekomstens reserver er det brukt kostnader og erfaringstall for utvinning og gråbergsinnblanding. Grong Grubers budsjettall for prisutvikling på sink og kobber er brukt. Minste malmverdi er satt til 180 kr/t med 1991 priser, og malmutvinning på 70 %. Nåverdi er regnet i 1990 kroner med en diskonteringsrente på 10% pa. Forekomsten er forutsatt avbygget jevnt over 3 år. Investeringskostnadene er driving av 175 meters tilkomstort utgiftsført i 1990 og 100 meter tilkomstort utgiftsført i 1992 for å få atkomst til de vestligste delene av forekomsten.

(1) 3.5 meters brytningshøyde med utstyr innkjøpt for lavmektighetsbrytning og 13 % gråbergsinnblanding gir 150 ktonn reserver malm, derav 8 ktonn langhullsmalm, 2.99% Cu, 0.64% Zn, 16.49 g/t Ag, spv. 3.84. 22 ktonn gråberg må brytes. Nåverdi er 5 345 000 kr.

(2) brytning med eksisterende utstyr med 5 meters brytningshøyde. Med gråbergsinnblanding på 15 % blir reservene 155 ktonn, derav 8 ktonn langhullsmalm, 2.87% Cu, 0.63% Zn, 16.07 g/t Ag, spv. 3.84. 45 ktonn gråberg må brytes. Nåverdi er 3 046 000 kr.

Analysen viser at lavmektighetsutstyr vil øke nåverdien med 2.3 millioner. Vestmalmen alene kan ikke avskrive nyinvesteringer, men dersom gunstige bruktkjøp finnes er reservene i Vestmalmen store nok til å avskrive mindre investeringer.

Ved å sammenligne Vestmalmen med et geologisk likt område i gruve er det utført en geostatistisk analyse som med cut off 2.37% ekvivalenter kobber gir reserver på 145 kt med en ekvivalent kobbergehalt på 2.79 % mot tverrsnittsmetodens 3.12 %. Dersom minste malmverdi senkes fra 180 kr/t til 160kr/t øker reservene med 33 ktonn. Det er ingen praktisk forskjell i tonnasje og geohalter mellom de to ulike brytningsalternativene.

Den geostatistiske analysen viser at tverrsnittsmetoden overestimerer reservene og reservegehaltene noe. Det fremgår likevel at reservegehaltene er overestimert.

Forekomsten er marginal og krever derfor nøye oppfølging av salvedeling og planlegging. Diamantboringene alene kan ikke gi en modell som kan brukes til detaljert planlegging. Ved å kartlegge i orter og med supplerende diamantboring fra orter kan modellen oppgraderes til bruk i brytningsplanleggingen. For å ta vare på den foreliggende informasjon blir

det foreslått å utføre detaljboring i øst-vest profiler slik som undersøkelsesboringen. Dette vil øke utgiftene til boring i enkelte profiler. Redusert behov for supplerende boring vil redusere de totale kostnader.

Referanser.

- David, M., 1988. Handbook of applied advanced geostatistical ore reserve estimation. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, Nederland, s 16-24.
- Grammeltvedt, Sinding Larsen, 1980. Vurdering av reserveanslag for kull og malmer. BVL Bergforskningen. Teknisk Rapport nr 44/1.
- Ingier, D., 1975. Rock dilution in underground stopes: do you know how much it costs! World Mining, August 1975, s 54-55.
- Kihle, O., 1979: CP-målinger Lindseth skjerp og Joma vest, NGU rapport 1667A. 11s.
- Krige, D.G., 1951. A statistical approach to some basic mine valuations on the Witwatersrand. J. Chem. Metall. Min. Soc. Sør Afrika, 52. s 119-139.
- Lydon, J.W., 1984. Volcanogenic Massive Deposits, Part I: A Descriptive Model. Geoscience Canada, volum 11 nr 4, 9s.
- Lindeman, E., 1990a. Joma Vest malmen, blokk 61. Intern rapport Grong Gruber AS. 3s.
- Lindeman, E., 1990b. Produksjon og kostnader og forsøk på å dele kostnader til ulike driftsteder. Intern rapport Grong Gruber AS. 7s.
- Odling, N.E., 1986. The Geology of the Joma sulphide deposit, Nord Trøndelag, Norway. Part I: Structural studies of the ore and the surrounding area. Upublisert rapport Geologisk Institutt, NTH, Universitetet i Trondheim. 57 s.
- Odling, N.E., 1986. Deformation of The Joma sulphide deposit, Caledonides of Nord Trøndelag, Norway. Pro. 7 Quad. IAGOD Symposium. s 513-523.
- Osland, R., 1990. Informasjonsverdien knyttet til økt detaljering i den geologiske kartleggingen av Jomaforekomsten. Prosjektoppgave, Institutt for Geologi og Bergteknikk. 49s.
- Myrvang, A., Hansen, S.E., 1988. Bergmekaniske undersøkelser ved Grong Gruber A/S. SINTEF rapport SFT36 F89050. 12 s.
- Rui, J.J., 1987. Joma kistfelt - Geologiske undersøkelser i V-flanken. Prospektering AS rapport 1773B. 5s.
- Reinsbakk, A., 1986. The Geology of the Joma sulphide deposit, Nord Trøndelag, Norway. Part II: Stratigraphical, Petrographical, Mineralogical and Geochemical studies of the ore and its surroundings. Upublisert rapport, Geologisk Institutt, NTH, Universitetet i Trondheim. 147 s.
- Reinsbakk, A., 1988. Summary report: Surface Drill-Hole Logging Program for the Period 7 March - 30 Aug. 1988. Intern rapport Grong Gruber AS. 8s.
- Song, X., 1989. Analysis of rock dilution in Grong Gruber, Outokumpu Mining Service. 40s.
- Song, X., 1990. Mining of narrow orebodies at Grong Gruber, intern rapport Grong Gruber. 36s.
- Wright, B.A., 1983. Dilution and mining recovery - a review of the fundamentals. Erzmetall 36, nr 1, s 23-29.

Vedlegg.

- 1 diamantborhullsfil VESTMALM.DAT. 12s.
- 2 Modell av forekomsten. 13s.
- 3 In situ malmberegning. 11s.
- 4 Reserveberegninger. 10s.
- 5 Histogrammer Vestmalmen. 3s.
- 6 Histogrammer B2 testområde. 3s.
- 7 Eksperimentelle variogrammer. 6s.
- 8 Dokumentasjon til diskette med dokumentasjon.