

Runar Berg
Høsten 1966

GRUVEDRIFT

I

DET STORE EKSAKSELSARBEID

11/11 5 1/2

9. oktober 1966.

DET STORE EKSAMENSARBEID FOR STUD. TECHN. RUNAR BERG.

Prosjekteringsoppgave - Repparfjord kobbermalmsfelt.

På grunnlag av foreliggende rapporter samt de undersøkelser som foretas sommer 1966, utføres en tilnærmet beregning av påvist og sannsynlig malm for underjordsdrift.

Hvis forholdene medfører at nye oppgaver fra sommerens undersøkelser ikke kan skaffes til september, vil kandidaten få oppgitt nødvendige data å regne ut fra.

I samarbeid med stud.techn. Christian M. Baehke skal borsenkning og borslitasje i den aktuelle malms type undersøkes etter følgende 2 alternativer:

- 1) Kandidatene utfører selv prøveboringer på stedet.
- 2) Kandidatene utfører selv de nødvendige undersøkelser og målinger av prøvestuffer på laboratoriet ved Institutt for ingeniørgeologi ved NTH.

Ut fra en sammenligning og vurdering av resultater fra disse 2 uavhengige undersøkelser fastlegges sannsynlig borsenkning, borslitasje og boringseffekt og borkostnad ved brytning beregnes.

Ut fra ovennevnte vurderes valg av avbygningsmetode. Deretter utarbeides fullstendige planer for en underjords gruvedrift (oppfaring, tilredning og brytning) basert på en årsproduksjon på 100.000 tonn råmalm og under følgende forutsetninger:

Gruva tenkes løst ved en grunnstøll fra sjøen inn under malmen og styrtsjakt herfra opp i dagen. Denne skal tjene som styrtsjakt også for produksjon i dagbruddet.

Brytningene under jord holdes gående bare i vinterhalvåret med det belegg som blir frigjort fra dagbruddsdriften og eventuelt med et så stort helårsbelegg som måtte være nødvendig for å holde tritt med oppfarrings- og tilredningsarbeidet.

Prosjekteringsoppgaven skal også omfatte fullstendige kostnads-kalkyler for anlegg og drift og føre fram til en beregnet samlet produksjonskostnad pr. tonn råmalm levert oppredningsverk ved sjøen

Transportkostnad inkl. avskrivning av styrtsjakt beregnes særskilt og vedkommende student som bearbeider dagbruddsplanene får benytte disse tall i sin oppgave.

Innleveringsfrist: 1. januar 1967.

Institutt for gruvedrift



Ivar Berge
professor

ERKLÆRING

Jeg erklærer på ære og samvittighet
at jeg kun har brukt lovlige hjelpe-
midler ved utførelsen av denne opp-
gaven.

Trondheim i desember 1966

Runar Berg

Runar Berg

Innholdsfortegnelse.

Del 1. Praktisk del.	side
Innledning	1
Feltarbeidet	
Valg av prøvesteder	2
Beskrivelse av utstyret	2
Arbeidsbeskrivelse	4
Beskrivelse av borstedene	6
Laboratoriarbeidet	
Generelt om prøvemethoden	11
Beskrivelse av f�r�p�kets gang	12
Bearbeiding av resultatene	
Korreksjoner	18
Sammenstilling av resultatene fra feltet og laboratoriet	21
Vurdering av prøvemethoden	
Unders�kelsene i feltet	23
Laboratoriemethoden	23
Resultater	
Borst�lets levetid	24
Borsynk	25
Konklusjon for pr�veboring og lab.f�r�p�k	26

Innholdsfortegnelse.

Del 2. Prosjekteringsdel	side
Sammendrag	1
Malmen	
Beskrivelse	2
Malmberegning	3
Naturgitte bergtekniske forhold	
Sprengbarhet	5
Bergtrykk og holdfasthet	5
Avbyggingsmetode.	
Vurdering	6
Generelle betraktninger om malmens	
Åpning og inndeling	9
Åpning	10
Inndeling, oppfaring og tilredning	11
Brytning	13
Utstyr.	15
Valg av utstyr	16
Tekniske data	18
Kapasiteter	20
Kostnader	22
Kompressorstasjon	27
Beliggenhet	28
Trykkluftnett	28
Trykktap	29
Kostnader	32
Åpning	33
Uteanlegg - oppredningsverk	34
Grunnstollen	35
Styrtsjakt for malm	49
Spiralort	55
Ventilasjon	59

	side
Oppfaring og tilredning	64
Nødvendig antall ortmeter	65
Plan	66
Kostnader	67
Brytning	69
Arbeidstid	70
Salver	70
Vifteboring	70
Lading	71
Kostnader	73
Alternativ, skiveras	74
Undersøkelser	75
Diamantboring	76
Prøvetaking	78
Hovedtransport	79
Kapasitet	80
Effektbehov	81
Kostnader kontaktlok	85
Kostnader diesellok	86
Mannskapsbehov	91
Samlede kostnader	93
Litteraturliste	96

DEL 1

Innledning.

Den praktiske del av oppgaven går ut på å bestemme borsynk og borslitasje for bergarten ved Repparfjord Kobbermalmfelter. Verdiene er bestemt både ut fra prøveboring i felten og ved laboratoriearbeide. Resultatene er sammenlignet, og borsynkindeks og borslitasjeindeks er utregnet.

Tidligere har borbarhetsundersøkelser vært foretatt av A. Lande i 1954 (diplomoppgave) og av R. Lien i 1959 (licentiatsgrad). Opplegget for våre boringer i feltet bygger i alt vesentlig på Liens metode, og ved lab.-arbeidet har vi fulgt den samme fremgangsmåten og brukt det samme utstyr som han brukte.

Etter samtale med lab.ing. E. Brock ved Institutt for Ingeniørgeologi för vi reiste opp i felten ble vi enige om at 5 borserier fra forskjellige og representative steder i feltet ville gi tilstrekkelige opplysninger om borsynk og borslitasje.

Borprogrammet i felten gikk stort sett etter programmet på tross av at en del mangler ved utstyret skapte vanskeligheter på grunn av feltets öde beliggenhet. NGU's diamantborerlag som boret på samme sted viste stor hjelpsomhet ved transport av utstyr etc.

Laboratoriearbeidet ved Institutt for Ingeniørgeologi gikk greit.

Valg av prøvesteder.

Etter befaring med ing. Hovland og ing. Paulsen ble de 5 prøvestedene lagt slik:

- 1 borserie utenfor malmen, dvs. i ren arkositt normalt strøket.
 - 1 borserie i malm normalt strøket.
 - 1 borserie i malm parallelt strøket.
 - 1 borserie inne i en stoll i malm normalt strøket.
 - 1 borserie i malm (blanding kobberkis - kobberglans) normalt strøket.
- De 5 prøvesteder er avmerket på kart, fig. nr. 1.

Krav som måtte settes til en borplass:

1. Fjellet måtte ikke være for oppsprukket hverken i boreretningen eller normalt denne. Grunnen til dette var for det første at vi ville få feil tall for borsynken, og for det andre at det ville bli vanskelig å unngå fastkjøring. P.g.a. at matetrykket hele tiden skulle være konstant var vi av og til plaget med fastkjøring i oppsprukket fjell. De 2 typene sprekkdannelser var sprekker langs lagdelingen parallelt strøket, og stikk i fjellet normalt strøket. Sprekkene langs lagdelingen var gjerne fylt av jord og hadde tykke forvittringsflater med malakitt og azuritt.
2. Fjell"veggen" hvor borhullene skulle settes måtte helst være så steil som mulig. Dette for å lette påskråmingen, og for at vi med den oppstillingsmetode vi hadde funnet fram til skulle få boret hele borstålets lengde.
3. Grunnen foran fjellveggen måtte helst være så plan som mulig så vi slapp å bygge opp så mye under stigen.
4. Bak stigen måtte det være fast fjell slik at vi kunne få boret ned hull for spett til anlegg for stigen.

Det kunne kanskje vært ønskelig med enda en borserie parallelt strøket, men det viste seg meget vanskelig å finne passende borsteder p.g.a. at mineraliseringssonen har form av en rygg og er meget nederrodert og avrundet i lengderetningen.

Ellers bør nevnes at borstedene måtte legges mest mulig samlet, slik at for mye transport av kompressoren og annet utstyr kunne unngåes.

Beskrivelse av utstyret.

Bormaskinen.

Til boringen ble benyttet en helt ny Atlas Copco BBC 16 W kalt Puma. Data for denne maskin:

Stempeldiameter:	70 mm
Slaglengde:	55 mm
Luftforbruk (angitt):	3.7 m ³ /min.
Vekt:	26.8 kg
Lengde:	670 mm
Slangedimensjoner:	Luft: 1", Luftspyling: 3/4".

Maskinen fungerte utmerket bortsett fra litt prakk med styreventilen for knemateren. Dette skyltes formodentlig at støv fra boringen (törr-boring) trengte inn i ventilen. For spyleluften skulle egentlig ha vært benyttet 1/2" slange. Dette fantes ikke på stedet, og vi måtte bruke 3/4". Utstyret var utlånt av Atlas Copco.

Knemateren.

Knemateren var av typen Atlas Copco BMT 51. Denne var også helt ny. Bormaskin og mater har samme luftinntak, og matingen styres fra bormaskinens bakstykke.

Data for materen:

Vekt:	14.9 kg
Lengde:	1658 mm
Effektiv matings- lengde:	1300 mm
Stempeldiameter:	60 mm

Ved foten av materen var montert uttak for manometer for måling av matingstrykket.

Materen var utlånt av Atlas Copco.

Borstål.

Borstålet var av typen Sandvik Coromant med 33 mm hardmetallskjær. Borstålet var 1.60 m langt og med diameter 7/8" sekskant. Fra Atlas Copco var utlånt 6 slike stål. Et stål 60 cm langt, 33 mm skjær var utlånt fra NTH. Dette ble brukt til å bore ned vertikale hull til støtte for stige.

Manometre.

To store manometre i kuffert var utlånt av Atlas Copco. Disse var kontrollert på forhånd. Et lite stikkmanometer for å finne spyletrykket og for kontroll av arbeidstrykket var utlånt fra NTH.

Kompressor.

Kompressoren var av typen Atlas Copco VT 4. Dette er en transportabel 2 trinns kompressor, 2 sylindere med forsert kjøling av sylindere og mellomkjøler. Motoren er en 3 sylindret Deutz diesel med elektrisk starter og glødespiral.

Data for kompressoren:

Maksimalt arbeidstrykk:	8.5 ato
Normalt " "	7 " "
Avgitt fri luftmengde:	4.5 m ³ /min.
Luftbeholderens volum:	80 l.
Lengde x bredde x høyde:	3200 x 1490 x 1400 mm
Netto vekt:	1100 kg.

Ved kjøring av kompressoren ute i fjellet viste deg seg at den ikke slo ut av seg selv ved det ønskede trykk, og hele ventilsystemet ble tatt ut og undersøkt. Det viste seg til sist at en nippel hadde løsnet og falt ut under transporten opp til borplassen. Dette gjorde at kompressoren

ikke fikk stort nok mottrykk på "kloen" i membranventilen, slik at denne ikke slo ut. Kompressoren var utlånt av Statens Vegvesen, Finnmark.

Måleutstyr.

For måling av hårdmetallets diameterslitasje ble brukt C.E. Johnson mikrometerskrue med måleområde 25 - 50 mm. Målingen av hårdmetallets høydeslitasje ble foretatt med et spesiallaget skyvelær. Dessuten ble fra NTH lånt stoppeklokker.

Slipemaskin.

Til borslipingen ble benyttet en Sandvik Coromant-maskin, type 1400 (elektrisk drift), utlånt fra Inst. for Gruvedrift, NTH. Omdreinings-tallet for slipeskiven var 2800 o/min. og skiven hadde vannavkjøling. Borstålet ble fastspendt pneumatisk med en kraft av 325 kg. Slipeskiven var fra Norsk Slipeskivefabrikk, type 33 C 46 (JSV 16) foreskrevet av Atlas Copco, og var helt ny. Slipemaskinen var i god stand og enkel å betjene.

Annet utstyr.

Smørepotte: Atlas Copco.

Smøreolje for bormaskin: Caltex, Rock Drill, Vinter.

Koblinger: 2 T-koblinger, 1"

Vanlige 1" klokoblinger og
1" skrukoblinger for plastslange.

Slangar: 1" plastslanger. Nærmest maskinen ble brukt

1" gummislange til maskinen, og 3/4" gummislange
til spyleluften.

Borbukken.

Hele bor"bukken" ble laget av tre da den ventede stålstige fra NTH kom 1 mnd. for sent. For at vi skulle kunne få lest av den riktige verdi for matingstrykket på manometeret ved materens fot, måtte materen bare gi aksialtrykk. Både bormaskin og mater måtte derfor ligge på en stige. Denne ble laget av 4" boks og var meget solid. Bormaskinen lå på en kjelke som kunne gli på stigen. For å minske friksjonen mellom kjelke og stige ble stigen smurt med olje.

Stigen hvilte på og spendte fra mot en vegg av 4" boks. Denne vegg sto mot to solide stål som var boret ned i fast fjell. Se fig. 2 for oppstilling og konstruksjon. Ved sterkt hellende grunn foran borstedet ble utstyret satt opp som på fig. 3. Ved borserie i meget skrå fjellvegg ble benyttet en ekstra boks bak stigen for ikke å tape for stor borlengde (fig. 4).

Ved skråningen ble det festet en kloss med ledespor foran på stigen. Se fig. 3. Det var meget viktig at hullet ble satt på i riktig høyde, da bormaskinen hele tiden under boringen måtte hvile på stigen slik at vi bare fikk aksialkraft fra materen.

Arbeidsbeskrivelse.

For oppstilling og sammenkobling se koblingsskjema fig. 5.

Etter opprigging av slanger og utstyr ble først skråmet på hele borserien. Hullavstand ca. 4". Det ble boret 2 hullrader med avstand 4" = høyden på en boks. En borserie kunne være fra 14 til 22 hull alt etter plass og hvordan boringen gikk. Et av de 6 1.60 m borstålene ble avsatt til skråming. Dette p.g.a. at man ved skråmingen lett kan slå stykker av hårdmetallet eller slite stålet ujevnt. Skråmingsdybden kunne variere, men vi regnet med at etter 8 - 10 cm var vi inne i uforvittret fjell. Etter skråmingen ble satt inn et borstål slipt ferdig til bruk.

Man kan ikke bruke helt nye borstål da denne eggen ikke svarer til slipemalens profil. Borene måtte derfor først slipes ned til de passet med malen. I bakkant av hårdmetallet ble filt inn et lite hakk slik at vi hadde et fast punkt å legge skyvlæret mot ved måling av hårdmetallhøyden. Før boret ble brukt ble hårdmetallhøyden målt med 1/10 mm nøyaktighet, og hårdmetalldiameteren målt med 1/100 mm nøyaktighet.

P.g.a. at vi ikke hadde vannpumpe måtte vi bore med luftspyling. Det ville nok ha vært en fordel med vannspyling, da luften hadde lett for å unvike gjennom stikk i fjellet. Disse stikk ville muligens ha slammet igjen ved bruk av vann. Resultatet nå ble at en del av luften forsvant ved boring i fjell med mye stikk og slepper, og dermed fikk vi dårligere utblåsing av borkaksen. En teori går ut på at dette kan forårsake propellerslitasje, noe vi også var plaget med, om kanskje ikke spesielt ved borserier med dårlig utspyling. Spyleluftens trykk ble målt med stikkmanometer, og viste seg å ligge på ca. 5 ato.

Selve boringen ble foretatt av en mann mens en mann tok tiden med stoppeklokke. Stopp ved flytting av knematerens fot eller ved fastkjøring ble trukket fra. Boret lengde ble målt ved differansen mellom avstand fra bornakke til borhullets kant før boringen (etter skråmingen) og etter boringen. Ved boring gjennom sleppefyllinger og forvitringssoner ble lengden av disse målt og tiden tatt spesielt. Man kunne relativt lett se når boret gikk gjennom en slik sone ved at rotasjonen stoppet nesten helt opp, og borkaket gjerne ble brunt - grønt (malakit).

Ved boring av en serie viste det seg at kompressortrykket sank langsomt (7.3 til 7.1 ato.). Kompressoren ble derfor justert før hver borserie. Likedan viste det seg at arbeidstrykket og matertrykket sank langsomt. Arbeidstrykket lå på ca. 5.3 ato. og matertrykket på ca. 5.0 ato. Arbeidstrykket ble også kontrollert med stikkmanometeret.

Av lekkasjesteder må nevnes T-koplingene, spesielt den foran oljepotta. Ellers var det litt lekkasje ved uttaket fra kompressoren. Her måtte brukes et 1" 3 m langt metallrør nærmest kompressoren da luften var for varm til å føres rett ut i plastikkslangene.

Angående matingstrykket så ble dette forsøkt holdt konstant. Om dette matingstrykk ga absolutt optimal borsynk ved de forskjellige borserier er ikke sikkert. Ved godt, massivt fjell virket det imidlertid som boret gikk jevnt og godt, og bormaskinens hylse lå godt an mot borets krage. Ved boring gjennom sprekkefyllinger og forvitringssoner tyder den sterkt reduserte rotasjonen av boret på alt for høyt matingstrykk. Da boring gjennom slike partier utgjorde en svært liten del av hele borprogrammet, valgte vi å holde matertrykket konstant på den verdi som syntes å gå best i den massive bergarten.

Etter at alle borseriene var ferdigboret, ble 2 av hullene i hver serie ladet og skutt for å få ut gode stuffer til laboratorieforsøkene. Her måtte man ha orienterte prøver til borforsøket for å finne Sievers I-verdi. Ca. 25 kg stein ble tatt med fra hver borserie. Til sprengningen ble brukt vanlig dynamitt, vanlig knall og svartkruttlunte. På grunn av at fjellet jevnt over var gjennomslutt av stikk fikk vi utskutt store stykker av stoffen. Disse måtte deretter slås i høvelige håndstykker med hammer. Det var derfor ingen fare for at håndstykkene skulle være for fint knust eller at de var gjennomslutt av mikrostikk eller lignende.

Slipingen.

Til slipingen ble benyttet en Sandvik Coromant slipemaskin type 1400 E. Denne hadde ny slipeskive type J 5 V 16 (Norsk Slipeskivefabrikk). For å bestemme tidspunktet for omsliping ble benyttet en Sandvik-Coromant slipemal. Borene slipes ned til slipemal før første boring. For oss ble frontslitasjen og propellerslitasjen avgjørende for slipe-tidspunktet og særlig propellerslitasjen bestemmende for hvor mye som måtte slipes. Da fronten på skjæret fikk en kombinasjon av front- og propellerslitasje ble det ingen klare slitasjeflater. Derfor kunne det også være litt vanskelig å si akkurat når omsliping var påkrevet. Vi hadde også en del diameterslitasje på våre bor. Nå viste det seg imidlertid at nedslipingen av fronten på grunn av propellerslitasjen ble så stor at noen diametersliping ikke ble nødvendig.

Når det gjelder utførelsen av slipingen gikk denne ganske greit. Man må imidlertid ta med i betraktningen at sliperen var uøvet. Vi fikk ikke boret så mye at vi slet ut et bor, og levetiden for borstålet måtte derfor beregnes ut fra måledata fra borslitasje og borsliping. Student Runar Berg som sto for slipingen, var hos Atlas Copco i Oslo og fikk en kort innføring i bruk av slipemaskinen før arbeidet i marken begynte. Levetiden for borstålet vil være avhengig av sliperens kyndighet.

Fig. 5a viser hvordan borsynken varierer med hårdmetallslitasjen over en borserie (serie E).

BESKRIVELSE AV DE FORSKJELLIGE BORSTEDENE OG SPESIELLE VANSKELIGHETER VED HVER BORSERIE.

Prøvested A.

Denne borserie ble lagt så nære verksted og redskapsbod som mulig da vi regnet med en del innkjøringsvanskeligheter med opprigging etc.

Borserien ble satt i rent gråberg, dvs. en arkose-sparagmittbergart kalt arkositt. Bergarten var grovkornet, nesten som et gruskonglomerat (konglomerat = kgl.). Lagdelingen var ganske tydelig.

Anslagsvis mengdeinnhold av de forskjellige mineraler:

Kvarts og jaspis	ca. 60%
Feltspat	ca. 25%
Serisit, klorit, biotit	ca. 15%

Foto: se Bachkes diplom

Vanlig oppstilling av borutstyret

Foto: se Bachkes diplom

Oppstilling ved sterkt skrånende terreng.

Gjennomsnittlig kornstørrelse:

Kvarts og jaspis	3 - 5 mm
Feltspat	2 - 3 (max. 5) mm
Biotit	1/2 mm
Serisit, klorit	2 - 3 mm
Strökretning:	50°
Fall:	85°
Sprekker og stikk:	350° i horisontalplanet
Borhullsretning:	340° dvs. til nærmest normalt strøket.

Vanskeligheten ved å sette borhullene når de skulle stå normalt strøket var at de da ble stående nesten parallelt med alle stikk, og de hadde lett for å skjære inn i disse.

Av sjenerende stikk og slepper ved borplass A kan nevnes et stikk som gikk langs borhull nr. 8. Dessuten hadde vi to sleppefyllinger parallelt strøket ca. 40 og 60 - 70 cm inne i fjellet. Spyleluften hadde her en tendens til å gå ut gjennom sleppen, gjennom stikk som skar sleppen og gjennom tidligere borete hull som skar sleppene. Dette gjorde at borkaksen la seg for i hullet, og borsynken ble merkbart dårligere. Ved siden av at sleppene førte til en del fastboringer, hadde det lite for seg å bore så langt forbi da borkaksen gjorde at synken ble alt for dårlig og tallene ikke representative for bergarten.

Lufttrykket fra kompressoren sank under boringen fra 7.0 - 6.3 ato. Arbeidstrykket sank fra 5.6 - 5.3 ato mens matingstrykket holdt seg stort sett konstant lik 5.0 ato.

Borstålene var etter boringen ganske jevnt slitt, dog med litt propellerslitasje på hårdmetallet og med spor av propellerslitasje på stålet.

I denne serie ble boret 16 hull.

Prøvested B.

Borserien ble satt i en av de beste malmsonene. Bergarten var meget grovkornet, nærmest en mellomting mellom gruskgf. og vanlig kgl. Skifriheten var her meget tydelig og sleppefyllingene langs skifriheten var fylt med malakitt og azuritt. Bredden på sleppefyllingene var fra 25 - 40 cm. Strukturen var båndet med vekslende lyse og mørke lag.

Anslagsvis mengdeforhold for mineralene:

Kvarts og jaspis	ca. 60%
Feltspat:	ca. 15%
Serisit, klorit og biotitt:	ca. 20%
Cu-mineraler:	ca. 5%

Gjennomsnittlig kornstørrelse:

Kvarts og jaspis: 5 - 12 mm
Feltspat: 3 - 6 mm
Serisit og klorit: 2 - 3 mm
Biotit: 1/2 mm
Kobberglans og bornit: 1 - 2 mm
Malakitt og azuritt sitter som lag 1/2 - 1 mm tykke.

Strøkretning: 50 g
Fall: 70 g N
Stikk og sprekker: 20 g og 340 g i horisontalplanet.
Borhullsretning: 350 g, dvs. normalt strøket.

Parallelt strøket ca. 60 cm inne i fjellet lå en sleppefylling som var ca. 35 cm bred. Borsynken steg her nesten til det dobbelte.

Kontroll av spyleluften med stikkmanometer viste ca. 5 ato.
Arbeidstrykket var noe synkende under boringen (5.5 - 5.2 ato).

For slitasje av hårdmetallet se fig. 6 A.

Etter boringen viste borstålet:

Hjørnehøyde: 6 mm som er innenfor grensen for det tillatte for sliping.
Borradius: Litt mindre enn 80 mm.
Eggvinkel: Litt rundslitt, ellers riktig.
Hjørneslitasje: Riktig bredde, men propellerslitasje. Dvs. 1 mm på den ene siden av aksene og 2 mm på den andre. Se fig. 6 B.
Propellerslitasje på borstålet: Denne var ganske stor i forhold til antall meter boret.

I denne serie ble boret 16 hull.

Prøvested C.

Borserien ble satt i malmsone, og den ble boret parallelt strøket, dvs. langs den svake lagdelingen. Bergarten var ganske grovkornet, tilnærmet gruskg. Båndet struktur.

Anslagsvis mengdeforhold for mineralene.

Kvarts og jaspis: 60 %
Feltspat: 15 %
Serisit, klorit, biotit: 20 %
Kobberglans og bornit: 5 %

Gjennomsnittlig kornstørrelse:

Kvarts og jaspis: 2 - 3 mm (max. 10 mm)
Feltspat: 1 - 2 mm
Biotit: 1/2 mm
Serisit og klorit: 1 - 2 mm
Cu-min. 1/2 - 1 mm.

Strökretning: 42 g
Fall: 65 g S
Stikk og sprekker: 370 g i horisontalplanet
Borhullsretning: 42 g dvs. parallelt strøket.

Noen små slepper parallelt strøket (og borretn.) var litt sjenerende ved 2 av hullene, ellers gikk denne borserie meget jevnt og fint.

Arbeidstrykket sank fra 5.2 til 5.0 ato. Matingstrykket varierte fra 5.2 til 4.6 ato.

Etter boringen viste borstålet:

Hjørnehøyde: 6.1/2 mm ~ riktig.
Borradien: mindre enn 80 mm. Skjæret ble her merkbart mere slitt på hjørnene enn midt på.
Eggvinkelen: Litt rundslitt, ellers riktig.
Hjørneslitasjen: Riktig bredde, men propellerslitasje som ved serie B.
Propellerslitasjen på borstålet var ganske stor.

I denne serie ble boret 21 hull.

Prøvested D.

Denne borserie ble lagt inne i en kort stoll (Triangelen). Grunnen til dette var at man ved diamantboring hadde erfart at borsynken var mye større de 3 første metrene enn videre nedover. Man kunne derfor anta at fjellet var forvitret eller i hvert fall av en bløtere kvalitet i de øverste 3 m enn dypere. For å få målt borsynken i det hårde fjellet ble serien boret i den 2 m dype stollen. Det viste seg imidlertid at borsynken her var stort sett lik borsynken i dagen. Boringen her inne med luftspyling var en lite misunnelsesverdig jobb.

Det ble også her boret i malm. Bergarten var meget grovkornet, en mellomting mellom gruskg. og vanlig kgl. Meget svak lagdeling.

Anslagsvis mengdeforhold av mineralene:

Kvarts og jaspis: 60%
Feltspat: 20%
Biotit, serisit, klorit: 17%
Cu-mineraler: 3%

Gjennomsnittlig kornstørrelse:

Kvarts og jaspis: 7 - 10 mm
Feltspat: 2 - 5 mm
Biotitt: 1/2-1 mm
Serisit, klorit: 3 - 6 mm
Cu-min. 1 mm

Strökretning: 64 g
Fall: 75 g N
Sprekker og stikk: Ingen stikk, umulig å finne sprekkeretning.
Borhullsretning: 350 g dvs. tilnærmet normalt strøket.

I stoffen var tidligere boret 2 hull, og ved to av hullene i borserien kom vi inn i disse gamle hullene etter ca. 60 cm. Kontroll av spyleluft med stikkmanometer viste ca. 5 ato. Kontroll av arbeidstrykk med stikkmanometer viste samme tall som hovedmanometer. Arbeidstrykket lå på knapt 5 ato. Grunnen til at det var så lavt ved denne serien var en utetthet i bormaskinen. Denne ble rettet på etter at serien var ferdigboret. Matetrykket varierte mellom 4.8 til 4.6 ato.

Etter boringen viste borstålet:

Hjørnehøyde:	5 mm = riktig
Borradien:	Mindre enn 80 mm, litt for mye slitt på hjørnene.
Eggvinkelen:	Tilnærmet riktig.
Hjørneslitasje:	Riktig bredde (3 mm), men propellerslitasje.
På borstålet antydning til propellerslitasje.	

I denne serien ble boret 15 hull.

Prøvested E.

Denne serien ble lagt i malm, dvs. en blanding av kobberkis- og kobberglansimpregnasjon. Bergarten var middels grovkornet, ikke konglemoratisk. Den båndete struktur var utpreget, og gikk parallelt strøket. Serien ble boret normalt strøket.

Anslagsvis mengdeforhold for mineralene:

Kvarts og jaspis:	65%
Feltspat:	10%
Biotit, serisit, klorit:	20%
Cu-mineraler:	5%

Gjennomsnittlig kornstørrelse:

Kvarts og jaspis:	2 - 3 mm
Feltspat:	1 - 2 mm
Biotitt:	1/2 mm
Serisit og klorit:	ligger som bånd 2 - 4 mm tykke
Cu-mineraler:	1 - 3 mm

Strøketretning:	60 g
Fall:	90 g
Sprekker og stikk:	60 g, i horisontalplanet dvs. parallelt strøket. 55 g, i vertikalplanet.
Borhullsretning:	368 g, dvs. normalt strøket.

Fjellveggen, stoffen var meget skrå, og dette gjorde at skråmingen ble vanskelig. Dessuten hadde vi vansker med å få stigen nær nok stoffen ved den øverste hullraden, og måtte her benytte ekstra kloss bak stigen. Se fig.

En 15 - 20 cm bred sleppefylling ca. 1 m inne var fylt med jord og malakitt. Borsynken her steg til ca. 0.60 m/s mot gjennomsnittet 0.418 m/s. Arbeidstrykket sank fra 5.3 til 5.0 og matingstrykket sank fra 5.0 til 4.6 ato.

Etter boringen viste borstålet:

Hjørnehøyde:	5 mm = riktig.
Borradien:	Mindre enn 80 mm, spesielt slitt på hjørnene.
Eggvinkel:	Litt rund, tilnærmet riktig.
Hjørneslitasje:	Riktig bredde, men propellerslitasje.
Borstålet:	Antydning til propellerslitasje.

I denne serien ble boret 20 hull.

Laboratoriearbeidet.

Generelt om prøvemethoden.

Ved Institutt for ingeniørgeologi har man i de senere år kommet fram til en metode for å bestemme bergartenes borbarehet i laboratorieskala.

Slagboringen kan mekanisk sett deles i en slagbevegelse og en rotasjonsbevegelse. Det som i første rekke virker bestemmende på borsynken er slagbevegelsen, ved at bergarten knuses og små partikler kiles løs. Ved løse bergarter som lett ripet har også rotasjonsbevegelsen en viss innvirkning.

Når det gjelder borslitasjen, regner man med at den vesentligste delen av diameterslitasjen forårsakes av rotasjonsbevegelsen mens høydeslitasjen er et resultat av både rotasjons- og slagbevegelsen.

Ut fra dette er det da satt opp tre enkeltforsøk som inngår i prøvemethoden for å bestemme bergartens borbarehet.

- A. En slagprøve
- B. En ripeprøve
- C. En slitasjepøve.

Prøve A og B skal da gi et uttrykk for borsynken mens prøve C skal gi et mål for borslitasjen.

Ad. A. Slagprøven. - Fallprøven.

Her måles bergartens sprøhetstall og flisighet. Sprøhetstallet er et mål for bergartens motstandsevne mot slagpåkjennig, og skulle være en bra parameter for slagboringen. Det er imidlertid ikke funnet noen direkte sammenheng mellom sprøhetstallet og borsynken. En antar også at flisigheten har en viss betydning for bergartens borbarehet, slik at bergarter som gir stor flisighet ved nedknusning har forholdsvis stor borsynk. (Forholdet synes å gjøre seg sterkest gjeldende i bergarter med lavt sprøhetstall).

Ad. B Ripeprøven.

Her har man valgt å benytte Sievers boreforsøk, som er en ren rotasjonsboring med meiselskjær (8 mm), og som parameter Sievers J-verdi. En kombinasjon av bergartens sprøhetstall og J-verdi kalles så bergartens borsynkindeks og skal være en brukbar parameter for borsynken i den foreliggende bergart.

Ad. C.

Bergartens sliteevne på hardmetall måles på en spesiell slitasjemaskin, hvor hardmetallstykket blir slipt mot en sakte roterende planskive med nedknust bergartspulver som slipemiddel. Vekttapet av hardmetallstykket målt i mg er da parameter og kalles slitasjeverdi.

Slitasjeverdien skal da representere summen av høyde og diameter-slitasje for borslitasjen. (Noe direkte sammenheng mellom den målte borslitasje og slitasjeverdien får en ikke, slitasjeverdien må kombineres med borsynkindeks for å gi et brukbart resultat.)

Beskrivelse av forsøkets gang.

1. Knusing.

Materialet ble knust 2 ganger på en laboratorie kjeftetygger Morgårds-hammer type A-23.

2. Sikting.

Det nedknuste materiale ble så siktet for hand på 2 sikt, 15,9 mm og 11,1 mm ($7/16''$ og $5/8''$).

Det ble først foretatt en grovsikting av alt materialet, deretter ble + 15,9 mm - godset og + 11,1 mm - godset tatt igjen og finsiktet. Det ble lagt stor vekt på å sikte på samme måte for alle prøvene. Fraksjonen 11,1 til 15,9 mm ble så splittet og veid opp i porsjoner på ca. 500 g til undersøkelse av sprøhetstall og flisighet. Fraksjonen + 15,9 mm ble brukt til undersøkelse av bergartens spesifikke vekt og fraksjonen - 11,1 mm gikk til videre nedknusing for slitasjeforsøk.

3. Bestemmelse av bergartens spesifikke vekt.

Den spesifikke vekt ble bestemt for fraksjonen + 15,9 mm. Til dette ble brukt et såkalt pyknometer. Dette var laget av et halv-liters hermetikk-glass som var planslipt over åpningen og en glassplate. Volumet av glasset var 556 cm³ og vekt av glass + plate var 698 gram.

Materialet ble fylt i glasset til det gjensto ca. 2 - 3 cm opp til åpningen. Dette ble så veiet. Deretter ble det fylt i vann til dette sto noe over godset. Vannet hadde en temperatur av ca. 18° C og det's spesifikke vekt satt til 1,0 (g/cm³). Det ble så foretatt evakuering av luften. Så ble glasset fylt helt opp med vann og det ble kontrollert at det ikke fantes luftbobler i glasset. (Glass + plate) pyknometer + prøve + vann ble så veiet. Av dette fant man så bergartens spesifikke vekt.

4. Fallprøven.

a) Flisigheten.

Bergartens flisighet ble bestemt av samme prøve som ble brukt til

fallforsöket, men før dette ble utført. Størrelsen av prøven til fallforsöket ble fastsatt etter bergartens spes.vekt. Prövens størrelse skal være 500 gram når bergartens spes.vekt er 2,65 g/cm³. Slagarbeide skal være det samme pr. volumenhet, slik at prøvens størrelse blir ca $500 \cdot \frac{\text{sp.vekt}}{2,65}$ på nærmeste 5 gram.

Flisigheten er definert som forholdet mellom enkeltkornenes bredde og tykkelse, for prøvens midlere kornstørrelse. Flisigheten bestemmes ved å sikte prøven på stavsikter, 11,1 mm og 8 mm. Siktingen foregår på samme måte som på firkantsiktene.

Fraksjonene + 11,1 mm og 8 - 11,1 mm og - 8 mm oppveies. Det foretaes to parallelle prøver.



Fallprövemaskinen.

b) Spröhetstallet.

Fraksjonene etter flisighetspröven blandes sammen igjen og fylles i morteren. Stempelet settes på og morteren med stempel settes

inn i fallprøvemaskinen. Loddets fallhøyde er 25 cm og man benytter 20 slag. Morteren tas ut og tømmes og pakningsgraden registreres. Graderingen er følgende:

Pakningsgrad 0.

Materialet rauser lett ut av morteren etter knusingen.

Pakningsgrad 1.

Materialet har pakket seg litt under knusingen, og ikke alt rauser ut når en snur morteren på hodet, men en kan lett pirke løs resten med fingrene.

Pakningsgrad 2.

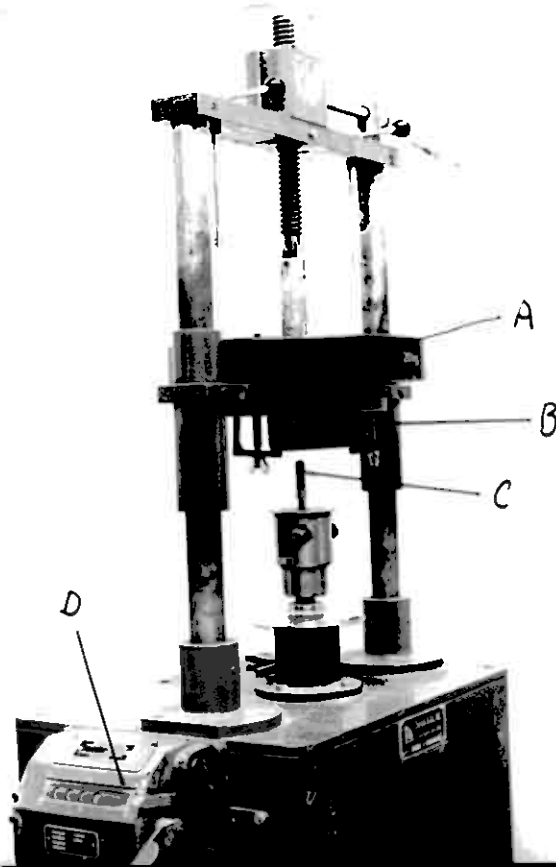
Materialet har pakket seg noe under knusingen og lite av materialet er løst og rauser ut av morteren når en snur denne på hodet, det som er igjen sitter ganske fast og en må gjerne bruke en jernstang e.l. for å få det løst fra morteren.

Pakningsgrad 3.

Materialet har pakket seg fullstendig under knusingen, og er helt som en fast klump i morteren. En må bryte og brette det løs med en spiss metallgjenstand for å få det løs.

Materialet siktes så på det sikt som var nedre korngrense for fallprøven ble utført, nemlig 11,1 mm siktet. Siktingen skal utføres på mest mulig lik måte som ved første sikting. Den vektprosent av prøven som går gjennom dette siktet (opprinnelig nedre korngrense) kalles sprøhetstallet. Da endel av det mest finkornige materiale har en tendens til å forsvinne, veier man den rest som blir liggende oppå siktet, altså + 11,1 mm og regner med denne. Sprøhetstallet blir da $100 + \text{vektsprosent} + 11,1 \text{ mm}$.

Sprøhetstallet ble bestemt som middeltallet av to parallellforsøk. Maksimal tillatt forskjell mellom to enkeltprøver er 6 enheter.

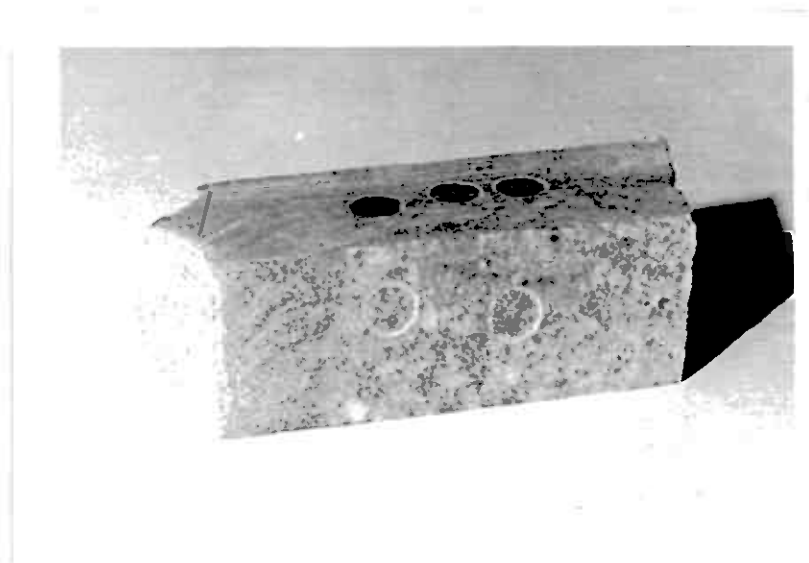


5. Sievers J-verdi.

Av et større prøvestykke ble det skåret ut et prisme med sidekanter 3 cm og lengde ca. 10 cm. Til utskjæringen ble benyttet en diamant-sag og sidekantene ble så jevne og polerte at noen plansliping ikke var nødvendig. Før tilskjæringen må prøven orienteres, slik at vi får to sidekanter $\perp$ borretningen fra prøveboringene i marken. I vårt tilfelle hadde vi gjort det på den måte at vi tok prøver hvor det var spor etter denne boringen. (borhullene). Prøvestykket ble så spendt inn i maskinen og det ble boret 2 hull i samme retning som prøveboringen i marken. Deretter ble det boret 2 hull normalt denne retning. (3 $\perp$ lagdelingen og 11 lagdelingen)

Prøvemaskinen for Sievers prøvemetode består av en belastningsanordning A, hvor vekt av lodd, travers og føring er 20 kg. B viser det innspendte prøvestykket og C er et hardmetallbor med meisel skjær med hardhet Hv30 = 1500, eggvinkel 110° og skjærdiameter 8 mm. Boret er som man ser rettet oppover slik at bormelet faller ut av hullet ved egen hjelp. Etter at boret er satt i kjoksen senkes så det innspendte prøvestykket (m/belastning), og man kontrollerer at prøvestykkets sidekant er parallell borskjæreggen i alle retninger. Man senker så prøvestykket og lar dette hvile på skjær-eggen og fjerner forbindelsen med heve-spindelen, slik at prøvestykket + lodd hviler fritt på borskjæret med en vekt av ca. 20 kg. Boret settes så igang og forsøket kjøres i 1 minutt. Boret gjør da ca. 193 - 194 omdreining. Et telleverk D bryter automatisk strømmen etter 193 omdreining.

J-verdien måles i mm borsynk pr. 10 min. Boreddybden ble målt med et spesielt bygget måleor og angir hullybden i $1/100$ mm.



Oppboret prøvestykke.

Sliping av hardmetallstykkene.

Til sliping ble benyttet en liten slipemaskin med en Foss slipeskive type 99 C 100 J 7 V. Denne har en noe finere struktur enn den som benyttes til sliping av vanlige hardmetallbor, og gir en pen slipeflate på boret. Borene som brukes til måling av Sievers J-verdi slipes om etter hver måling. Borene settes i en egen holder som er montert på slipemaskinen, og holderen er forsynt med egen mateskrue for matingen.

6. Slitasjeprøven.

Som nevnt før skal dette forsøket utføres med nedknust bergart som slipepulver. Den bortsiktede fraksjonen - 11,1 mm ble først knust på en konknuser, Morgårdshammer type B-90 og deretter kjørt to ganger gjennom en konknuser Morgårdshammer type B-10. Det nedknuste materialet ble siktet på et 1,2 mm's sikt (14 mesh) og fraksjonen - 1,2 mm ble brukt til slitasjeforsøket.



Slitasjemaskin.

Slitasjemaskinen.

Denne består av en roterende stålskive med et spor for den nedknuste bergartsprøve. Skivens hastighet er ca. 20 omdr. pr. minutt. Sporet er 35 mm bredt og 10 mm dypt. Midlere periferilengde er ca. 1 m og dette gir da en periferihastighet på 0,33 m pr. sek.

Hardmetallprøvestykket som festes i en kjoks er laget av et vanlig borskjær med hardhet Hv30 = 1250. Det er slipt til en sylinderflate med radius 15 mm og lengde 30 mm og veier ca. 110 gram. Kjoksen har en vekt av 11 kg og er opphengt i tynne fjærblad. Den kan bevege seg fritt i vertikal retning ca. 2 - 3 cm, men kan ikke rotere.

Matingen av bergartspulveret besørges av en vibratormater som har en liten silo hvor hele prøven plasseres. Et støvsuger-munnstykke er plassert bak hardmetall-prøvestykket og suger opp bergartspulveret når dette har passert hardmetallet en gang.

Før forsøket ble kjørt ble matingen kontrollert med måleglass og stoppeur. Den skal være så stor at det danner seg en liten voll med bergartskorn foran hardmetallet, samtidig som en del passerer på siden av (hardmetall) prøvestykket. Det skal gå med ca. 50 cm³ gods pr. minutt og forsøket skal kjøres i 5 minutter. Slitasjeverdien er da hardmetallstykkets vekttap i mg. Prøvestykkene veies før og etter forsøket på en analysevekt med nøyaktighet på 0.5 mg.

Det ble kjørt to parallellforsøk med hver prøve.

Korrigerings av sprøhetstallet.

Det målte sprøhetstall korrigeres for pakningsgrad og flisighet.

For pakningsgraden gjelder følgende korreksjonsfaktorer:

Pakningsgrad	0	k. faktor	1,0
"	1	"	1,05
"	2	"	1,10
"	3	"	1,15

Sprøhetstallet korrigeres til flisighet = 1,45 etter følgende formel:

$$S_{1,45} = S_f + (f - 1,45) 70$$

S = sprøhetstall f = flisighetstall.

Prøve	Sprøhets-tall	Pakning grad	k. faktor for p.gr	korrigert sprøhets-tall l.	målt flisighet	korrigert sprøhetstall S 1,45
A	47,5	1	1,05	50	1,25	64
B	48,5	1	1,05	51	1,265	64
C	46,5	0	1,0	46,5	1,325	55
D	45,0	1	1,05	47,3	1,24	62
E	43,5	1	1,05	45,7	1,305	56

Korreksjoner.

Ifølge Handbok i Bergsprängningsteknik og K.H. Fraenkel er definisjonen på borbarhet den borsynkverdi i cm/min. som fåes ved følgende utstyr og betingelser:

Bormaskin:	Atlas Copco RH 656 W (19 kg)
Arbeidstrykk:	6,5 ato. ved maskinen.
Matertrykk:	143 kg
Spylevannstrykk:	4 ato.
Borstål:	7/8" sekskant bor ikke over 2 m langt.
Borskjærdiameter:	33 mm
Borskjærtype:	Enkelt meiselskjær og horisontale hull.

Våre verdier må derfor korrigeres til disse oppgitte verdier med unntak av matetrykket. Dette må korrigeres ned til det matetrykk Lien har brukt ved sine borer (66 kg), da det er ut fra Lien's utstyr borbarhetslaboratoriet på Geologisk Institutt er bygd opp. Lien har også korrigert til Fraenkel verdier med unntak av matetrykket.

Utførelse av de forskjellige korreksjoner.

1. Korreksjon for stikk og slepper.

Ved stikk og slepper som ikke er fylt med jord trekkes bredden på stikket fra den borete lengde. Man regner da at det ikke har tatt noen tid for boret å passere stikket, boret har bare falt igjennom.

Ved stikk og slepper fylt med malakitt, azuritt eller jord måles bredden ved å sette av merke på stigen når sleppen begynner og slutter. Man oppdager sleppen ved at borsynken øker, borkaksen blir brungrøn og rotasjonen nesten opphører. Tidtageren merker seg tiden det tar å bore gjennom sleppen. Korreksjonen består i å trekke sleppens lengde fra boret lengde og trekke den tid det har tatt å bore gjennom sleppen fra hele bortiden.

Den korrigerte borsynk gir et tall for synken i fjell uten stikk og slepper. Denne verdi må kjennes for sammenligningen med borsynkindeksen fra laboratorieforsøkene.

Når det gjelder slitasjeverdier vet vi at sleppene og stikkene fortsetter mot dypet. Slitasjen må derfor regnes å være like stor på større dyp som i dagen. Man slipper derfor å korrigere slitasjeverdiene på grunn av slepper.

2. Korreksjon på grunn av forandring av skjærdiameter.

Denne korreksjon gjøres etter K.H. Fraenkel's fig. 1 b, kap. 6:02, side 8 i Handbok i Bergsprängningsteknik. Man korrigerer her borsynken til en skjærdiameter på 33 mm.

3. Korreksjon for arbeidstrykk.

Borsynken er korrigerert til borsynk ved arbeidstrykk 6,5 ato ved hjelp av korreksjonsfaktorer satt opp av Atlas Copco. Disse bygger på at effekten av trykkluftmaskinene er proporsjonal med kvadratet av det absolutte trykk. Her er benyttet følgende tabell:

Arbeidstrykk, ato.	Korreksjonsfaktor
5	0,80
6	1,00
7	1,20
8	1,40

4. Korreksjon med hensyn til matekraften.

Våre boreforsøk ble kjørt med en Atlas Copco BMT 51 knemater. Dette er den eneste mater som passer til BBC 16 W bormaskinen. Stempeldiameteren her er 60 mm. Vi kjørte med et matetrykk som lå rundt 5 ato, dvs. matekraften lå på ca. 141,5 kg. Ved forsøkene for Lien's licentiatsgrad ble for alle borforsøkene brukt det samme matetrykket. Dette lå på 3 ato, dvs. matekraften lå på 66 kg. Da lab'en vedrørende borbarhetsforsøk på Geologisk Institutt er bygget opp slik at den svarer til det utstyr og de arbeidsbetingelser som Lien brukte, må borsynken ved vårt matetrykk korrigeres ned til en ny borsynk ved 66 kg matetrykk.

For å kunne korrigere for matetrykket må man kjenne hvordan borsynken varierer med hensyn på matekraften for den spesielle bergart. Dette kan man finne ved å kjøre bormaskinen med forskjellig matetrykk, og deretter sette opp en kurve over hvordan synken varierer med matetrykket. Det ble dessverre ikke utført slike målinger under vårt arbeide i feltet, da vi på det tidspunkt ikke var klar over at lab'en var oppbygd for et spesielt matetrykk uten hensyn til bergarten. Ved våre borer ble brukt matetrykk på ca. 5 ato, og vi mener at dette ikke lå noe over det optimale trykk for vårt utstyr.

Ut fra undersøkelser som er gjort i Tyskland (særtrykk Glückauf 1958) viser det seg at borsynken forandrer seg med matetrykket som vist på fig. 7. Forsøkene er her gjort i homogen granit og ellers under helt like arbeidsforhold. De 7 forskjellige kurvene gjelder for 7 ulike bormaskiner fra 18 kg (1) til 62 kg (7). Man antar at de kurver som her er utviklet i prinsippet har gyldighet for alle bergarter. Kurvenes forløp gjennom karakteristiske punkter er uavhengig av bergarten. De skiller seg i det vesentlige fra hverandre bare ved høyden på borsynken. Når ellers like betingelser er tilstede blir kurvene bare parallellforskjøvet.

Kurvene viser tydelig at ved matetrykk over det som gir optimal borsynk vil borsynken først være konstant og så bli mindre. Dette skyldes først og fremst at borets dreietall vil minke ved for stor mating. Dessuten vil ikke slagtalet lenger øke, men stort sett holde seg konstant. Ved matetrykk under det optimale vil borsynken først synke lineært, men etter hvert vil kurven flate ut slik at om matetrykket minker vil det ikke lenger ha så mye å si for borsynken. Dette går best fram av kurvene for maskinene 6 og 7.

Fra Atlas Copco i Stockholm har vi fått resultatet fra en prøveboring med det samme utstyret som vi brukte, dvs. BBC 16 W bormaskin, BMT 51 mater og 33 mm borskjær. Her ble imidlertid materen brukt som knemater og ikke slik som ved våre forsøk hvor den bare ga aksialkraft. Forsøkene ble gjort i en homogen granitt. Hvordan den aksielle matekraften varierer ved varierende oppstillingsvinkel på knemateren går fram av kurven tegnet opp på fig. 8. Dessuten ser man her hvordan borsynken varierer med oppstillingsvinkelen ved arbeidstrykk på 6 ato, 5 ato og 4 ato. Fig. 9 viser kurven for mate-trykk/borsynk fra Atlas Copco's forsøk. Denne kurve er meget steil på grunn av at forsøket ikke er kjørt med bare aksial mating. Kne-matereffekten virker slik at ved lavere matetrykk går en prosentvis større del av effekten med til å holde bormaskin og mater oppe. Det blir derfor mindre igjen til den aksielle del av matekraften. Derfor vil ikke kurven flate ut i så stor grad ved de lavere matetrykk. Vi har ikke nok verdier til å kunne fastslå helt nøyaktig hvor det optimale matetrykk for vårt utstyr ligger.

For overhodet å kunne få et lite innblikk i hvordan borsynken varierte med matetrykket med vårt utstyr og i den aktuelle bergart, har vi prøvd å bruke de variasjoner i matetrykk og borsynk som ble observert under boringen. Ved 3 av de 5 prøvestedene varierte matetrykket en del, det sank jevnt under boringen av en serie (5,2 - 4,6 ato). Vi har derfor på grunnlag av det matetrykk som ble notert for hvert borhull og ved hjelp av de borsynker som ble oppnådd tegnet opp borsynkens variasjon med matetrykket. Se fig. 10. En kurve som representerer middelet av disse kurver er benyttet til å redusere borsynken. Denne kurve fikk en vinkelkoeffisient 0,4, dvs. 0,223 cm/min. pr. kg økt matekraft.

Denne korreksjon er utført bare for at man skal kunne se hvordan den kan gjøres. De kurver som er opptegnet er beheftet med flere feil og usikkerhetsmomenter hvorav spesielt 2 skal nevnes:

1. Matetrykket sank jevnt under boringen av en serie. Samtidig ble naturligvis borstålet slitt slik at synken ble mindre også av den grunn. (Se fig. 9a). Korrigeringskurven skulle derfor ha vært slakere enn den opptegnede.
 2. Den riktige kurve ville aldri ha vist en helt lineær variasjon mellom synk og matetrykk. Spesielt på grunn av utflating ved de lavere matetrykk, vil den riktige verdi for borsynken ved et så lavt matetrykk som 3 ato, være adskillig høyere enn den vi har fått.
5. Korreksjon for bormaskintype.

Korreksjonen fra BBC 16 W til BBC 15 gjøres ved hjelp av borsynkresultater ved Bodås Gruve i Sverige hvor borsynken med BBC 15 ved 33 mm skjær er 50 cm/min. og borsynken med BBC 16 W er 54 cm/min. med samme skjær, arbeidstrykk og matetrykk. K.H. Fraenkel oppgir relasjonstallet mellom BBC 15 og RH 656-W til 1,25. Fraenkel har dessuten gitt borsynken for disse 2 maskiner. Ut fra dette finnes relasjonstallet mellom BBC 16 W og RH 656 W lik 1,35.

Middelverdier av borsynk etter de foretatte korrigeringer.

Borclass	Målte verdier	For slepper	Korrigerings			
			Til bor-skjær-dia. 33mm	Til arb.-trykk 6.5 ato.	Til mate-kraft 66 kg	Til bor-maskin RH 656 4W
	cm/min.	cm/min.	cm/min.	cm/min.	cm/min.	cm/min.
A	48,8	45,7	46,7	56,2	39,7	29,4
B	59,5	51,5	51,5	63,4	47,3	35,0
C	35,9	35,9	35,9	45,4	28,9	21,4
D	48,3	48,3	48,7	63,8	49,3	36,5
E	41,8	38,7	39,0	49,7	33,6	24,9

Sammenstilling av våre resultater fra feltet og laboratoriet.

De resultater som ble oppnådd i feltet er korrigert for flere forskjellige forhold for å kunne sammenlignes med tallene fra laboratoriet. Grunnen til dette er:

1. Det utstyret som ble sendt oppover passet ikke direkte til det oppbygde laboratoriet.
2. Mangler ved utstyr og hjelpemidler i feltet krevde korrigering av de målte verdier.

Til disse korreksjoner er brukt verdier oppgitt av K.H. Fraenkel, Atlas Copco og opplysninger vi har fått fra Institutt for Ingeniørgeologi og Institutt for Anleggsdrift. Av disse faktorer kan det være grunn til å tro at spesielt de som angir forholdet mellom forskjellige maskiners borsynk og de som gir forholdet borsynk/matetrykk er mindre pålitelige.

Det kan synes som en svakhet ved hele prøvemethoden at man ikke har utarbeidet korreksjonsfaktorer for maskintype og matetrykk all den tid lab'en er bygd opp spesielt for en NMV KRS 65 bormaskin med 66 kg matetrykk.

Borsynk i forhold til borsynkindeks.

Kurvene på fig. 11 viser forholdet mellom borsynk og borsynkindeks ved forskjellige korreksjoner.

- Kurve 1 viser forholdet når borsynken er korrigert med hensyn til arbeidstrykk og borskjærdiameter.
- Kurve 2 viser forholdet når borsynken i tillegg er korrigert for matetrykket.
- Kurve 3 viser forholdet når borsynken i tillegg til de ovennevnte korreksjoner også er korrigert fra bormaskin BBC 16 W til RH 656 4 W ved hjelp av den faktor Atlas Copco har oppgitt.

Kurve 4 viser forholdet som Lien kom fram til med boring med Norsk Mekanisk KRS 65. Denne mener Lien kan settes tilnærmet lik Atlas Copco's RH 656 4W.

De 3 kurvene vi har fått kan forklares ut fra 2 forskjellige forutsetninger:

1. Vi forutsetter at Atlas Copco's BBC 16 W bormaskin vil gi 35% større borsynk enn RH 656 4 W. Dette er de tall som Atlas Copco selv oppgir for de 2 maskinene.

Ved denne forutsetning kan resultatene forklares på to måter:

- A. På grunn av for lavt arbeidstrykk har vi fått for liten effekt ut av maskinen. Den korreksjonsfaktor som Atlas Copco har satt opp for arbeidstrykk/borsynk stemmer ikke helt når arbeidstrykket ligger så langt under det normale arbeidstrykk. Resultatet blir at alle våre kurver ligger for lavt i forhold til Liens kurve.
 - B. De korreksjoner som er gjort for matestrykket er for store. Resultatet blir at kurve 2 og kurve 3 ligger for lavt i diagrammet. Det er sannsynlig at disse korreksjoner er litt for store, men hvis kurve 3 skal ligge så høyt opp som Liens kurve kan ikke variasjonene i borsynk være mer enn ca. 5 cm/min. ved forandring av matekraften fra 140 kg til 70 kg. Dvs. den matekraft vi brukte må ha ligget et godt stykke over den optimale matekraft. Ut fra erfaringer fra selve boringen synes denne forklaring lite sannsynlig.
2. Vi forutsetter at BBC 16 W gir like stor borsynk som RH 656 4W. Dette er et resultat man er kommet fram til ved Geologisk Institutt ut fra resultater fra stud.techn. Helge Grinerød's diplomoppgave 1964. Denne oppgave gikk ut på prøveboringer og sammenligning av flere forskjellige maskiner foretatt i Vik i Sogn. Kurve 3 som gjelder korrigerings for bormaskin vil da falle bort, og det endelige resultat vil bli kurve 2. Dvs. våre resultater faller sammen med Liens.

Borslitasje / Borslitasjeindeks.

Fig. 12 viser et korrelasjonsdiagram for borslitasje - borslitasjeindeks. Den oppstiplede linjen er resultatene av A. Landes målinger fra 1954. Han brukte Atlas-utrustning og Coromantbor. Lien benyttet seg av bor fra Stavangerstål og hans kurve vil ligge en tanke under den opptegete. Våre resultater er plottet inn i diagrammet og man ser at stort sett vil middelet falle sammen med kurven. Den spredningen av resultatene som man ser vi har fått kan ha forskjellige årsaker.

Det som imidlertid gir det største utslag, og medfører den største usikkerheten ved prøvemethoden er målingene i marken. Borslitasjen i $\frac{m}{bormeter}$ er avhengig av to ting, nemlig bestemmelse av tidspunktet for omsliping og målingen av hardmetallskjæret. Som nevnt for hadde vi en ganske betydelig propellerslitasje, og kombinasjonen av denne og den vanlige frontslitasjen gjorde at bruken av slipemalen ble vanskelig og kunne lett føre til en usikkerhet på ± 3 m boring.

Når det gjelder selve målingen av skjæret, er også denn. noe uheldig. Man får bare målt slitasjen av det høyeste pkt. på borskjæret og tilsvarende, den største diameter. Når man da har en stor hjørneslitasje og i tillegg stor propellerslitasje både på hardmetallskjær og borstål, vil disse målinger neppe gi det riktige bilde av borslitasjen.

Ved å betrakte diagrammet kan man da anta, forutsatt at våre borslitasjeindekser er nogenlunde riktige, at boringene ved punktene A og B har vært noe for korte og ved C, D og E noe for lange i forhold til tidspunktet for omslipning.

Ved bestemmelsen av slitasjeverdien vil man også kunne få inn en usikkerhet. Hvis det er mye fingods i prøven, vil dette kunne legge seg som en pute foran hardmetallprøvestykket og hindre de større kornene (kvartsen) å slippe til, og man får for små slitasjeverdier.

Vurdering av prøvemethoden.

Undersökelsene i feltet.

- Fordeler:
1. Man kan ut fra få boringer regne seg fram til borsynk og borslitasje.
 2. Den oppstillingen som benyttes gjør at man direkte får lest av den aksiale materkraft.
- Ulemper:
1. Metoden for måling av hardmetallets slitasje gir ikke nøyaktig nok opplysninger om hvor boret er slitt. Metoden passer bare for helt jevn slitasje.
 2. Usikkerhet for bestemmelse av tidspunktet for omsliping.
 3. Lekkasje i oljepotta, i koblinger mellom potta og bormaskinen og i selve maskinen gir ikke uttrykk på manometeret.
 4. Vanskeligheter med å bestemme borsynken ved oppsprukket og sleppete fjell.

Laboratoriemethoden.

- Fordeler:
1. Metoden bygger på bergartsprøver av rimelig størrelse, og hver enkelt prøve kan bestå av en samling håndstykker.
- Ulemper:
1. Bestemmelsen av Sievers borverdi er for dårlig. Ved bergarter med store korn er hulldybden avhengig av på hvilke korn boret settes. Ved lite homogene bergarter, f.eks. med lag av bløtere mineraler vil man måtte foreta en mengde boreforsøk for å få en representativ verdi.
 2. Laboratoriet er bygd opp slik at resultatene bare kan sammenlignes med en bestemt bormaskin, et bestemt arbeidstrykk og et bestemt matetrykk. Dette matetrykk er valgt uten hensyn til de forskjellige bergarters optimale matetrykk.

Beregning av borstållets levetid.

Resultatene fra borplass A kan her ikke benyttes da det her ved en feiltagelse ble benyttet 2 bor, og disse ble på langt nær utboret. Slitasjen for disse bor vil derfor bli relativt for høye (52 og 73 μ /m mot 25 μ /m).

Ved 2 av våre borer (borplass B og C) var diameterslitasjen større enn høydeslitasjen. Vi hadde imidlertid en god del propellerslitasje både på borstålet og hardmetallskjæret, slik at når boret var omslitt for dette ble det aldri nødvendig med diametersliping.

Den levetiden vi her regner ut for hardmetallskjæret er avhengig av sliperen og hans kyndighet. Noe tall for borbrennkassen kan vi heller ikke få. Vi brukte bor på 1.60 m og det er helst på lange hull at denne gjør seg gjeldende. Dessuten boret vi ingen bor helt ut. Disse tall må vi da anta ut fra data fra norske gruver.

Høyden på et nytt hardmetallskjær (33 mm) regnes til 18.5 mm. Når boret er utboret regner vi 8 mm, 10,5 mm kan slites og slipes bort.

	Bor nr.	Høyde Slitasje	Sliping	Samlet	Borm/Slip	Levetid	Middel
Borplass B	1	11,8 μ /m	1000	68,3 μ /m	17,6 m	154 m	
Borplass C	2	8,75 "	1000	52,5 μ /m	22,90 "	200 m	
Borplass D	5	11 "	300	27,5 μ /m	18,25 "	380 m	
Borplass E	6	14 "	400	32,6 μ /m	21,5 "	322 m	
					Sum	1056	260 m

Dette er levetiden for 33 mm meiselskjær. Skal man så overføre dette til 51 og 75 mm krysskjær har man ingen faste regler å gå etter. Imidlertid har erfaring fra gruver og anlegg vist at levetiden vil bli omtrent den samme.

Vi velger å benytte oss av følgende levetider for borstålsutrustning ved våre kostnadsoverslag:

Borkroner:	260 m
Borstenger:	450 m
Hylser:	400 m
Nakker:	1500 m

Levetiden for borstenger kan kanskje synes satt noe høyt. I norske gruver ligger vanligvis denne levetiden likt med eller noe under levetiden for borkroner, men her benyttes normalt skjøtestenger på 1,20 m. Vi skal imidlertid kun benytte oss av stenger på 3,60 m, og vil dermed kunne oppnå en lengere levetid og tilsvarende mindre borkostnader.

Omregning fra BBC 16 W m/33 mm skjær til
Gardner Denver PR 123 J m/50 og 75 mm krysskjær.

1. Bormaskinen.

For å kunne finne et forholdstall mellom BBC 16 W og PR 123 J må vi gå veien om Atlasmaskinen BBC 51 RBL. Fraenkel oppgir i handbok i bergsprengningsteknik et forholdstall på 1,7 mellom BBC 16 W og BBC 51 RBL.

Den Gardner Denver maskin som kan sammenlignes med BBC 51 RBL må være DH 123 J.

Atlas Copco BBC 51 RBL:

Vekt 142,4 lb (64,5 kg)
Stempel 4 3/4"
Luftforbruk 8,3 m³/min.

Gardner Denver DH 123 J:

Vekt 203 lb
Stempel 4 1/2"
Luftforbruk 8,6 m³/min.

Man må her kunne si at DH 123 J er noe kraftigere enn BBC 51 RBL. Vi setter imidlertid at de er like effektive da man ikke har sikre tall å holde seg til.

Gardner Denver oppgir følgende borsynk for DH 123 J og PR 123 J:

DH 123 J:	50 - 75 cm/min	}	1,2 - 1,33
PR 123 J:	60 - 100 cm/min		

Setter vi så at PR 123 J er 1,3 ganger så kraftig som BBC 51 RBL, skulle vi ha dekning for det.

PR 123 J er ca. 3 ganger så kraftig som BBC 16 W.

2. Hullstørrelsen.

Man regner med at borsynken er omvendt proporsjonal med hullarealet.

fra 33 mm skjær til 51 mm (meiselskjær).

33 mm	= 8,55 cm ²	}	0,42
51 mm	= 20,4 cm ²		
33 mm	= 8,55 cm ²	}	0,194
75 mm	= 44,1 cm ²		

Borsynk 51 mm = $\frac{8,55}{20,4}$ · Borsynk 33 mm

Dette gjelder for meiselskjær. Borsynken ved bruk av krysskjær vil ligge noe under. Anslagsvis kan man redusere med 120 - 125 % (6 cm/min.).

	Borsynk	PR 1235	Krysskjær	2"	3"
A	56,2	168,5	135	56,7	26,2
B	63,4	190	140	58,8	27,2
C	45,4	136	109	45,8	21,2
D	63,8	191,5	153	64,4	29,6
E	49,7	149	119	49,5	23,1

Ved våre beregninger skulle da en borsynk på ca. 55 cm/min. for 2" skjær og ca. 30 cm/min. for 3" skjær være passende.

Konklusjon for prøveboring og lab.forsøk.

Laboratoriemetoden som er utviklet ved Institutt for Ingeniørgeologi skal vise at det er lovmessige forhold som bestemmer bergartens borbarhet, og at denne borbarhet kan forutbestemmes ut fra laboratorieforsøk. Til grunn for dette er lagt 2 forskjellige prøveboringer (1954 ved A. Lande og 1959 ved Lien). Her er benyttet forskjellig borutstyr og man har benyttet forskjellig matertrykk. Lande har brukt optimalt matetrykk mens Lien har valgt å bruke et konstant matetrykk uansett bergart. Resultatene er sammenlignet uten at korreksjoner for bormaskin og matetrykk er foretatt.

Resultatene fra våre prøveboringer og laboratorieundersøkelser viser at man ikke kan foreta en direkte sammenligning. Hvis vi skulle bestemme borbarheten ut fra laboratoriemetodens parametre og diagrammer, ville dette gi oss verdier som ligger langt under (ca. 2/3) av de som ble målt i feltet.

Vi mener at for at resultatene skal kunne sammenlignes må man innføre forskjellige korreksjoner. En del av disse korreksjonsfaktorene er som før nevnt meget usikre. De forskjellige bormaskiner oppfører seg forskjellig i ulike bergarter, og man kan derfor ikke kritikkløst overføre effekter oppnådd i en bergart til andre bergarter. Når det gjelder matekraftens innflytelse på borsynken er det her til lands ikke gjort noen undersøkelser på dette område. Av de opplysninger som vi har fått tak i ser det ikke ut til å være noen som kan brukes direkte på vår oppgave.

De tall som vi har kommet fram til etter de to siste korreksjonene kan derfor ikke tillegges noen særlig vekt. Vi har utført korreksjonene som et forslag til hvordan det eventuelt kan gjøres.

Ved beregningen av borsynk og borkrones levetid for andre og større maskiner med krysskjær kan dette ikke gjøres direkte ut fra de tall vi har kommet fram til under prøveboringen. Grunnen til dette er at ingen bormaskinfabrikk oppgir maskinens effektivitet som funksjon av borsynk-indeksen. Heller ikke oppgis kronens levetid som funksjon av borslitasjeindeksen. Våre beregninger av borsynk og kroneslitasje for det grovere utstyr som er aktuelt å bruke bygger derfor helt på tekniske data for de ulike bormaskiner og på erfaringer. De tall vi har kommet fram til må derfor ikke tillegges for stor vekt.

DEL 2

Sammendrag.

Del 2 av det store eksamensarbeidet omfatter beregning av malm for underjordedrift. Dette er en konstruert malm, da malmen hittil bare er påvist og analysert i et profil. I samarbeid med bergingeniør Paulsen er malmen begrenset i lengderetning mellom koordinatene 10.200 og 10.500 i NGU's koordinatsystem. Malmberegningen ga som resultat ca. 1,3 mill tonn malm med en gjennomsnittsgehalt på ca. 1,16 %.

I samtaler med NGU og professor Berge ble man enig om at så sant det lot seg gjøre skulle avbygningemetoden for gruva tillempes slik at mest mulig av utstyret fra dagbruddet kunne benyttes under jord. Det ble derfor et mer utstrakt samarbeide enn den opprinnelige teksten gir uttrykk for. De naturgitte bergtekniske forhold ble vurdert ut fra de opplysninger som forelå, og man antok at åpne rom kunne benyttes under brytningen. Gruva er prosjektert med skivebrytning i øvre etasje og skivepallbrytning i nedre etasje.

Gruva åpnes ved en grunnstoll fra sjøen inn under malmen. Herifra går en spiralort opp i malmen. Gruva er planlagt med 2 styrtsjakter, én for malm og én for gråberg, og to ventilasjonssjakter. Gruvas anleggstid er beregnet til 3 år.

Driftsperioden i gruva er bestemt til tidsrommet 1.11. til 15.4. Det nødvendige belegget i gruva for å holde en årsproduksjon på 100.000 tonn ble 15 mann + 2 diamantborere og 2 på fellesverksted med oppredningen. Brytningseffekten ble da 24,3 t/mann og skift.

Gruvas andel av de totale anleggskostnader (ikke uteanlegg) er beregnet til 4,165 mill kr. Driftskostnadene blir ca. 7,58 kr/t. Av dette utgjør brytning og frakt frem til styrtsjakt 2,98 kr/t. Overslagsmessig kan en si at driftskostnadene for skiverashbrytning vil bli 9,48 kr/t.

Hovedtransporten er beregnet spesielt, og transportkostnadene fra styrtsjakt til oppredningsverk ble ca. 2,00 kr/t inkl. avskrivninger av grunnstoll og malmstyrtsjakt.

Beskrivelse av malmen.

Den malmen som er aktuell for underjordsdrift, ligger noe nord for dagbruddsmalmen og på et dyp av 100 til 200 m. Malmen er en impregnasjonsmalm av den type som er beskrevet under "Soner med bornit, kobberglans og neodigenit" i NGU's rapport 693B.

Malmen var påvist allerede i 1957 ved to diamantborehull som Invex Corporation satte ned, og man har bare analyse-resultater fra disse to hullene. Det øvre av disse borehull, H, skjærer malmen på ca. 120 m dyp og viser en horisontal mektighet på vel 8 m med en gjennomsnittlig gehalt på 1,08 % Cu. Det nedre borehull, hull T, skjærer malmen på et dyp av ca. 185 m. Horisontal mektighet er ca. 19,5 m og gjennomsnitts-gehalt 1,25 % Cu.

Da resultatene fra boringene sommeren 1966 ikke ville bli så tidlig ferdig at de kunne benyttes i denne oppgave, ble malmens videre utstrekning antatt. Bergingeniør Paulsen fastsatte malmens grenser i lengderetningen til koordinatene 10.200 og 10.500. Sommeren 1966 ble det foretatt 2 boringer etter denne malmen i profilene 10.250 og 10.325, og ved gjennomgåing av disse diamantborekjernene ble malmen påvist på omtrent samme dyp som i hullene H og T.

Et tverrsnitt av malmen ser kileformig ut, sidenes helning er ca. $2,5^{\circ}$ og 7° med vertikalen, og avstanden mellom skjæringene for diamantborehullene er ca. 65 m. For å få en begrensning på malmen i vertikal retning, har jeg forlenget malmen ca. 10 m oppover og ca. 15 m nedover, og deretter gitt den en linseformig avslutning. Den totale høyde av malmen er således blitt ca. 103 m. På samme måte er avslutningene gjort i lengderetningen. Den totale lengde er da ca. 340 m. Denne malmen er dannet på samme måte som dagmalmen, og man kan derfor anta at deres avslutninger vil se likedanne ut. Kartet for dagmalmen har slike linseformige avslutninger.

Man må imidlertid regne det som meget sannsynlig at malmen vil fortsette mot dypet, siden mektigheten i denne retning er stadig økende. For å få noe å regne ut fra, må jeg gi malmen en endelig utforming, og alt som er gjort senere i oppgaven, er med hensyn på denne malmform og størrelse, se fig. 13.

Malmberegning.

Mål: Største mektighet = 21 m
 Høyde = 103 m
 Største lengde = 340 m

Totalt tonnntall.

Beregning av tverrsnittsareal.

Malmtverrsnittet tegnes opp på rutepapir i målestokk.

Del A.

$$\begin{array}{rcl}
 A_1 & = & \frac{21 + 8}{2} \cdot 78 \quad 1.106 \text{ m}^2 \\
 A_2 & = & 35 \text{ "} \\
 A_3 & = & 309 \text{ "} \\
 \hline
 \text{Sum tverrsnittsareal A} & = & 1.450 \text{ m}^2
 \end{array}$$

Dette tverrsnitt forekommer over 310 m av malmen.

$$\text{Volum del A} = 1.450 \cdot 310 = 450.000 \text{ m}^3$$

Del B.

$$\begin{array}{rcl}
 B_1 & = & 1.106 \cdot 3,25 = 3.600 \text{ m}^3 \\
 B_2 & = & \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot 78(10,5^2 + 10,5 \cdot 4 + 4^2) = 6.850 \text{ "} \\
 B_3 & = & 239 \text{ m}^3 + 4.485 \text{ m}^3 = 4.724 \text{ "} \\
 \hline
 \text{Sum} & & = 15.174 \text{ m}^3
 \end{array}$$

Del C = Del B.

$$\text{Samlet volum: } (450.000 + 2 \cdot 15.174) \text{ m}^3 = 480.350 \text{ m}^3$$

Under våre lab.undersøkelser er spesifikk vekt for malmen målt til $S = 2,72 \text{ g/cm}^3$. Man må anta at denne vil forandre seg noe med Cu-gehalten, men da vi ikke har noen mulighet til å måle dette, vil det i beregningene benyttes denne verdi.

Antall tonn malm blir da:

$$T = 480.350 \cdot 2,72 = 1.315.000 \text{ tonn}$$

Totalt tonnaltall Cu.

Jeg har bare analyseresultater fra to av diamantborehullene. Dette er Invexhullene H og T. Ved å regne med en marginalgrense på 0,45 % Cu fåes gjennomsnittlig gehalt i

hull H: $A = 1,08 \text{ \% Cu}$, mektighet 9,1 m

hull T: $T = 1,25 \text{ \% Cu}$, mektighet 20,0 m

Tegner opp et nytt tverrsnitt med målene:

$$\frac{22 + 8}{2} \cdot 96,6 = 1.450 \text{ m}^2$$

Malmens lengde settes til $480.000/1.450 = 332 \text{ m}$

Figur:

$$\text{Gehalt} \quad A = 1,08 + \frac{1,25-1,08}{96,6} h$$

$$\text{Mektighet} \quad H = 8 + \frac{22-8}{96,6} \cdot h$$

$$\text{Spesifikk vekt} \quad S = 2,72 \text{ g/cm}^3 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$\text{Malmens lengde} \quad L = 332 \text{ m}$$

$$T_{\text{Cu}} = \frac{332}{100} \cdot 2,72 \left(1,08 + \frac{1,25-1,08}{96,6} h \right) \left(8 + \frac{22-8}{96,6} h \right) dh$$

$$= \frac{9}{96,6} \left(8,65 \cdot h + 0,085 \cdot h^2 + 0,000085 \cdot h^3 \right) = 9,17$$

$$T_{\text{Cu}} = 15.320 \text{ t Cu}$$

Gjennomsnittlig gehalt:

$$A = (15.320 \cdot 100) / 1.315.000 = 1,165 \text{ \% Cu}$$

Bergtekniske forhold.

Borbarhet.

Bergartens borbarhet er behandlet i del 1 av dette arbeidet og vil ikke bli gjentatt her.

Sprengbarhet.

Bestemmende målbare faktorer for sprengbarheten er bl.a. sprøhetstallet, glimmerinnholdet og drifteretningen av stoffen i forhold til strukturetningen i de glimmerrike bergarter. Ved siden av dette kommer også bergtrykk, og stikk og sløpper i berget.

Bergarter med sprøhetstall mellom 35 og 70-80 regnes å ha god sprengbarhet. Over 70-80 virker bergarten død. Glimermengder reduserer sprengbarheten, særlig der hvor man har planstruktur med glimmerlag.

"Arkositens" sprøhetstall sammen med pakningsgraden, skulle tilsi god sprengbarhet. De mengder av glimmer som finnes i denne vil neppe ha noen reduserende virkning. Bergtrykket på gruvas dyp, 100-200 m vil heller ikke forandre dette forhold. Stikk og sprekker som finnes vil være energi-absorberende, men alt i alt vil de virke befordrende på sprengbarheten.

Ut fra formel for sprengstofforbruk $q = 1,2 \left(\frac{8}{\sqrt{A}} + 10 \right)$, utarbeidet av siv.ing. Jorstadgjeldende for 2" hull vil en ved f.eks. 14 m² stoll få et sprengstoffbehov på ca. 850 - 900 g/t.

Bergtrykk og fjellets holdfasthet.

Normalt vil ikke bergtrykk på dette dyp skape noen vansker for driften. Det vil bare ha en stabiliserende virkning.

Hvordan forholdene i berget eller ser, f.eks. når det gjelder oppsprekking og oppknusing, vet man svært lite. I dagen har man kartlagt en forkastningssone, og en antakelse går ut på at malmen er avsatt langs denne. Normalt pleier slike forkastningssoner å medføre dårlig fjell, men ikke nødvendigvis.

I Fosdalen har man satt opp en gradering på fjellets godhet ut fra diamantborekjerner.

1. Soner med dårlig fjell (liten holdfasthet) = soner hvor diamantborekjernebitene stort sett er under 5 cm.
2. Soner med middels godt fjell (tendens til svak holdfasthet) = soner med kjerne mellom 5 og 10 cm.
3. Soner med ~~middels~~ godt fjell. Kjernebiter over 10 cm lengde.

Dette er forhold som spesielt gjelder for fjellet og bergarten som finnes i Fosdalen, og det kan ikke direkte overføres til andre forhold. Skulle en imidlertid gjøre dette, vil arkosetten på ca. 200 m dyp komme inn under pkt. 2 med middels godt fjell. Stort sett var kjernebitlengdene 5-10 cm og nærmest opp mot 10 cm.

Som nevnt, vet man lite om disse forhold foreløpig, men man bør kunne anta at det er normalt bra holdfasthet i fjellet. Bergarten i seg selv er ganske homogen og uten f.eks. glimmer, serpentin osv. i lag som ville virke forsvakende på fjellet.

Avbygning av malmen.

Valg av avbygningsmetode.

Når avbygningsmetode for gruva skal velges, har man følgende krav som man må ta hensyn til:

1. Brytningen under jord holdes gående bare i vinterhalvåret med det belegg som blir frigjort fra dagbruddsdriften og eventuelt med et så stort helårsbelegg som måtte være nødvendig for å holde tritt med oppførings- og tilredningsarbeidet.
2. Avbygningsmetoden for gruva skal velges slik at mest mulig av utstyret fra dagbruddet skal kunne benyttes i underjordsdriften.
3. Fjelllets holdfasthet på gjeldende dyp.

Kravet fra pkt. 1 betyr at det må være en høyt mekanisert drift med høy produksjon pr. mann og skift. Pkt. 2 vil kreve at laste- og transportortene må være store, det må være få arbeidsplasser og høy produksjon pr. arbeidsplass.

Når man går ut fra disse krav, og samtidig tar hensyn til malmens form og mektighet, kan følgende forslag for avbygningsmetoder settes opp:

1. Skive/skivepallbrytning.
2. Skiverasbrytning.
3. Gjenfyllingsbrytning.

Skive/skivepallbrytning.

Denne avbygningsmetoden tilfredsetter alle de krav vi har stillet. Metoden har en høy produksjon pr. mann og skift. Boring, skyting og lasting kan skje uavhengig av hverandre. Sikkerheten er stor. Man har muligheter for selektiv brytning hvis det skulle være ønskelig.

Av særlige ulemper til metoden kan nevnes at den krever en viss styrke av hengen, og størrelsen av de åpne rom må innrettes etter fjelllets holdfasthet.

Skiverasbrytning.

Denne metoden har omtrent de samme fordeler som den forrige men man vil få flere arbeidsplasser og mindre produksjon pr. arbeidsplass. Man vil også få en viss gråberg-inn-

blanding ved ras fra hengen. Metoden har også en ganske omfattende tilredning og vil falle endel kostbarere enn skivepallbrytning. Metoden velges hvis det viser seg at fjelllets holdfasthet er for svak for åpne rom.

Gjenfyllingsbrytning.

Dette må bli en gjenfyllingsbrytning med gjensetting av fester. Man må regne med ganske store malstap. Brytningen vil skje ved takstrossing, og vil derved få en vesentlig mindre sikkerhet. Man får ekstrakostninger med gjenfyllingsmaterialet, og man kan ikke regne med så stor produksjon pr. mann og skift som de to foregående metodene. Spesielle fordeler ved metoden er at man har ganske liten tilredning og selektiv brytning er mulig. Som gjenfyllingsmateriale brukes utskutt gråberg fra gruva.

Generelle betraktninger om malmens åpning
og inndeling.

Generelle betraktninger om malmens åpning og inndeling.

Åpning.

Malmen ligger på et dyp av 100 til 200 m under dagoverflaten og like i nærheten av dagmalmen. Det skal være felles styrtsjakt for malm og felles transportanlegg for gruve og dagbrudd. Det skal brytes vekselvis i dagbrudd og gruve sommer og vinterhalvåret. Med andre ord: det er ikke nødvendig med noen daglig kommunikasjon mellom de to arbeidsplassene. På grunn av snø- og værforhold vil dagbruddet og veien opp til dette være avstengt i vinterhalvåret. Malmen kan da åpnes fra flere kanter.

- A. Ned fra dagbruddet
- B. opp fra grunnstollen
- C. Åpning begge veier.

Som nevnt foran, har man intet behov for noen utstrakt ferdsel mellom dagbrudd og gruve. Utstyret skal fraktes kun to ganger i året, vår og høst. Pkt. A vil derfor ikke være særlig aktuelt da driving nedover både er mer kostbar og mer tidskrevende. Man kan da for pkt. C's vedkommende drive seg opp fra grunnstollen og helt opp i dagen med sjakt, eventuelt faringsort. Dette ville være løsningen hvis gruve og dagbrudd skulle være i drift samtidig, slik at utstyret skulle alternere mellom arbeidsplassene. Dette er imidlertid ikke tilfelle, og faringsort/sjakt opp i dagen vil ikke være nødvendig og vil bare fordyre anlegget. Vi står da igjen med den løsning å åpne gruva fra grunnstollen.

Vi velger da å drive opp en spiralort fra grunnstollnivået (nærmere omtalt senere) og opp i sentrum av malmen. Fra toppen av spiralorta går ventilasjonsjakter opp i dagen. Malmstyrtsjakta legges i gråberget mellom dagbruddsmalmen og underjordsmalmen. Styrtsjakt for gråberg fra gruva anlegges i forbindelse med spiralorta og samtidig som denne

Inndeling av malmen. Oppfaring og tilredning.

Siden man vet så lite om fjellets styrke på det dyp hvor gruva skal ligge, kan ikke brytningsmetoden bli endelig bestemt. Jeg antar her at fjellet er sterkt nok til skivepallbrytning. Disse spørsmål vil en få svar på under driving av grunnstøll og spiralort, og den endelige avgjørelse kan da tas når man kommer opp i malm. Dette krever selvfølgelig at man har ferdige planer for både skivepallbrytning og skiverasbrytning.

Malmens hovedmål er følgende: lengde 340 m, høyde 105 m, største mæktighet 21 m. Det vil her være tilstrekkelig med 2 laste/transportnivåer, ett i liggen på malmen og ett ca. 45 m over dette (såleavstand 45 m). Man vil da få tilnærmet samme produksjon pr. vifte på begge etasjer. Den øvre delen vil være smalere og høyere (10;15 m mæktighet og 60 m høy) og man må her legge inn en mellomort for boring. Ortene drives ut fra spiralen som kommer opp i sentrum av malmen. Fra hvert laste/transportnivå blir det utslag ut til malmstyrtsjakta. Den øvre del av malmen tenkes så drevet som langhulls-skivebrytning, mens nedre del som skivepallbrytning med gjensetting av fester, se fig. 14.

For at malmen skal kunne avbygges som langhulls-skivebrytning må malmen oppføres helt ut til malmgrensene, og brytningen må skje ved tilbaketrekking mot sentrumspillaren med spiralorta.

Nedre del hvor det blir regulær skivepalldrift vil bli noe mer fleksibel, da det ikke spiller noen rolle hvilke deler som tas først.

Oppboringen av malmen vil foregå fra 3 boreorter, 1 for nedre del og 2 for øvre del av malmen. Til oppboringen benyttes en borjumbo som også kan brukes til oppfarings-

arbeidet. Alle boreortene vil ligge i malm. Dimensjonene blir $h = 4,5$ m, $b = 5$ m (areal = $22,5 \text{ m}^2$). Man har valgt et så stort tverrsnitt for at det skal være mulig å benytte 12' skjøtestål under langhullsboringen og dermed få lavere bormeterkostnad. Driving av såvidt store orter vil også relativt bli billigere, og siden de drives i malm, vil man ha arbeidet betalt.

For lasting og transport må man benytte utstyr som også kan brukes i dagbruddet. Det kan her bli snakk om hjul-lastere og trucker her. Disse vil også kreve store ort-tverrsnitt, og også disse ortene må helst ligge i malm. Tverrsnittet velges til 20 m^2 ($h = 4$ m, $b = 5$ m) for transportortene for at truckene skal få nok bevegeleserom og dermed kan holde større hastigheter. Malms maktighet på øvre transportnivå er ca. 16 m. Ved å legge bore- og transportortene med 6 m avstand, vil begge disse ligge i malm. Lastortene drives med samme tverrsnitt som transportortene og med en innbyrdes avstand på 10 m (gjennomsnittstall fra svenske gruver).

Man setter de samme mål på ortene for nedre laste transport nivå. Disse ortene vil imidlertid ligge i gråberg.

For størrelsen på rom og fester settes følgende mål, (se fig. 14):

Sentrumpillar (m/spiralort)	: 40 m x maktigheten
Etasjeskive	: 10 m tykk
Åpne rom i skivepallbrytningen:	45 m x maktigheten
Pillarer i skivepallbrytningen:	10 m x maktigheten

Åpningsskivene for skivepallene drives som langhullstiger. Dette faller betydelig billigere enn Alimak-driving ved denne ortlengde.

Brytning.

Brytningen kan først starte etter at alle åpningsarbeider er avsluttet): grunnstøll inn under malmen, malmstyrtsjakt opp i dagen og spiralort opp til boreort 3 (går samtidig). Ventilasjonssjakter opp i dagen (styrtsjakt for gråberg drives parallelt med spiralort).

Det første som gjøres etter at dette er utført blir oppfaring og tilredning av bore- laste og transportorter på nederste nivå. Det vil da være tilstrekkelig å drive seg inn til f.eks. første pillar): ca. 50 m. Deretter må noe av boreort 2 drives slik at man kan begynne å bore på åpningskiva. Denne legges da inn til sentrumspillaren for at brytningen kan starte fortrest mulig. Når skiva er ferdigboret og skutt opp til etasjefestet, kan vifteboringen starte. Etter at brytningen så er kommet i godt gjenge kan oppfaring og brytning drives parallelt.

Siden man ikke kan få noen produksjon fra øvre nivå før all oppfaring og tilredning der er klar helt ut til malmgrensen, vil produksjonen den første tiden komme fra nedre nivå. Man kan da f.eks. innrette seg slik at oppfaring- og tilredningsarbeide på nedre nivå ligger ca. 2 måneder foran brytningen. Den tid man får ledig etter brytning og tilhørende oppfaring/tilredningsarbeider for å holde årsproduksjonen på 100.000 t, brukes da til å oppfare den øvre del av malmen. De første årene vil det da også bli nødvendig å la oppfaringarbeidene fortsette om sommeren mens driften er overflyttet til dagbruddet. Dagbruddet skal ha en årsproduksjon på 200.000 t. Dette vil si at dagbruddet vil få en skiftproduksjon på nær det dobbelte av gruva. Hovedtransportanlegget må dimensjoneres etter denne produksjonen, og det vil da bli ledig kapasitet om vinteren. Det er derfor naturlig at mest mulig av oppfaringarbeidet utføres om vinteren, og at det bare i nødsfall gjøres om sommeren.

Når gruva er utdrevet, vil man stå igjen med sentrums-
pillaren, etasjeskiva hvor man nå antageligvis har grå-
bergblokker i boreortene, og pillarene mellom de åpne
rom i nedre del av gruva. Man kan røve alle disse festene
uten å få for store malntap og for mye gråberginnblanding.
Etasjefestet børes opp fra øvre transportert. Pillarene
børes fra nedre boreort, (dette kan godt gjøres samtidig
som viftene børes, hvis det er tid nok). Sentrumpillaren
børes opp fra spiralorta. Nå blir det vanskelig å skyte
det hele samtidig. Man må da ta det etappevis fra hver
ende, f.eks. etasjeskive og pillar 50 m om gangen. Sentrum
pillaren må tas i en salve.

Ved å foreta en planmessig utlastning skulle man kunne
oppnå å holde de større gråbergblokkene på toppen av de
utskutte massene, og da redusere gråberginnblandinga til
det mininale.

Malntap og gråberginnblanding anslås til det samme, ca.
2½ - 3 %.

Utstyr.

6.A. Utstyr.

Valg av utstyr.

Så sant det lot seg gjøre skulle utstyr og driftsmåte for gruva velges slik at man kunne benytte utstyret både i dagbruddet og i gruva.

Når det gjelder boreutstyret, er dette normalt noe grovere i dagbrudd. I gruvene benyttes vanligvis 2" hull, mens dagbruddene benytter 3", 4" og oppover. I dagbrudd må det brukes beltegående borjumboer, mens disse ikke er særlig hensiktsmessige i gruva. Vi kom derfor til det resultat at på dette området må gruve og dagbrudd ha hvert sitt utstyr. Dessuten ville det være behov for oppfaringsarbeider om sommeren, slik at boreutstyret ikke ville kunne fjernes fra gruva.

For gruvas vedkommende var det om å gjøre å finne en universalrigg som både kunne benyttes for stolldriving under anleggsperioden og senere både kunne nyttes i oppfaringsarbeidet og i vifteboringen. Normalt er ikke borjumboer for tunneldriving dimensjonert for større utstyr enn det som trengs for 4-5 m hull. Etter en del undersøkelser fantes imidlertid en slik universaljumbo som kunne bygges opp etter behov. Denne leveres av A/S Motordrift og kalles "Brakar". Den kan utstyres med 3 stk. bormaskiner pluss lade- og renskekurv. Bormaskiner, matere og benner er levert av Gardner-Denver. Gardner-Denver ved A/S Motordrift leverer også den beltegående Air-Track-riggen. Boreutstyret er forøvrig det samme.

Vi kom da til det resultat at ved innkjøp av 1 stk. Brakar borjumbo med 2 maskiner og et Air-Track understell + reservemateriale ville vårt behov være dekket. Det oppfaringsarbeidet som måtte gjøres om sommeren vil da bli utført med Brakar med bare en maskin, mens den andre monteres på Air-Track understellet og brukes i dagbruddet.

Når det gjelder valg av transport og lasteutstyr for gruve- og dagbrudd, begrenser dette seg til hjullastere og trucker i vårt tilfelle. Av trucker er det mange slag og størrelser. Vi kom fram til at den mest hensiktsmessige for oss, både når det gjalt størrelse og økonomi var Kirunastruck K-162 med lasteevne 21 tonn.

Av hjullastere er det også mange typer. Gruver og anleggsfirmaer anbefalte særlig et merke, nemlig Caterpillar. Den størrelse som passet best til K-162 var type Cat 980. Denne har skuffvolum på ca. $3,4 \text{ m}^3$, og det vil da ta ca. 5-6 skuffer for å fylle en K-162 som er et normalt forhold.

Annet utstyr som er nødvendig er befraktningsmiddel for sprengstoff og ladeapparat. Til dette velges å anskaffe en traktor med tilhenger. Denne blir også felles for både gruve og dagbrudd. Ved å anskaffe en ekstra tilhenger vil traktoren også kunne benyttes til personbefraktning når denne innredes for dette formål.

Ladeapparatet er fra Pneumatisk Transport A.B. og rommer 250 liter.

Dessuten er det behov for sprettbormaskiner og maskiner for ulike formål (bolting, montasje etc.), Alt det mindre utstyret vil ikke gis noe nærmere beskrivelse.

Alimakheis og annet spesialutstyr beskrives under de kapitler som omhandler det de benyttes til.

Utstyret for hovedtransporten er behandlet i dette kapitlet

Tekniske data om utstyret.

"Brakar" borjumbo har egen framdriftsmotor og tohjuladrift. Kan monteres fra 2 til 4 bommer. Her skal det benyttes 2 bommer + lade- og rensekurv. 1 operatør. Kan benyttes i tunneltverrsnitt fra 10 til 75 m², dessuten i langhulls-boring. For bruk i vifteboring kan man innrette seg slik at man kan bore på to vifter samtidig.

- Bedford dieselmotor, serie 200, 3,6 ltr. 68 HK v/2600 o/m
- Transmisjon, Allison Converter, Type TRT 2220-3 med 2 mekaniske oversetninger forover og bakover.
- Hastigheter, forover 1 gear maks 8 km/t
2 gear maks 22 "
bakover 1 gear maks 8,2 "
2 gear maks 22,5 "
- Styling, hydraulisk hjelpestyling
- Dekk, Michelin XL 12,00 x 20 m/slange
- Bremsor, hydraulisk virkende fotbrems på bakhjul, mekanisk virkende parkeringsbrems på mellomaksel
- Elektrisk anlegg 12 v
- Elektrisk utstyr, 2 kjørellys foran, 2 ryggelys
- Ramme av bokskonstruksjon som bærer bl.a. støttelabb-enhet med hydrauliske sylindere, motvektkasse, kontroll-panel for manøvrering av 2 bommer m/boreutstyr og 1 med kurv.
- Bontype Rota-bom JTG
- Motor, kjedemotor MUM 6½ HK motor
- Bormaskin, PR 123 J stempeldiameter 4½", vekt ca. 130 kg luftforbruk 10,75 m³/min., spylevann ca. 25 l/min.
- Borestål, Hi-Leed CL5-1400 V. Stangdimn. 1 1/4", lengde 12'
- Kroner, Sandvik Coromant 2" (51 mm)
- Totalt trykkluftbehov.
2 Bommer 15 m³/min) 36,5 m³/min
2 Bormaskiner 21,5 ")
Pris: kr. 350.000,-
Produsent og forhandler: A/S Motordrift, Oslo.

Hjullaster Caterpillar 980.

Lengde	7,60 m
Høyde	3,20 "
Bredde	2,90 "
Vekt	19,7 tonn
Skuffevolum (steinskuffe)	3,44 m ³
Maks. løftehøyde	4,11 m
Min. svingradius	6,7 m (hjul) 7,25 m (skuff)
Motor	Caterpillar diesel 235 HK v/2300 o/min m/avgassvaskere
Dekk	23,5 x 25 slangeløse
Styring	Hydraulisk hjelpestyring
Transmisjon	4 gear forover, 3 gear bakover
Hastigheter	1. gear: 2. gear: 3. gear: 4. gear:
forover	6,4 km/t 11,4 km/t 21 km/t 42 km/t
bakover	8,2 " 14,6 " 26,7 "
Brennstoff tank	360 ltr.
Lys:	Frontlys, arbeidslys, ryggelys
Steinskuffe	V-format, laget av HF-stål (slitestærkt) størrelse: 3,44 m ³ , bredde 3,2 m Pris: kr. 400.000,- Forhandler: A/S Pay og Brinck, Oslo.

Kiruna truck K-162.

Lengde	7,42 m
Høyde	2,10 m
Bredde	3,0 m
Kassevolum	14 m ³
Lastekapasitet	21 t
Vekt	12 t
Min. svingradius	ca. 7 m
Motor	Volvo diesel 162 HK v/2400 o/min.
Dekk	1600 x 25/24 m/avgassvasker (OXY-France DH 120)
Styring	Hydraulisk hjelpestyring

Transmisjon	CRt 3531		
Hastigheter	1. gear	2. gear	3. gear
	5 km/t	14 km/t	40 km/t

På middels god veg regnes følgende kjørehastigheter:

Lastet: 23 km/t, Tom: 27 km/t

Lys Frontlys. Bøvegelige arbeidsllys kan monteres.

Pris ca. kr. 260.000,-

Forhandler Lehmkuhls Verksteder, Oslo.

Kapasiteter for lasting og transport.

Omregnede data fra svenske gruver:

Last og løp med Cat. 980

Operasjonsteg	Min/skop for ulike t ³ transportøvetander			
	50 m	100 m	200 m	300 m
Fylle skop	0,40	0,40	0,40	0,40
Last frakt	0,60	1,20	2,40	3,60
Tømme	0,13	0,13	0,13	0,13
Tom frakt	0,50	1,00	2,00	3,00
Forstyrrelser	0,40	0,40	0,40	0,40
	2,03	3,13	5,23	7,53

Skop 1,45 m³ 4 t

Kap.pr.arb.t. m ³	43	27,8	16,6	8,0
pr. skift "	229	148	88,8	61,5
pr. skift t	622	405	242	167

Cat 980: Skopstyrrelse	3,44 m ³
Fyllingsgrad	0,65
m ³ /utskutt m ³	0,65
m ³ pr. skop	1,45 m ³

Tapstider: Faring på og av skift	50 min.
Faring ved matpause+mat	50 "
Div. forstyrrelser	60 "
	160 min.

Effektiv arb.tid: 400 - 160 = 320 min.

Lasting og transport med Cat 980 og 1 Kirunatruck.Kirunatruck:

Kassevolum 14 m³, lasteevne 21 t
 Fyllningsgrad 0,9) : 12-12,5 m³ (8 fm³) 20 t
 Skopvolum 3,44 m³ = 1,45 fm³ = 4 t
 Antall skoper pr. kasse: 5 stk.

Operasjonssteg	Min. pr. truck for ulike transportveger			
	100	200	300	400
Fyll skop	2,25	2,25	2,25	2,25
Last frakt	1,20	1,20	1,20	1,20
Tyøms	0,50	0,50	0,50	0,50
Tom frakt	1,05	1,05	1,05	1,05
Vente truck	2,50	3,10	4,90	5,70
Div. forstyrrelser	1,50	1,50	1,50	1,50
	9,00	9,60	11,40	12,20

Kapasitet pr. off. arb.time 1 fm ³	53,5	50,0	42,2	39,4
pr. skift 1 fm ³	285	266	229	210
pr. skift 1 t	775	724	622	570

Med bruk av 2 Kirunatrucker blir kapasiteten:

	100 m	200 m	300 m	400 m
fm ³ /h	63,5	68,5	64,5	63,0
fm ³ /skift	339	366	344	342
t/ skift	920	995	935	946

Kostnader.Kiruna-truck K-162.

Levetid	15.000 driftstimer	
Levetid dekk	1.400	"
Pris K-truck komplett	kr. 360.000,-	
- dekk	" 20.000,-	
	kr. 340.000,-	

Pris banepålegging 4 dekk	kr. 8.000,-
Levetid banepålagte dekk 850 driftstimer	
Dekkutgift pr. driftstime	kr. 12,50

Avskrivninger 340.000/15.000	22,60 kr/driftst.
Renter + assurance	4,00 "
	26,60 kr/driftst.

Driftskostnader.

Drivstoff (dieselolje) 12 l/time	2,10 kr/driftst.
Olje, smøring etc.	1,50 "
Filter	0,25 "
Vedlikeh. og rep. inkl. rep. lønn	13,20 "
Dekk	12,50 "
	30,85 kr/driftst.

Kjørerlønn 1 mann + 2 trucker	9,50
1 mann + 1 truck	19,-

Totalutgift pr. driftstime:	
1 mann 2 trucker	66,95 kr/driftst.
1 mann 1 truck	
	75,45 kr/driftst.

Cat 980.

Levetid	10.000 driftstimer	
Levetid dekk:		
ved last og bær	1.000	"
ved last	900	"
Pris Cat 980	kr. 400.000,-	
- dekk	" 40.000,-	
	kr. 360.000,-	

Banepålegging 4 dekk kr. 16.000,-

Løvetid dekk etter banepålegging: 600 og 540 dr.timer

Dekkgifter pr. driftstime

ved last og her 35 kr/dr.time

ved last 39 "

Eiers kostnader.

Avskrivning 360.000/10.000

36,- kr/driftst.

Renter og assurance

5,- "

41,- kr/driftst.

Driftkostnader.

Drivstoff 20 l/time

5,00 kr/driftst.

Olje, smøring etc.

1,80 "

Filter

0,30 "

Vedlikeh. og rep.inkl.replønn

21,60 "

Dekk ved last og her

35,00 "

Arbeidslønn

19,00 "

Total utgift pr. driftstime

123,70 kr/driftst.

Når maskinen brukes bare til last

127,70 kr/driftst.

Boring med Brakar.

Tids skjema for boringen:

Tapstider: Faring, lønpehu etc.

hver veg 25 min

50 min

Drifts- og pers.tapst.

90 "

Mat og gangtid

50 "

190 min.

Effektiv boretid: 480 - 190 min

290 min

Produsent oppgir 20-30 km/time pr. maskin

Samlet boring pr. skift (290/60). 20. 2 180 km/skift.

Kostnader ved boring.

Priser: PR 123 J	ca. kr. 18.000,-
Mater	" 15.000,-
Rotabom	" 47.000,-
Junbo	" 190.000,-
2" kroner	" 156,-
12' skjøtestenger	" 400,-
Hylser	" 65,-
Nakkestenger	" 178,-

Levetider:

PR 123 J	3 år = 110.000 km
Mater	2 år = 75.000 "
Rotabom	5 år = 185.000 "
Junbo	8 år = 300.000 "
Borstenger	12' = 450 "
Hylser	400 "
Nakker	1.500 "
Kroner	260 "

Reserve-del-lager for boringen.

Fra anleggstiden av bør man ha følgende konstant på lager:

1 stk. PR 123 J	kr. 18.000,-
1 stk. mater	" 15.000,-
20 stk. 2" kroner	" 3.200,-
4 stk. skjøtestenger	" 1.600,-
4 stk. hylser	" 340,-
2 stk. nakker	" 360,-
Sum	kr. 38.500,-

Her regnes da å ha med 10 kroner inn på hvert skift, mens 10 er til sliping og 10 på lager.

For brytingen:

1 stk. PR 123 J	kr. 18.000,-
1 stk. water	" 15.000,-
30 stk. kroner	" 4.800,-
10 stk. skjøtestenger	" 4.000,-
15 stk. hylser	" 1.300,-
2 stk. nakker	" 360,-
Sum	<u>kr. 43.460,-</u>

lagerrente 7 %

3.000 kr/år

0,10 kr/m

Driftskostnader.

Avskrivninger:

Bormaskin	18.000/110.000	0,16 kr/bm	
Moter	15.000/ 75.000	0,20 "	
Bom	47.000/185.000	0,25 "	
Jumbo	190.000/300.000	0,64 "	1,25 kr/bm

Forbrukeborutstyr:

Kroner	156/260	0,634kr/bm	
Stenger	400/450	0,89 "	
Hylser	85/400	0,21 "	
Nakker	178/1500	0,12 "	1,844 "

Driftsutgifter:

Slipeskive pris kr. 25,-			
10 slip pr. skive 18 m pr.			
slip	0,14 kr/bm		
olje, gjengefett	0,30 "		
slanger, rør etc.	0,15 "		
trykkluft	0,85 "	1,44 "	

Vedlikehold og rep.utgifter:

Delforbruk bormaskin	0,30 kr/bm		
moter	0,25 "		
Jumbo og bom	0,20 "		
Mekaniker og verksted	0,30 "	0,95 "	
Sum		5,48 kr/bm	

Renter 7 %	0,38 "
Renter lager	0,10 "

Sum 5,96 kr/bm

Borerlønn inkl. sos.ensk.	kr. 35.000 pr. år
):	kr. 152 pr. skift
=	0,845 kr/bm.
Borekostnader inkl. lønn	6,81 kr/bm.

Kompressorstasjon

Valg av kompressorstasjonens beliggenhet.

Det er et krav at stasjonen må ligge i dagen eller nær dagen for at man skal få lufttilførsel nok til kompressorene.

For driving av transportstollen er det en fordel at kompressorstasjonen ligger ved stollens utgang. For gruvedriften og dagbruddsdrifter er imidlertid ikke dette noen fordel, da man vil få ca. 4 km. transport av trykkluften med tilhørende trykktap.

Man har da den mulighet at kompressorstasjonen legges i forbindelse med dagbruddet. Da må imidlertid kompressorene flyttes etter at transportstoll, spiralort, styrt-sjakt o.l. er ferdig drevet. Dessuten må veien opp til dagbruddet holdes oppe om vinteren.

Alt i alt ser det ut til at den enkleste og gunstigste løsning vil være å legge kompressorstasjonen i forbindelse med f.eks. verkstedet ved oppredningsverket. Dette til tross for de store trykktap man vil få i ledningene.

Produsentene oppgir at trykktapet ikke skal overstige 0,1-0,2 at., men i gruvene tillates gjerne opptil 0,5 at.

Trykkluftbehov.

Anleggsperiode.

A. Tunneldrift m/Brakar borjumbo.

2 stk. PR 123 I drifter m/vannspyling	= 21,5 m ³ /min.
Luftmotorer for matere og hydraulikk	= 15,2 "
	36,7 m ³ /min.

B. Styrt-sjakt.

I tillegg kommer så 2 stk. BBC 16W	= 7,4 m ³ /min.
Alimakheis (ikke i drift under boring)	

Dagbruddsdrift + oppfaring i gruva (15/4 til 1/11).

Air Track m/luftspyling	=	22,5 m ³ /min.
3 sprettbormaskiner BBD 12W	=	3,9 "
Borjumbo m/1 maskin	=	19,0 "
Verksted, tappeluker etc.	=	3,5 "
		49 m ³ /min
+ 10 % tap		54 m ³ /min.

Gruvedrift (1/11 til 15/4).

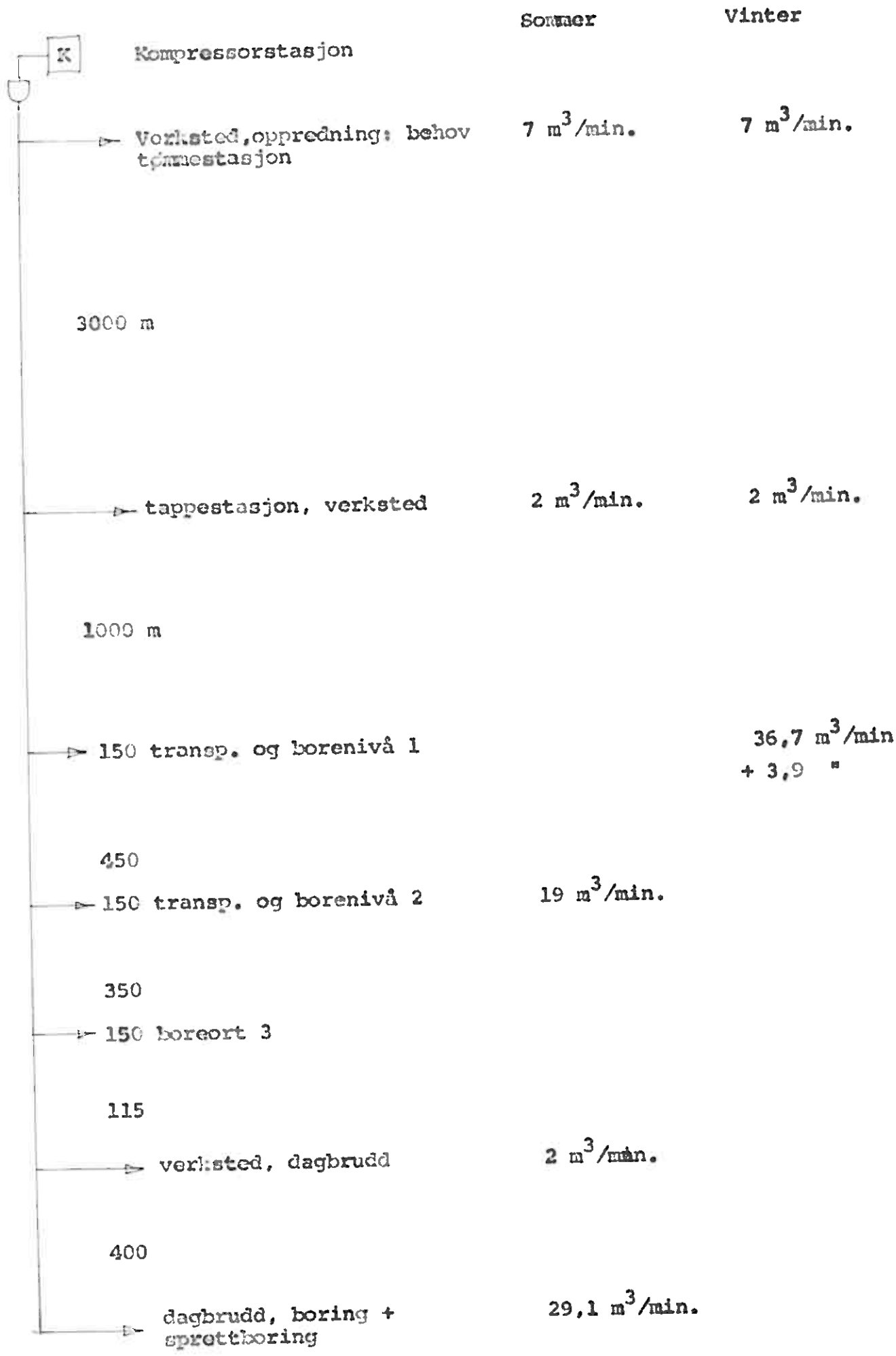
Borjumbo	=	36,7 m ³ /min.
Sprettbormaskiner	=	3,9 "
Verksted, tappeluker etc.	=	3,5 "
		44,1 m ³ /min.
+ 10 % tap		4,4
		48,5 m ³ /min.

Trykktap i ledningsnett.

Ledningsnett:	m	rørdiam.
Transportstoll	3.000	8 "
Spiralort	1.800	8 "
Sjakt	115	3½ "
I dagbrudd	400	3½ "
Til dagbrudd:	5.315	
Transportstoll	3.000	8 "
Spiralort	1.800	8 "
I gruva	150	3½ "
Til gruva:	4.950	

som er lengste avstand i dagbrudd og gruve.

Plan for trykkluftnettet



Tilleggslelengder for ventiler, bend etc.

25 stk. slangskopplingsrør a 20	= 500 m
50 stk. bend a 1,5	= 75 "
10 stk. sluseventiler a 2,5	= 25 "
	600 m

Beregning av trykktap.

Største avstand fra kompressorstasjon får vi i dagbruddet. Det regnes med å bruke 8" rør i hovednettet og 3½" oppe i dagbruddet. Vi regner med 54 m³/min. inn i gruva og ca. 30 m³/min. opp i dagbruddet.

$$\Delta p = \frac{\beta}{RT} \frac{\omega^2}{D} L \cdot p$$

Δp = trykkfall i ledn.

p = trykk i ato fra presse

β = motstandskoeffisient

R = gasskonstant

T = abs. temp.

D = indre rørdiam.

L = rørlengde

ω = lufthast.

$$\Delta p = \frac{0,84}{29,27 \cdot 283} \frac{13,6}{203} 5800 \cdot 7,5 + \frac{0,9}{29,27 \cdot 283} \frac{124}{62,2} 300 \cdot 7,2$$

$$\Delta p = 0,296 + 0,47 \frac{0,76}{150}$$

Dette er noe for høyt. Går da opp til 6" rør i dagbruddet

$$\Delta p = 0,296 + \frac{0,9}{29,27 \cdot 283} \frac{15,6}{150} \cdot 300 \cdot 7,2 = 0,296 + 0,02$$

$$\Delta p = \underline{0,32 \text{ ato}}$$

Dette kan tillates

Valg av presser.

Vi har et trykkluftbehov på $54 \text{ m}^3/\text{min.}$ pluss det som måtte gå til hovedverksted og oppredningsverk. Vi velger da 4 stk. Ingersoll-Rand-presser, type 40. Disse er ferdigmontert på lavetter med asynkronmotorer på 125 HK og kileremsoverføring.

Typebetegnelse	125 B
Største trykk	$8,8 \text{ kg/cm}^2$
Kapasitet	$17,1 \text{ m}^3/\text{min.}$
Motor	125 HK = 92 kW
Samlet kapasitet	$68,4 \text{ m}^3/\text{min.}$
Samlet kraftbehov	500 HK = 356 kW

Anleggskostnader.

Kompressor, anlegg av hus, fundament etterkjøler og tank.
Her regnes kr. 4.000,- pr. m^3 kompressorkapasitet):

4.000,- . 68,4	275.000,-
4 stk. asynkronmotorer a 125 HK	<u>160.000,-</u>
Samlet anleggskostnader	<u>435.000,-</u>

Avskrives over 10 år - a 228 arb.dager):

43.500,- kr/år 94,50 kr/skift
Renter 7 % 6,50) : 101,- kr/skift

Driftskostnader.

Elektrisk kraft settes lik 0,05 kr/kWh

Oljeforbruk, vedlikehold etc. regner vi ikke med, da dette blir forsvinnende lite.

Driftskostnader:

356 kW. 0,05	17,80 kr/h
Anleggskostnader $\frac{435.000}{101}$	<u>12,60 " "</u>
Samlet	<u>30,40 kr/h</u>

Kompressorkapasitet $68,4 - 10 \% \text{ tap}$ $61,5 \text{ m}^3/\text{min}$

) : 0,48 kr.pr. $\text{m}^3/\text{min.}$ og time

Apring.

Uteanlegg - Oppredningsverk.

Oppredningsverket må anlegges ved sjøen, et sted hvor det er muligheter for havn, og høvelige plassforhold. Ved det gamle havneanlegg skulle disse muligheter være tilstede. Det er dypt nok til å komme inn med relativt store båter, og i dalsenkningen innenfor er brukbar plass for de nødvendige anlegg. Riksvegen passerer også her.

Ved å betrakte et profil av terrenget innenfor det aktuelle havneområde, virker det mest rimelig å anlegge oppredningsverket til første platå overfor riksvegen. Dette er ca. 70 m i utstrekning. Neste platå ligger ca. 37 m over dette, totalt ca. 72 m.o.h., og er ca. 120 m bredt. Her kunne da hovedverksted, lokverksted, kompressorstasjon og vekt/tippe-stasjon anlegges. Knusere med siloer skulle da ha tilstrekkelig høyde mellom disse platåene. Grunnstollen må i såfall gå inn fra det øvre platå. Stollen skal drives med en helning på 1/200. På 3 km vil dette utgjøre 15 m. Grunnstollen vil da komme til å ligge ca. 100 m under den nedre grense som jeg har tegnet opp for malmen. Fig. 15.

Når en slik grunnstoll skal anlegges, er det endel forhold som må tas hensyn til. Spesielt er det viktig at grunnstollen ikke anlegges midt oppe i malmen, slik at man også får oppfrakt på den brudte malmen. Omfattende undersøkelser og oppboring av malmen er da nødvendig før grunnstollnivået kan bestemmes.

De undersøkelser som hittil er gjort i Repparfjord, har konstatert en malm på ca. 180 m dyp eller ca. 225 m.o.h. Under dette nivå vet man ingen ting. Malmens mæktighet øker mot dypet, og det er lite sannsynlig at den skal kile ut like under dette borhullet. Man kan regne med at den fortsetter et stykke nedover, men hvor langt, vet man ikke før ytterligere undersøkelser er foretatt.

Det er også ønskelig at grunnstollen skal ligge et visst stykke under nedre etasje i gruva. Dette for å oppnå den nødvendige knusing av malmen i styrtsjakta.

Alt i alt ser det da ut til at ved å la grunnstollen gå inn fra platå 72 m.o.h. skulle være forsvarlig, selv om dette innebærer endel mer oppfaring inne i gruva. På den annen side vil man få meget gunstige forhold ute i dagen når det gjelder uteanlegg, gråbergstipp og også ved påhugg av stollen.

Grunnstollen.

Malmens lengderetning går langs fjellformasjonens strøketretning, ca. NØ - SV, og dette blir nærmest vinkelrett på fjordarmen. Det påtenkte oppredningsverk og havneanlegg ligger noe lenger ut i fjorden, mer nordvestlig. Grunnstollens retning vil danne en vinkel på ca. 30° med strøket. Fig. 16.

Man antar at malmen er avsatt langs en forkastning. Denne forkastning er kartlagt i dagen og strekker seg adskillig lenger enn den lengdebegrensning som jeg har opptegnet for malmen. Det kan altså være muligheter for malm utenfor de begrensninger jeg har gjort.

Grunnstollen bør da gå parallellt malmen og forkastningen utover et stykke, slik at det er mulig å anlegge flere styrtsjakter fra malmen hvis denne skulle ha større utstrekning. Man vil derved få et bend på stollen.

Når det gjelder valg av orttverrsnitt, må det tas hensyn til hva stollen skal benyttes til. Først og fremst skal den benyttes til utfrakting av den brudte malmen. To ganger i året, når driften starter, eventuelt stopper i gruva, ca. 1.11 og 15.1, vil stollen benyttes til transport av gruveutstyret. Dette vil da bestemme orttverrsnittet. Transportutstyret som skal benyttes i gruva

er hjullaster Cat. 980 og Kirunatruck K-162). Ved å sette disse på slede eller en lav vogn, vil de ikke trenge så stor plass under transporten som hvis de skulle kjøres inn. Mål for Cat. 980 og K-162 er henholdsvis (b x h) 2,9 x 3,2 m og 3,1 x 2,1 m. Ved å velge ortprofilet til b = 4,0 m og h = 3,5 m, areal = 14 m², skulle det være plass nok. Man kan eventuelt ta av hjulene under transporten.

Stollen skal benyttes stort sett hele døgnet til transport av malmen i gruva og dagbruddets driftstid. Det må derfor kreves at stollen sikres godt. Noe vesentlig bergtrykk kan det ikke regnes med på det dyp som grunnstollen vil ligge i, men det vil antagelig være endel slipper i fjellet. Stollen bør derfor beltes godt.

Driving av grunnstollen.

Generelt.

Før gruva kan åpnes for drift må en god del av oppfaringsarbeidet være unnagjort. Her kommer bl.a. driving av grunnstollen og spiralorta opp i malmen inn. Det er ønskelig at man har maksimal inndrift pr. døgn, slik at denne perioden blir kortest mulig og derved kan redusere rentetapet til et minimum. Det er derfor viktig å velge en hensiktsmessig driftsmetode og et høvelig utstyr. For boringen bør det derfor benyttes en borjumbo for å få en effektiv boring. Oppløsting og transport ved dette profil og denne stollengde utføres idag billigst og mest effektivt med kastelaster og skinnetransport. Det bør tilstrebes å velge et slikt utstyr at dette senere kan benyttes i brytingen og transporten i gruva.

For boringen er her valgt Brakar borjumbo, produsert av A/S Motordrift og med Gardner-Denver utstyr. Kastelaster skal ikke senere benyttes i gruva, og den må da innkjøpes spesielt for driving av stollen. Denne kan etter endt drift selges til gruve- eller anleggsfirma. Det samme vil være tilfelle med lok for transport under drivingen. Dette må selges etter endt drift.

Til vognmateriell kan det imidlertid brukes samme type som under hovedtransporten, 4,5 m³ Granbyvogner.

Til sprengstoff regnes det med å bruke ammoniumnitrat. Fosdalens Bergverk har utført vellykkede prøver med AN/olje ved ortdriving og med bra knusing og inndrift. Tilrigging for lading vil nok ta noe lenger tid med dette sprengstoff enn normalt for de konvensjonelle typer, men da en mann utfører boringen av salven alene, kan andremann gjøre alle forberedelsene, slik at alt er klart når boring er avsluttet. Ventilasjonen må være god, slik at de farlige gasser uttynnes raskt. Samtidig bør man få til en ordning slik at matpausen kan taes etter sprengningen for at minst mulig tid skal gå tapt til venting.

Driftsrytme og mannskapsbehov.

For arbeid under jord er det ikke tillatt med lenger arbeidstid enn gjennomsnittlig 40 timer. Driften vil foregå på 3 skift. For en arbeider vil da skiftplanen se ut som følger:

1 uke formiddagsskift	45 timer
1 uke ettermiddagsskift	37,5 "
1 uke nattskift	37,5 "

Gjennomsnitt 3 uker = 40 timer

Arbeidsuka starter da mandag kl. 0600 og slutter lørdag kl. 1400. Dette utgjør 16 skift pr. uke. For anleggsperioden regnes 250 arbeidsdager pr. år. Det regnes med å benytte en slags delakkord ut fra en gjennomsnittslønn på ca. 40.000,- kr/år. inkludert sosiale utgifter, som er 160,- kr/skift. Til drivingen skal det benyttes to mann pr. skift. Disse betjener borjumbo, ladeapparat, kastelaster og lok. Parallelt med driving vil så hengboltingen og installasjonen av kabler og rør foregå. Hengboltingen skal utføres av 2 mann på formiddagsskiftet. Det regnes med at det går med 3 bolter pr. m ort. Installasjon av kabler og rør vil utføres av en mann. Når det er nødvendig, vil han få hjelp av 1 mann fra verkstedet.

For hovedtransporten i gruva regner man med at det er nødvendig med 35 kg's skinner. Under driften benyttes det 18 kg's skinner. Disse er sveiset sammen til lenger i høvelig lengde og er raske å koble sammen. Hver søndag legges så inn de permanente skinner. Disse monteres ferdig ute i dagen i 6 m lengder i løpet av uka og kjøres inn på traller. Underlaget planeres da på forhånd, og lengdene kobles sammen og pukk pakkes imellom svillene. Dette arbeidet utføres på overtid av verkstedpersonalet og driverne. Etter tariffen er det ikke tillatt med mer enn 250 timer overtid pr. år. Hvis det ikke er ledig arbeidskraft på stedet, fås dispensasjon.

På verkstedet ute i dagen må det være en reparatør pr. skift. Hans oppgave er først og fremst ettersyn av pressene, sliping av borkroner og oppsmøring og ettersyn av borjumboen mens lasting foregår. På formiddagsskiftet har man en ekstra mann på verkstedet. Han hjelper til med større jobber (vognrep. etc.) og ellers monterer han skinnelengder. Han skal dessuten hjelpe

montøren inne i stollen når dette trengs.

Når lastingen foregår, kan hverken hengbolterne eller montøren arbeide i stollen. Hengbolterne har som jobb ved siden av boltingen å passe gråbergstippen, dvs. etterse og flytte skinnegang og tippbukk. Under drivingen regnes ingen ekstramann for ettersyn av skinnegangen, da dette utføres av de andre.

Samlet mannskap:

Driving	6 mann
Reparasjon	3 + 1 mann
Div.	3 mann
Tilsammen	13 mann

Dessuten regnes 1 stiger og $\frac{1}{2}$ ingeniør

Anbud.

1. A/S Betongbygg v/siv.ing A. Rønning.

Transportstoll ca. 14 m^2 , lengde ca. 3 km

Grunnpris	930,- kr/m
30 % tilrigging (inkl. avskr.)	279,- "
Samlet	1.209,- kr/m

For 3,0 km blir dette ca. 3,62 mill.kr.

2. A/S Jernbetong, v/siv.ing. Gundersen.

Transportstoll ca. 10 m^2 , lengde ca. 3 km.

Grunnpris	1.000,- kr/m
) : 3 km	3.000.000 kr
Tilrigging	400.000 "
50-60 m utstøping	80.000 "
Samlet	3,48 mill.kr.

Hengbolting kommer i tillegg. Man må da regne ca. 70,- kr/bolt. Anslagsvis 3.000 bolter gir 210.000,- kr

Tidsforbruk.

Tilrigging	3 måneder	12 uker	90 dager
Driving	50 m/uke	60 "	420 "
Etterarbeid	1 måned	4 "	30 "
Tilsammen		76 uker	540 dager

Tilriggingsomkostningene kan her reduseres endel, ved at gruveselskapet gjør ferdig sitt permanente anlegg, kompressorstasjon, verksted o.l. før drivingen av stollen begynner. Man må da regne med at begge anbudene kan komme ned i ca. 1.100 - 1.150 kr/m.

Utstyr, kutt etc.Borjumbo:

"Brakar" med 2 stk. bormaskiner PR 123 J, kjedematere på rotabommer.

Borsynk: ca. 55 cm/min.

Motordrift oppgir for denne borsynk ca. 25 km/time inkl. alle tapstider på skift.

Lastemaskin:

Atlas Copco LM 250.

1 stk. ny innkjøp ca. 110.000,- kr.

Man bør her ha en brukt i reserve, antatt pris 50.000,- kr.

Luftforbruk 10 m³/min.

Lok:

Diema diesellok D40

50 HK, vekt 6,6 t., innkjøpspris 76.000,- kr.

Man bør også her ha et lok i reserve for at ikke driften skal stoppe opp ved eventuell istykkerkjøring.

1 stk. brukt, antatt pris ca. 40.000,- kr.

Kutt:

Med denne borjumbo og dette orttverrsnitt må det her bli en parallellhulskutt. Brennkutt er en vanlig brukt kuttype for dette ortareal. Denne skulle man også tro kunne passe bra, da drivingen går med en liten vinkel til bergets strøkretning. I kutten benyttes 2 stk. 3" grovhull og 34 stk. 2" småhull. Boret lengde 3,2 m. Sum antall bormeter = 6,4 + 109 m. Antatt inndrift ca. 3,0 m.

Sprengstoff:

Ammoniumnitrat og olje.

Tennere: $\frac{1}{2}$ sek. og millisek. i kutten.

For initisering av An brukes 1 stk. 40 mm x 9 $\frac{1}{2}$ ".

Dyn C-patton pr. hull, plassert i bunnen. Ca. 2,5 kg

AN/olje pr. hull (1,25 m).

Sprengstoff pr. salve:

AN/olje	85 kg
Dyn C	10,2 "
Sum	95,2 kg

8 stk. millisek. tennere, 26 stk. $\frac{1}{2}$ sek.-tennere.

Utskutt gråberg pr. salve: $14 \text{ m}^2 \cdot 3,0 \cdot 2,69 = 113 \text{ t}$

Sprengstofforbruk pr. t : 850 g/t

Annet utstyr:

Hengbolting. 1 stk. BBC16W med stopermater.

Berg-Jet injektor m. egen tralle. Montasjearbeid. 1 stk.

BBC16W med knemater. Egen tralle for frakt av materialet

Propanbrenner for fjerning av tåke og kondens ved stuff.

Lyskastere på stuffen.

Tidsskjema for driving av 14 m² stoll.

	Avstand fra dagåpning			
	0-500	500-1000	100-2000	2000-3000
Boring av salven (inkl. krangel, skråm, måling)	150	150	150	150
Lading - skyting	30	30	30	30
Lasting (3 min/vogn +skift) tverrslag hver 100 m	70	70	70	70
Utkjøring, tipping, innkjøring	10	14	22	32
Sporforlengelse	60	60	60	60
Mat	40	40	40	40
Faring	10	18	25	35
Diverse, (rensk, mont. krangel)	30	30	30	30
Pr. salve	400	412	421	447
Salver pr. skift	1,20	1,17	1,12	1,07

Teoretisk sett vil man her kunne greie over 1 salve pr. skift. Man må imidlertid regne med at man har med uøvede folk å gjøre. Vanligvis må man da regne med 6 ukers innkjøringstid. På denne tiden kan man ikke regne med mer enn $\frac{1}{2}$ salve pr. skift. Man må også regne med at selskapet som selger utstyret sender med en bormester som er tilstede og veileder under innkjøringen. Videre pleier ikke driverne like å overta halvborede salver osv. Det er lettest å få det til å gå med 1, $1\frac{1}{2}$ eller 2 salver pr. skift.

Det bør altså her ikke regnes med mer enn 1 salve i gjennomsnitt pr. døgn, selv om man etter en tid kan komme opp i f.eks. $1\frac{1}{2}$ salve pr. skift.

1 salve = 3 m i inndrift pr. skift): 48 m pr. uke

Samlet driftstid = 375 døgn = 1,5 år.

Ventilasjon.

Det som vil være avgjørende for ventilasjonen, er først og fremst evakuering av sprenggassene og luftbehovet for dieselloket.

A. Evakuering av sprenggasser:

Salvens størrelse er 95 kg

1 kg AN utvikler 980 l gass): ca. $93 \text{ m}^3/\text{salve}$

Denne øker så til 10 ganger så stort volum): 930 m^3 gass.

Settes utluftingstiden til ca. 15 min, får vi

$$Q = \frac{930 \cdot 3}{15} = 186 \text{ m}^3/\text{min.}$$

B. Maskinell drift:

Man regner $2 - 2,6 \text{ m}^3/\text{min.}$ og HK):

$50 \text{ HK} \cdot 2,6 = 130 \text{ m}^3/\text{min.}$

Her vil evakueringen av sprenggassene kreve den største luftmengde/min., og vi setter vårt behov til $190 \text{ m}^3/\text{min.}$

Man regner ca. 60 % lekkasje i ledningsnett):

$$Q = 190 + 114 = 304 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$\text{eller } Q = 18.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Trykktap i rør.

Velger her diameter 900 mm. Dette gir en friksjonsmotstand på 0,07 mm VS/m rør. For 3.000 m rør blir dette 210 mm VS.

Hastigheten i røret blir ca. 8,5 m/s.

Totaltrykket i røret $p_t = p_s + p_d$

p_s = statisk trykk (friksjonstap)

p_d = dynamisk trykk $v^2/16$):

$$p_t = 210 + \frac{8,5^2}{16} = 214,5 \text{ mm VS}$$

Effektbehov.

$$p = \frac{Q \cdot p_t}{75 \cdot \eta} \quad \eta = \text{viftas virkningsgrad} \text{ settes til } 0,7$$

$$p = \frac{5,5 \cdot 214,5}{75 \cdot 0,7} = 22,5 \text{ HK}$$

Viftetype.

Det velges å benytte blåsende ventilasjon under drivingen.
En 38" tottrinns Airofoil skulle da passe.

Pris ca. kr. 12.000,-.

Avskrivningstid 6 år.

Til rør benyttes så halvstive Noreplastrør
d = 900 mm

Pris ca. kr. 190.000,-.

Avskrivningstid 6 år.

): Avskrivning pr. år kr. 35.000,-

Driftskostnader.

Kraft	2,90 kr/m
Avskrivning	7,80 "
Renter	0,55 "
Sum	11,25 kr/m

Driftsutgifter.kr/mArbeidskostnader:

Driverer 2 mann a 160 kr/h	107,-
Reparatør	53,30
Skinnelegger (montør)	20,-
Montør	20,-
Sum:	200,30

Borkostnader:

2" : 3,45. 109/3	125,-
3"	3,50
Driftsutg. for boring	31,65
Vedlikehold og delforbruk	45,40
Avskrivning	58,50
Renter + lager	5,55
Sum:	269,60

Sprengstoff:

85 kg AN/olje a 0,85	24,10
10,4 kg Dyn C a 3,50	4,05
Tennere + ledning	20,80
Sum:	28,95

Lasting:

Luft 11 m ³ /min.	1,90
Deler 0,6 kr/fm ³	8,40
Avskrivning	11,-
Renter	0,77
Renter, reservemaskin	0,77
Sum:	22,84

<u>Transport:</u>	<u>kr/m</u>
Diesel 3 t/skift	2,40
Deler etc. 0,5 kr/fm ³	7,-
Avskrivning 1,5/3. 79.000	7,90
Renter	0,55
Renter, reservelok	0,55
Sum:	18,40

Vognmateriell, skinner etc.

50 m 18 kg's skinner	0,70
Rep. vogner	9,80
Avskrivning vogner	2,98
Renter (+ reserve)	0,30
Sum:	13,78

Hengbolter:

3 bolter pr. m a kr. 60,- inkl. arb.penger 2 mann på 1 skift + bolter kam 20 som infiseres fast	180,-
Avskrivning injektor (Berg-Jet)	2,-
Sum:	182,-

Utstøpning:

Regner med ca. 50 m utstøpning ca. 1.500 kr/m	25,-
Betongsprøyt: Regner med ca. 100 m.	
Netting, bolt, lønn etc. 50 kr/m ²	6,70
Sum:	31,70

Ventilasjon 11,25

Sum driving av stoll 778,80 kr/m

	<u>kr/m</u>
<u>Faste installasjoner:</u>	
Skinner 35 kg	66,-
Slipers	32,-
Dogs, underlag, lasker etc.	50,-
Skinnelegging	20,-
Sum:	168,-
Trykklufttrør 8"	100,-
Vannrør (plastslange) 2½"	15,-
Kabel (6.000 v)	75,-
Dreinsrør 10"	13,50
Sum	203,50

Totalsum grunnstøll med installasjoner

1.150,30 kr/m

Avrundes oppover til

1.155,- kr/m

) : 3.000 m = 3,465 mill.kr.

Beskrivelse av styrtsjakt for malm.

Dagbruddet og gruva skal ha en felles styrtsjakt for malm. Den må legges slik at det ikke blir uforholdsmessig lang frakt på malmen, hverken fra dagbruddet eller brytningsplassene i gruva. I samarbeid med stud. Chr. Bachke er styrtsjaktas utgang i dagen bestemt til koordinatene 10.330 og 9.330 i NGU's kotenett.

I tilfelle at man vil få innrasing av veggene av brytningsrommene i gruva, kan ikke styrtsjakta legges for nær malmgrensen. Ved å velge denne avstanden lik ca. 30 m, skulle man være på den sikre siden. Den øvre del av sjakta får da en helning på ca. 85° .

Under dagbruddsdriften vil man samtidig ha oppfaring nede i gruva. Styrtsjakta må da anlegges slik at man er sikret en transport av malmen fra gruva også under dagbruddsdriften. Malm fra overliggende nivåer må altså ikke blokkere for de underliggende. Dette kan oppnåes ved at sjakta holdes i lodd de første metere (20-30) under tippestasjonene på hvert nivå, og at da sjakta fra de overliggende nivåer kommer inn med en vinkel (ca. 70°) på denne vertikale strekningen. Malmen i den øvre del av denne loddsjakta vil da trekkes ned først under tapping på grunnstollnivået. Normalt vil da disse delene stå tomme.

Da knusestasjonen skal ligge i forbindelse med oppredningsverket, må man også tilstrebe å få best mulig knusing på malmen under transporten i styrtsjakta.

Dagbruddsmalmen må man regne med får tilstrekkelig oppknusing, da denne i hvert fall vil få et fall på 50-100 m.

Når det gjelder malm fra nivåene i gruva i vinterhalvåret, vil man også her få et fall på nærmere 40-50 m som bør

være tilstrekkelig. Store blokker (1 m) må likevel sprettes. Dette kan da gjøres i transportorta eller ved tippeplassen for styrtsjakta.

Malm fra oppfaring i gruva i sommerhalvåret vil imidlertid ikke få større fallhøyde enn max. 20-30 m som kan bli noe knapt.

For å sikre seg mot for store blokker i sjakta bør det derfor bygges rist over tippestedet. Lysåpningen på denne bør ikke være over ca. 60 cm.

Den nederste del av styrtsjakta, ca. 10 m, strosses ut til bredde ca. 5 m slik at to tappninger kan anlegges ved siden av hverandre. Sjaktaavgreningene ved tippeplassene utstrosses til ca. 4 x 4 m.

Driving av styrtsjakt for malm.

Sjaktprofil:

Det er tilstrekkelig med 4 m³ areal og firkantet profil 2 x 2 m.

Drivningsmetode:

Styrtsjakta er meget steiltstående (70-90°) og meget lang. Største enkeltstrekk er ca. 180 m og samlet lengde ca. 310-320 m.

Den eneste drivningsmetode som kan være brukbar og samtidig være effektiv nok er Alimak-metoden.

Drivningsetapper:

Styrtsjakta kan drives i flere etapper, da oppfaring av malmen vil foregå samtidig. Det må være lønnsomt f.eks. å drive ca. 50 m sjakt og deretter få gjennomslag inn til oppfaringsorta. Så innstilleres tappelukene ved grunnstollnivået og den nedre del av styrtsjakta benyttes så til gråberget for den videre oppfaring. Disse tippestasjonene må avstenges og eventuelt igjenmures etterhvert

som man beveger seg oppover.

Den øvre del på ca. 180 m må likevel drives i ett, slik at geidebehovet blir nærmere 200 m.

Alimak Stigorthels STH 3:

Vekt ekskl. vogn	500 kg
Plattformstørrelse	1,6 x 1,6 m
Kjørehast. opp 10 m/min., ned	15 m/min.
Tillatt belastning	500 kg
Levetid antas	ca. 5.000 m stigort
Innkjøpspris	ca. 120.000,- kr
Geidervekt	ca. 40 kg/m
Geiderbehov	ca. 200 m
Levetid geider antas	ca. 2.000 m stigort
Innkjøpspris	ca. 600,- kr/m

Bormaskin:

Vanlig type som brukes til stigortdriving med Alimakheis er stopermaskiner, Atlas BBD 45WS, men andre typer er også hyppig brukt. Jeg velger å bruke Atlas BBC 16W med knemater, da dette er en mer anvendelig maskin og som kan benyttes til forskjellige arbeider i gruva senere.

Vekt	ca. 27 kg
Trykkluftbehov	ca. 3,7 m ³ /min.
Spylevannbehov	ca. 3 l/min.
Levetid	ca. 100.000 bormeter
Pris m/knemater	ca. 3.000,- kr.

Det anskaffes to slike maskiner.

Betjening:

For drivingen regnes med 2 mann. Opplasting av salvene for de første 50 m stigort utføres da av andre folk.

Kutt og salvelengde:

Den vanlige kutttype for denne art stigorter er brennkutt. Denne plasseres på motsatt side av geiderne. I Fosdalen brukes det salvelengder på 1,60 m. Det mest vanlige er 2,40 m, og man regner da med en inndrift på ca. 95 % eller 2,25 - 2,30.

Til grovhullet i kutten benyttes 2" skjær

Til småhullene benyttes borserie 12 hvis skjærdiameter ved 2,40 m er 38 mm.

Antall hull = 21 stk.

Antall bormeter = 52,8 m

Skifteeffekt:

Fosdalen 0,9 m/alkordskift (1,8 m/skift)

Rausand 1,2 " (2,4 m/skift)

Jeg regner med gjennomsnittlig 2 m/skift
(5 timers effektiv arb.tid).

Sprengstoff:

Dyn. C ca. 15 kg/m

½ sek. og milisek. tennere.

Tilrigging:

Normalt regnes her 14 dag på 1 skift.

Her regnes med drift på 3 skift): 5 døgn pr. rigging.

På hele sjakta regnes med 3 rigger og til dette avsettes 50 skift.

Driftstid:

Ren driftstid	350/2	175 skift
Riggetider		50 "
Utstrossing ved tappeluker		5 "
Oppsetting av tappeluker		15 "
Div. heft m.m.		5 "

Samlet driftstid 250 skift

Gjennomsnittlig inndrift blir da:

$$\underline{\underline{350/250 = 1,4 \text{ m/skift}}}$$

Arbeidsutgifter for oppsetting er tatt med foran.
 Levetid pr. tappeluken settes til ca. 3 år eller ca.
 500.000 t.

Samlet kostnad	kr. 19.000,-
Fornyelse	" 6.350,-
	kr. 25.350,-

Samlet pris for driving av malmsyrtsjakt blir da ca.
 kr. 232.000,-. I tillegg til dette kommer opplasting
 for de 50 første metere og transport av alt gråberget
 ut. For opplasting regnes overslagsmessig kr. 1,- pr.
 tonn og for transport ut grunnstollen kr. 1,- pr. tonn.
):

Rene drivingsutgifter	kr. 232.000,-
Opplasting	" 550,-
Transport	" 3.850,-
	kr. 236.400,-

Styrtsjakta avskrives over 15 år

):

15.800 kr/300.000 t	5,27 øre/t
Tappeluken	
25.350 kr/1 mill.t	2,53 øre/t
	7,8 øre/t

Spiralort.

Vurdering spiralort/skråsjakt.

Som nevnt foran har vi valgt å åpne malmen nedenfra grunnstollen. Dette kan gjøres på tre måter, nemlig gjennom loddsjakt, skråsjakt eller spiralort. Orta eller sjakta skal ikke senere benyttes til transport av malm, kun for faring og frakt av utstyr.

Det utstyret vi har valgt vil være bestemmende for ort-tverrsnittet, og utstyret ligger i størrelsesorden lengde 7 m, høyde 3-3,5 m, bredde 3 m. Vekt 12-18 t.

En loddsjakt med et så stort tverrsnitt og så stort heise-spill at dette utstyret kan fraktes må bli uforholdsmessig mye dyrere enn de andre mulighetene.

Vi står da igjen med skråsjakt og spiralort. Ved valg av skråsjakt måtte man da innrette seg slik at truckene og hjullasteren ruller på sine egne hjul på liggen av skråsjakte mens de slopes opp av et spill. Man måtte da sveise på kroker som wiren kunne festes i. Sikkerhetsmessig ville man her stå svakt, da et brudd i wire eller spill ville bety fullstendig tap av utstyret og muligens menneskeliv. Noen effektive sikkerhetsanordninger ville neppe være mulig å få til. Tverrsnittet på en slik skråsjakt ville bli ca. $15-16 \text{ m}^2$. Den nødvendige vertikale oppfraktshøyde er ca. 170 m. Legges skråsjakte i 45° , vil den bli ca. 250 m. Drivingskostnader for denne anslås til min. 1.200 kr/m): kr. 300.000,-. Man kan så anslå det samme beløp til sikring innbygging, skinner, spill etc. Selv om man kan utstyre en slik heis med nye automatikk, må man likevel regne med å ha en mann pr. skift tilstede. Ved to shifts-drift (3 i anleggsperioden) i 13 år + anleggsperioden vil dette utgjøre ca. 1 mill.kr. Totalt vil skråsjakt og driftskostnader for gruveperioden komme på 1,5 til 2 mill.kr.

En spiralort kan ha en stigning på 1:10. Ved 170 m

vertikal høydeforskjell blir dette en ortlengde på 1700 m. Her må man ha et noe større orttverrsnitt, ca. 20 m^2 . Anslår man her ca. 1.000 kr/m for drivingen, ser man at totalutgiftene vil bli omlag de samme for begge alternative

Det må da vurderes hvilke alternativ som er det mest gunstige driftsmessig sett. Når det gjelder faringstid for folk, vil en tape relativt mye mindre ved skråjakt, mens når det gjelder frakt av utstyr, vil man antagelig tape mer på grunn av omlastninger etc. Ved transport av større utstyr vil spiralorta muligens være like rask og skaper langt færre problemer.

Ut fra de ovenstående vurderinger vil jeg si at den gunstigste løsning vil her være å åpne malmen ved en spiralort. Selv om denne blir uforholdsmessig lang, vil den gi den mest fleksible løsning driftsmessig sett.

Driving av spiralort.

Driving av spiralort må bli adskillig dyrere enn horisontal orter og vil også ta lengre tid. Orta blir som nevnt foran ca. 1.700 m. De første 1.000 m vil antagelig gå i gråberg (malmen for lite undersøkt), mens de siste 700 m vil gå i vekselvis gråberg og malm.

Ved oppfaringsarbeider oppe i gruva vil man ha behov for ei styrt-sjakt for gråberg. Denne kan da drives parallelt med spiralorta, slik at transporten av gråberget ikke vil sinke driften. Man kan da innrette seg slik at man slår ut et tverrsnitt fra hver tørring på spiralen. Lengste transportveg vil da bli 200 m (se fig. 20).

Ortprofilen blir $5 \times 4 \text{ m}$ (b $\times$ h). Ved å velge radius lik 15 m får man ca. 10 m vertikal høyde pr. runde. Styrt-sjakt drives etter langhullmetoden i 4 m^2 profil og i etapper på 10 m. Den vinkles ca. $5-10^\circ$ om vertikalen

vekselvis annenhver gang. Etter dette kan følgende plan for drivingen settes opp:

Spiralort:

Stigning 1:10

Radius 15 m

Profil 20 m²

Høyde 4 m

Bredde 5 m

Lengde 1700 m

Driftstid 3 skift pr. døgn

16 skift pr. uke

Kutttype Brennkutt

Salvelengde ca. 3 m

Antall hull ca. 40

Antatt inndrift: 6 m pr. døgn inkl. boring av styrtsjakt

Sprengstoff ca. 145 kg pr. salve

AM/olje + Dync

Utstyr Boring av spiralort og styrtsjakt utføres med
Brakar borjumbo

Til lasting og transport benyttes hjullaster
Cat 980

Sikring Hengbolting som grunnstøll (3 stk./m)

Veidekke Spiralorta asfalteres etter endt driving.

Antatt driftstid 290 døgn 48,3 uker

Kostnadsoverslag: A. Spiralort.

Anslår her en meterpris. Dette gjøres på følgende måte:
meterpris for grunnstøll + 50 kr/m² + 15 % tillegg for
ekstraenkostninger ved stigningen og spiraldrivingen.

Anleggsfirmaene bruker ved kostnadsoverslag en enhetspris
for et visst tverrsnitt og plussar på 50 kr/m² for større
tverrsnitt.

Spiralort ferdig m. hengbolting og fast dekke:

$750 + 6.50 + 15 \% = 1.050 + 150 = 1.200 \text{ kr/m}$

For hele spiralorta blir dette 2,04 mill.kr.

For kostnadsoverslag på styrtsjakt gies det ut fra berging Caspar's beregninger for 2 x 2 m stigert, lengde 50 m. Man har komet fram til 315,- sv.kr/stigertm. Ved bare 10 m etapper vil nok denne prisen ligge noe lavere, men samtidig må det regnes med en viss kursforskjell (1,38)

Anslår kostnadene til kr. 400,- pr. m styrtsjakt. Boringen foregår i tverrslag som er slått ut fra spiralorta. Disse tverrslag har profil 20 m^2 og er 5 m lange. Det blir da et fratrekk i styrtsjaktlengden lik orthøyden i tverrslaget - 4 m. Skal man ha et tverrslag for hver runde, blir den styrtsjaktbit som skal oppbøres bare 6 m. Man kan da vurdere om det kan greie seg med tverrslag for f.eks. annen hver runde av spiralen. Transportlengden vil da kunne bli 250 m. Det vil da kunne ta nærmere et helt skift for å laste ut salven, og det er for meget. Altså tverrslag for hver runde av spiralen.

Samlet kostnad styrtsjakt $150 - (15.4) \cdot 400 = \text{kr. } 36.000,-$

Tverrslag: $20\text{ m}^2 \times 5\text{ m} = 75\text{ m}$. Meterpris = kr. 1.000,-
): kr. 75.000,-

Dessuten må man ha tappeluks på grunnstellnivået:

kr. 10.000,-

Samledekostnader:

Spiralort	kr. 2.040.000,-
Styrtsjakt	" 36.000,-
Tverrslag	" 75.000,-
Tappeluks	" 10.000,-
Sum	<u>kr. 2.161.000,-</u>

Til dette kommer faste installasjoner

trykkluftsrør, vannrør etc. 125 kr/m kr. 213.000,-

Sum kr. 2.374.000,-

Eller 2.374 mill.kr.

Samlet driftstid 305 døgn 51 uker.

Ventilasjon.

Gruva ligger slik til i forhold til terrenget utenfor at naturlig ventilasjon skulle passe bra. Gruva skal være i drift om vinteren, og da vil vi få en luftstrøm inn grunnstollen, opp gjennom spiralorta og gruva, og så opp ventilasjons-sjaktene. Høydeforskjellen blir vel 300 m som skulle gi god trekk. Den lange transporten av lufta fra dagåpningen i grunnstollen og opp til gruva (ca. 4.500 m) må man regne med er tilstrekkelig til å oppvarme lufta, til gruvas temperatur. Noen problemer med ising eller lignende skulle man da ikke få.

Da det blir endel dieseldrevne kjøretøyer i gruva, må man regne med at det blir nødvendig med god ventilasjon, selv om motorene blir utstyrt med avgassvaskere. Disse er ikke alltid like effektive, og ettersom motorene blir slitt, får man lett ufullstendig forbrenning. Jeg regner med at det blir nødvendig med to ventilasjonssjakter i gruva, og regner da med å benytte den ene kombinert til faringsort og dessuten føre ned trykkluft og vannledninger der. Den ene av sjaktene tenkes da lagt fra toppen av spiralorta, og denne blir ca. 130 m lang. Den andre menes lagt i forlengelsen av styrtsjakta for gråberg. Denne er tenkt brukt til faringsort og blir ca. 160 m lang.

Det som kommer til å avgjøre hvor stor frisklufttilførsel som er nødvendig, er det dieseldrevne materiell. Maksimalt vil man her kunne ha to Kirunatrucker og en hjullaster i gang samtidig. (Dette vil skje meget sjelden). Evakuering av sprenggassene vil det ikke bli så farlig med, da storsalvene skytes bare en gang i uka, på lørdag, og gruva vil da utluftes innen mandag.

Krav til ventilasjon.

Det regnes 2 - 2,6 m³/min. pr. HK for nye motorer.

1. Hjullaster	235 HK
2. Truck	250 "
	485 HK

Man regner med å benytte avgassvaskere på alle dieselmotorer. Disse er ikke alltid 100 % effektive, særlig når motorene begynner å bli slitte. Her regnes at de reduserer avgassene med ca. 50 %. Her regnes 1,5 m³/min. pr. HK.

$$): \quad 485 \cdot 1,5 = \underline{730 \text{ m}^3/\text{min.}}$$

Middøltemperaturer.

Jan.	Febr.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August
-5,7	-6,7	-4,6	-0,7	+3,7	+9,2	+13,3	+11,5
Sept.	Okt.	Nov.	Des.				
+7,2	+1,9	-1,4	-4,6				

Driften i gruva foregår i tiden 1.11 til 15.4. I denne tiden ligger utetemperaturen på ca. -5°. I beregningene må det imidlertid regnes med minste temperaturforskjell):
 Utetemperatur = -1°C, Temperatur i gruva anslåes til +7°
): Temperaturforskjell = 8°C.

Oppdrift av luft.:

Forskjell i sp.vekt av lufta. $u = \text{ute}, i = \text{inne}$

$$\gamma_u - \gamma_i = \gamma_o \frac{p_u}{p_o} \frac{T_o}{T_u} - \gamma_o \frac{p_i}{p_o} \frac{T_o}{T_i} =$$

$$\gamma_o \frac{T_o}{p_o} \left(\frac{p_u}{T_u} - \frac{p_i}{T_i} \right)$$

På grunn av luftstrømmingen i sjakta vil p_i være noe mindre enn p_u , men her settes de like. Det regnes med en middelhøyde i sjakta som er $405 + 75/2 = 240 \text{ m.o.h.}$

$$\text{Trykket } p_u = p_i = 10.330 - 240 = 10.090 \text{ mm VS}$$

$$\gamma_o = 1,293 \text{ g/cm}^3 \quad T_u = 273 - 1 = 272^\circ\text{K}$$

$$T_i = 273 + 7 = 280^\circ\text{K}$$

$$\gamma_u - \gamma_i = 1,293 \frac{273 \cdot 10090}{10330} \left(\frac{1}{272} - \frac{1}{280} \right) = 0,0344 \text{ kg/m}^3$$

Oppdrift:

$$p = (\gamma_u - \gamma_i) h = 0,0344 \cdot 330 = 11,35 \text{ kg/m}^2$$

Dessuten har vi

$$p = R \cdot v^2 \quad \begin{array}{l} v = \text{lufthastighet} \\ R = \text{motstandstall} \end{array}$$

$$R = \lambda \cdot \gamma_o \frac{1}{d} \frac{1}{2g}$$

$\lambda = \text{motstandskoeffisient}$

For ventilasjonssjakt og ort uten innbygning = 0,05
For ventilasjonssjakt og ort med innbygning = 0,1

$L = \text{ort og sjaktlengde}$

$d = \text{diameter av sjakt/ort}$

$g = 9,81 \quad \gamma_o = 1,293$

A. Arealet for ventilasjonssjakt velges

$$2,5 \times 2,5 = 6,25 \text{ m}^2$$

B. Arealet for ventilasjonssjakt med faring velges

$$2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$$

$$R_1 = 0,05 \cdot 1,293 \cdot \frac{4800}{2,12} \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} = 7,5$$

$$R_2 = 0,05 \cdot 1,293 \cdot \frac{130}{1,42} \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} = 0,3$$

$$R_3 = 0,09 \cdot 1,293 \cdot \frac{160}{1,13} \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} = 0,84$$

$$R_A = R_1 + R_2 = 7,8$$

$$R_B = R_1 + R_3 = 8,34$$

$$V_A^2 = 11,35/7,8 = 1,455 \quad V_A = 1,21 \text{ m/s}$$

$$V_B^2 = 11,35/8,34 = 1,36 \quad V_B = 1,17 \text{ m/s}$$

Ventilasjonsmengder:

$$Q_A = 6,25 \cdot 1,21 = 7,56 \text{ m}^3/\text{sek.} = 454 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$Q_B = 4 \cdot 1,17 = 4,68 \text{ m}^3/\text{sek.} = 281 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$\text{Samlet i begge sjakter} \quad \underline{\underline{735 \text{ m}^3/\text{min.}}}$$

Dette er bare 5 m³/min. mer enn det som var nødvendig.
Øker da arealet i sjakt A til 9 m² og får følgende
ventilasjonsmengder:

$$Q_A = 10,9 \text{ m}^3/\text{sek.} = 655 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$Q_B = 4,68 \text{ m}^3/\text{sek.} = 281 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$\underline{\underline{936 \text{ m}^3/\text{min.}}}$$

Dette skulle være tilstrekkelig.

Fra hovedluftstrømmen og inn til arbeidsplassene må man bruke vifter og ventilasjonsrør. Her kan benyttes det utstyr som ble brukt under drivingen av grunnstoll.

Driving av ventilasjonssjakter.

Begge sjaktene drives med Alimak stigorthels.

A. Ren ventilasjonssjakt:

Areal 9 m^2 lengde 130 m

Ortmeterpris 650 + 5.50 = 900,- kr/m

For 130 m ort 117.000,- kr.

Antatt driftstid $130/1,6 = 81$ skift eller 5 uker.

B. Ventilasjons- og faringsort:

Areal 4 m^2 lengde 160 m

Ortmeterpris 650,- for driving

Faring 50,- kr/m

Rør, vann etc 125,- "

Samlet 825,- kr/m

For 160 m ort med faring og installasjon: kr. 132.000,-

Antatt driftstid med montering: $160/1,6$ 100 skift 6 1/2 uker

Oppfaring og tilredning.

Oppfaring og tilredning.

Etter det som er nevnt i kapitel 5 kan en sette opp følgende oversikt over nødvendig oppfaring og tilredning av malmen:

Boreorter	: 3 stk. 22,5 m ² av lengder 310, 300 og 290 m	900 m
Transporter	: 2 stk. 20 m ² av lengder 310 og 300 m	610 "
Lastetverrslag	: 50 stk. 20 m ² av lengder 6 m	350 "
Tverrslag ut til styrtsjakt for malm	2 stk. 20 m ² av lengde 30 m	60
Samlet antall ortmeter		1.920 m

Det er ca. 1,3 mill tonn malm i gruva og med en årsproduksjon på 100.000 t blir dette drift i ca. 13 år. Det som blir satt igjen som fester, vil utgjøre:

Sentrumpillar	140.000 t
Stasjeskive	187.000 "
4 Pillarer	56.000 "
383.000 t	

Dette vil si nærmere 4 års drift. Alle oppfaring- og tilredningsarbeider må da være ferdige etter 8 år. Gjennomsnittlig blir dette 240 m pr. år. Her regnes det med 3 m salver): 80 salver på 60-65 m³, og man regner da med 1 salve pr. skift. Det går med 80 skift pr. år til ortdriving. I tillegg til dette kommer 6 stk. åpnings-slisser som må gjøres de første driftsår.

Av de 240 m ortmeter som må drives i året kan det regnes med at 180 m går i malm. Gjennomsnittlig vil da ca. 12.000 t malm komme fra oppfaring- og tilrednings-arbeide pr. år): 90.000 t fra selve brytningen.

Etter dette settes opp følgende plan for oppfaring og tilredning.

A. Spiralen er kommet til nivå 275 m.o.h.

Gruva øst:

Boreort 1	100 m i malm
Boreort 2	100 m i malm
Transportort 1	100 m i gråberg
8 lasteorter	50 m i gråberg.

Dette er for å holde produksjonen. Så nå øvre del fære ferdig til produksjon når det er tomt i nedre del,): etter 2 år. Etasje 2 i gruve øst vil kreve tilsammen 530 ortmeter, alt i malm. Dette blir da 265 m pr. år. Tilsvarende vil en få i vestgruva.

Forslag til ortdriving og bryting.

Sted		År	Oppfaring og tilredning		Bryting	
			Ortmeter	Malm t. Gråberg	Malm	
Østgruva	etg. 1	1	250	6.100	8.200	80.000
"	"	2	250	14.300		
"	"	1	150	3.000	5.000	81.000
"	"	2	280	16.000		
"	"	1				29.000
"	"	2	3			55.000
Vestgruva	"	2	280	16.000		
Østgruva	"	2	4			85.700
Vestgruva	"	2	250	14.300		
Østgruva	"	2				24.000
Vestgruva	"	2	5			69.000
"	"	2	200	4.600	6.800	
Vestgruva	"	2	6			95.000
"	"	1	200	4.900	6.500	
"	"	2				75.000
"	"	1	7			25.000
"	"	1	8			100.000
"	"		9			65.000

Etter denne planen er man nødt til å la endel av ortdrivingen foregå om sommeren, ihvertfall de 2 første årene 3 år skal det oppføres 280 m ort); ca. 95 salver. Til dette vil det gå med ialle fall 100 skift. Det skulle da være tid nok igjen til den rene brytingen.

Kostnader:

For boreortene beregnes følgende ortmeter-pris. Det regnes ikke med hengbolting for boreortene. $550 + (22,5 - 14) 50 = \underline{14005 \text{ kr/m.}}$

For laste- og transportortene regnes det med heng-
bolting): $750 + 6.50 = 1.050$ kr/m.

Vi regner her samme pris for alle ortene, og setter den
til 1.050,- kr/m.

Åpningselissene drives som langhulls-stigort-driving.
Etter Caspar's beregninger settes meterprisen til
450,- kr/m. Det blir behov for 10 slike slisser på
tilsammen 360 m.

Samlede kostnader oppføring og tilredning:

1.920 m orter	a 1050	2.090.000,- kr
3,60 m åpningselisser	a 450	162.000,- "
Sum		2.252.000,- kr
Eller		2.252 mill.kr.

I tillegg til dette kommer trykkluftledninger, vann-
slinger, kabel etc. Disse flyttes rundt etter behov.
Det regnes også fast dekke i transportortene: 50.000,-
): sum 2.257 mill.kr.

Brytning.

Brytning.

Effekter og kostnader.

Arbeidstid.

For gruva regnes en driftstid på $5\frac{1}{4}$ måned i tiderommet 1. november til 15. april. Dette er fastlagt slik at det er dagbruddsdrift så lenge som værforholdene tillater det.

Siden dette er et prosjekt som først vil bli satt igang engang i framtida, må det være realistisk å regne med 5 dagers uke for brytningen. Fra 1.11. til 15.4. er det 166 dager. I samme tiderom er det 44 lør- og søndager, og dessuten jul og påske = 8 dager. 1 uke av ferien tas gjerne i dette tiderom = 6 dager.): Antall arbeidsdager = $166 - 58 = 108$. Det regnes med 2 skifts drift. dvs.

216 skift.

Gjennomsnittlig skiftproduksjon vil da bli $100.000/216 = 463 \text{ t.}$

Salvestørrelser.

En antar å ta en salve pr. uke): mellom 4.500 og 5.000 t. Denne skytes da på siste skift før helga, slik at gruva får god tid til å ventilere seg.

Vifteboring.

Figur 21 viser et profil gjennom malmen med viftene inn-tegnet. Som oddesavstand er valt ca. 3,5 m, og forsetning 1,5 m. Viftene har en helning på ca. 75° .

Etasje 1.

Areal	519 m ²
Utskutt pr. vifte	780 fm ³
	2.120 t
Bornster pr. vifte	ca. 320 m
Bergløsning	2,44 m ³ /bm
	6,62 t/bm

Etasje 2.

Areal	434 m ²		
Utskutt pr. vifte			
øvre del	240 m ³		
nødre "	410 "	650 m ³	1.770 t
Bormeter pr. vifte			
øvre del	85 m		
nødre "	210 "	295 m	
Bergløsning	2,2 fm ³ /km		
	6,0 t/km		

For oppboring av 1 ukes produksjon 4.630 t i etasje 1
 $4.630/6,62 = 700$ bormeter. Man regner en boringseffekt
 på 180 km/skift og får da ca. 4 skift.

Lading.

Som sprengstoff benyttes ammoniumnitrat, og som tenner
 1 stk. 9½" x 40 mm Dyn.C patron pr. hull. Med 51 hull
 får vi en ladetetthet på ca. 2 kg/m. Annethvert hull
 lades 2/3 og 3/4 fullt. Dette gjøres for å sikre feng-
 hettene mot å rives ut i det ladningen i foregående hull
 detonerer. Det skal brukes millisekund-tenning. Til
 ladingen benyttes et 250 l ladeapparat fra Pneumatisk
 Transport A.B. Det monteres på en traktortilhenger som
 også tjener til å frakte inn den nødvendige sprengstoff-
 mengde. Blandestasjon er felles med dagbruddet og må da
 ligge ute i dagen.

Det regnes med at ladningen utføres av to mann, og lade-
 effekt settes til 400-450 kg/skift.

Etasje 1:

Pr. vifte ca. 445 kg) : ca. 210 g/t

Etasje 2:

Pr. vifte ca. 412 kg) : ca. 230 g/t

Regner med at 2 mann lader 1 vifte pr. skift.

Pris AN/olje regnes 0,85 kr/kg
som fordeler seg slik:

An	0,5250
frakt	0,1080
olje	0,0204
fargestoff	0,0006
reservedeler	
+ ladeslanger	0,059
Avskrivn. av	
ladesapp.	0,047
Blanding	0,075
	0,835 kr

Sprettskyting.

Med vår bergløsning antas ca. 30 sprett pr. 1.000 t.
Totalt boring, lading, skyting pr. sprettstein regnes
10 min. Effekt sprettskyting 30 stk. pr. skift.

Sprettskytingen foregår i transportorta eller ved styrt-
sjakta. Til sprettskytingen benyttes Atlas Copco BHD
12 WH og 400 mm sprettbor.

Kostnader:

Borutgifter:

Maskin	0,10 kr/sprett	
Borstål	0,15	"
Rep. etc.	0,10	"
Luft	0,05	"
		0,40 kr/sprett

Sprengstoff:

Dyn.	0,12 kr/sprett	
Peng.	0,13	"
Lunte	0,20	"
		0,45 "

Arbeidslønn:

152,-/30	5,06	"
----------	------	---

Sum

5,91 kr/sprett.

Brytningskostnader. Etasje 1.

Boringskostnader	6,81 kr/bm	
Bergløsning	6,62 t/bm	): 1,03 kr/t
Lading: 2 mann a 152,-	304,- kr	): 0,14 kr/t

Sprengstoff: 2 vifter/salve

Dyn.C 5,7 kg	20,-	kr
An 876 "	745,-	"
Avg.bl.stasj.0,10kr/kg	87,60	"
Feng	43,-	"

Skyteleddning 550 m		
a 0,13	71,50	967,- kr.

Inkl. avskrivn. av traktor + tilhenger	0,23	kr/t.
--	------	-------

Sprettskyting:

Pr. sprett 5,91	0,175	kr/t
Brytning	1,575	kr/t

Lasting og transport.

Utrechnet for en kjørsavstand på 200 m som skulle bli et gjennomsnitt.

1. Lasting Cat 980 og transport med 1 K-162

Effekt: 724 t/skift (5,33 timer)
136 t/time

Cat 980:	(127,70. 5) / 724	0,88	kr/t
K-162	(75,45. 5) / 724	0,52	"
		1,40	kr/t.

Kostnader levert styrtsjakt	2,975	kr/t.
-----------------------------	-------	-------

Skiverasbrytning.

Alternativt overslag.

Ved skiverasbrytning av malmen må man regne med de samme brytningskostnader som ved skivepallbrytning. (Stort sett vil man få samme bergløsning). Forskjellen i drifts utgifter for de to alternativer vil da begrense seg til kostnadene ved oppfarings- og tilredningsarbeidene. Det regnes samme orttverrsnitt for begge alternativer med en ortmeterpris på kr. 1.050,- (22,5 m² boreort).

Etsjeavstand for skiverasbrytningen settes til 10 m. For maktigheter mellom 15 og 20 m regnes det med 2 orter pr. etasje:

5 etasjer med 2 orter	10 orter
5 etasjer med 1 ort	5 "
	15 orter

Ortas lengde er 300 m, og samlet får en da 300. 15 = 4.500 m ort.

Drivingskostnader: 4.500. 1.050	4,73 mill.kr.
For skivepall	2,257 "
Forskjell	
	2,473 mill.kr.

Dette vil utgjøre pr. tonn: 2.473 : 1,3 = 1,90 kr/t

Dette blir merutgiftene for skiverasbrytning i forhold til skivepallbrytning.

Undersøkelse.

Diamantboring.

Da forekomsten ennå er relativt dårlig karlagt, og de mange nærliggende forekomster bør undersøkes bedre for eventuell drift, bør diamantboring drives hele sommerhalvåret. Vinters tid vil diamantboring være påkrevet nede i gruva for undersøkelse av malmen på dypet. Data for NGU's boringer 1966 skulle tilsi ca. 8 bormeter pr. skift. Dvs. man kan regne med maksimalt 2.000 m pr. år. På grunn av at arkositten i Repparfjord har vist seg meget tungboret (ca. 40 m pr. borkrone) vil det bli vanskelig å få utført boringen på anbud under kr. 150,- pr. bormeter. Dette tilsvarer en årlig utgift ved 1.000 bormeter på kr. 150.000,-. Ved boring med egne folk og egen maskin vil prisen pr. bormeter inkl. arbeidslønn bli ca. kr. 105,-, dvs. årlig kr. 105.000,-.

Krav som settes til bormaskinen:

1. Den må kunne brukes både over og under jord.
2. Den må kunne bore ned på 3-400 m dyp.
3. Den må ha liten vekt og være lett å frakte i terrenget.

En Craelius XC-42H diamantboremaskin skulle kunne utfylle disse krav. Med stålrørsgang kan den bore 350-450 m avhengig av kronediameteren (33,5 eller 42 mm). Med lettmetallrør kan bores helt ned til 800 m dyp. Ved bruk av 1½ m lange rør kan maskinen bore vertikalt under jord med en høyde under hengen på 3,0 m. Ved bruk av 3 m rørgang krever maskinen 4 m under hengen. Det vil her greie seg med å strosse ut ortan tilstrekkelig til å få festet taljen i hengen. Dette vil formodentlig lønne seg fremfor å benytte 1½ m rørgang, da dette vil bety øket tid ved opptak og nedsetting av rørgangen.

Utstyr og priser for Craelius XC-42H:

	kr.
Craelius XC-42H kompl. bormaskin med spindel for 46mm rør	34.000
Dieselmotor Deutz F3L 812 kompl.	19.500
Spylepumpe Simplex 80 m med vannsivvel	13.000
Vannmåler	1.000
T-46 kompl. kjernerør m. reservedeler	2.500
400 m lettmetylrrør kompl. (102 kr/m)	40.200
Jordboreutstyr for 10 m jord	4.000
Heisetårn for 6 m opptak	18.000
Heiseverktøy (rørholder, rørløfter, blokk)	3.500

Sum	135.700
-----	---------

Hele utstyret eksklusiv borrhør og kjernerør kan avskrives i løpet av 8 år. Et borrhør regnes å stå ca. 5.000 m. Et kjernerør står 500-1000 m avhengig av behandlingen.

Som nevnt står ikke borkronene i Repparfjord lenger enn ca. 40 m. Iherdige undersøkelser av NGU i 1966 brakte på det rene at Craelius H-2 SD (Sanddust) var den kronen som stod best og hadde høyest effekt. Denne krone koster kr. 865,-.

<u>Driftsutgifter pr. m ved 1.000 m pr. år.</u>	kr/m
Avskrivning hele utstyret ekskl. borrhør og kjernerør	11,60
Borrhør (400 m lettmetylrrør)	8,00
Kjernerør (står ca. 750 m)	3,34
Borkroner	24,10
Reservedel for bruk for maskin & motor	1,34
Brennstoff, 30 l/dag for maskin & pumpe	1,39
Olje, fett etc.	0,54
Wireforbruk	0,33
Lite reservedelslager	1,00
Div. utg.	1,20

Sum	51,85
-----	-------

Hertil kommer:

Renter, 7 %	kr. 3,36
Reparatørlønn	" 9,00
Arbeidslønn	" 35,50
Administrasjon	" 6,29

Sum kr. 108,00 pr. bormeter.

Dette vil ved samlet bryting over og under jord på 300.000 t malm gi en utgift på diamantboring lik kr. 0,36 pr. tonn malm.

Prøvetaking.

Siden vi her har en impregnasjonsmalm og ingen klare grenseflater, vil det være et utstrakt behov tilstede for prøvetaking. Denne utføres ved oppsamling av borslam. Boringen utføres med Brakar og bør gå parallelt med oppfaringsarbeidet. Det bør da prøvepores for hver 10 m profil av malmen. Fra boreort 1 ca. 40 m

Fra boreort 2 ca. 35 m

Fra boreort 3 ca. 25 m

Disse hull kan brukes senere under brytningen, men her regnes det som om de ikke kan det. Det tas 1 analyse pr. 5. meter. Disse utføres på laboratorium i oppredningsverket.

Kostnadsoverslag (etasje 1).

Boreutgifter 5,96. 40	238,50 kr.
Lønn	75,- "
8 stk. Cu-analyser a kr. 20,-	160,- "
Frakt og rigg etc.	
10 kr/prøve + 10 %	88,- "

561,50 kr.

pr. tonn

0,04 kr/t.

Hovedtransporten

Hovedtransporten.

Transport av malmen fra styrtsjakt og ut til knuseanlegget og oppredningsverket skal gå gjennom en 3 km. lang stoll. Når det gjelder valg av transportmåte ved den produksjon det her er snakk om, kan det bare bli skinnegående transport som kommer på tale. Malmen må da fraktes i Granbyvogner av høvelig størrelse, 3,75 eller 4,5 m³, og man kan benytte seg av diesel eller elektriske lok.

Repparfjordmalmen har en egenvekt på 2,72 og løsskutt ca. 1,75. Den mest høvelige vognstørrelse skulle da være 4,5 m³.

Når det gjelder valg av lok, må diesel og elektrisk drift vurderes mot hverandre. Jeg ser her helt bort fra batteridrevne lok. De kan ikke konkurrere med diesel- og elektrisk drevne i den størrelsesorden det her blir snakk om (ca. 200 HK).

Skiftproduksjon:

Sommer:	$\frac{200.000}{240}$	= 835 t
Vinter:	$\frac{100.000}{216}$	= 463 t

Om sommeren vil vi dessuten få endel oppfaring så vi kan her sette ca. 950-1000 t.

Transporten må altså dimensjoneres etter en skiftproduksjon på 1000 t på 2 skifts drift eller en døgnproduksjon på 2000 t. Her kan det bli snakk om å la transporten gå på 2 eller 3 skift.

Ut fra data fra transport på grunnstollen ved Fosdalens Bergverk kan man regne med 4 sett tappet og utkjørt pr. skift ved en transportstrekning på 3,5 km. Transport-

strekningen i Repparfjord vil bli ca. 3 km.

Kapasitet pr. Granbyvogn:

Rcminnhold	4,5 m ³
Vekt, tomvogn	5 t
Fyllingsgrad	0,9
Malmvekt, løs	1,75 t/m ³
Lastekapasitet	7,1 t/vogn

Ved bruk av 35 vogner i settet vil kapasiteten bli 248 t. malm pr. sett. 4 sett gir da 990 t. Tapping fra 2 tappe-
luker i Fosdalen med fremkjøring tar gjennomsnittlig 0,7
min/vogn. Ved gjennomsnittlig kjørehastighet både ut og
inn på ca. 20 km/t vil vi få en kjøretid på ca. 10 min
hver vei. Regner vi like lang tid for tømming som tap-
ping, kommer vi opp i en totaltid for 4 sett på ca.
300 min. I Fosdalen benyttes 2 mann for tapping og
transport. Ved bruk av radiostyrt framkjøring av loket
skal det kunne greie seg med 1 mann. Dette vil sannsyn-
ligvis øke tappetiden noe, men man må anta at 4 sett pr.
skift skulle la seg gjennomføre.

Beregning av lokets effektbehov.

Vekt, tomvogn	5,0 t
Vekt, lastet vogn	12,1 "
Antatt vekt lok	20 "
1 sett lastede vogner	423 + 20 = 443 t
1 sett tomme vogner	175 + 20 = 195 t

		Helning av stoll					
		1:150		1:200		1:250	
		Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn
Lager og banemotstand	6 kg/t	2680	1170	2680	1170	2680	1170
Akselerasjonsmotstand	3 kg/t	1330	585	1330	585	1330	585
Luftmotstand							
$f = 0,6 \cdot F(v/10)^2$							
$F = 1,6 \text{ m}^2$		1680	740	1680	740	1680	740
$v = 20 \text{ km/t}$							
3,8 kg/t							
Stigningsmotstand		-2960	+1300	-2215	+ 975	-1775	780
Trekraftbehov	i kg	2730	3795	3475	3460	3915	3275
Motorytelsen	kW			129	129		
	HK			175	175		

$$N = \frac{K \cdot V}{75 \cdot 0,9} \quad (0,736)$$

Her ser man at ved en helning på stollen på 1/200 kommer vi gunstigst ut med lokets trekkraftbehov og motorytelse. Vi vil her få nødvendig motoreffekt på ca. 175 HK eller ca. 130 kW.

Utstyr og kostnader ved elektrisk drift.

Ved en kjørestrekning på 3 km vil det trenge to like-
retterstasjoner. Disse er sammenbygd med transforma-
torer fra 6.000 til 500 volt. Kjøretrådsutrustning med
tråd 100 - 120 mm². Vekt ca. 1.000 kg/km.

Priser og data fra Siemens.Kontaktlok:

Vekt	20 t
Spennvidde	750 mm
Motoreffekt	2 x 68 kW ved 500 v
Trykkluftbremses	
Pris	<u>ca. kr. 350.000,-</u>

Likeretter:

2 stk. a 248 kVa m. trafo.	
Pris	<u>ca. kr. 200.000,-</u>

Kjøretrådustrustning:

100-120 m ²	ca. 3 km
Vekt	ca. 1 kg/m, pris ca. 10 kr/kg
Pris	<u>ca. kr. 30.000,-</u>
Montering, isolatorer osv.	
Pris	<u>ca. kr. 30.000,-</u>

Utstyr for radiostyring av lok under tapping:

Pris	<u>ca. kr. 35.000,-</u>
------	-------------------------

Samlet pris for kontaktlok med utrustning:

Pris sum	<u>kr. 645.000,-</u>
----------	----------------------

Delelager

Pris	<u>ca. kr. 20.000,-</u>
------	-------------------------

Vognmateriell.

Som nevnt foran regnes det med å benytte 4,5 m³ Granbyvogner i transporten. I innkjøp ligger disse på ca. kr. 16.000,-. Behovet vil ligge på 35 vogner. Det regnes med bare å benytte ett lok og ett vognsett i transporten. Man bør da gå til innkjøp av ca. 40 vogner, slik at man har noen vogner i reserve som kan settes inn mens andre repareres.

Levetiden for en vogn regnes av anleggsfirmaene til ca. 15.000 fm³ (410.000 t). Dette vil si ca. 5-6 års levetid. Svenske gruver regner med 7½ år og 11 år når

man benytter seg av slitasjeforinger av henholdsvis gummi og stål.

Det foreslås at vognene utstyres med gummiforinger. Tømmingen av vognene vil også dermed gå lettere, og unøddig heft ved rensk av vognene bortfaller. Man må da regne med at prisen vil komme opp i nærmere 16.500 kroner pr. vogn.

Innkjøp 40 stk. 4,5 m ³ Granbyvogner	kr. 660.000,-
1 stk. personvogn 20 personer	" 40.000,-
	<u>kr. 700.000,-</u>

Levetid 7,5 år.

Avskrivning	28,4 + 0,8 øre/t)	
Reparasjon	28,4 ")	31,6 øre/t
Renter	2,0 ")	

Driftsutgifter for kontaktlok.

Utregnet etter data fra Fosdalens Bergverk.

Lokanlegg:

Lønn (inkl. sos.utg.)	23,4 øre/t	
Lønn, reparaør	0,6 "	
Materialer, lok	1,0 "	
Lønn, rep. kontakthanlegg	0,3 "	
Materialer "	0,6 "	
Kraft	7,2 "	33,10 øre/

Spor og vogner:

Spor og veksler:
(en mann ettersyn på
formiddagsskift)

Lønn	8,6 "
Materialer	5,1 "

Vogner:

Lønn	2,1 "
Materialer	2,4 "

Veiing og tipping:

Lønn, reparaør	0,9 "
Materialer	1,5 "

Div. lønn, sos.kostn. etc.	4,0 "	24,60 "
----------------------------	-------	---------

Avskrivning:

Lokanlegg 13 år	16,0 øre/t	
Renter (anlegg + deler)	1,5 "	
Vognmateriall (avskr. form., renter)	31,60 "	49,1 "

Samlet

105,8 øre/

Utstyr og kostnader ved dieseldrift.

Gruvelok fra Deutz.

Vekt	18 t
Motoreffekt	200 HK
Sporvidde	750 mm
Max. hast.	17,5 km/t
Pris	<u>230.000,- kroner</u>

William Knudsen A/S - forhandleren - oppgir standtid, dvs. tid før første storoverhaling, til 10-16.000 timer. Normalt regnes imidlertid levetid for dieselmotorer ca. 10.000 effektive driftstimer. Regner med at for transporten i Repparfjord slites ut 2 lok på driftstiden. Begge lok kjøpes da inn med det samme, og det ene står da i reserve. Det vil da ikke være nødvendig med noe videre delelager, og man vil stadig være sikret regelmessig transport.

Brennstofforbruk regnes til 180 g/HK time.

Rep. og delforbruk " 0,50 kr/fm³.

Dette er et tall som anleggsfirmaene opererer med, som vel vil ligge noe over det som vil være normale for gruvene.

Innkjøp 2 lok kr. 460.000,-

Framtrekk for vognsett " 25.000,-

kr. 485.000,-

Driftsutgifter.

Lok:

Lønn inkl. sos.utg.	23,4 øre/t	
Rep. og deler	18,4 "	
Brennstoff	8,0 "	49,8 øre/t
Spør og vogner		24,6 "

Avskrivning:

Lok 15 år	10,5 "	
Renter	0,7 "	
Vognmateriell	31,6 "	42,8 "
Samlet		117,2 øre/t

Ved valg av loktype må det også taes hensyn til transporten under anleggsperioden for gruva. For driving av transportstollen må en regne ca. 1½ år.

Skal man ha kontaktlok i hovedtransporten, må man for anleggsperioden skaffe et eget batterilok eller diesellok for denne transporten. Det går selvfølgelig an å legge opp kjøreledning for kontaktlok parallelt driften og benytte slepekabel eller lignende arrangement for de innerste 20-50 m. Man må imidlertid regne med at dette vil hefte driften såpass mye at man ikke vil få den ønskede inndrift pr. døgn. Jeg ser derfor bort fra denne mulighet.

Trekraftbehov. Helning stoll 1/200.

Ved bruk av 5 vogner pr. sett.

	5 vogner	10 vogner
Tomsett vekt	25 t	57 t
Lastet sett vekt	60 "	127 "
+ lok	7 "	
Trekraftbehov inn	600 kg	1.100 kg
ut	600 "	1.000 "

A. Batteridrift.

Et 7 tonn batterilok skulle her være tilstrekkelig selv for 10 vogner.

Pris 7 t Siemens batterilok	ca. kr. 110.000,-
2 stk. batterier	" " 130.000,-
Likeretter for opplading	" " 20.000,-
Montasje for samme	" " 1.000,-
	ca. kr. 261.000,-

Batterilok + likeretter avskrives over 10 år.

Batterier avskrives over 3 år.

Avskrivning for 1½ år:

Lok	kr. 16.500,-
Batteri	" 65.000,-
Likerettter	" 3.000,-
Sum	kr. 84.500,-

Dette utstyret må så selges etter at anleggsperioden er avsluttet.

Driftsutgifter for batterilok for 1½ års anleggstid, anslagsvis ca. 2250 effektive transporttimer.

Kraft	kr. 3.400,-
Rep.+vædlikehold	" 2.700,-
Avskrivning	" 84.500,-
Renter	" 5.900,-
Sum	kr. 96.500,-

Lønn kjører holdes her utenfor sammenligningen.

B. Dieseldrift.

Diema diesellok DS 40

50 HK

Vekt 6,6 t.

Bris

kr. 76.000,-

Her bør man ha et lok i reserve, slik at tunneldriften ikke vil bli heftet i tilfelle av istykkerkjøring som er hyppigere for diesellok enn for batterilok. Det kan da greie seg med å anskaffe et brukt lok til en anslagsvis pris av

kr. 40.000,-

Samlet investering kr. 116.000,-

Lokene selges etter endt anleggstid.

Driftsutgifter 1½ år (2.250 timer)

Kraft	ca. kr. 6.000,-
Rep. + vedlikehold	" " 16.000,-
Avskrivning	" " 26.000,-
Renter	" " 1.800,-

ca. kr. 50.000,-

Etter dette overslag ser man at for anleggsperioden bør man benytte seg av diesellok framfor batterilok.

Når det gjelder hovedtransporten, så står valget mellom kontaktlok og diesellok. Velger man her diesellok, kan dette også benyttes ånder anleggstiden. Skal man ha kontaktlok, må man imidlertid ha eget diesellok for anleggstiden. For å kunne sammenligne disse to alternativer, bør man også ta med transporten for anleggstiden, og man ser da denne som en merinvestering.

Sammenligning av drifts-typer:

Kontaktlok: driftsutgifter	106,8 øre/t
+ anleggstiden	1,25 "
	134 øre/t

Diesellok: driftsutgifter	117,2 øre/t
---------------------------	-------------------

Siden man her har en så stor forskjell i driftsutgifter som 10 øre/t, må det her velges elektrisk drift med kontaktlok selv om dette vil medføre endel heft med installasjon av likeretterstasjoner og kjøreledning.

Avskrivning av styrtsjakt og grunnstoll.

Regner her avskrivningstid 15 år.

Styrtsjakt	5,27 øre/t
Tappeluker	2,53 "
Grunnstoll	77,00 "
Vekt og tippestasjon	1,80 "
Sum	86,60 øre/t

+ renter 7 % 6,- = 92,60

Kostnad for transport inkludert alle avskrivninger:

kr.1199 pr. tonn

Mannskapsbehov.

Mannskapsbehov.

For brytningen i gruva beregnes følgende mannskapsbehov:

Formiddagskift:

1 borer
 1 laster
 1 kjører
 1 spretting
 1 diverse
 1 verksted, gruva
 1 vedlikehold skinnegang etc.
 1 transport med lok
1 stiger

Tilsammen 9 mann

Ettermiddagskift:

1 borer
 1 laster
 1 kjører
 1 diverse
 1 verksted gruve
1 transport med lok

Tilsammen 6 mann

I tillegg til dette kommer 2 diamantborere og 2 mann fellesverksted (vognrep., kompressor etc.). Administrasjon og oppredningsverk/uteanlegg er holdt utenfor.

Dette vil si, samlet gruva	15 mann
undersøkelser	2 "
fellesverksted	2 "

Etter dette får vi følgende effekttall:

Produksjon pr. mann og skift, bare gruva 24,3 t

De to første driftsår regnes det med 2 mann til oppfaringsarbeider i gruva.

Samlade kostnader.

Samlede kostnader.

Innledningsvis kan det nevnes at ved en antatt kobberpris på 300 kr/t vil vi få en råmalverdi på 47,50 kr/t. Dette er for gehalter over 1 % hvor det regnes ca. 95 % utvinning. Videre kan man regne med en samlet kostnad ved oppredningsanlegget på 13,- kr/t. Her utgjør oppredningen 8,- kr/t og avskrivning av anlegget 5,- kr/t.

Totale anleggskostnader.

Grunnstoll og styrtsjakt for malm skal belastes både gruve og dagbrudd. Produksjonen i dagbruddet er 200.000 t/år og i gruva 100.000 t/år. Regner da gruvas andel til 1/3.

For anlegg av gruveverksted m/maskiner, opphold, stigerkontor, transformatorstasjon, elektrisk opplegg etc. regnes anlagsvis kr. 300.000,-.

Anleggskostnadene blir da:

Grunnstoll	(3.465.000,-/3)	kr. 1.155.000,-
Malmstyrtsjakt	(262.000,-/3)	" 87.333,-
Spiralort		" 2.374.000,-
Ventilasjonsjakter		" 249.000,-
Gruveverksted m.m.		" 300.000,-
		kr. 4.165.333,-
Sum anlegg gruva		

Anlegget avskrives over 15 år. Renter regnes her 7 % som tidligere. For letthets skyld legges de direkte til og blir således noe for store. Korrekt ville være å benytte annuitetsformelen til utregning av kapitalutgifter.

Avskrivning	$4.165.333/15 = 278.000,-$	kr/år =	0,927	kr/t
Renter 7 %	19.450,-	"	=	0,065 "
Kapitalkostnader	297.450,-	kr/år =	0,992	kr/t

Driftskostnader.

All oppfaring og tilredning er regnet under ett, og all behandling av materialet som boring, lasting og transport er medtatt.

Totale oppfaringskostnader: 2.257 mill.kr = 1,72 kr/t

Brytningskostnader	1,575 kr/t
Lasting og transport	1,40 "
Prøvetaking	0,04 "
Diamantboring	0,36 "
Ventilasjon	0,42 "
Hovedtransport	1,068 "
Oppfaring	1,72 "
Kapitalkostnader	0,992 "
Sum	7,575 kr/t

Kostnader ved uteanlegg/oppredningsverk og administrasjon er holdt utenfor.

Litteraturfortegnelse.

Del 1.

R. Lien	En indirekte undersøkelsesmetode av bergartenes borbarehet.
Müller og Lück	Der Entwicklung und Erkenntnisstand beim slagenden Bohren
Selmer-Olsen	Ingeniørgeologi.

Del 2.

Kompendium i	Åpningsdrifter Ventilasjon Lasting og transport
Utkast til kompendium i	Transport
Forelesninger	Gruvedrift 2.
Stud. Bachke	Tidsstudier
Stud. Høygaard	Tidsstudier
Bj. Li	Rapport fra Skorovas
K. Karlsen	Rapport fra Malmberget
I. Johansen	Elektrisiteten i gruvedriften
Svenska Gruvföreningen	Kompendium i gruvventilasjon Longhålsbrytning
Atlas Copco	Trykkluftthandboken
Fritzsche	Bergbaukunde
Fjellsprengnings- teknikk	Konferanse 1964, 1965.