



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr 5939	Intern Journal nr Kasse nr. 64	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv Folldal Verk AS	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Folldal Verk a.s.	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel DET STORE EKSAMENSARBEID FOR STUD. TECHN. CHRISTIAN M. BACHKE. Prosejekteringsoppgave - Repparfjord kobbermalmfelt				
Forfatter Bachke, Christian M.		Dato År 28.12 1966	Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) Norges Tekniske Høgskole	
Kommune Kvalsund	Fylke Finnmark	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 19351	1: 250 000 kartblad Hammerfest
Fagområde Malmberegning	Dokument type	Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Repparfjord		
Råstofgruppe Malm/metall	Råstofftype Cu			
Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse Rapporten inneholder undersøkelser over borsynk i Repparfjord. Videre er det foretatt en malmberegning, som viser at det mellom profilene 10400Y og 100050 Y kan taes ut 2.320.000 tonn malm med en gjennomsnittsgehalt på 0,85% Cu. For å ta denne malmen må det fjernes 1.200.000 tonn gråberg. Rapporten foreslår drift i perioden 15. april - 1. november. Årsproduksjonen er kalkulert til 200.000 tonn malm og 104.000 tonn gråberg. Brytningskostnadene er kalkulert til 5,36 kr/tonn inkl. gråbergsbryting og transport til oppredingsverk.				

9.oktober 1966.

DET STORE EKSAMENSARBEID FOR STUD. TECHN. CHRISTIAN M. BACHKE.

Prosjekteringsoppgave - Repparfjord kobbermalmfelt.

På grunnlag av foreliggende rapporter samt de undersøkelser som foretas sommer 1966, utføres en malmberegning for hele forekomsten av påvist og sannsynlig malm som kan utdrives i dagbrudd.

I samarbeid med stud.techn. Runar Berg skal borsenkning og borslitasje i den aktuelle malmtypen 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.

For den del av dagbruddet som ligger mellom profilene 10400 y og 10050 y (se N.G.U. tegning 693-04) prosjekteres et dagbrudd med årsproduksjon 200.000 tonn malm.

Prosjekteringen skal omfatte utformingen av bruddet, valg av maskiner o.a. utstyr, antatte effekter og nødvendig mannskapsstyrke.

Ved prosjekteringen går en ut fra at driften holdes gående i ca. 6 sommermåneder, nærmere vurdert etter de klimatiske forhold på stedet.

Totalt malmkvantum som kan brytes i det nevnte område vurderes og dagbruddets dyp fastlegges under hensyntagen til evt. impregnasjonsmalm i sidebergart.

Samlet produksjonskostnad (inkl. investerings-, brytnings- og transportkostnad) beregnes pr. tonn råmalm levert oppredningsverk ved sjøen etter følgende alternativ:

Malmen fra dagbruddet styrt i styrtstakt til en underliggende transportstoll. Transportkostnadene fås i dette tilfelle oppgitt av stud.techn. Runar Berg.

Innleveringsfrist: 1.januar 1967.

Institutt for gruvedrift


Ivar Berge
professor

Erklæring

Jeg erklærer på ære og samvittighet at jeg kun har brukt
lovlige hjelpemidler ved utførelsen av denne oppgaven.

Trondheim, 28/12 1966.

Christian Bachke.

Christian Bachke

INNHALDSFORTEGNELSE.

Kort resyme over oppgaven	side	0
DEL I.		
BORBARHETSUNDERSÖKELSER.		
Innledning	side	1
Feltarbeidet:		
Valg av prøvesteder	side	2
Beskrivelse av utstyret	side	2
Arbeidsbeskrivelse	side	4
Beskrivelse av borstedene	side	6
Laboratoriearbeidet:		
Generelt om prøvemethoden	side	11
Beskrivelse av forsøkets gang	side	12
Bearbeiding av resultatene:		
Korreksjoner	side	18
Sammenstilling av resultatene	side	21
Vurdering av prøvemethoden:		
Undersøkelsene i feltet	side	23
Laboratoriemethoden	side	23
Resultater:		
Borstålets levetid	side	24
Borsynk	side	25
Konklusjon for prøveboring og lab.-forsøk	side	26
DEL II		
MALMBEREGNING OG PROSJEKTERING AV DAGBRUDD.		
Innledning, geologi, klimatiske forhold etc.		
Innledning	side	28
Bergartsbeskrivelse og geologi	side	29
De klimatiske forhold ved Ulveryggen	side	31
MALMBEREGNING.		
Malmberegningen	side	33
Foreløpig inntegning av dagbruddets grenser	side	33 a
Kartlegging av malmen ut fra analyserapportene	side	34
Utrekning av areal	side	37
Volumberegning av malmen	side	39
Malmberegning ved bruk av forstørret kotekart	side	42
Beregning av gråbergmengde	side	46

DAGBRUDDETS UTFORMING.

I korte trekk hvordan driften tenkes lagt opp	side	48
Generelt om bruddets utforming og arbeidsoperasjonene.	side	49
Pallveggens helling	side	49
Pallboring og sprengning	side	50
Lasteutstyr	side	52
Utbormingen av bruddet	side	54
Valg av borhulldiameter, pallhøyde, salvestørrelse etc.	side	55
Forutgående arbeider	side	56
Gråbergbryting og veisprengning	side	57

DIV. ANLEGG OG BEBYGGELSE.

Anleggsvei	side	58
Verksted, spisebrakke, bad etc.	side	60
Fellesbebyggelse ved oppredningsverket	side	62
Verksted	side	62
Dellager	side	63
Kompressorstasjon	side	64

MASKINELT UTSTYR, DRIFTSKOSTNADER, KAPASITETSBEREGNINGER.

Aktuelt maskinelt utstyr	side	67
Utstyr for primærboring	side	67
Gardner-Denver Air Trac m. PR 123 drifter	side	67
Ingersoll-Rand Crawl-IR m. D-475 drifter	side	68
Stenuick Record borkolonne med senkbormaskin	side	69
Laste- og transportutstyr.	side	71
Caterpillar 980 hjullaster	side	71
Brøyt X3 opplastingemaskin	side	71
Kiruna Truck K 162	side	72
Div. utstyr.	side	73
Bulldoser Caterpillar DG	side	73
Veiskrape Cat. 12 E	side	74
Bruddets kapasitet	side	74 b
Utrekning av driftskostnader	side	75
Ang. avskrivning	side	75
Kostnadsberegning for primærboring	side	76
Gardner-Denver Air Trac	side	76
Stenuick Record senkbormaskin	side	78
Ingersoll Rand Crawl-IR	side	79

Kostnadsberegning laste- og transportutstyr	side	82
Kiruna-Truck K-162	side	82
Caterpillar 980 hjullaster	side	83
Brøyt X3	side	84
Cat. 12 E veiskrape	side	84
Cat. DC bulldoser	side	85
Sprengstoff og sprengstoffkostnader	side	86
Primærsprengning	side	86
Ladestyr	side	87
Utførelse av blande- og ladearbeidet	side	88
Forskrifter for ANOL-sprengstoffer	side	89
Sekundærsprengning	side	90
Beregning av driftetid	side	91
Kapasitetsberegning for borrhuger	side	94
Gardner-Denver Air-Trac	side	94
Stenuick Record senkbormaskin	side	95
Kapasitet ved lading av pallsalver	side	96
Kapasitet ved sekundærsprengning	side	96
Rensking av pallvegg	side	97
Kapasitetsberegning for laste- og transportutstyr	side	98
Gravemaskinens kapasitet	side	98
Hjullasterens kapasitet for lasting	side	99
Hjullasterens kapasitet for last og bær	side	99
Truckkapasitet	side	100
Forslag til maskinelt utstyr	side	106
Borutstyr	side	106
Laste- og transportutstyr	side	107
Diverse utstyr	side	108
Diamantboring	side	108
Prøvetaking	side	110
KALKYLER		
Mannskap i dagbruddet	side	111
Driftsutgifter	side	112
Fastleggelse av brytverdig malmkvantum	side	116
Utrekning av råmalmverdien	side	116
Cut-off-grade	side	118
Avelutning.	side	120

Kort resymé over oppgaven.

I bergarten i den del av Repparfjordsfeltet som er aktuell for gruvedrift er foretatt en borbarhetsundersøkelse. Borsynken for det påtenkte utstyr (Gardner-Denver PR 123 drifter) ble funnet å være 55 cm/min. ved 2" kronediameter og 30 cm/min. ved 3" krone. Følgende levetider er funnet:

Borkroner:	260 bormeter
Borstenger:	450 "
Hylser:	400 "
Nakker:	1 500 "

Ved malmberegning av den malmen som det er aktuelt å ta i dagbrudd mellom profilene 10400 Y og 10050 Y har jeg kommet fram til 2.320.000 t med gjennomsnittlig 0,85%. For å ta ut denne malmen må fjernes 1.200.000 t gråberg. Dvs. for 1 t. malm må brytes 0,517 t gråberg. Ved bryting av 200.000 t malm pr. år blir den totale produksjon i bruddet 303.500 t pr. år.

Det foreslås drift i bruddet mellom 15. april og 1. november, dvs. 6.1/2 mnd. Driften må bygges opp med en kapasitet på 1 260 t pr. skift. Ved helårsdrift vil dette tilsvare et dagbrudd med en produksjon på 580.000 t pr. år. For denne produksjon trenger man totalt 16.1/2 mann i bruddet inkl. 2 diamantborere. Dette gir en produksjon på 141 t pr. mann og skift totalt.

Maskinelt utstyr til ca. 1.7 mill. kroner må kjøpes. Dagbruddets andel ekskl. transp. i fast bebyggelse og anlegg vil komme på ca. 1,3 mill. kroner. Forutgående arbeide før drift i dagbruddet kan begynne vil ta 2 sommersesonger.

Ved en produksjon på 200.000 t malm pr. år vil bruddets levetid være litt over 10 år. Ved en kobberpris på 300 £ pr. tonn vil det ikke lønne seg å bryte fattigere malm enn 0,55% Cu.

Jeg har kommet frem til sum brytningskostnader på 5.362 kr/tonn malm inkl. gråbergbrytning og transport til oppredningsverket. Kapitalkostnader inkl. administrasjon og sos. utgifter ligger på 2.843 kr/t. malm. Dette gir samlede utgifter vedr. dagbruddsdrift og transport inkl. diamantboring lik 8.411 kr/t. malm.

DEL 1.

BORBARHETSUNDERSÖKELSER.

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 - kobberglang) 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 unngås.

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 (tørr-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 sylindre med forsert kjøling av sylindre 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.

Slanger: 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 kjele som kunne gli på stigen. For å minske friksjonen mellom kjele 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 borkakset 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%



Vanlig oppstilling av borstetret



Oppstilling ved sterkt skrående 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 ^g
Fall:	85 ^g
Sprekker og stikk:	350 ^g i horisontalplanet
Borhullsretning:	340 ^g dvs. til nærmest normalt ströket.

Vanskeligheten ved å sette borhullene når de skulle stå normalt ströket 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 ströket 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 hardmetallet og med spor av propellerslitasje på stålet.

I denne serie ble boret 16 hull.

Prövested B.

Borserien ble satt i en av de beste malmsonene. Bergarten var meget grovkornet, nærmest en mellomting mellom gruskg. 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 før 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 aksens 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 grusgl. 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 ~~er~~ 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 harde 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

Strøkretning:	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 skråningen 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. 324.

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 ripes 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 prøve-metoden for å bestemme bergartens borbarehet.

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

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 slagpåkjenning, 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 meiselskær (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 kjæftetygger 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^o 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

fallforsøket, men for dette ble utført. Størrelsen av prøven til fallforsøket ble fastsatt etter bergartens spes.vekt. Prøvens 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 . $\frac{\text{sp.vekt}}{2,65}$ 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.



Fallprøvemaskinen.

b) Sprøhetstallet.

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

inn i fallprövmaskinen. Loddets fallhöyde er 25 cm og man benytter 20 slag. Morteren tas ut og tömmes 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.

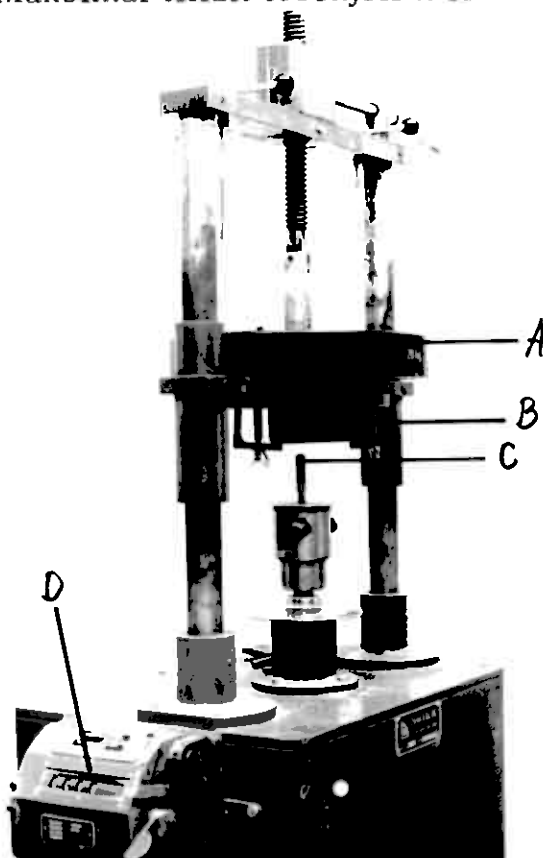
Materialet har pakket seg noe under knusingen og lite av materialet er løst og rauser ut av morteren når en snur denne på hodet, det som er igjen sitter ganske fast og en må gjerne bruke en jernstang e.l. for å få det løst fra morteren.

Pakningsgrad 3.

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

Materialet siktes så på det sikt som var nedre korngrense för fallpröven ble utfört, nemlig 11,1 mm siktet. Siktingen skal utföres på mest mulig lik måte som ved förste sikting. Den vektprosent av pröven som går gjennom dette siktet (opprinnelig nedre korngrense) kalles spröhetstallet. 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. Spröhetstallet blir da $100 \div \text{vektprosent} + 11,1 \text{ mm}$.

Spröhetstallet ble bestemt som middeltallet av to parallellforsök. Maksimal tillatt forskjell mellom to enkeltpröver er 6 enheter.



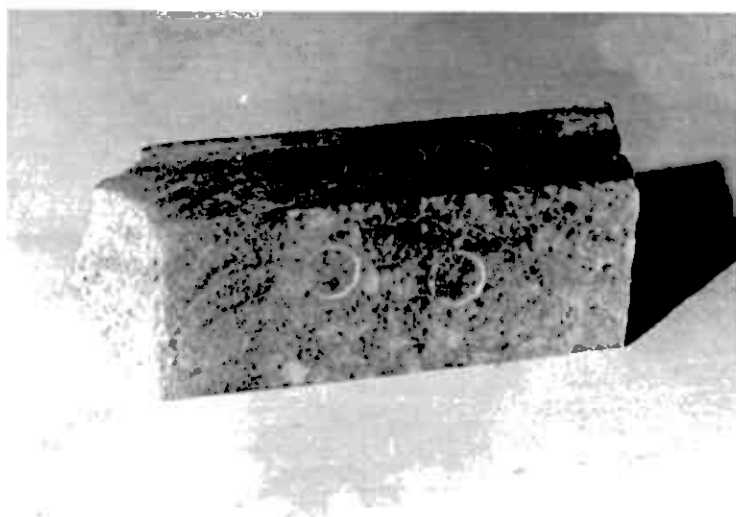
Prövebormaskin.

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. (2 $\perp$ lagdelingen og 1 $\parallel$ lagdelingen)

Prøvemaskinen for Sievers prøvemethode 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 måleur og angir hulldybden 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 besørjes 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	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 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 brun-grön 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 slitasjeverdien 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 slag-tallet 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 aksiell 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 matertrykket 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. 5a). Korrigeringskurven skulle derfor ha vært slakere enn den opptegnete.
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 borsynk-resultater 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	Korrigerings					
	Målte verdier	For slepper	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. 1 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 Grineröd'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 opptegnede. 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 μ /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 $\pm$ 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 omslipning.
 3. Lekkasjer 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 borstålets 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 omslippet 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 borbrekkasjen 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, d. 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 hull-arealet.

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.

Laborariemetoden som er utviklet ved Institutt for Ingeniørgeologi skal vise at det er lovmessige forhold som bestemmer bergartens borbart, og at denne borbart 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 matertrykk mens Lien har valgt å bruke et konstant matertrykk uansett bergart. Resultatene er sammenlignet uten at korreksjoner for bormaskin og matertrykk er foretatt.

Resultatene fra våre prøveboringer og laboratorieundersøkelser viser at man ikke kan foreta en direkte sammenligning. Hvis vi skulle bestemme borbarten ut fra laborariemetodens 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 kritikkfritt 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

MALMBEREGNING OG PROSJEKTERING AV DAGBRUDD.

INNLEDNING, GEOLOGI, KLIMATISKE FORHOLD ETC.

Innledning.

Jeg vil først gi en kort historikk over Repparfjord Kobberfelter. Feltet har tidligere vært gjenstand for undersøkelser i periodene 1903 til 1909, 1912 til 1913 og 1955 til 1957. Bergverkerettighetene har fra tidligere vært opprettholdt av det svenske Nordiska Gruvaktiebolaget. Sommeren 1963 ble det kjøpt hjem av A/S National Industri. Før siste verdenskrig var feltene en tid håndgitt en engelsk og senere en svensk interessent. I perioden etter siste krig hadde det kanadiske Invox Corporation Ltd., Toronto oppsjon på feltet, og de undersøkte Ulveryggen både ved kartlegging og diamantboring. (2.190 m). Sommeren 1963 foretok N.G.U. en supplerende geokjemisk prospektering over feltet etter oppdrag av A/S National Industri. For National Industri ble videre av N.G.U. i 1964 foretatt geofysiske målinger. I 1965 ble boret 1.200 m diamantborhull og dessuten utført målinger av indusert polarisasjon (IP), selvpotensial (SP), motstand (RP) og en del magnetiske målinger. Dessuten ble det foretatt systematisk prøvetaking av fjelloverflaten. I 1966 er foretatt diamantboringer og IP-målinger.

Malmberegningen i denne oppgaven bygger på diamantborhullrapportene fra Invox Corporation Ltd. og fra N.G.U. og dessuten på kartleggingen ved prøvetaking i dagen.

Beskrivelse av feltet.

Repparfjordfeltet ligger i Kvalsund herred, Finnmark fylke. Til Hammerfest er veien 47 km med tillegg 10 minutter med ferge over Kvalsundet. Feltet ligger syddøst for Hammerfest ca. 40 km luftlinje. Sydover til Alta er avstanden 98 km veilengde. Her er flyforbindelse med to fly i døgnet sørfra. Se kartskisse fig. 1.

Den del av feltet som diplomen omfatter (mellom profilene 10400 y og 10050 y) ligger i en avstand 3,2 km i luftlinje fra riksvegen. Avstanden fra feltet til den tidligere dampskipskaien er 3,4 km. Feltets høyeste punkt ligger ca. 425 m.o.h. Det laveste punkt ca. 390 m.o.h.

Forekomsten danner en rygg (Ulveryggen) som står mellom to forkastninger, se bilde nr. 1. Ryggens lengderetning ligger parallelt strøket. Feltet er sterkt forvitret i overflaten, og er nesten dekket av løsblokker og steinur. Se bilde 2. Jordoverdekningen er meget sparsom, og det vil ikke by på noen problemer å få den fjernet.

Kobberimpregnasjonen sitter i en solid sandsten, og man må kunne anta at dagbruddsdriften kan utføres rasjonelt og effektivt på grunn av det solide fjell. Et nettverk av stikk og slepper kan imidlertid forårsake vanskeligheter ved enkelte av arbeidsoperasjonene (f.eks. pallboringen) og dette må tas hensyn til.

Angående feltets beliggenhet med hensyn til strøm og vannforsyninger, så er denne gunstig. Kraftlinje med 60 kW går like ved, og de mange vann og småelver i nærheten skulle gi tilstrekkelig forsyninger.

Den gamle dampskipskai som ligger 3,4 km i luftlinje fra feltet er delvis revet og må gjenreises. Dypet skulle være tilstrekkelig for de båter som kommer med det maskinelle utstyr til anlegget, og mer enn tilstrekkelig for de mindre konsentratbåtene.

Bergartsbeskrivelse og geologi.

Repparfjorden kobberfelter ved Ulveryggen ligger i et grunnfjellsvindu (prekambrium). Bergarten er en lys, hård sandsten som inneholder feltspat og derfor er en arkosetype. Se geologisk kart fig. 2. De forskjellige bergartsmineralene fordeler seg omtrent slik:

<u>Mineraler</u>	<u>Antatt vol. %</u>
Kvarts	60
Feltspat (albit, perthit)	15 - 20
Serisit	15 - 25
Klorit	
Biotitt	
Titanit	5
Cu- og Fe-mineraler	5

To bergartsanalyser gir følgende resultater:

	<u>Prøve 1 (10160 y, 9340 x)</u>	<u>Prøve 2 (10150 y, 9290 x)</u>
SiO ₂	80.67 %	80.09 %
TiO ₂	0.30 %	0.34 %
Al ₂ O ₃	8.04 %	9.42 %
Fe ₂ O ₃	1.93 %	1.39 %
FeO	1.81 %	1.51 %
MnO	0.05 %	0.05 %
MgO	1.05 %	1.20 %
CaO	0.26 %	0.13 %
Na ₂ O	1.35 %	1.70 %
K ₂ O	2.21 %	2.39 %
H ₂ O +	0.01 %	0.05 %
H ₂ O +	1.00 %	1.42 %
CO ₂	0.06 %	0.06 %
P ₂ O ₅	0.04 %	0.03 %
	<u>98.78 %</u>	<u>99.78 %</u>

Enkelte steder er bergarten meget grovkornet, nesten konglomeratisk med store korn av kvarts, jaspis og feltspat. De fleste steder er mineral-kornene mindre, omtrent som gruskonglomerat eller litt finere, men bergarten er aldri virkelig finkornet.

Selve malmen er en finkornet impregnasjonstype med følgende kobber-mineraler: Bornit (Cu₅FeS₄), kobberglans (Cu₂S) neodegenit (Cu₉S₅) og kobberkis (CuFeS₂). De forskjellige kobbermineralene forekommer i bestemte adskilte soner. Man kan således skille mellom følgende tre mineraliseringsoner:

1. Soner med svovelkis, kobberkis.
2. Soner med kobberkis.
3. Soner med bornit, kobberglass og neodigenit.

Feltet er dessuten gjennomsett av to typer yngre ganger som fører kobber-mineraler, nemlig:

4. Kvartsganger førende bornit og kobberglass.
5. Ganger førende hematitt, bornit og kvarts.

Sone 1.

Sonen med svovelkis og kobberkis er ved 10100 y, 9330 x. Bergarten er middelkornet, d.v.s. kvarts og feltspatkorn er 2 - 3 mm store. Svovelkis utgjør 60 - 80 %, opp til 0,5 mm store korn. Kobberkisen utgjør 15 - 30 % av ertsmineralene.

Sone 2.

Man har flere kobberkisoner. Den største ligger mot knusningssonen ved 9400 x. Bergarten her har et noe breksjært utseende. Mineralinnholdet er det samme som i svovelkis-kobberkisonen.

Sone 3.

Disse malmmineraler utgjør den midtre del av mineraliseringssonen. Bornit er det primære mineralet, neodignit ser ut til å være et mellomstadium over til kobberglass som er sekundærmineralet. I sprekker har man fått dannet sekundær covelin (CuS).

Sone 4.

Mens den valige Cu-impregnasjon er knyttet til soner med lengdestrekning parallell bergartens strøkretnings, skjærer disse ganger strøkretnings på kryss og tvers. Gangarten er en noe grovkornet kvarts, og malmmineralene bornit og kobberglass ligger lange sprekker og hulrom.

Sone 5.

Disse ganger skjærer også strøkretnings på kryss og tvers. Hematitt, kvarts og Cu-mineraler opptrer i omtrent like store mengder.

Mineraliseringen er til dels meget finkornet, og er vanskelig å vurdere makroskopisk. Ved brytingen er derfor en utstrakt prøvetaking nødvendig for hele tiden å vite malmens kobberinnhold.

Den mineraliserte sone ligger med sin lengdestrekning parallell strøket (40 - 50° Ø). Fallet er meget steilt, det kan pendle om vertikalen, men ligger hovedsakelig på 70 - 80° N. Diamantboringene viser at malmsonene stort sett følger fallet mot dypet. I dagen er fjellet gjennomsett av stikk (småforkastninger) som går nesten normalt strøket. Diamantboringene viser at disse stikkene fortsetter mot dypet. Bredden på dem kan variere fra et par millimeter til flere cm. Skifriheten som følger strøk og fall forårsaker ofte ganske brede slepper som er fylt med jord, malakit og asurit. Sleppene sammen med forkastningestikkene gjør at fjellet blir en god del oppsprukket og nærmest oppdelt i terninger.

Forekomsten ligger mellom to forkastninger, en ved ca. 9400 x og en ved 9200 x. Forkastningene går parallelt strøket. Ved 9400 x ligger som nevnt den største kobberkissonen som en slags breksjemalm. Forkastningene følger fallretningen. En mindre forkastning skjærer dessuten over malmen på skrå (retn. Ø - V). På forkastningsflatene har man gjerne fått dannet lag av sericit og klorit.

Fra diamantboring og røsker viser det seg at det er en betydelig anrikning av kobbermineraler i dagflaten. Dette er imidlertid sekundærmineraler som malakit og azurit, og disse er meget vanskelig å opprede. Malmen må helst holde ca. 1,5 % Cu i form av disse sekundærmineralene for at det skal lønne seg å kjøre det gjennom oppredningsverket.

Hele det kobbermineraliserte felt på Ulveryggen har en lengde på ca. 1.800 m og en bredde på ca. 300 m. Spesielt vest for området for det planlagte dagbrudd ligger flere områder som kan egne seg godt for dagbruddsdrift. Et felt som er diamantboret sommer - høst 1966 ser spesielt lovende ut, og ing. Hovland ved N.G.U. mener at det holder minst 1 mill. tonn malm med 1 % Cu.

De klimatiske forhold ved Ulveryggen, Repparfjord.

Værvarslinga for Nord-Norge har dessverre ingen observasjonsstasjon i Repparfjord. De nærmeste stasjoner er Hammerfest, Alta og Kistrand. Værvarslinga mener at Hammerfest og Alta er de mest representative.

Temperatur og nedbørnormaler fra Værvarslinga i Nord-Norge er angitt på side 32.

Det er tydelig at det i Hammerfest er mildere og mer nedbørrikt enn i Alta. Den lokale befolkning såvel i Repparfjord som i Hammerfest mente at Repparfjorden kan ligge noe midt i mellom Alta og Hammerfest både når det gjelder temperatur og nedbør.

Middel temperatur og middel nedbør mellom Hammerfest og Alta er derfor regnet ut og er satt opp på side 32.

Ut fra disse tall ser det ut som man kan drive i dagbrudd fra begynnelsen av april til slutten av november uten alt for store vansker angående klimaet. Av samtaler med de fastboende i Repparfjord gikk det fram at det først og fremst var vinterstormene som ville bestemme sesongen i dagbruddet. Usedvanlige kraftige kastevinder fra V.S-V nedover dal-søkkene gjorde været så vanskelig at det kunne være nesten umulig å oppholde seg utendørs. Ulveryggen ligger meget værhardt til i en høyde av ca. 400 m.o.h. Hvis arbeidet i bruddet skal begynnes før i midten av april må man regne med betydelige sneryddningsarbeider. De første høststormene setter inn i slutten av oktober og likeledes må man da kunne regne med at sneen har begynt å legge seg.

Ut fra de opplysninger som er skaffet til veie vil jeg foreslå at dagbruddet drives i 6 til 6 1/2 mnd. og dette da fra medio april til medio eller slutten av oktober. De viktigste grunnene til at ikke arbeidet bør holdes gående lenger er:

1. Arbeidernes trivsel.
2. Utgifter til snerydding.
3. Problemer med glatte og isete veier og søle.

Det tidligere problem med ising av maskinelt utstyr må vel nå kunne ansees for løst, og det skulle i hvertfall ikke bli noe problem hvis driften holdes innenfor de 6 til 6 1/2 mnd.

Følgende temperatur- og nedbørsnormaler ble gitt av Værvarselinga i Tromsø:

Temperaturnormaler.

	Jan.	Febr.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Året
Hammerfest	-4.4	-5.0	-3.8	-0.9	2.9	8.2	12.3	10.9	6.9	2.3	-0.9	-3.6	2.1
Alta	-7.2	-8.3	-5.4	-0.6	4.6	10.1	14.3	12.2	7.5	1.6	-2.8	-5.7	1.7
Kistrand	-5.5	-6.5	-4.6	-0.8	3.4	8.2	11.6	10.7	6.8	2.0	-1.6	-3.8	1.7

Normalnedbør.

	Jan.	Febr.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Året
Hammerfest	64	57	53	35	42	49	50	48	106	97	71	50	722
Alta	28	25	25	18	17	40	54	42	40	46	31	23	389
Kistrand	30	27	19	17	19	39	41	41	61	44	35	27	400

Middeltemperatur mellom Hammerfest og Alta:

Jan.	Febr.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Året
-5.7	-6.7	-4.6	-0.7	3.7	9.2	13.3	11.5	7.2	1.9	-1.4	-4.6	1.9

Middelnedbøren mellom Hammerfest og Alta:

Jan.	Febr.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Året
46	41	39	26	29	45	52	45	73	71	51	36	554

MALMBEREGNING

Malmberegningen.

I den delen av malmen som oppgaven gjelder er diamantboret 12 hull. 9 hull er boret av N.G.U. og 3 hull er boret av Invox. Alle hull er boret på skrå med vinkel tilnærmet lik 45° . Malmen er kartlagt i dagen så godt det har latt seg gjøre med det lag av løsblokker som ligger over fast fjell. I tidligere tider er også gravd en del røsker, se kart fig. 2. Prøvetakingen i dagen kan bare benyttes til å bestemme om der fins malm eller ikke. Analyse av prøvene for å finne antall prosent kobber har liten hensikt da man mener at malmen er sterkt anrikt i dagen. Dette menes vist ved analysene fra diamantboringene. Dessuten er malmen i dagen hovedsakelig sekundære mineraler som malakitt og asuritt.

Opptegningen av malmen er gjort på grunnlag av analysene av diamantborkjernene utført av N.G.U. og Invox. På grunn av beregningene av "cut off grade" er malmen forsøkt delt i flere malmer avhengig av kobberinnholdet. Jeg har satt 1,0 % Cu-innhold som øverste grense og 0,5 % Cu-innhold som nederste grense. Malm som holder mindre enn 0,5 % Cu er ikke tegnet opp.

Malm som holder over 1 % Cu hjelper til å "trekke opp" malm som er fattigere, slik at gjennomsnittet blir 1%. Dette er en forenkling som er gjort da "cut-off-grade" helt sikkert vil ligge under 0,8 - 0,9 % Cu.

Jeg har antatt at malmen henger sammen med den malm som er kartlagt i dagen. Jeg har også antatt at malmen fortsetter i rimelig dybde under det som er påvist ved diamantboringene. Den malm som er opptegnet må kalles både påvist og sannsynlig malm. Da diamantboringene er såpass få, og man må bygge på så mange antagelser, har det etter min mening liten hensikt å skille mellom påvist og sannsynlig malm ved opptegning og malmberegning.

Ved malmberegningen må jeg bygge på flere antagelser. Malmens variasjoner på dypet og i gehalt kjennes overhodet ikke mellom profilene. Den største avstand mellom to profiler er hele 90 m, og over her kan man ikke gjøre annet enn å anta at malmens form og gehalt varierer retlinjet. Dette vil innebære at de tall jeg kommer fram til for malmens størrelse kan ligge ganske langt fra de faktiske forhold. Jeg mener derfor at en planimetriske beregning av malmflatene i profilene vil gi stor nok nøyaktighetsgrad. Malmen er tegnet inn på gjennomsliktig millimeterpapir, og flatene med forskjellig gehalt finnes ved telling av rutene. Hele ruter (1 cm²) telles først, deretter hele 1/4 ruter (1/4 cm²) og tilslutt resten som settes sammen til 1/4 ruter. En feil på 1/4 rute, hvilket må regnes som maksimalt, vil i ugunstigste tilfelle, dvs. ved feil på 1/4 cm² på hver side av den 90 m brede blokken, utgjøre en feil på 2.250 m³ eller 6.150 tonn.

Ved volum-beregningen av malmen har jeg regnet som variasjonene fra profil til profil skjer etter rette linjer. Ved forskjellige malmflater i de to profilene regnes malmvolumet ut som summen av et helt prisme og et halvt prisme. Der hvor malmen ikke forekommer i det neste profilet har jeg prøvd å finne malmens begrensning i dagen. Når malmen ligger på dypet og ikke forekommer i neste profil har jeg regnet med at den strekker seg til midt mellom profilene. Malmens spesifikke vekt er satt lik 2.74. Dette tall ble funnet ved lab.-forsøket på Geologisk Institutt.

Den mengde gråberg som må brytes er regnet ut på samme måte som malmen. Gråbergets egenvekt er satt lik 2.70. Dette tall er også funnet ved lab.-forsøket.

Foreløpig inntegning av dagbruddets grenser.

For å finne den mengde gråberg som må brytes er det på dette tidspunkt i oppgaven gjort et overslag over brytningskost pr. tonn fjell. Kostnaden ble her ca. 3.50 kr./t. i direkte brytningskostnader inkl. 0.5 t gråberg pr. 1 t malm. Totale kostnader inkl. transport, oppredning, avskrivninger, adm. og sos. utgifter ble 21.00 kr./t. Utrekning av råmalmsverdien for forskjellige gehalter ga følgende tall:

0.5 % Cu:	21.30 kr./t
0.6 % Cu:	26.30 "
0.8 % Cu:	36.60 "
1.0 % Cu:	47.50 "

For utregning av disse tall se senere i oppgaven. (side //7).

Ut fra disse tall er funnet den mengde gråberg i tonn det kan lønne seg å ta ut for å få ut en ekstra tonn malm.

Ved 0.5 % Cu:	0.1 t gråberg for 1 t malm
Ved 0.6 % Cu:	1.5 t " " 1 t "
Ved 0.8 % Cu:	4.5 t " " 1 t "
Ved 1.0 % Cu:	7.5 t " " 1 t "

Jeg mener at denne måten å regne marginalforholdet på er nøyaktig nok så lenge de kostnadene jeg opererer med bare er antatt. Senere i oppgaven er foretatt en nøyaktigere marginalberegning (cut-off-grade). Denne bygger på de drifts- og kapitalkostnader som er funnet ved beregning.

Området ved dagbruddet er ikke skikkelig kartlagt i stor målestokk. Det beste kartet som finnes er det som er opptegnet av stabsfanejunker Egeberg i 1907 i målestokk 1 : 4000 med ekvidistanse 5 m. Jeg har ut fra dette kart forstørret opp område ved dagbruddet, slik at målestokken er 1 : 1000. Se fig. 4. Ut fra dette kotekart har jeg tegnet opp de samme profiler som er gjort på blokkdiagrammet fig. 5. Det viser seg at de nye profiler (se fig. 6) avviker ganske meget fra profilene på blokkdiagrammet. Malmen er tegnet inn og orientert ved at diamantborhullene blir liggende på riktig plass i kordinatsystemet.

Det viser seg at malmmengden blir en del mindre når de tegnes inn på de nye profiler. Dette skyldes at terrenget skråner adskillig mere enn vist på blokkdiagrammet, og man mister her malm som går helt opp i dagen. Ut fra det jeg har sett av feltet synes de nye profiler å stemme bedre med terrenget.

Jeg har beregnet mengden sann og sannsynlig malm etter det nye blokkdiagram etter samme metode som før. Malmmengden blir da 192.000 t mindre. Gråbergmengden som må brytes er også regnet ut fra det nye blokkdiagram.

Kartlegging av malmen ut fra analyserapportene.

Borhull: Meter:	% Cu:	Gis:
1012 A 3,0 - 5,0	0,45	} 10,0 m med 0,6 % Cu
5,0 - 12,0	0,75	
12,0 - 13,0	0,35	
1016 A 1,0 - 9,0	0,65	} 13,3 m med 0,6 % Cu
9,0 - 11,2	0,12	
11,2 - 13,3	1,59	
13,3 - 20,3	0,05	} 12,7 m med 1,0 % Cu
20,3 - 23,0	1,97	
23,0 - 24,2	0,38	
24,2 - 33,0	0,69	
33,0 - 35,0	0,08	} 4,6 m
35,0 - 37,6	0,03	
37,6 - 55,0	0,64	} 42,4 m med 0,8 % Cu
55,0 - 60,0	1,14	
60,0 - 65,0	0,89	
65,0 - 70,0	0,68	
1025 A 3 - 10,0	0,36	} 57 m med 1,0 % Cu
10,0 - 20,0	0,32	
20,0 - 22,0	0,21	
22,0 - 27,0	1,20	
27,0 - 30,0	0,04	
30,0 - 35,0	0,74	
35,0 - 41,5	2,12	
41,5 - 44,0	0,28	
44,0 - 58,0	1,20	
58,0 - 60,0	1,24	

Borhull	Meter	% Cu		Gis:
1025 A	60,0 - 70,0	0,11	)	14
	70,0 - 74,0	0,23	)	
	74,0 - 83,5	1,09	)	10 m med 1,0 % Cu
	83,5 - 84,0	0,24	)	
	84,0 - 90,0	0,24	)	
1025 B	24,0 - 29,0	0,65	)	5 m med 0,65 % Cu
	29,0 - 47,0	0,01		
	47,0 - 47,5	0,17		
	47,5 - 48,0	0,17	)	2,5 m med 0,5 % Cu
	48,0 - 50,0	0,58	)	
	50,0 - 62,0	0,05		
	62,0 - 67,0	0,60	)	5,0 m med 0,6 % Cu
	67,0 - 70,0	0,10		
	1032 A	8,0 - 13,5	0,57	)
13,5 - 14,5		0,85	)	
14,5 - 16,0		0,44	)	
16,0 - 16,4		0,44	)	4,0 m
16,4 - 17,0		0,14	)	
17,0 - 20,0		0,38	)	
20,0 - 21,0		0,61	)	5,0 m med 0,6 % Cu
21,0 - 24,0		0,41	)	
24,0 - 25,0		1,13	)	
25,0 - 29,0		0,04		4,0 m
29,0 - 32,0		0,81	)	
32,0 - 35,0		0,29	)	
35,0 - 39,5		0,52	)	17,5 m med 0,6 % Cu
39,5 - 42,5		0,56	)	
42,5 - 43,6		0,21	)	
43,6 - 45,5		0,62	)	
45,5 - 46,5		1,70	)	
46,5 - 52,0		0,18		5,5 m
52,0 - 55,5		2,21	)	
55,5 - 58,0		0,17	)	
58,0 - 60,0		1,42	)	18 m med 1,0 % Cu
60,0 - 66,0		0,57	)	
66,0 - 68,0		0,98	)	
68,0 - 70,0		0,48	)	
70,0 - 73,0		0,62	)	
73,0 - 74,0		0,24		
<u>Invex borhull:</u>				
F	56,0	(	0,53	)
		(	1,25	)
	+	(	1,83	)
		(	1,24	)
	16,2	(	2,51	)

Borhull	Meter	% Cu	Gis:
		0,59	
		0,63	
		0,36	
		0,34	
		1,91	
	= 72,2	0,39	16,2 m med 1,0% Cu
	89,0 +	0,75	
	6,0	0,58	
		0,64	
	= 95,0	0,75	6,0 m med 0,7% Cu
	0 - 32,0	--	32,0 m
G	32,0 +	0,26	
		0,05	
		0,30	
		0,82	
		0,22	
		0,10	
		0,55	
	26,0	0,31	26,0 m med 1 % Cu
		3,19	
		0,39	
		1,60	
		1,11	
		3,20	
		2,64	
		1,05	
		0,23	
		2,79	
	= 58,0	0,33	
	58,0 - 65,0	--	7,0 m
	65,0 +	0,65	
		0,24	
		0,94	
	9,5	0,39	9,5 m med 0,5 % Cu
		0,33	
		0,36	
	= 74,5	0,46	
H	65,0	1,30	
		0,22	
		1,25	
	14,0	1,80	14,0 m med 1,0 % Cu
		0,59	
		1,19	
		0,71	
		1,55	
	= 79,0	0,36	
10016B	0 - 34 m	--	gir 34 m
	34 - 45 m	0,5 %	gir 11 m med 0,5 % Cu
	45 - 78 m	1,0 %	gir 34 m med 1,0 % Cu

Borhull meter	% Cu	Gis
10016B 79 - 92 m	--	gir 13 m gråfjell
93 - 126 m	0,8 %	gir 34 m med 0,8 % Cu
10050A 0 - 73 m	--	
73 - 76 m	0,5 %	gir 3 m med 0,5 % Cu
76 - ut	--	

Antall ruter med forskjellig gehalt:

Flate med 1 % Cu.

<u>Profil 10360 Y</u>	1 cm2	1/4 cm2	+ rest a 1/4 cm
	9	22	+ 18 = 40
Sum:	$9 + \frac{40}{4} = 19 \text{ cm}^2$		

<u>Profil 10325 Y</u>	1 cm2	1/4 cm2	+ rest a 1/4 cm2
	6	12	+ 18 = 30
Sum:	$6 + \frac{30}{4} = 13,5 \text{ cm}^2$		

<u>Profil 10250 Y</u>	1 cm2,	1/4 cm2	+ rest a 1/4 cm2
Malm A 13	19	+ 15	= 34
Malm B 1	11	+ 12	= 23
Malm A 13 + $\frac{34}{4}$	= 21,5 cm2		
Malm B 1 + $\frac{23}{4}$	= 6,75 "		
Sum:	<u>28,25 cm2</u>		

<u>Profil 10160 Y</u>	1 cm2,	1/4 cm2	+ rest a 1/4 cm2
10	19	+ 15	= 34
Sum:	$10 + \frac{34}{4} = 18,5 \text{ cm}^2$		

<u>Profil 10120 Y</u>	1 cm2,	1/4 cm2	+ rest a 1/4 cm2
3	9	+ 12	= 21
Sum:	$3 + \frac{21}{4} = 8,25 \text{ cm}^2$		

Flate med 0,8 % Cu

<u>Profil 10160 Y</u>	1 cm2,	1/4 cm2	+ rest a 1/4 cm2
11	18	+ 17	= 35
Sum:	$11 + \frac{35}{4} = 19,5 \text{ cm}^2$		

Profil 10120 Y

$$\begin{array}{rclcl} 1 \text{ cm}^2, & 1/4 \text{ cm}^2 & + & \text{rest} & \leq 1/4 \text{ cm}^2 \\ - & 4 & + & 7 & = 11 \end{array}$$

$$\text{Sum: } \frac{11}{4} = \underline{2,75 \text{ cm}^2}$$

Plate med 0,6 % Cu

Profil 10325 Y

$$\begin{array}{rclcl} 1 \text{ cm}^2, & 1/4 \text{ cm}^2 & + & \text{rest} & \leq 1/4 \text{ cm}^2 \\ 4 & 14 & + & 18 & = 32 \end{array}$$

$$\text{Sum: } 4 + \frac{32}{4} = \underline{12 \text{ cm}^2}$$

Profil 10250 Y

$$\begin{array}{rclcl} 1 \text{ cm}^2, & 1/4 \text{ cm}^2 & + & \text{rest} & \leq 1/4 \text{ cm}^2 \\ \text{Malm A } 1 & 6 & + & 7 & = 13 \\ \text{" B -} & 3 & + & 3 & = 6 \end{array}$$

$$\text{Malm A } 1 + \frac{13}{4} = 4,25 \text{ cm}^2$$

$$\text{" B } \frac{6}{4} = 1,50 \text{ "}$$

$$\text{Sum: } \underline{5,75 \text{ cm}^2}$$

Profil 10160 Y

$$\begin{array}{rclcl} 1 \text{ cm}^2, & 1/4 \text{ cm}^2 & + & \text{rest} & \leq 1/4 \text{ cm}^2 \\ & 10 & + & 9 & = 19 \end{array}$$

$$\text{Sum: } \frac{19}{4} = \underline{4,75 \text{ cm}^2}$$

Profil 10120 Y

$$\begin{array}{rclcl} 1 \text{ cm}^2, & 1/4 \text{ cm}^2 & + & \text{rest} & \leq 1/4 \text{ cm}^2 \\ & 3 & + & 5 & = 8 \end{array}$$

$$\text{Sum: } \frac{8}{4} = \underline{2 \text{ cm}^2}$$

Plate med 0,5 % Cu

Profil 10250 Y

$$\begin{array}{rclcl} 1 \text{ cm}^2, & 1/4 \text{ cm}^2 & + & \text{rest} & \leq 1/4 \text{ cm}^2 \\ \text{Malm A} & 4 & + & 13 & = 17 \\ \text{" B} & 1 & + & 6 & = 7 \end{array}$$

$$\text{Malm A } \frac{17}{4} = 4,25 \text{ cm}^2$$

$$\text{" B } \frac{7}{4} = 1,75 \text{ "}$$

$$\text{Sum: } \underline{6,00 \text{ cm}^2}$$

Profil 10160 Y

$$\begin{array}{rclcl} 1 \text{ cm}^2, & 1/4 \text{ cm}^2 & + & \text{rest} & \leq 1/4 \text{ cm}^2 \\ & 7 & + & 16 & = 23 \end{array}$$

$$\text{Sum: } \frac{23}{4} = \underline{5,75 \text{ cm}^2}$$

Profil 10120 Y

$$0 \text{ cm}^2$$

<u>Profil 10050 Y</u>	1 cm ² ,	1/4 cm ²	+	rest	4	1/4 cm ²
	=	9	+	15	=	24
Sum:	$\frac{24}{4}$	=	<u>6 cm²</u>			

Volumberegning av malmen:

Mengder med 1 % Cu (1 cm² = 100 m²)

Blokk 10250 - 10160 (90 m tykk)

Profil 10250 Y : 21,5 + 6,75 cm²
 " 10160 Y : 18,5 cm²

675	·	45	=	30.400 m ³	
1850	·	90	=	166.500 "	
<u>(2150 - 1850) · 90</u>					<u>13.500 "</u>
2					210.400 m ³

Blokk 10160 - 10120 (40 m tykk)

Profil 10160 Y : 18,5 cm²
 " 10120 Y : 8,25 "

825	·	40	=	33.000 m ³	
<u>(1850 - 825) 40</u>					<u>20.250 "</u>
2					53.250 m ³

Blokk 10120 - 10050 (70 m tykk)

Profil 10120 Y : 8,25 cm²
 " 10050 Y : 0 "

8250	·	20	=	16.500 m ³
------	---	----	---	-----------------------

Blokk 10250 - 10325 (75 m tykk)

Profil 10250 : 21.1/2 + 6,75 cm²
 " 10325 : 13.1/2 cm²

765	·	15	=	10.100 m ³	
1350	·	75	=	101.000 "	
<u>(2150 - 1350) · 75</u>					<u>30.000 "</u>
2					141.100 m ³

Blokk 10325 - 10360 (35 m tykk)

Profil 10325 : 13.1/2 cm²
 " 10360 : 19 "

1350	·	35	=	47.300 m ³	
550	·	35	=	9.650 "	
<u>2</u>					<u>56.950 m³</u>

Blokk 10360 - 10400 (40 m tykk)

Profil 10360 19 cm²
" 10400 0 "

$$\frac{1900 \cdot 35}{2} =$$

33.200 m³

511.900 m³

Ved spes.vekt 2,74 får man da 1.400.000 tonn med 1 % Cu

Mengder med 0,8 % Cu

Blokk 10250 - 10160 (90 m tykk)

Profil 10250 : 0 cm²
" 10160 : 19,5 "

$$1950 \cdot 45 =$$

88.000 m³

Blokk 10160 - 10120 (40 m tykk)

Profil 10160 : 19,5 cm²
" 10120 : 2,75 "

$$275 \cdot 40 =$$

11.000 m³

$$\frac{(1950 - 275) \cdot 40}{2} =$$

33.500 m³

Blokk 10120 - 10050 (70 m tykk)

Profil 10120 : 2,75 cm²
" 10050 : 0 "

$$275 \cdot 58 =$$

16.000 m³

Sum med 0,8 % Cu 148.500 m³

Med spes.vekt 2,74 får man da 410.000 tonn med 0,8 % Cu

Mengder med 0,6 % Cu (1 cm² = 100 m)

Blokk 10250 - 10325 (75 m tykk)

Profil 10250 : 5,75 cm²
" 10325 : 12,0 "

$$575 \cdot 75 = 43.200 \text{ m}^3$$

$$\frac{(12,0 - 5,75) \cdot 75}{2} = 23.500 "$$

66.700 m³

Blokk 10325 - 10360 (35 m tykk)

Profil 10325 : 12,0 cm²
 " 10360 : 0,0 "

1200 · 17,5 = 21.000 m³

Blokk 10250 - 10160 (90 m tykk)

Profil 10250 A: 4,25 cm²
 B: 1,50 cm²
 " 10160 4,75 cm²

425 · 30 = 12.750 m³
 150 · 45 = 6.750 "
 475 · 45 = 21.400 "

40.900 m³

Blokk 10160 - 10120 (40 m tykk)

Profil 10160 : 4,75 cm²
 " 10120 : 2,00 "

200 · 40 = 8.000 m³
 $\frac{(475 - 200) \cdot 40}{2} = 5.500 "$

13.500 m³

Blokk 10120 - 10050 (70 m)

Profil 10120 : 2,00 cm²
 " 10050 : 0 "

200 · 46 =

9.200 m³

Sum 0,6% Cu

151.300 m³

Med spes. vekt 2,74 får man da 415.000 tonn med 0,6% Cu

Mengder med 0,5 % Cu (1 cm² = 100 m²)

Blokk 10250 - 10325 (75 m tykk)

Profil 10250 A: 4,25 cm²
 B: 1,75 "
 " 10325 0,0 "

425 · 22,5 = 9.550 m³
 175 · 37,5 = 6.550 "

16.100 m³

Blokk 10250 - 10160 (90 m tykk)

Profil 10250 A: 4,25 cm²
 B: 1,75 "
 " 10160 5,75 "

425	·	30	=	12.750 m ³	
175	·	45	=	7.900 "	
575	·	45	=	<u>25.900 "</u>	46.550 m ³

Blokk 10160 - 10120 (40 m tykk)

Profil 10160 : 5.75 cm²
 " 10120 : 0 "

575 · 20 = 11.500 m³

Blokk 10120 - 10050 (70 m tykk)

Profil 10120 : 0 cm²
 " 10050 : 6 "

600 · 47 = 28.200 m³

Sum med 0,5% Cu 102.350 m³

Med spes. vekt 2,74 får man da 280.000 tonn med 0,5 % Cu

Oversikt over malmmengdene:

Antall tonn med 1,0 % Cu:	1.400.000 t
" " " 0,8 % Cu:	410.000 t
" " " 0,6 % Cu:	422.000 t
" " " 0,5 % Cu:	<u>280.000 t</u>
Sum:	<u>2.512.000 t</u>

De forskjellige malmenes prosentvise andel:

Andel 1 % Cu	55,65 %
" 0,8 % Cu	16,60 %
" 0,6 % Cu	16,70 %
" 0,5 % Cu	11,05 %

Dvs. vi har 2.512.000 t malm med gjennomsnittlig 0,85 % Cu.

Malmberedning etter blokkdiagram tegnet ut fra forstørret kotekart.

Flate med 1% Cu

Profil 10360 Y	19 cm ²
Profil 10325 Y	11,75 "
Profil 10250 Y	27,25 "
Profil 10160 Y	17,25 "
Profil 10120 Y	8,25 "

Flate med 0,8 % Cu

Profil 10160 Y	17,5	cm2
Profil 10120 Y	2,75	"

Flate med 0,6 % Cu

Profil 10325 Y	9	cm2
Profil 10250 Y	5,75	"
Profil 10160 Y	4,75	"
Profil 10120 Y	2,0	"

Flate med 0,5 % Cu

Profil 10250 Y	6,00	cm2
Profil 10160 Y	5,75	"
Profil 10120 Y	0,0	"
Profil 10050 Y	5,25	"

Dette gir følgende malmkvanta regnet ut på samme måte som før:

Mengder med 1,0 % Cu:

Blokk 10250 - 10160

Profil 10250 : 21,0 + 6,25 cm2
" 10160 : 17,25 cm2

Dette gir: 205.800 m3

Blokk 10160 - 10120

Profil 10160 : 17,25 cm2
" 10120 : 8,25 cm2

Dette gir: 51.000 m3

Blokk 10120 - 10050

Profil 10120 Y : 8,25 cm2
" 10050 Y : 0,0 "

Dette gir: 16.500 m3

Blokk 10250 - 10325

Profil 10250 : 21,0 + 6,25 cm2
" 10325 : 11,75 cm2

Dette gir: 131.070 m3

Blokk 10325 - 10360

Profil 10325 Y : 11,75 cm²

" 10360 Y : 19,00 "

Dette gir:

53.800 m³

Blokk 10360 - 10400

Profil 10360 Y : 19,0 cm²

" 10400 : 0,0 "

Dette gir:

33.200 m³

Sum:

491.370 m³

Ved spes. vekt 2,74 får man da: 1.350.000 tonn med 1,0 % Cu.

Mengder med 0,8 % Cu

Blokk 10250 - 10160

Profil 10250 Y : 0 cm²

" 10160 Y : 17,5 " (15,25 cm²)

Dette gir 79.000 m³, men det vil ikke lønne seg å drive ut mere enn

68.700 m³

Blokk 10160 - 10120

Profil 10160 Y : 17,5 cm²

" 10120 Y : 2,75 "

Dette gir 40.500 m³, men det vil ikke lønne seg å drive ut mere enn

36.000 m³

Blokk 10120 - 10050

Profil 10120 Y : 2,75 cm²

" 10050 Y : 0,0 "

Dette gir:

16.000 m³

Sum:

120.700 m³

Med spes. vekt 2,74 får man da: 330.000 tonn med 0,8 % Cu.
Her er påvist og sannsynlig malmmengde lik 372.000 t, men slik som malmen ligger lønner det seg ikke å ta ut mere enn 330.000 t.

Mengder med 0,6 % Cu

Blokk 10250 - 10325

Profil 10250 Y : 5,75 cm²

" 10325 Y : 9,0 "

Dette gir:

55.400 m³

Blokk 10250 - 10160

Profil 10250 Y A: 4,25 cm²
B: 1,50 "
" 10160 Y 4,75 "

Dette gir

40.900 m³

Blokk 10325 - 10360

Profil 10325 Y : 9.0 cm²
" 10360 Y : 0.0 "

Dette gir

15.750 m³

Blokk 10160 - 10120

Profil 10160 Y : 4,75 cm²
" 10120 Y : 2.00 "

Dette gir

13.500 m³

Blokk 10120 - 10050

Profil 10120 Y : 2.0 cm²
" 10050 Y : 0.0 "

Dette gir

9.200 m³

Sum

134.750 m³

Med spes.vekt 2.74 får man da: 370.000 tonn med 0,6 % Cu.

Mengder med 0,5 % Cu

Blokk 10250 - 10325

Profil 10250 Y : A: 4,25 cm²
B: 1,75 "
" 10325 Y : 0,0 "

Dette gir

16.100 m³

Blokk 10250 - 10160

Profil 10250 Y : A: 4,25 cm²
B: 1,75 "
" 10160 Y : 5,75 "

Dette gir

46.550 m³

Blokk 10160 - 10120

Profil 10160 Y : 5.75 cm²
" 10120 Y : 0.0 "

Dette gir

11.500 m³

Blokk 10120 - 10050

Profil 10120 Y : 0.0 cm²

" 10050 Y : 5.25 "

Dette gir

Sum:

24.600 m³

98.750 m³

Med spes. vekt 2,74 går man da: 270.000 tonn med 0,5 % Cu.

Oversikt over malmmengdene:

Antall tonn med 1,0 % Cu:

1.350.000 t

" " " 0,8 % Cu:

330.000 t

" " " 0,6 % Cu:

370.000 t

" " " 0,5 % Cu:

270.000 t

Sum:

2.320.000 tonn

De forskjellige malmeres prosentvise andel:

Andel 1 % Cu: 58,30 %

Andel 0,8 % Cu: 14,20 %

Andel 0,6 % Cu: 15,90 %

Andel 0,5 % Cu: 11,60 %

Man kan bryte 2.320.000 tonn malm med gjennomsnittlig 0,85 % Cu.

Sum for påvist og sannsynlig malm er 2.362.000 tonn.

Gråberg

Profil 10120 Y: 18,25 cm²

Profil 10160 Y: 23,75 "

Profil 10250 Y: 16,0 "

Profil 10325 Y: 7,0 "

Profil 10360 Y: 11,75 "

Blokk 10120 - 10160 (40 m tykk)

825 · 40 = 73.000 m³

(2375 - 1825) · 40 = 11.500 "

84.500 m³

2

Blokk 10160 - 10250 (90 m tykk)

1600 · 90 = 144.000 m³

(2375 - 1600) · 90 = 34.900 "

178.900 m³

2

Blokk 10250 - 10325 (75 m tykk)

700 · 75 = 52.500 m³

(1600 - 700) · 75 = 30.000 m³

82.500 m³

2

Blokk 10325 - 10360	(35 m tykk)	
700 . 35	=	24.500 m3
<u>(1175 - 700) . 35</u>	=	8.300 "
2		32.800 m3

Blokk 10360 - 10400	(40 m tykk)	
<u>1175 . 40</u>	=	23.500 m3
2		

Blokk 10050 - 10120	(70 m tykk)	
<u>1825 . 48</u>	=	43.800 m3
2		
	Sum:	<u>445.100 m3</u>

Dvs. med spes.vekt 2,70 får man: 1.200.000 tonn
gråberg som må fjernes.

Sum malm:	2.320.000 t
Sum gråberg:	<u>1.200.000 t</u>
Brytes totalt:	<u>3.520.000 t</u>

Andel malm:	65,9 %
Andel gråberg:	34,1 %

Dvs. til 1 tonn malm må brytes 0.517 tonn gråberg.

Den gjennomsnittlige samlede bryting pr. år blir:	
	+
	<u>200.000 t malm</u>
	<u>103.500 t gråberg</u>
	<u>303.500 t totalt</u>

DAGBRUDDETS UTFORMING

I korte trekk hvordan driften i dagbruddet tenkes lagt opp.

Brytingen:

Pallboring, AN-olje-sprengstoff hvis mulig elektriske tennere.

Godstransport:

En stoll drives inn fra fjorden. Opp fra stollen drives en styrtsjakt. Denne vil gå ut i selve dagbruddet. Sjakten vil få tre små knekk, slik at godset som styrtes ned vil bli enda bedre knust.

Fra råysa til styrtsjakten transporteres malmen med trucker eller hjullastere. Transporten gjennom stollen vil foregå med tog.

Gråberget kjøres opp av bruddet og tipper der. Dette kan eventuelt taes igjen hvis det skulle bli aktuelt med gjennyllingsbrytning under jord.

Transport av folk og maskiner:

Opp til bruddet må legges en vei for transport av folk og maskiner. Denne skal bare holdes åpen den tid det er drift i bruddet. Veien må være ferdig i god tid før driften i bruddet skal starte opp.

Bebyggelse ved selve bruddet:

Stigerkontor, bad og lomperom for arbeiderne (dvs. transporten fra boligfeltene ved fjorden vil ikke bli regnet som faringstid), spisebrakke for arbeiderne, et lite verksted og et lite dynamitthus (vesentlig for dynamitt til spretting).

Annen bebyggelse vedrørende bruddet:

Et stort verksted. Dette tenkes lagt nede ved fjorden (ved oppredningsverket), slik at det kan være fellesverksted for både dagbrudd, gruve og oppredningsverk.

Dynamittlager og blanderhus for sprengstoff. Disse to hus tenkes lagt ved stollens utløp (ved oppredningsverket), slik at de kan benyttes både for gruva og for dagbruddet. Sprengstoffet transporteres så ferdigblandet opp til bruddet.

Kompressoranlegg. Det felles kompressoranlegg tenkes lagt ved oppredningsverket.

Dellager. Felles dellager legges ved oppredningsverket. Et lite lager av forbruksdeler opprettholdes i verkstedet ved bruddet.

Grovknusing:

Man regner med å få god fragmentering av godset ved styrting ned den maks. 300 m lange sjakten. Hvis det skulle vise seg nødvendig med en grovknuser legges denne i forbindelse med oppredningsverket. Man slipper derved problemet med støvavtrekk inne ved bunnen av transportstollen.

Diverse:

Ved bruddet må man ha en liten trafo og en tank for dieselolje.

Generelt om bruddets utforming og om arbeidsoperasjonene.

Utførelsen av mange av de operasjoner i et dagbrudd som bestemmer bruddets økonomi bygger på erfaringer og "cut-and-try"-prinsippet. Jeg vil derfor først prøve å nevne de faktorer man må ta hensyn til, ut fra dette, og ut fra det jeg har sett av lokalitetene for dagbruddet vil jeg foreslå hvordan bruddet kan drives. Etter hvert som man får bedre kjennskap til malmens og fjellets beskaffenhet vil man komme fram til de faktorer som gir den mest økonomiske drift.

Pallveggenes helling.

Hvor steil og hvor stabil veggene kan gjøres i et dagbrudd er av stor økonomisk viktighet. Et eksempel: Bruddet på Ulveryggen har en omkrets på ca. 850 m og et dyp på ca. 60 m. Ved en økning i veggens gjennomsnittlige steilhet på 5° (fra 50° til 55°) vil man spare bryting av 210.000 m³ gråberg = 572.000 t gråberg. Det er derfor ønskelig å ha så steile vegger som mulig så lenge det ikke går ut over sikkerheten i bruddet.

Bestemmende for veggens helling er:

1. Bergtrykket.
2. Stikk og slepper, lagdeling, forkastninger etc. i fjellet.
3. Ønsket pallhøyde.
4. Ønsket hyllebredde.

De to første punkt har med selve veggens stabilitet å gjøre, og ved ras er det gjerne en kombinasjon av disse to punkt som virker inn. Rasene kan deles inn i 4 forskjellige typer:

1. Vanlig stenfall.

Se fig. 8. Dette oppstår helst hvor det er et slags cementserende stoff til stede mellom blokkene i det oppsprukne fjellet, og når så veggens helling overskrider den naturlige vinkel på stikkene, eventuelt fallet som skjærer blokkene. Sprengning er den viktigste årsak til stenfall. Man må i tilfelle redusere sjokkbølgene ved skytingen, og dette gjøres helst ved å bruke mindre hull, mindre forsetning og mindre ladning eller ved å bore hullene med spenn, dvs. en viss vinkel med vertikalen. Hvis det gjelder spesielle områder som man er redd skal rase ut, kan her injiseres betong i stikk og slepper.

Blokk strøm.

Se fig. 9. Dette er en rastype som helst opptrer i løse bergarter hvor friksjonen mellom partiklene minsker ved oppknusning når bergtrykket blir for stort.

Ras etter bestemte lag.

Se fig. 10. Denne type er aktuell ved kornete bergarter hvor man har et spesielt svakt lag i pallveggen. Dette kan være en forkastningsone, en sleppefylling eller en skifrig sone, og den må skjære pallveggen med en spiss vinkel. Hvis man finner slike svake plan som ser ut til å bli generende ved brytingen vil det lønne seg å starte opp bruddet på den andre siden, dvs. bak planets begynnelse.

Rotasjonsras.

Se fig. 11. Denne type er typisk ved leirras, men forekommer også i fast fjell. Man har imidlertid ennå ikke fullt ut forstått hvorfor og hvordan det oppstår i fjell.

Ved bestemmelse av veggens helling i dagbrudd har dette stort sett vært basert på ingeniørens erfaring, "cut-and-try" og empiriske metoder. Ved bruddet på Ulveryggen kan så vidt jeg forstår bare ras av typen "stenfall" og "ras etter bestemte lag" være aktuelle.

Ved stenfall vil dette kunne inntreffe da fjellet er sterkt gjennomsett av stikk og småslepper hele veien nedover. Dette kjenner man til fra diamantboringer. Stikkene står stort sett normalt på fjellets fall, og fjellet blir dermed delt opp i høvelige blokker. Strøket ligger i retning ca. 508, dvs. i bruddets lengderetning. Fallet danner jevnt over en vinkel på 70 - 80 gN, og dette kunne ha vært lite gunstig i bruddets nordvestre langside ved pallvegghelling på f.eks. 70°. På denne side av bruddet står imidlertid fallet enda steilere enn 70 - 80 g, og det kan til og med pendle om vertikalen. Faren for stenfall vil derfor ikke være større her enn ellers i bruddet. Stenfall kan unngås ved samvittighetsfull rensking og ellers ved de metoder som er nevnt tidligere.

Av de to store forkastninger som begrenser forekomsten vil den ved 9400 x bli liggende innenfor bruddet. På forkastningsflatene er dannet klorit og sericit, dvs. man har her svake lag, og forutsetningene for ras etter bestemte lag kan være til stede. Dette forutsetter at de svake lag skjærer pallveggen, men dette er ikke tilfelle da forkastningsflatene følger fallet som her står nesten vertikalt.

Bruddet vil ikke bli så stort og dypt at det er fare for ras på grunn av for høyt bergtrykk i homogent fjell. Ut fra disse betraktninger ser det ut til at man kan operere med ganske steile vegger i bruddet.

Pallboring og sprengning.

Borhullplaner og kalkulasjonene over sprengnings-resultatene må grunnlegges på teoretiske antagelser. De bestemmende hovedfaktorer er sikkerheten og økonomien.

Den økonomiske faktor kan deles i:

1. Den mest økonomiske løsningen på selve boringen og skytingen.
2. Den mest økonomiske løsning for den videre behandling av godset, dvs. sekundärskyting, lasting, transport og knusing.

Disse kostnadene må vurderes samlet for å komme fram til de gunstigste løsninger. Generelt kan sies at jo bedre fragmentering man får av godset jo mindre vil laste-transport- og knuseutgiftene bli. Bedre fragmentering kan kun oppnås ved lavere paller, flere bormeter eller økt sprengstofforbruk.

Jeg vil her ta for meg de forhold som bestemmer fragmenteringen:

1. Kast på borhullene.

Dette brukes ved de fleste brudd. Kastvinkelen kan variere. Man har funnet følgende fordeler for borhull med kast:

- A. Operasjonene er sikrere for folk og utstyr. Ved loddhull blir forsetningen mindre, dvs. den første hullraden må bores nærmere kanten på benken. Den større oppsprekningen her kan forårsake småras, dessuten vil fastboring og brakkasje oftere forekomme.
- B. Fragmenteringen bedres betraktelig. Fig. 12 a, b og c viser tre forskjellige borhull. Man antar at oppknusingen av fjellet skyldes delvis eksplosjonsgassenes utvidelse og delvis sjokkbølgen som reflekteres fra fjellets frie flate. Ved vertikale hull reflekteres bare 25 % av den totale sjokkbølge. Ved vinkling av hullet øker den reflekterte sjokkbølgen. Ved vinkling 45° er bølgen fordoblet. Resultatet blir bedre fragmentering. Fig. 12 viser hvordan mengden store stein minker ved økt vinkling.
- C. Problemet med isetykkerskutt såle forsvinner da det blir lite igjen av sjokkbølgen til å ødelegge sålen.
- D. Vanskeligheter med bakbrekk forsvinner, og veggen blir ren og med svært lite overheng.
- E. Det er ut fra forsøk funnet ut at sprengstoffmengden minker med 1 % for hver grad borhullet avviker fra vertikalen.
- F. Mindre sprengstoff og færre bormeter pr. tonn fjell fordi forsetning og hullavstanden kan økes, og underboringen kan minskes, dvs. mindre høyeksplosivt sprengstoff i bunn av hullet.
- G. Mindre vibrasjoner i fjellet ved skyting. Vibrasjoner kan forårsake bl. a. steinfall.

Det kan se ut som fordelene stadig vil øke ved økende helling på hullene. Dette er ikke tilfelle, og av faktorer som begrenser hellingen kan nevnes:

- A. Å bore hull med helling på mere enn 30° er vanskelig og mindre økonomisk rent bortechnisk.
- B. Ladning av sprengstoff i patronen blir vanskeligere når hellingen overskrider 20° . Dette gjelder ikke for AN-olje som pumpes inn.
- C. I spesielle bergarter står ikke vinklede borhull så godt. De kan forskyves, og dette kan vanskeliggjøre ladningen.
- D. Når pallens helling blir slakere enn 30° kan ved ugunstige tilfelle den siste del av røysa bli hengende på veggen. Når den plutselig løsner vil den være en fare for folk og maskiner.

2. Pallhøyden.

Generelt kan sies at høyere paller gir lavere sprengstofforbruk pr. tonn utskutt. Likevel har utviklingen i den senere tid gått mot lavere paller på grunn av bedre fragmentering.

Fordeler ved liten pallhøyde:

- A. Mindre rensking, dvs. større sikkerhet.
- B. Mindre høyde på røysa gir større effektivitet for lastemaskiner, og lettere arbeid ved spretting. Mindre røys høyde kan også oppnås ved høye paller, men dette krever større sprengstoffmengde og da forsvinner den vesentlige fordelen ved stor pallhøyde.

Fordeler ved stor pallhøyde:

- A. Fjellet er mere tungsprengt i bunn av hullet enn lengere oppe. Derfor krever bunnladningen 2,5 til 4 ganger så meget sprengstoff som resten av hullet. Hvis man derfor antar den samme hullavstand, vil sprengstoffmengden pr. tonn fjell bli mindre jo høyere pallen er.

Den eneste fordelen med stor pallhøyde er altså det lavere sprengstoffforbruket. Sprengstoff er dyrt i forhold til arbeidslønningene, men lønningene stiger fra år til år mens sprengstoffet holder stort sett konstant pris. Hvis man dessuten kan blande sprengstoffet selv som ved AN-olje vil prisen bli så lav at stor pallhøyde ikke lenger er aktuelt.

3. Hullstørrelsen:

Prisen for bormaskiner og borkroner øker nesten lineært med hulldiameteren. Ved timebetaling er arbeidskostnadene like store. Borsynken er gjerne den samme eller litt større ved større maskiner. Dvs. arbeidskostnadene pr. utboret hullvolum vil minke med større maskiner. Kronenes levetid regnes å øke med økt hullvolum. Resultatet blir at kostnadene ved å øke borchulldiameteren til det dobbelte ikke øker 100 %, men bare ca. 30 %.

Grunnen til å bore større hull er at hullavstand og forsetning da kan økes. F.eks. sier en tommelfingerregel at hulldiameteren i tommer er lik den maksimale forsetning i meter. Større hullavstand og forsetning gir flere m³ utsprengt masse pr. bormeter. Ved godt, homogent fjell vil det derfor lønne seg å sette hulldiameteren så stor som mulig. Hullstørrelsen bestemmes av:

1. De økende sprengstoffkostnader. Større hullavstand og forsetning krever mere sprengstoff for å oppnå den ønskelige fragmentering.
2. Bormaskinkapasiteten. Øket hulldiameter vil kreve en større bormaskin, dvs. man får større borekapasitet. Maskinen bør ikke være så stor at den ikke blir fullt utnyttet.

Ved oppsprukket eller uhomogent fjell må forsetning og hullavstand være liten for at man skal kunne være sikker på å få god nok fragmentering i hele salven. Oppgaven blir her å finne den største hulldiameter man kan bruke og likevel få god nok fragmentering. Den eneste måten å finne ut dette på er å skyte en del forsøksalver hvor man starter med så liten hulldiameter at man er sikker på god oppknusning. Hulldiameteren økes så etter hvert til man finner den gunstigste størrelse kostnadsmessig sett for hele operasjonen bore, lade, skyte, sek.sprenging, laste, transport og knusing. Fig. 13 viser forholdet borkostnad og tonnasje mot borchulldiameter. Fig. 14 viser bore og sprengkostnadene mot borchulldiameter.

4. Ladingen:

Ved lading med patroner vil man ved små borchulldiameterer få dårligere fyllingsgrad av hullet enn ved store hulldiameterer. Luftrommet i hullet vil bli relativt større ved små hull, og man får færre gram sprengstoff pr. liter hullvolum. Ved lading med ladeapparat spiller hulldiameteren mindre rolle for fyllingsgraden.

Lasteutstyr.

For å finne det mest effektive og økonomiske lasteutstyr må følgende faktorer tas i betraktning:

1. Type gods som skal lastes.

Effekten er mye lavere ved graving i hard og grovskutt røys, da lasteskuffen får en dårligere fyllingsgrad. I grov røys trengs en mye kraftigere og større maskin for at ikke driftskostnadene skal bli for store. Ved bruk av frontlaster med hjul eller belter må maskinen være stor og tung så hjulene (ev. beltene) ikke spinner når skuffen kjøres inn i røysa for lasting. Hvis de spinner forårsaker dette meget stor gummi- (ev. belte-) slitasje. Skuffeslitasjen vil også øke betraktelig ved grovskutt gods. Ved gravemaskiner vil slitasjen på skuff, wirer og belter være større ved hård og grovskutt røys.

2. Høyden på røysa.

Ved lasting med frontlaster angriper skuffen røysa helt nede ved sålen. Ved stor høyde på røysa vil gummi- (belte-) slitasjen og skuffeslitasjen bli uforholdsmessig stor da det blir tyngere å kjøre skuffen inn i røysa. Man kan regne at en finskutt salve fra pall med høyde 10 - 12 m er maksimalt hva en hjullaster kan klare med rimelig slitasje. Ved lasting med gravemaskin krever høy røys en større gravemaskin fordi kutthøyden (graverekkevidden) for skuffen må være større.

3. Svingvinkelen.

Man bør alltid tilstrebe minst mulig svingvinkel. Ved frontlaster får man ved å minske svingvinkelen mindre lastetid, mindre dekk- (belte-) slitasje og mindre slitasje på løftesylindrene for skuffen. Ved gravemaskin sparer man tid og får dessuten mindre slitasje på drivmekanismen.

4. Krav til bevegelighet.

Lastemaskinen må flyttes ut av bruddet ved primær og sekundærsprenging. Lasteren må også flyttes til ny salve. Hjullasteren har stor bevegelighet og denne flytting medfører ingen problemer. Hvis hjullasteren skal brukes til både opplasting og transport må kjøre-hastigheter, bremsar og stødighet med og uten lass vurderes. Ved frontlastere på belter vil flyttingen medføre større tidstap og slitasje da disse er mindre bevegelige på flat såle. Ved rydding av ulendt terreng vil beltelasteren komme til sin rett. Gravemaskiner vil med sin tyngde alltid få stor belteslitasje ved flytting. Dette gjelder spesielt ved ujevn og dårlig rensket såle.

5. Transportsyklus.

Ved frontlaster bare brukt til lasting og gravemaskiner er det viktig at størrelsen er avpasset transportutstyret. Dvs. både lastemaskin og truck må ha en slik størrelse at man får minst mulig ventetid. Lastetiden må heller ikke være så knapp at lastingen må forseres. Dette gir unormalt høy slitasje, ved frontlaster får man stor hjul- (belte-) slitasje, og ved gravemaskin vil gjerne kjøreren begynne å svinge bommen før skuffen er skikkelig ute av røysa. Dette forårsaker stor slitasje spesielt på bommen da denne ikke er konstruert for å tåle sidepåkjenninger.

6. Arbeidsmengde pr. skift.

Maskinstørrelsen må avpasses produksjonsmengden inklusive driftstekniske og personlige tapetider. Det er dyrt å ha maskinen stående uaktiv.

Utformingen av dagbruddet.

Grunnen til at man ved dagbruddsdrift kan operere med høye brytnings-effekter er at man har god plass og kan benytte seg av grovt maskineri. Ved utformingen og påbegynnelsen av et dagbrudd er det derfor meget viktig at man åpner det og legger driften slik an at man hele tiden har god plass, dvs. at man har en bred brytningsfront.

En bred brytningsfront muliggjør rasjonell drift hvor de forskjellige arbeidsoperasjoner kan utføres hver for seg uten å ta hensyn til andre operasjoner. En annen fordel med bred brytningsfront er at man uten å forårsake for ujevn leveranse, kvantitativt, kan levere den malmkvalitet som oppredningsverket er interessert i. Dette er meget viktig ut fra et oppredningsmessig synspunkt, og spesielt ved malmen fra Ulveryggen som er tung å opprede.

Faktorer som spiller inn rent brytningsmessig sett er hvordan man angriper fjellet med hensyn til strøk og fall. Spesielt fallet spiller inn når det gjelder pallveggen og sålens utseende etter skyting.

Fjellet kan angripes parallelt (lange) strøket eller normalt strøket. Om dette kan generelt sies:

1. Salver langs etter strøket. Disse salver pleier å gå bra uten spesielle fordeler eller ulemper.
2. Salver normalt strøket. Man har her salver med utslag mot hengen og salver med utslag mot liggen.
 - a. Utslag mot liggen.
Fordeler: Lite bakbrenn, god brytning da man får hjelp av fallet.
Ulemper: Mindre god såle, rasfare.
 - b. Utslag mot hengen.
Fordel: Sikker med hensyn til ras.
Ulemper: Stort bakbrenn, elendig såle, tung brytning.

Ut fra dette foretrekkes alternativ 1 og 2a. Avgjørende blir plassforholdene og hvordan åpningen av et nytt nivå skal foretaes.

Grunnen til at åpningen av de nye nivå nevnes er at malmen skal styrtes via en sjakt ned på grunnstoll nivå. Denne sjakten er tenkt drevet slik at den munner ut i selve bruddet. Man slipper derved transport av malmen opp av bruddet, den kjøres bare bortover på samme nivå som den brytes og tippes direkte i styrtjakten.

Åpningen av et nytt nivå tenkes utført ved utkratring av styrtjakten. Det må sprenges en vei ned til det nye nivået, slik at man kan få ned laste- og transportutstyret. Veien må munne ut ved styrtjakten. Den bør om mulig legges i utkanten av malmen slik at den også kan brukes ved senere transport i bruddet.

Fig. 15 viser bruddet med de forskjellige nivåene inntegnet etter den på dette tidspunkt kjente og sannsynlige malm. Man ser at styrtjakten blir liggende midt etter bruddets lengderetning. Ut fra den metode som foreslås for å åpne en ny pall vil det være gunstigst å angripe fjellet i bruddets lengderetning, dvs. lange strøket. Man bør imidlertid ikke drive lange strøket

lengere ned enn til og med nivå 3 på grunn av at det da vil bli for smal brytningsfront. Gjennomsnittlig bredde ned hit vil ligge på ca. 70 m, men man kan jo drive på begge sider av styrtejakten og derved få bedre plass og bedre muligheter til å bestemme den leverte malms kvalitet.

Fra og med nivå nr. 4 foreslås at man driver normalt strøket, og da med utslag mot liggen, dvs. fra S.Ø. mot N.V. Bruddet vil på dette dyp være så smalt akkurat ved styrtejakten at det ikke skulle by på nevneverdige problemer å åpne nivå 4 på samme måte som de foregående.

Ved nivå 6 sprenges veien ut først, og drivingen går på vanlig måte. Her må malmen kjøres opp på nivå 5 og tippes i styrtejakten derfra.

Akt gråberg må kjøres opp til nivå 2 hvorfra det kjøres ut på tippen. Gråberg fra nivå 6 tippes på nivå 5. Fig. 16 viser bruddet med inntegnet veier, gråbergstipp, bebyggelse etc.

Valg av borhulldiameter, pallhøyde, salvestørrelse, etc.

Ut fra det som er nevnt under pallboring og sprengning gir store borhulldiametre, borhull med kast, lav pallhøyde og store salver det gunstigste resultat. På Ulveryggen må man imidlertid ta hensyn til følgende:

1. Sterkt oppsprukket fjell.
2. Gråbergpartier i malmen som må skytes for seg og kjøres på tippen.
3. Ønske fra Oppredningsverket om å få malm av ønsket kvalitet. Kan oppnås ved blanding av malm fra 2 salver.

Punkt 1. tilsier mindre hulldiameter, dvs. mindre hullavstand og forsetning for å være sikker på å oppnå den ønskede fragmentering over hele salven.

Punkt 2 og 3 og bruddets størrelse med en relativt beskjeden årsproduksjon tilsier en liten til middels salvestørrelse.

Angående hulldiameteren:

Hulldiameteren foreslås lik 3". Dette tilsier etter vanlige regler en hullavstand på 3 m og en forsetning på 2.1/2 m. Hvis det viser seg at man med denne hullavstand og forsetning får god fragmentering, kan man prøve seg fram med økende hulldiametre til den optimale verdi oppnås.

Angående borhullets kast:

Hullene bør bores med kast. Kastvinkelen er avhengig av fallretningen og retning på stikk og slopper, og man bør eksperimentere seg fram til den gunstigste vinkel. Ved drift langs strøket foreslås en kastvinkel på 20°, ved drift normalt strøket en noe mindre vinkel (den vil være avhengig av hvordan fallet varierer).

Angående pallhøyden og veggens helling:

Pallhøyden foreslås satt lik 12 m. Ved 1 m under-boring og 20° kast vil hulldybden bli 13,75 m. Ut fra betraktningen som er gjort over og de uregelmessigheter som er kartlagt må man kunne tro at den gjennomsnittlige helling kan settes lik 55°. Ved A/S Sydvaranger brukes 57° helling, men på grunn av bergets oppsprekning settes den her noe lavere.

Ved å sette pallveggenes helling lik 70° og ved å legge 8 m brede hyller (som kan ta opp blokkas) for hver annen pall, dvs. hver 24 m vil pallveggen få en gjennomsnittlig helling på $55,5^{\circ}$.

Angående salvens størrelse og utforming:

Jeg vil foreslå en salvestørrelse på 12 - 13.000 tonn. Dette tilsvarer 50 - 55 borhull, og man skyter en salve pr. uke. Å lade og koble en slik salve tar ca. 1 skift ved ladeapparat og 3 mann.

Om salven skal være bred og med få raster eller om den skal være smalere og med flere raster avhenger av plassforhold, ønsket fragmentering og sprengstofforbruk.

Forsøk har vist at man sjelden får utbrytning i salvefronten før det har gått ca. 70 millisek. Dvs. med forsinkersats på 10 millisek. vil man ikke få noen større bevegelse i massen før siste hull er initiert. Ved en salve med mange raster vil dette føre til at man får en innbyrdes oppknusning av salven. Dette gir en bedre fragmentering enn ved en salve med få raster, men samtidig krever det mere sprengstoff pr. m³ utskutt, og man vil få større rystelser i bruddet (kan forårsake blokkfall).

Ved 3 m hullavstand og 2,5 m forsetning og med 50 - 55 hull pr. salve kan salven ha følgende form (den ytterste rasteren er lagt 3 m fra pallkanten):

Antall raster	Bredde	Dybde	Antall hull
2	75 m	5,5 m	50 hull
3	51 m	8 m	51 "
4	39 m	10,5 m	52 "
5	33 m	13 m	55 "
6	27 m	15,5 m	54 "
7	24 m	18 m	56 "

Det beste hullmønster kan bare finnes ved eksperimentering. Det må dessuten avpasses etter plassforholdene. Jeg kan foreslå en salve med 5 raster. Hullekjema og initieringskjema er vist på fig. 17. Man oppnår på denne måten en vanlig V-åpning av salven midt på fronten og hvor hullene i de fjernest liggende hjørner blir initiert sist.

Hull-luntene blir forbundet til mellomstrengene som igjen blir forbundet til fremføringsledning. Fremføringsledningen kobles til mellomstrengen så langt fra salven at den ikke skades ved sprengingen.

Forutgående arbeider.

Anleggsveien omtales spesielt. Anleggetiden vil ligge på 3 - 4 mnd. Dette arbeid bør utføres 2 år før driften i bruddet settes igang. Den mellomliggende sommer benyttes til fjerning av overdekning, oppsetting av hus, installering etc.

Angående fjerning av overdekning.

Dette gjøres med verkets egne maskiner. Vannspyling for å fjerne overdekning har gitt gode resultater bl.a. ved Tellnes (kr. 1,65 pr. m³). På Ulveryggen består overdekningen for en stor del av løsblokker og steinur. (se bilde nr. 2), og vil vanskelig la seg fjerne med spyling.

Disse løsblokker inneholder en god del kobber, men i form av de sekundære malakit og azurit. Disse lar seg meget vanskelig opprede, og malmen må i et hvert fall holde godt over 1 % for at det skal lønne seg. Analyser viser Cu-innhold rundt 0.5 %, dvs. steinen kan bare kjøres på tippen.

Overdekningen er ikke særlig dyp, de fleste steder ligger fjellet i dagen. Anslagsvis mengde er ca. 10.000 m³ for det området dagbruddet dekker. Vanlig anbudspris for fjerning av overdekning er 5,- kr/m³. På tross av ulendt terreng og stor belte- og skuffeslitasje på grunn av kvass og hård stein, bør man klare å overholde denne pris med egne maskiner. Dvs. kostnad for fjerning av overdekning: kr. 50.000,-.

Gråbergsbrytning og veisprengning.

Gråberget bør brytes i egne salver. I utkanten av bruddet vil ikke dette by på problemer. De gråbergpartier og "linser" som ligger inne i malmen ligger med lengderetningen langs strøket. Der er flere partier så smale (7 - 8 m) at ved brytning langs strøket vil de bli for små for en salve. Man må da bryte ut malmen på begge sider av gråberget i flere salver innover, slik at gråberget blir stående igjen som en tykk vegg. Denne veggen sprenges så for seg når den har fått den ønskede lengde. Gråberget bores opp samtidig med malmen omkring (dette både for prøvetakingen og for å minske transporten av borutstyret).

Veiene i bruddet lages 4 m brede og med stigning 1/8. De skal tjene til transport av gråberg og transport av folk og utstyr. Kun et fåtall møteplasser er nødvendig da 1 mann vil kjøre de to truckene ved gråbergtransporten.

Veiene for å åpne et nytt nivå legges helst slik at de kan brukes ved transport senere. Ved drivingen av vei må man regne med større brytningskostnader enn ved vanlig palldrift. Det må foruten stendere også bores liggere for å få god søle. Foruten flere bormeter pr. m³ må man også regne mere dynamitt. Entreprenørpris er ca. kr. 4.00 pr. m³ fast eksklusiv transport. Dette tilsvarer en brytningskostnad pr. tonn lik kr. 1.47. For hele bruddet vil det samlet trenges ca. 450 m, dvs. 10.800 m³ = 29.400 t. Merutgiften ved brytning vil da ligge på ca. kr. 0.60 pr. tonn. Fordelt på hele produksjonen vil dette gi et tillegg i brytningskostnadene pr. tonn på 0.8 øre.

DIV. ANLEGG OG BEBYGGELSE

Anleggsveg.

Denne vegen skal brukes til transport av maskiner fra kaien opp til dagbruddet. Dessuten skal den brukes til transport av arbeiderne til dagbruddet fra boligfeltene.

Krav som må stilles til vegen:

1. Den skal være billigst mulig i anlegg.
2. Den skal være kortest mulig.
3. Dens stigning skal ikke overskride $1/8$, helst ikke over $1/10$.
4. Dens bredde og svingdiameter må være tilstrekkelig for det utstyr som skal brukes i bruddet, og også tilstrekkelig for de transportmidler som skal frakte utstyr oppover.
5. Kvaliteten på vegdekke skal være så god at transporten av folk er behagelig og at vegdekke ikke sliter for mye bil og dekk.
6. Vegen skal grøftes forsvarlig slik at den kan holdes god uten alt for store vedlikeholdskostnader.

Data for vegen:

Bredde: 4.50 m
 Svingdiameter: 20 - 25 m
 Tykkelse grusdekke: 30 cm
 Maksimal stigning: $1/8$

Priser på forskjellige operasjoner:

Forflytning av masse: 25 kr./m³ utsprenget
 Grøft sprengt i fjell: 60 kr./m³
 Betongrør (bro) for bekkeferdigbygget: 5000 kr.
 Grus: 15 kr/m³.

Masseforflytning:

Ved avst. 25 m mellom kotene:	0.56 m ³ dvs. 0.9 m ³ utsprenget
Ved avst. 20 m " "	0.70 m ³ dvs. 1.12 " "
Ved avst. 15 m " "	0.84 m ³ dvs. 1.35 " "
Ved avst. 10 m " "	1.27 m ³ dvs. 2.03 " "

Bestemmende for veiens pris blir den mengde masse som må forflyttes og om grøften må sprenges ut i fjell eller om den kan graves opp. Ut fra kart og flyfoto har jeg for enklighets skyld satt opp to forskjellige vei-priser pr. meter vei. Den delen av veien som regnes for dyrest å anlegge er skravert på kartet. Se fig. 20.

Billigste veg:

Masseforflytning 0.9 m ³	kr. 22.00
Grus til vegdekke	" 20.00
Grøftarbeid i jord	" 5.00
Åndel stikkrenne	" 3.00
	kr. 50.00 pr. m

Dyreste veg:

Masseforflytning 1.75 m ³	kr.	44.00
Grus til vegdekke	"	20.00
Grøftesprenkning ca. 1/3 m ³	"	23.00
Andel stikkrenne	"	3.00
	kr.	90.00 pr.m

I tillegg til disse priser kommer nedlegging av betongrør ved kryssing av bekker. Disse kan ta bekker med ganske stor vannføring, og det skulle ikke være behov for bygging av bro over noen av de bekker som må krysses.

Den korteste avstand fra dagbruddets ytterkant ned til kaien er 3.240 m. Høydeforskjellen er 405 m. Dette vil si en gjennomsnittlig stigning på 1/8. Denne stigning er brattere enn det som kan godtaes for vegen, og det sier seg selv at vegen må bli adskillig lengere enn 3.240 m.

For anleggsvegen har jeg skissert to alternativer (se fig.). Alternativ 1 er lagt rett over fjellet fra bruddet til kaien. Her er skissert 2 forslag for nedstigning det siste bratte stykket til sjøen. Det forslag som er stiplet (II) har den fordel at vegen her ikke krysser noen bekker. Denne løsning vil imidlertid kreve meget store masseforflytninger og dessuten store murearbeider ved den verste "trollstig"-strekning. Spesielt vil svingene (20 m diameter) kreve mye arbeide. Da dessuten vegen over denne nedstigning vil bli 165 m lengere er ikke dette forslag videre aktuelt.

Alternativ 2 er å legge vegen stort sett langs den gamle "vegen" opp til feltet. Denne vegen er lagt nede i dalføret for vestre Ariselv. Man kan ikke regne med å benytte seg av den gamle vegen da denne er meget dårlig. Denne vegen kommer ned på riksvegen like ved Røpparfjord Poståpneri, og man kan bruke riksvegen over en strekning på 1.840 m.

Lengde og prisantydelse for de to alternativene:

	Alt. 1	Alt. 2
Avst. fra bruddet til riksveg	5.695 m	4.630 m
Avst. på riksveg	120 "	1.840 "
Avst. fra bruddet til kai	5.815 "	6.470 "
Lengde med dyr veg	3.985 "	2.955 "
Lengde med billig veg	1.710 "	1.675 "
Antall "broer"	5 stk.	1 stk.
Pris veg	kr. 444.500,-	kr. 350.000,-
Kostnad broer a kr. 5000,-	" 25.000,-	" 5.000,-
Sum:	kr. 469.500,-	kr. 355.000,-

Vurdering.

Alternativ 1:

Fordeler: 1: Kortere veg ved transport av maskiner og folk. Dette utgjør 655 m, dvs. ca. 1 min. og 20 sek. ved transport av folk. Denne transporten vil ikke skje i arbeidstiden da arbeiderne vil stemple inn og ut ved vaskebrakken i bruddet.

- 2: De 120 m hvor riksvegen benyttes kan uten store utlegg bygges ved siden av, og man kan derved kjøre fra kaien til bruddet med uregistrerte kjøretøyer.

Ulemper: 1: Vegen blir 1.065 m lengere i anlegg og vedlikehold. Dette tilsvarer et direkte utlegg på kr. 114.500,-.

2: Vegen vil ligge adskillig mere værhardt.

3: Anleggstiden for vegen vil bli lengere.

Alternativ 2.

Fordeler: 1: Vegen vil bli kortere i anlegg.

2: Anleggstiden vil bli kortere.

3: Vegen vil bli billigere i anlegg og vedlikehold.

4: Vegen ligger mere naturlig i terrenget. Selv om snemengdene vinters tid sikkert vil bli større enn ved alt. 1, så ligger vegen adskillig mindre værhardt. Man får dessuten mindre vegstykke å brøye om våren.

Ulemper: 1: Avstand fra kai til brudd er lengere. Dette er aktuelt ved transport av maskiner, men ved transport av arbeiderne er det sannsynlig at flere av arbeiderne vil bosette seg inne ved bunnen av fjorden, hvor nå poståpneriet og den øvrige bebyggelse i Repparfjord ligger. Transporten av arbeiderne behøver derfor ikke å bli lengere.

2: Kjøretøyene må være registrert og i registrerbar stand. Her kan imidlertid muligens oppnås en avtale med Vegdirektoratet om lov til å benytte denne strekning av vegen med uregistrerte kjøretøyer.

Ut fra de oppsatte vurderinger virker alternativ 2 mest gunstig, og det er disse anleggekostnader som er brukt ved de videre kostnadsoverslag.

For anlegg av vegen kan man gjøre bruk av det utstyr som er innkjøpt til dagbruddet. Anleggstiden kan anslås til 3 - 4 mnd. En av de innkjøpte Moelven brakkene kan brukes som transportabel anleggebrakke.

På grunn av at vegen jevnt over er meget bratt bør ikke vegen asfalteres. I vår- og høst-månedene vil asfalten lett forårsake glatt vegdekke. Transporten vil heller ikke bli så intens at noen vesentlig dekkbesparelse oppnås. Asfaltering av de 4 630 m vei ved alt. 2 vil komme på ca. 10 kr./m² dvs. kr. 210.000,-. Oljegrusdekke (ca. 6 kr./m²) vil komme på ca. kr. 125.000,-.

Verksted, spisebrakke, bad etc.

Ved bruddet bør være følgende brakker:

Verksted, stort nok til en truck og en laster samtidig. Adskilt fra dette skal det være et lite bormaskinverksted med høyere temperatur. Borslipingen skal foregå i et eget rom p.g.a. støvet som ellers vil ødelegge de andre maskinene.

Dynamitthus. dette skal brukes til lagring av dynamitt, amoniumnitrat og olje. Det må anlegges slik som forskriftene tilsier.

Stigerkontor. brakke for stiger og administrasjon.

Spisebrakke, spiserom med kapasitet 10 - 15 mann.

Bad og lomprom, vask og dusjkapasitet for 5 mann i gangen. Tørkemuligheter i lomprommet, skaplass for 20 mann.

Angående verkstedet:

Det skal være et lite verksted som kan ta småreparasjoner og service. De større reparasjoner utføres på hovedverkstedet ved oppredningsverket. Verkstedet foreslås bygget på mur med gulv støpt direkte på fjellet. Veggene bør være seksjonsvegger, enten i bølgeblikk fra Seuthus i Fredrikstad eller i tre fra Moelven Brug. Ferdiglagede takstoler kan benyttes. Taket kan lages av bølgeblikk (bråker ved regnvær, rustet lett) eller eternitt. Fordeler ved å bygge med ferdiglagede seksjoner er at huset kan rives ned og flyttes uten mye besvær, man transporterer oppover det materiale man trenger, hverken mer eller mindre, byggetiden er meget kort, og man slipper ekstra folk. Et slikt hus vil ikke falle stort dyrere enn et som er spikret sammen på stedet. Pris vil bli ca. 150 kr/m². Med rom for bormaskinverksted og slipemaskin vil størrelsen ligge på 10 x 15 m, dvs. en pris på kr. 25.000,- inkl. skillevegger etc.

Verkstedet bør inneholde en liten smie, et skjærsveiseapparat og et vanlig sveiseapparat, en slipemaskin for krysskjær (vanlig slipeskive) og en for melleskjær, en kran stor nok til å løfte ut en truckmotor, div. jekker, den største stor nok til å jekke en truck med last, div. handverktøy. Pris total kan settes lik 50.000 kr.

Dynamitthus.

Dette skal bare inneholde en del dynamitt, hovedsakelig til spretting. Felleslager for dynamitt legges ved oppredningsverket. Huset foreslås bygd på samme måte som verkstedet, men med tragulv. Størrelse 3 x 5 m. Pris kr. 5.000,-.

Stigerkontor.

Til kontor foreslås en Moelven kontorbrakke nr. 51 A - 23 - 05, 2.50 x 5.00 m. Pris innredet med el. installasjoner kr. 9.000,-.

Spisebrakke.

Her foreslås en Moelven 12 manns spisebrakke m/tørkeskap og servanter, nr. 75 A - 49 - 056, mål 2.50 x 7.52 m. Pris innredet inkl. el. inst. er kr. 14.270,-.

Lompe- og vaskerom.

Moelven 75 A - 50 - 055, mål 2.50 x 7.52 m. med tørkerister. Her må bestilles med lompeskap over ristene. Pris inkl. el. inst. ca. 15.250 kroner

Baderom.

En dusjbrakke med 5 dusjer kan fåes på bestilling. Denne vil innredet med el. inst. koste ca. kr. 25.000,-. Størrelse 2.50 x 7.52 m.

De priser som er oppgitt på Moelven brakken gjelder opplastet tog Moelven stasjon. Frakt Moelven - Repparfjord vil beløpe seg på ca. kr. 1.000,- pr. brakke. Frakt for vegg-, tak- og takstel-seksjoner settes lik kr. 2.000,-.

Brakkene kan bygges sammen eller stå hver for seg. Baderom, lomme- og vaskerom og spiserom foreslås bygget sammen. Fordelene med ferdigbrakker er delvis nevnt under omtale av verkstedbrakken. Spisebrakken kan fraktes med ved anlegg av vegen og brukes da. Med flere spredde malmsforekomster på Ulveryggen er det meget sannsynlig at hele anlegget etter at forekomsten mellom 10050 x - 10400 x er utdrevet vil bli flyttet til et annet område. På alle Moelven-brakker kan monteres hjul for frakten fra kai opp til Ulveryggen.

Oversiktskalkyle:

Verksted, isolert Seut-hus ei. Moelven	kr.	25.000,-
Utstyr verksted	"	50.000,-
Dynamitthus, isolert	"	5.000,-
Stigerkontor, Moelven	"	9.000,-
Spisebrakke, " 12 mann	"	14.270,-
Lomme- og vaskerom, Moelven	"	15.250,-
Baderom, spesiallaget Moelven, 6 dusjer	"	25.000,-
Frakt ferdige brakker	"	4.000,-
Frakt seksjoner	"	2.000,-
	kr.	149.520,-
Sum bygninger + verkstedsutstyr:	kr.	99.520,-

Fellesbebyggelse ved oppredningsverket.

Foruten transformatorstasjonen som er omtalt trenger man følgende anlegg felles med gruve og oppredningsverk eller bare med gruve: Verksted, reservedelslager, sprengstofflager og blandehus for sprengstoff.

Verksted.

Verkstedet er felles for oppr.verk, dagbrudd og gruve. Det bør være godt utstyrt slik at det kan ta ganske store reparasjoner. Av dyrere maskiner kan nevnes:

Dreiebenk, 1.5 m dreielengde, 700 mm gap	kr.	30.000,-
Søylebormaskin (liten) 40 mm diam.	"	6.600,-
Fresemaskin, 300 x 1300 mm borstørrelse	"	40.000,-

Dessuten må man ha forskjellig sveise- og skjærapparater, grovslipemaskin, kran, taljer og jekker, håndverktøy etc. Verkstedet må ha grav etc. for lok.reparasjon og service, dessuten grav for rep. av trucker, hjullastere etc. En smiesse må anlegges.

Kostnader:

Verksted bygningen	kr.	70.000,-
Andel dagbruddet	kr.	23.300,-

Utstyr, inventar	kr. 200.000,-
Andel dagbrudd	kr. <u>67.000,-</u>

Reservedelslager.

Dellageret er stort sett felles for gruve og dagbrudd. Lagerbygningen er felles med oppredningsverkets lager.

Deler felles med gruve:

Bormaskiner:

En PR-123 driften i reserve	kr. 18.000,-
En mater i reserve	" 18.000,-
Dessuten alle typer smådeler:	" 33.000,-
Håndbormaskiner, 1 i reserve	" 1.500,-
" deler	" 1.000,-
Borstenger, kuplinger, nakker	" 7.000,-
Borkroner	" 5.000,-
Borstål sprettboring	" 2.000,-
	kr. <u>52.500,-</u>

Trucker:

Dekk	kr. 20.000,-
Bremsebånd, clutchplater, radiatordeler, stempel, slanger, slitelplater i dumperen	" 30.000,-
	kr. <u>50.000,-</u>

Andel dagbrudd: $\frac{(52.000 + 50.000) \cdot 6.5}{12}$	kr. <u>55.000,-</u>
--	---------------------

Deler dagbruddsmaskineri:

Brøyt X 3:	
En ekstra skuffe, tenner, hydr. slanger, div. drev etc.	kr. 40.000,-
Bulldozer (lite lager p.g.a. Maskin A/S Pay & Brinck's nære beliggenhet)	" 5.000,-
Veiskrape (A/S Pay & Brinck)	" 10.000,-
Dekk + smådeler (lite lager)	" 5.000,-
Div. deler ladeapp., traktor, buss og pick-upp etc.	kr. <u>60.000,-</u>

Hus dellager inkl. hyller etc.	kr. <u>50.000,-</u>
--------------------------------	---------------------

Andel dagbrudd:	kr. <u>17.000,-</u>
-----------------	---------------------

Sprengstoff lagerhus:	kr. 25.000,-
Sprengstoff blandehus:	" 25.000,-

Sum:	kr. <u>50.000,-</u>
------	---------------------

Andel dagbrudd: $\frac{50.000 \cdot 6.5}{12}$	kr. <u>27.000,-</u>
---	---------------------

Trykkluft-kompressorstasjon.

Valg av kompressorstasjonens beliggenhet.

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

For drivingen av transportstollen og styrtsjakt er det en fordel at stasjonen ligger ved stollens utgang. For gruve- og dagbruddsdriften er dette ingen fordel da man vil få ca. 4 km transport av luften med tilhørende trykktap og dessuten en stor utgift til trykkluftledning.

Man har da den mulighet at kompressorstasjonen legges i forbindelse med dagbruddet. Dette krever at kompressorene flyttes etter at transportstoll, spiralørt, styrtsjakt etc. er ferdigdreivet. Dessuten krever dette at veien opp til dagbruddet holdes åpen om vinteren.

Det ser ut som den enkleste og gunstigste løsningen vil være å legge kompressorstasjonen i forbindelse med hovedverkstedet eller oppredningsverket til tross for de store trykktap i ledningene.

Trykkluftbehov om sommeren:

Her brukes luft til dagbruddsdriften og til oppfaring i gruva.

Air Trac i dagbruddet m. luftspyling	22.5 m ³ /min.
3 sprettbormaskiner à 1.3 m ³ /min.	3.9 "
Verksted	2.0 "
Borjumbo med 1 maskin i gruva	19.0 "
Tappeluker m. m.	2.0 "
	49.4 m ³ /min.
+ 10% tap ca.	5.0 "
ca.	54.5 m ³ /min.

Luftbehov for oppfaring inkl. tap er	39 m ³ /min.
Luftbehov om vinteren " " "	48.5 "

Dvs. luftbehovet om sommeren er størst, og kompressoranlegget må dimensjoneres etter det. Her er ikke medregnet luftbehov for oppredningsverk og hovedverksted, men det vil være naturlig å benytte den samme kompressorstasjon.

Lekkasjen i rørnettet (tap) er her satt lik 10%. Dette er nærmest under "ideelle" forhold, og man må regne med at det kan ligge en del høyere, f.eks. ved skader på trykkluftnettet. Kompressorenes kapasitet bør derfor ligge en del over 54 m³/min.

Beregning av trykktap.

Største avstand fra kompressorstasjon får vi for dagbruddet. Det regnes med å bruke 8" rør i hovednettet og 3. 6" rør i dagbruddet. Vi regner 54.5 m³/min. inn i gruva og ca. 30 m³/min. opp i dagbruddet. Luften går fra gruva gjennom spiralorten og opp ventilasjonssjakten.

Transportstøll	3000 m	8"
Spiralørl	1800 m	5"
Sjakt	115 m	3.1/2" el. 8"
Største lengde i brudd	<u>400 m</u>	3.1/2" el. 6"
	<u>5.315 m</u>	

$$\Delta p = \frac{b}{RT} \cdot \frac{W^2}{D} \cdot L \cdot p$$

Δp = trykfall i ledningen
 p = trykk i ato. fra presse
 b = motstandskoeffisient
 R = gasskonstant
 T = abs.temp.
 D = indre rørmotstand
 L = rørlengde
 W = lufthast.

$$\Delta p = \frac{0.84}{29.27 \cdot 283} \cdot \frac{13.6}{203} \cdot 4800 \cdot 7.5 + \frac{0.9}{29.27 \cdot 283} \cdot \frac{124}{62.2} \cdot 515 \cdot 7.2$$

$$\Delta p = 0.246 + 0.800 = \underline{1.05 \text{ ato.}}$$

Dette er for høyt. Går da opp til 8" rør i sjakten og 6" rør i dagbruddet.

$$\Delta p = 0.246 + \frac{0.84}{29.27 \cdot 283} \cdot \frac{13.6}{203} \cdot 115 \cdot 7.5 + \frac{0.9}{29.27 \cdot 283} \cdot \frac{15.6}{150} \cdot 400 \cdot 7.2$$

$$\Delta p = 0.246 + 0.024 + 0.032 = \underline{0.302 \text{ ato.}}$$

Med de ekstra ledningslengder som kommer til i gruva vil lufttapet bli ca. 0.32 ato.

Valg av kompressorer.

Vi har et trykkluftbehov på 54 m³/min. pluss det som måtte gå til hovedverktødet og oppredningsverket. Vi velger da 4 stk. Ingersoll Rand kompressorer type 40. Disse er ferdigmontert på lavetter med avsynkronmotor på 125 HK og kilremsoverføring.

Typebetegnelse	125 B
Største trykk	8.8 kg/cm ²
Kapasitet	17.1 m ³ /min.
Motor	125 HK = 92 kW.

Dette gir samlet kapasitet 68.4 kg/min. Samlet kraftbehov 300 HK = 356 kW.

Anleggskostnader.

Kompressor, anlegg av hus, fundament, etterkjøler og tank.

Her regnes kr. 4.000,- pr. m³ kapasitet.
Dvs. 4000,- · 68.4 = kr. 275.000,-

4 stk. asynkronmotorer á 125 HK

kr. 160.000,-

Samlet anleggekostnader

kr. 435.000,-

+ 7% rente

" 30.500,-

+ assurance

" 500,-

kr. 466.000,-

Aveskrives over 10 ár (á 228 arb.dager).

Dvs. 466.000,- kr/ár dvs.

kr. 103,- pr.
skift.

Driftskostnader:

Elektrisk kraft settes lik 0.05 kr/kWh

Oljeforbruk, vedlikehold etc. er ikke regnet på da dette vil bli forsvinnende lite.

El.kraft 356 kW · 0.05 = 17.80 kr/t

Anleggekostnader 12.90 kr/time

Sum: 30.70 kr/time

Dvs. 0.48 kr. pr. m³/min. og time.

MASKINELT UTSTYR.
DRIFTSKOSTNADER.
KAPASITETSBEREGNINGER.

Aktuelt maskinelt utstyr:

Krav som må settes til utstyret:

1. Det må kunne brukes både over og under jord.
2. Den ønskede produksjon må kunne oppnåes med færrest mulig folk.
3. Maskinene må være lett å arbeide med, slik at en mann kan ha det samme arbeide helt til han går av med pensjon.
4. En filial av leverandøren bør ligge i nærheten, slik at del-lagret ved gruen kan ligge på et minimum.
5. Effektene bør ligge i overkant av den bestemte produksjon for å kunne ta opp produksjonssvingninger eller utvidet produksjon.
6. Utstyret bør velges slik at man ikke står fullstendig i knipe ved et større driftsteknisk uhell.
7. Hvis mulig bør man helst holde seg til enheter av samme type eller fabrikkat på grunn av mindre reservedelslager, service, og større fordeler hos leverandøren.

Naturligvis foretrekkes de maskiner som gir de laveste driftskostnader og mest passende effekter. For utregning av kostnader og effekter er lagt til grunn opplysninger fra besøk ved Dalen Portland Cementfabriks kalksteinsbrudd på Bjørntvedt og gruve ved Brevik, besøk ved Litangen Kvartsbrudd ved Kragerø, besøk ved N.S.B.'s pukkverk på Markøya, Ulsberg, foredrag holdt på konferanser i Fjellsprengningsteknikk 1964, 1965 og 1966, og leverandørenes egne opplysninger.

En av grunnene til at Caterpillar utstyr er valgt for flere arbeidsoperasjoner er at Maskin A/S Pay & Brinck har delelager og verksted i Alta. Alta ligger 10.5 mil fra Repparfjord, og er transportmessig sett det mest gunstige alternativ. Alta har flyplass og flyforbindelse med Oslo 2 ganger i døgnet.

Maskin A/S K. Lund & Co. (Brøyt X3 og Ingersoll-Rand) har verksted og delelager i Tromsø. Dette er transportmessig mindre gunstig med transportlengde ca. 50 mil. Her vil det lønne seg å ta lettere deler med fly Oslo - Alta.

Jeg mener at følgende utstyr kan komme i betraktning, og vil her nevne de viktigste data, fordeler og ulemper. For utstyret er regnet ut effekter og det er kostnadsberegnet.

Utstyr for primærborring.

Gardner-Denver Air Trac ATD 3100 med PR 123 drifter.

Maskinen produseres av Gardner-Denver Co., U.S.A. og forhandles av A/S Motordrift, Oslo.

Hoveddata:

Pris komplett med drifter PR 123

kr. 133.000,-

Stempeldiameter drifter 4.1/2"
 Luftforbruk oppgitt av forhandler inkl. luftspyling: 17 m³/min.
 Ytre mål: Minste høyde: 1.23 m
 Lengde ved pallboring: 2.71 m
 Bredder: 2.18 m
 Største dekningsområde vertikale hull: 3.6 m.
 Antatt borsynk med 3" hulldiam: 30 cm/min.

Priser utstyr:

3" borkrone	kr.	430.-
12 ft. borstenger HI-LEED	"	400.-
Kuplinger	"	85.-
Nakkadapter	"	170.-

"Air Trac" er en vanlig beltegående borrhigg bygd for en drifter med hull-diameter maksimalt 4". Riggeren betjenes av en mann. Av dette utstyret kan chassiset bare brukes i dagbruddet. Drifter og bom kan også brukes under jord. Riggeren blir i tilfelle ikke levert med den vanlige sving-bom, men med en rota-bom som monteres på Brakarjumboen, for langhulls-boring og ortdrift. Maskinen betjenes av en mann.

Det vil bli brukt en Gardner-Denver PR 123 drifter. Denne har den fordel at den har uavhengig rotasjon. Rotasjonen kan derfor varieres ved varierende bergarter, oppsprekking etc. Rotasjonsretningen kan også snues f.eks. ved fastboring.

Til borrhiggen kan leveres belter med gummilameller for klatring i steilt terreng på glatt fjell.

Ingersoll-Rand Crawl-IR CM-15 borrhigg med drifter D-475.

Maskinen produseres av Ingersoll-Rand Co. U.S.A., og forhandles av Maskin A/S K. Lund & Co., Oslo.

Hoveddata:

Pris komplett med drifter D - 475	kr.	147.000.-
-----------------------------------	-----	-----------

Stempeldiameter drifter: 4.3/4"
 Luftforbruk oppgitt av forhandler inkl. luftspyling: 16.7 m³/min.
 Ytre mål: Minste høyde: 1.3 m
 Lengde ved pall-boring: 3.3 m
 Bredder: 2.1 m
 Største dekningsområde vertikale hull: 4.3 m
 Antatt borsynk med 3" hulldiam: 30 cm/min.

Priser på utstyr:

3" borkrone	kr.	430.-
10 ft. skjøtestenger 1.1/2" repgj.	"	390.-
Skjøtehylse (kopling)	"	83.-
Nakkadapter	"	195.-

"Crawl-IR" er en vanlig beltegående borrhigg bygd for en drifter. Riggeren betjenes av en person. Dette utstyret kan bare brukes i dagbruddet. Her er antatt at Ingersoll-Rand D-475 drifter vil gi samme borsynk som Gardner-Denver PR 123.

Maskinens belter er av ren stålkonstruksjon. Erfaring har vist at disse kan ha lettere for å gli ved kjøring i kupert terreng enn belter med gummi-lameller. (Air Trac og Stentrack). Crawl-IR rigger er i bruk bl. a. ved Teines, Titania og ved Sydvaranger.

Stenuick Record B.B. - A.S. borkolonne med senkbormaskin.

Maskinen er av belgisk fabrikk og selges av Anlegg & Maskin A/S. Den ble første gang prøvd i Norge i 1952. Det er en relativt liten senkbor- (down-the hole-) maskin, som kan bore hull med diametre fra 2.5/8" til 4".

Hoveddata:

Pris borkolonne separat med 4 syl. trykkluftmotor	kr.	27.400,-
Borhammer 85 mm hulldiam.	"	3.450,-
" 105 mm "	"	4.120,-
Borrør (2 m) 85 mm "	"	286,-
" " 105 mm "	"	390,-
Borkroner 85 mm "	"	550,-
" 105 mm "	"	620,-

Luftforbruk ved 6 ato. oppgitt av forhandler:	3.5 m ³ /min.
" " " erfart i praksis:	6.0 "
Borsynk ved 6.5 ato.	4-6 m/time
Mating: Luftdrevet kjedemater	
Kolonnehøyde	3.20 m.

Denne borkolonne kan tilpasses til de fleste belte- og hjulunderstell. Den kan uten videre monteres på Gardner-Denver Air Trac og på den norskbygde Stentrack.

Grunnen til at jeg mener dette utstyr kan være aktuelt på Ulveryggen er det oppsprukne fjellet. Fallet som pendler om vertikalen og de vertikale stikk kan forårsake stor brekkasje ved boring med vanlig drifter. Dessuten vil hullene lett avbøyes hvilket medfører ujevn forsetning i pallbunn, og fragmenteringsvanskeligheter ved sprengningen.

En vesentlig fordel ved senkbor-maskinen er at den borer snorrette hull, og at den ikke har noen vanskeligheter med å passere slepper og stikk. Det er derfor ingen vanskeligheter ved å la en mann betjene 2 maskiner i ulendt terreng og 4 maskiner på flat såle uten at det går utover effekten pr. maskin.

Ang. borhulldiameteren viser det seg at borsynken gjerne øker med økende hulldiameter. Senkboring med hulldiameter under 3" lar seg derfor neppe forsvare økonomisk. Erfaringer fra Dalen Portland Cements kalkbrudd på Bjørntvedt og fra Litangen Kvartabrudd ved Kragerø skulle tilsi en borsynk lik ca. 8.5 cm/min. på Ulveryggen.

Vedlikeholdskostnadene for en senkbormaskin kan erfaringsmessig settes 30 - 50 % lavere enn ved vanlige drifter.

Ang. forbruksutstyr må nevnes at senkboring stiller store krav til borkronene. Disse er dyrere enn for vanlig drifterboring, og det har vist seg i praksis at det bare markedsføres to typer som kan brukes (Sandvik Coromant og de engelske P & V.-kroner). Kroneslitasjen er også litt større enn ved vanlig drifterboring.

Borrørene er nærmest uslitelig og avskrives gjerne sammen med mater og kolonne. Borrørelitasjen ligger i at rørveggene slites, og disse kan da brukes til det går hull på dem. Borhammerene slites en del, men eventuelt stort forbruk av disse vil skyldes fastboring. Det er da umulig å redde borhammeren. Prisen på denne bør derfor ikke ligge for høyt.

Støynivået fra en senkbormaskin er så lavt at det kan føres en samtale rett ved siden av dem. Dette betyr naturligvis svært meget for arbeidernes trivsel.

Det er gjort forsøk med å kjøre Stenuick senkbormaskin med arbeidstrykk opp til 9 ato. Borsynken steg betraktelig, men kronelitasjen økte i tilsvarende grad, og inntil bedre kroner foreligger er 6.5 ato. det mest økonomiske trykk.



Stenuick borkolonne på Stentrack.

Laste- og transportutstyr .

Caterpillar 980 hjullaster.

Maskinen produseres av Caterpillar Tractor Co. U.S.A. og forhandles av Maskin A/S Pay & Brinck, som bl.a. har eget dellager og verksted i Alta.

Hoveddata:

Pris:	kr. 400.000,-
Skuffestørrelse:	4 1/2 cu.yd. (3,44 m ³), V-formet steinskuffe.
Motor:	Caterpillar Diesel 235 HK
Totalvekt:	19,7 tonn
Svingradius:	6,71 m
Utvexling:	4 gear forover, topphast. 42.0 km/t 3 " bakover " 26.7 "
Styring:	Senterstyring
Akser:	Forakselen er fast til rammen. Bakakselen pendler $\pm 15^\circ$, dvs. et hjul kan løftes eller senkes ± 59 cm uten at de andre slipper kontakten med bakken.
Sluttdrev:	4-hjulsdrift m. planetgearreduksjon i hjulnavene.

De ytre mål går fram av fig. 19.

Lasteren skal også brukes under jord. Ved valg av hjullaster er Scoopmobil LD-8B det andre alternativet. Ut fra erfaringer fra bl.a. Dalen Portland Cementsfabrik og fra Rana Gruber ble Caterpillar valgt da denne syntes å være adskillig mere solid og krevde mye mindre vedlikehold. Den eneste fordel ved Scoopmobil er at den er lavere, og krever mindre plass under jord. Her må allikevel orthøyden være ca. 5 m for at det påtenkte utstyr til langhullsbyggingen skal kunne benyttes.

Skuffen er en spiss steinskuffe som produseres i Norge av T 1 og HT stål. Den har 40% mindre inntrengningskraft i forhold til andre skuffer. Man kan regne at kniven på skuffen holder ca. 700 driftstimer. Påveising av ny kniv koster:

Stålkostnader:	kr. 2.500,-
Elektroder og arbeidspenger:	" 1.000,-
	kr. 3.500,-

Denne utgift er regnet under vedlikehold og rep.

Automatisk innstilling av skuffen i horisontalplanet sparer tid ved lasting. En spesiell utløser kan stilles slik at skuffen stopper i ønsket lastehøyde (lavere ved Kiruna Truck enn ved andre trucker).

Brøyt X3 opplastingsmaskin.

Maskinen produseres av Brødr. Søyland, selges av A/S Maskin K. Lund & Co. Det er en hydraulisk operert opplastingsmaskin som kombinerer den konvensjonelle gravemaskinens svingmulighet og skovelens skuffeutforming.

Hoveddata:

Pris komplett:	kr. 290.000,-
Skuffestørrelse:	2 m³
Motor:	Volvo D 100A, 135 HK
Skuffe:	Standard steinskuffe 2200 mm bred.
Totalvekt:	20.6 tonn

Maskinen har ikke drift på understellet, som kan sies å være vedlikeholds-fritt. Her er to gummi hjul og to ståltromler. Gummielitasjen skjæres ned til et minimum ved bruk av sparekjetting.

Forflytningen skjer ved skuff og borm, og maskinen kan ta seg fram i meget vanskelig terreng. Landeveistransport skjer ved at skuffen legges i kassen på en dumper eller lastebil. Maskinen løfter seg opp med hydraulikken, sikres, og maskinen ruller på tvillinghjulene.

Følgende er bygd på erfaringer gjort av A/S Veidekke ved opplasting av stein på motorveianlegg.

Fordeler:

- Robust maskin.
- Enkel å betjene.
- Tar seg fram i vanskelig terreng.
- Lett å transportere.
- Relativt god kapasitet.
- Lav pris.
- Få bevegelige deler.
- Vedlikeholdsfritt understell.
- Stor skuff i forhold til maskinens størrelse.

Ulemper:

- For liten til å ta imot ras av blokker fra høy røys.
- Kan ikke rangere unna hurtig nok ved ras.
- Relativt dårlig fyllingsgrad av skuff (maks. 65%) da maskinen blir for lett og sklir unna istedet for å trenge skuffen inn i røysa.
- Punkterer lett på gummi hjulene uten bruk av sparekjetting.
- Egner seg dårlig til sammenkjøring av røys og til hurtig sålerensk.
- Hydraulikkslanger har vist tendens til å ryke.

Maskinen drives nå med dieselmotor, men det ryktes sier at en utgave med elektrisk motor (Ward Leonard system) er under konstruksjon. Dette vil være meget gunstig, da man unngår den store slitasje på motor, gearkasse og spesielt clutch.

Driftstekniske tapstider ble for A/S Veidekke satt til 22%. Ved riktig dimensjonert transportutstyr menes kapasiteten å ligge på over 100 m³ løst gods pr. brutto time.

Angående skuffereparasjoner bør man ha en skuff i reserve for å unngå for store stopptider.

Kiruna Truck K 162

Maskinen produseres av Mining Transportation Co. AB, Kiruna, Sverige, og forhandles av Lehmkuhl Verksteder, Oslo.

Hoveddata:

Pris:

kr. 367.000,-

Motor: Volvo diesel 162 HK
Lastekapasitet: 21 tonn (9.12.13 el. 14 m³)
Totalvekt tom: 12 tonn
Utteksling: 3 gear, topphast. 36 - 42 km/t avhengig av dekkdimensjonen. Samme hast. forover og bakover.
Svingradius: 6.7 m
De ytre mål går fram av fig. 19.

For bruk i bruddet monteres hytte på trucken for kjöreren. Trucken leveres med forskjellig volum på dumperen. Ved gods med så lav spes. vekt som 2.7 kan største kurvolum brukes (14 m³). For lavest mulig tippehøyde for bruk under jord velges en kurv med tippluke.

Kiruna Truck velges på grunn av lav total høyde slik at trucken kan brukes både under jord og i dagbruddet. Den lave høyde som skyldes nedsenket kurv gir også andre fordeler:

1. Kortere lastetidsyklus for gravemaskin el. frontlaster.
2. Mindre sidepåkjenninger = mindre dekkslitasje og mindre slitasje av de sjokkabsorberende organer.
3. Trucken kan arbeide som skyttelvogn da man har god sikt over fullastet kurv, og den har dobbeltstyring, 2 seter og de samme kjörrehastigheter frem- og bakover.

Diverse utstyr.

Bulldoser Caterpillar DG serie B.

Maskinen produseres av Caterpillar Tractor Co. U.S.A. og forhandles av Maskin A/S Pay & Brinck.

Hoveddata:

Pris:

kr. 200.000,-

Motor: Diesel, 6 syl. 93 HK
Totalvekt: 12 tonn
Utteksling: 5 gear forover, topphast. 11 km/t.
4 gear bakover " 10 "
Ytre mål: Lengde 3,9 m
Høyde 1,9 m
Bredde 2,05 m

Doseren skal brukes til fjerning av overdekning, tilrettelegging av røys for gravemaskin, rensk på såle og til anlegg og vedlikehold av vei. Den kan leveres med ekstra sylindre som manövrerer hjörnene på bladet, opp eller ned slik at det fölger terrenget. Dette er spesielt gunstig ved avdekking.

Vinterstid kan doseren brukes til snerydding ved oppredningsverket, eller den kan leies ut til vegvesenet. Ved bröyting av veien opp til bruddet om våren brukes doseren.

Et alternativ til doseren er en beltegående frontlaster med doserblad. Denne har den fordel at den også kan löfte. Den kan derfor påmonteres

lasteskuffe og derved være reservemaskin for hjullaster el. gravemaskin. En frontlaster er imidlertid ikke konstruert for bulldoserarbeid. Rammen er for liten og beltene har for liten gripekraft.

Om sommeren vil det bli gående en frontlaster i gruva for transport ved opplæringen. Denne kan lånes for opplasting i dagbruddet, og jeg vil derfor foreslå innkjøp av en ren bulldoser.

Veiskrape Cat. No. 12 E.

Maskinen produseres av Caterpillar Tractor Co. U.S.A. og forhandles av Maskin A/S Pay & Brinck.

Hoveddata:

Pris:		kr.	200.000,-
Motor:	Diesel, 6 syl. 115 HK		
Totalvekt:	11 tonn		
Utveksling:	6 gear forover, topphast. 33.0 km/t		
	4 gear bakover	"	22.0 "

De ytre mål går fram av fig. 19.

For bruk vinters tid kan anskaffes hytte for kjøreren.

Veiskrapen skal brukes til vedlikehold av vei på slette og anleggsvei. Dessuten skal den brukes ved anlegg av vei.

Veiskrapen kan utstyres med sneplog, og brukes til snerydding om vinteren. Ved brøyting av veien opp til bruddet om våren kan den brukes. Om vinteren kan den leies bort til Vegvesenet.

Bruddets kapasitet.

Produksjonen for dagbruddet skal være 200.000 tonn malm pr. år ved drift i 6.1/2 mnd. Man får da i tillegg 103.500 t gråberg pr. år i gjennomsnitt. Dvs. gråbergproduksjonen blir større enn 103.500 t de første årene og mindre jo dypere bruddet blir. Utstyret for driften i bruddet må derfor ligge en del over $200.000 + 103.500 = 303.500$ t pr. år i kapasitet.

Drift i bruddet er foreslått fra ca. 15. april til 1. november. I denne tiden (6.5 mnd) får man 3 ukers sommerferie og ca. 5 helligdager foruten søndager. Ved 5 dagers uke gir dette 120 arbeidsdager = 240 skift. Den gjennomsnittlige produksjon må derfor ligge på:

$$\frac{303.500}{240} = \underline{1\ 260\ \text{t/skift}} \quad \text{Dvs. 150 tonn/brutto time.}$$

Utregning av driftskostnader.

Alle kostnader er regnet ut til kr. pr. driftstime eller kr. pr. bormeter.

Pris for dieselolje settes lik 0.26 kr. pr. liter når den leveres på tank. Olje koster kr. 3.00 pr. liter levert på fat.

Ved avskrivning trekkes dekkkostnadene fra prisen på maskinen komplett da dekkene må avskrives over adskillig kortere tiderom. De oppgitte priser på dekk gjelder for steingummi. Ved pålegging av ny bane på dekket kan man ikke regne at dekket har mere enn ca. 60% av originaldekkets levetid. Ut fra dette er det ikke sikkert at det alltid lønner seg med regummiering. Erfaring med hjullastere ved hård drift (Brødr. Hauge, Røldal) er dekket modent for regummiering etter ca. 400 m. Hvis man bare fortsetter å kjøre med de gamle dekker viser det seg at disse holder i ca. 300 m til før de eksploderer. Ved så stor slitasje som på dette anlegget lønner det seg ikke med regummiering når man også regner med det arbeide og de utgifter skifting av dekk, innsending til vulkanisering etc. Dette er for anleggsdrift og vil neppe være aktuelt ved vanlig tempo i dagbrudd med forsiktig kjøring.

Renter på maskinene settes lik 7%. Angående assurance foreslås i et hvert fall brannforsikring (700 - 800 kr/år). Her er ikke regnet med kaskoforsikring som vil komme på 6 - 7000 kr/år.

Definisjonen på når det lønner seg å skifte ut en maskin er den dagen summen av alle utlegg og kostnader man har hatt på maskinen er like stor som prisen for en ny maskin. Dette skulle tilsi at de gjennomsnittlige utgifter til nye deler og reparasjonslønn pr. år kan settes lik avskrivningssummen (fornyelse) pr. år. Dette vil imidlertid ikke bli helt riktig da man alltid må kunne regne med å ha glede av maskinen etter at den er nedskrevet, f. eks. til innbytte ved kjøp av ny maskin. Hvor stor del av avskrivningssummen man skal anta vedlikeholdsutgiftene er avhengig av hvor hårdt maskinene kjøres. Jeg har valgt å sette vedlikehold lik 60% av avskrivningen for hjullaster og truck, 80% for veiskrape og grave-maskin og 90% for bulldoser. Service er inkludert i vedlikeholdsutgiftene.

Reparasjonsutgifter inkluderer deler og rep.lønn. Kapitalutgifter for verksted og maskinelt utstyr i verksted er regnet ut under kalkyler.

Ang. avskrivning.

Loven opererer med 3 typer avskrivninger for driftsmidler. Dette er:

- A. Ordinære avskrivninger.
- B. Tilleggsavskrivninger.
- C. Åpningsavskrivninger.

De ordinære avskrivningene bygger på at inntektsfradragene skal følge den verdiforringelse driftsmidlene til en hver tid er utsatt for. Dette gjelder driftsmidler med anskaffelsespris over 500 kr. (Ved noen bedrifter 1500 kr.).

Tilleggsavskrivning fremkommer ved at det ordinære avskrivningsbeløp forhøyes med inntil 50% med den begrensning at tilleggsavskrivningen ikke overskrider 2% av driftsmidlets kostpris. (Denne siste bestemmelse får betydning for alle driftsmidler som avskrives over kortere tiderom enn 25 år). Tilleggsavskrivning kan kreves for det år driftsmidlet settes i produksjon og i de etterfølgende 4 år.

Åpningsavskrivningen er et alternativ til tilleggsavskrivningen. Den kan i alt utgiftsføres med inntil 25% av den del av driftsmidlets samlede kostpris som overskrider 500.000 kr. Fradrag kreves fra og med det år byggearbeidet begynner (ev. maskinen innkjøpes) og til og med det 5. året.

Dette vil med andre ord si at det skattemessig lønner seg å avskrive en maskin iløpet av 4 eller 5 år. En slik avskrivningshastighet er også vanlig for de fleste maskiner. For det spesielle tilfelle med drift bare 6.1/2 mnd. i året vil en avskrivning over 4 - 5 år gjøre stort utslag på utgift pr. driftstime. Maskinen vil da bli avskrevet på halvparten av det antall driftstimer den er beregnet å kunne holde. Dette vil være en fordel skattemessig. Men for å få en oversikt over maskinens økonomi settes her avskrivningstiden lik det antall år som tilsvarende driftstimetallet. Ved maskinene for lastning, transport etc. settes avskrivningstiden lik det reelle antall driftstimer.

Kostnadsberegning for primærboringen.

For driving av transportstollen inn fra fjorden og for langhullsborring under jord er av student Runar Berg valgt en Brakar borjumbo på hjul med Gardner-Denver rotabom og Gardner-Denver PR 123 driftere. Oppfaringen foretaes om sommeren og her vil også dette utstyret bli brukt. Man kan imidlertid klare seg med en bom og en drifter, slik at en enhet kan brukes i dagbruddet. Denne må da monteres på en Gardner-Denver Air Trac.

Hvis man skulle velge et annet utstyr til pallboringen i dagen kan dette ikke brukes under jord.

Ved borkostnadene regnes en trykkluftpris på 0.48 kr. pr. m³/min. pr. time.

Gardner-Denver Air-Trac ATD 3100 med rotabom og drifter PR 123 J.

Priser: Rotabom:	kr.	47.250,-
Understell:	"	52.750,-
Drifter m.mater:	"	33.000,-
Sum.	kr.	133.000,-

Her kan rotabom og understell brukes hele året. Understellet (chassiset) brukes bare i dagbruddet, dvs. 6.1/2 mnd. i året. Ved 3" bor regner jeg med en malmløsing på ca. 20 t pr. bormeter. Dette vil ved en samlet produksjon på 303.500 t pr. år gi ca. 15.000 bormeter. Levetiden for et chassis settes vanligvis lik 5 år ved helårlig drift. Ved 6.1/2 mnd. drift settes levetiden til 9 år. For å klare produksjonen kreves 72 bormeter pr. skift.

Beregnet levetid ved 230 dager i året (ikke for chassiset), gjennomsnittlig over og under jord. 80 bormeter pr. skift, 2 skift i døgnet:

Air Trac chassis, 6.1/2 mnd. pr. år, avskrives over 9 år:

135.000 bormeter

Rotabom, avskrives over 5 år	185.000 bormeter
Bormaskin, avskrives over 3 år	110.000 "
Mater, avskrives over 2 år	75.000 "
Borkrone 3", pris kr. 430,-	250 "
Borstenger HI-LEED, 5/4" sekskant, 3 m lang pris kr. 400,-	450 "
Kuplinger, Pris kr. 85,-	400 "
Nakker, pris kr. 178,-	1.500 "

Driftkostnader:

Avskrivning:

Chassis:	52.750/135.000	=	0.39 kr/bormeter
Bormaskin:	18.000/110.000	=	0.16 "
Mater:	15.000/ 75.000	=	0.20 "
Bom:	47.250/185.000	=	0.25 "
			1.00 kr/bormeter
Renter 7%			0.07 "
Sum:			1.07 kr/bormeter

Forbruk av borutstyr:

Borkroner:	430/260		1,65 kr/bormeter
Borstenger:	400/450		0,89 "
Kuplinger:	85/400		0,21 "
Nakker:	178/1500		0,12 "
			2.87 kr/bormeter
Renter 7%			0,20 "
Sum:			3,07 kr/bormeter

Driftsutgifter:

Slipeskiver, pris kr. 25,-			
10 slipinger pr. skive, 13 m pr. sliping:			0.19 kr/bormeter
Olje og gjengefett, 24 m/skift			0.30 "
Slanger rør etc.			0.15 "
Trykkluft inkl. kapitalutgifter			0.60 "
Renter 7% (ikke for trykkluft)			1,24 kr/bormeter
			0,05 "
Sum:			1,29 kr/bormeter

Vedlikehold og rep. utgifter:

Delforbruk bormaskin:			0.30 kr/bormeter
" mater			0.25 "
" chassis + bom			0.20 "
Mekanikere + verksted			0.30 "
			0.95 kr/bormeter
Renter 7% (ikke for verksted)			0.05 "
Sum:			1,00 kr/bormeter

Arbeidslønn inkl. sos.omk. 152,00/63 = 2,41 kr/bormeter

Samlet kostnad pr. bormeter blir: kr. 7,84

Kostnad ekskl. arbeidslønn, rep.lønn og trykkluft:
kr. 4,53 pr. bormeter.

dvs. 0,259 kr/tonn ved 17,5 t/total bormeter.

2 stk. Air Trac belteunderstell og
2 stk. Stenuick Record B.B. - A.S. borkolonne
med senkbormaskin.

Priser:

Air Trac belteunderstell F.B.	kr.	52.750,-
Stenuick Record B.B. - A.S. kolonne	"	27.400,-
Borhammer ASS 80	"	3.450,-
Sum:	kr.	83.550,-

For å klare produksjonen må kjøpes 3 Air Trac's med kolonner. Dette utstyr vil bare bli brukt i dagbruddet. En mann opererer 3 maskiner. Ved eventuell økt produksjon kan han også operere 4 maskiner på flat såle.

Avskrivningstid for belteunderstellet settes lik 9 år (5 år ved belåredrift). Borkolonnen avskrives iløpet av 10 år (7 år ved belåredrift). Borhammeren avskrives iløpet av 2 år. Man må regne med større kroneslitasjeutgifter ved senkbormaskin enn ved vanlige driftere. Til gjengjeld har man svært liten slitasje på borrhør, og nakker og koplinger (hylser) brukes ikke.

Beregnet levetid ved 120 dager i året, 65 bormeter pr. skift og 2 skift pr. døgn:

Air Trac chassis, 6.1/2 mnd. pr. år, avskrives over 9 år:	135.000 bormeter
Stenuick borkolonne " " " " " "	156.000 "
10 år:	16.000 "
Borhammer, avskrives over 2 år	240 "
Borkrone, 3", pris kr. 550,-	10.000 "
Borrhør, 4 2 m pris kr. 286,-	

Driftskostnader:

Avskrivning:

Chassis:	3(52.750/135.000)	1,17 kr/bormeter
Borkolonne:	3(27.400/156.000)	0,51 "
Borhammer:	3(3.450/16.000)	0,64 "
		<u>2,32 kr/bormeter</u>
Renter 7%		0,16 "
Sum:		<u>2,48 kr/bormeter</u>

Forbruk av borutstyr:

Borkroner:	550/240	2,29 kr/bormeter
Borrør:	286/10.000	0,03 "
		2,32 kr/bormeter
Renter 7%		0,16 "
	Sum:	2,48 kr/bormeter

Driftsutgifter:

Slipeskiver, pris kr. 25,-		
10 slipinger pr. skive, 13 m pr. sliping		0,19 kr/bormeter
Olje, gjengefett, 15 m/skift		0,69 "
Slanger, rør etc.		0,25 "
Trykkluft (3senkbormask. = 1 PR 123)		0,60 "
		1,73 kr/bormeter
Renter 7% ekskl. trykkluft		0,08 "
	Sum:	1,81 kr/bormeter

Vedlikehold og rep. utgifter:

Delforbruk mater:		0,15 kr/bormeter
Delforbruk chassis og kolonne:		0,60 "
Mekanikere og verksted:		0,40 "
		1,15 kr/bormeter
Renter 7% ekskl. verksted		0,05 "
	Sum:	1,20 kr/bormeter

Arbeidslønn inkl. sos.omk. 152,00/63 = 2,41 kr/bormeter

Samlet kostnad pr. bormeter blir: kr. 10,45

Ved bruk av den norskbygde Stentrack chassis istedet for Air Trac vil samlet kostnad pr. bormeter bli: kr. 10,30

Kostnad ekskl. arbeidslønn, rep.lønn og trykkluft: 7,04 kr/bormeter
dvs. 0,405 kr/tonn.

Ingersoll Rand Crawl-IR med drifter D-475.

Priser:

Understell med bom:	kr.	112.000,-
Drifter:	"	35.000,-
	kr.	147.000,-

Denne rigg med bom og drifter vil bare kunne nyttes i dagbruddet.
Levetid for chassis og bom settes da til 9 år. Bormaskinens levetid
settes lik 5 år, og materens lik 3.1/2 år.

Beregnet levetid ved 120 dager i året, 63 bormeter pr. skift og 2 skift:

Understell og bom, 9 år 135.000 bormeter

Bormaskin, 5 år	80.000 bormeter
Mater 3.1/2 år	55.000 "
Borkrone 3", pris kr. 430,-	250 "
Borstenger, pris kr. 390,-	450 "
Kuplinger, pris kr. 83,-	400 "
Nakker, " kr. 195,-	1.500 "

Driftekostnader:

Avekrivning:

Chassis m.bom: 112.000/135.000	0,83 kr/bormeter
Mater: 16.000/ 55.000	0,29 "
Bormaskin: 19.000/ 80.000	0,24 "
	1,36 kr/bormeter
Renter 7%	0,10 "
Sum:	1,46 kr/bormeter

Forbruk av borutstyr:

Borkroner: 430/260	1,65 kr/bormeter
Borstenger: 390/450	0,87 "
Kuplinger: 83/400	0,21 "
Nakker: 195/1500	0,13 "
	2,86 kr/bormeter
Renter 7%	0,20 "
Sum:	3,06 kr/bormeter

Driftsutgifter:

Slipeskive	0,19 kr/bormeter
Olje og gjengefett	0,30 "
Slanger, rør etc.	0,15 "
Trykkluft	0,60 "
	1,24 kr/bormeter
Renter 7% ekskl. trykkluft	0,05 "
Sum:	1,29 kr/bormeter

Vedlikehold og rep.utgifter:

Delforbruk bormaskin:	0,40 kr/bormeter
Delforbruk mater	0,40 "
Delforbruk chassis & bom	0,35 "
Mekanikere + verksted	0,55 "
	1,70 kr/bormeter
+ Renter 7% ekskl. verksted	0,10 "
Sum:	1,80 kr/bormeter

Arbeidslønn inkl. sos.omk. 152,-/63 = kr. 2,41 kr/bormeter

Samlet kostnad pr. bormeter blir: 10,12 kr/bormeter

Kostnad ekskl. arb.lønn, rep.lønn og trykkluft: 6,56 kr/bormeter.

Ved Tellnes, Titania A/S er i bruk 4 stk. Crawl-IR borrigger. Her bores 3.1/2" hull, og borsynken er ikke høyere enn 18 cm/min. Skift-effekten er ca. 40 bormeter pr. maskin. Man har her kommet fram til en pris på kr. 9,84 pr. bormeter ekskl. avskrivning og renter.

Kostnadsberegning av laste-, transport og annet maskinelt utstyr.

Under jord kan brukes 1 Kiruna-Truck og 1 (el. 2) hjullaster om vinteren. Om sommeren vil man ha bruk for en hjullaster ved oppfæringsarbeidet. Denne kan lånes ut til dagbruddet halve sommer-sesongen hvis det skulle være behov for det.

Resten av utstyret vil bare bli brukt i dagbruddet. Om vinteren kan det leies ut til f.eks. Vegvesenet (veiskrape og bulldoser). Dessuten kan det brukes til snerydding ved oppredningsverket.

Kiruna-Truck K-162.

Forhandles av Lehmkuhls Verksteder, Oslo.

Levetid: 15 000 driftstimer.

Levetid dekk: 1 400 driftstimer.

Pris Kiruna-Truck K-162 komplett
+ pris 4 dekk

kr.	360.000,-
"	20.000,-
kr.	340.000,-

Pris banepålegg 4 dekk:

kr.	8.000,-
-----	---------

Levetid dekk ved regummiering: 850 driftstimer

Dekkgift pr. driftstime:

$$20.000 + 8.000/1.400 + 850 = 12,50 \text{ kr/driftstime}$$

Eiers kostnader:

Aveskrivning 340.000/15.000

22,60 kr/driftstime

Renter og assurance

4,00 "

Total

26,60 kr/driftst.

Driftskostnader:

Driftstoff (diesellolje) 12 l/time

3,10 kr/driftst.

Olje, smøring 0,5 l/time

1,50 "

Filter

0,25 "

Vedlikehold og rep. (22,60 · 0,6)

13,50 "

Dekk

12,50 "

30,85 kr/driftst.

Renter (+ rep.lønn)

2,18 "

33,03 kr/driftstime

Kjørerlønn 1 mann og 2 trucker

9,50 kr/driftst.

Kjørerlønn 1 mann og 1 truck

19,00 "

Total utgift pr. driftstime pr. truck:

Ved 1 kjører og 2 trucker:

69,16 kr/driftstime

Ved 1 kjører og 1 truck:

78,66 "

Utgift pr. driftstime minus arbeidspenger (kjørerlønn + rep.lønn)

(Rep.lønn regnes lik 1/3 av hele rep.kostnad): 55,00 kr/driftstime.

Utgift pr. tonn ekekl. arbeidspenger. Effektivitetsfaktor
0,6. 1260 t.pr. skift.

$$55,00 \cdot 8.1/3 \cdot 0,6/1260 = \underline{0,217 \text{ kr/tonn}}$$

Caterpillar 980 hjullaster.

Forhandles av Maskin A/S Pay & Brinck.

Levetid: 10.000 driftstimer.

Levetid dekk ved last og bær: 1000 driftstimer

" " ved bare lasting: 900 "

Pris Cat. 980 komplett:

kr. 400.000,-

+ 4 dekk

" 40.000,-

kr. 360.000,-

Pris banepålegging av 4 dekk: kr. 16.000,-

Levetid dekk ved regummiering: 600 el. 540 driftstimer.

Dekkutgifter pr. driftstime:

Ved last og bær: $40.000 + 16.000/1000 + 600 = 35 \text{ kr/driftstime}$

Ved bare lasting: $40.000 + 16.000/900 + 540 = 39 \text{ "}$

Eiers kostnader:

Avskrivning 360.000/10.000

36,-- kr/driftstime

Renter og assurance

5,-- "

Total

41,-- kr/driftstime

Driftskostnader:

Drivstoff (dieselolje) 20 l/time

5,-- kr/driftstime

Olje, smøring etc.

1,80 "

Filter

0,30 "

Vedlikehold og rep. (36,-- · 0,6)

21,60 "

Dekk ved last og bær

35,00 "

63,70 kr/driftstime

Renter (+ rep.lønn)

3,75 "

67,45 kr/driftstime

Arbeidslønn

19 kr/driftstime

Total utgift pr. driftstime:

127,45 kr/driftstime

Når maskinen kun brukes til lasting:

131,45 kr/driftstime

Utgift pr. driftstime ved last og transport + arbeidslønn

101,25 kr/driftstime.

Utgift pr. tonn (Effektivitetsfaktor 0,33) 0,486 kr/t.

Utgift pr. driftstime ved bare last + arbeidslønn: 104,75 kr/driftstime.

Utgift pr. tonn (Eff. faktor 0,6) 0,415 kr/t

Brøyt X3 opplastingemaskin.

Forhandles av A/S Maskin K. Lund & Co.

Levetid: 20 000 driftetimer

Pris Brøyt X3 komplett

kr. 290.000,-

Eiers kostnader:

Avskrivning: 290.000/20.000

14.50 kr/driftstime

Renter og assurance:

3,50 "

Total

18,00 kr/driftstime

Driftsutgifter:

Drivstoff (diesellolje) 15 l/time

6.80 kr/driftstime

Smøring og olje

2,20 "

Vedlikehold og rep. (14.50 * 0,8)

11,60 "

20,60 kr/driftstime

Renter (ekskl. rep.lønn)

1,10

Kjørelønn

19,00 kr/driftstime

Smører lønn

6,30 "

Total utgift pr. driftstime

65,00 kr/driftstime

Utgift pr. driftstime + arbeidslønn:

36,30 kr/driftstime

Utgift pr. tonn (eff.faktor 0.6)

0.144 kr/t.

Veiskrape Caterpillar No. 12 E.

Forhandles av Maskin A/S Pay & Brinck.

Levetid: 15 000 driftetimer.

Levetid dekk: Bakdekk (4 stk.) 2000 driftetimer

Fordekk (2 stk.) 4000 "

Pris Cat.nr. 12 E komplett

kr. 200.000,-

+ pris 6 dekk á kr. 1.800,-

" 10.800,-

kr. 189.200,-

Pris banepålegg et dekk: 600 kroner.

Levetid dekk ved regummiering: 1200 og 2400 timer.

Dekkutgift pr. driftstime:

$10800 + 2400 + 600/2000 + 1200 + 2000 =$

2,50 kr/driftstime.

Eiers kostnader:

Avskrivning 200.000/15.000

13.30 kr/driftstime

Renter og assurance

3,40 "

Total

16,70 kr/driftstime

Driftskostnader:

Drivstoff (diesellolje) 12 l/time	3,10 kr/driftstime
Smøring og olje	0,90 "
Filter	0,20 "
Vedlikehold og rep. (13,30 · 0,8)	10,70 "
Dekk	2,50 "

17,40 kr/driftstime

Renter (ekskl. rep.lønn)

1,00

Kjørerlønn

19,00 kr/driftstime

Total utgift pr. driftstime

54,10 kr/driftstime

Bulldoser Caterpillar D 6 serie B.

Forhandles av Maskin A/S Pay & Brinck.

Levetid: 12.000 driftstimer.

Pris: kr. 200.000,-

Eiers kostnader:

Avskrivning 200.000/12.000

16,70 kr/driftstime

Renter og assurance

3,60 "

20,30 kr/driftstime

Driftskostnader:

Drivstoff (diesellolje) 9,5 liter/time

2,50 kr/driftstime

Smøring og olje

0,40 "

Filter

0,30 "

Vedlikehold og rep. (16,70 · 0,9)

15,00 "

18,20 kr/driftstime

Renter (ekskl. rep.lønn)

0,90

Førerlønn

19,00 kr/driftstime

Total utgift pr. driftstime

58,40 kr/driftstime

Utgift veiskrape pr. tonn (eff.faktor 0,10)

$$31,50 \cdot 8,1/3 \cdot 0,10/1260 = \underline{0,02 \text{ kr/t}}$$

Utgift bulldoser pr. tonn (eff.faktor 0,30)

$$34,40 \cdot 8,1/3 \cdot 0,3/1260 = \underline{0,066 \text{ kr/t.}}$$

Sprengstoff og sprengstoffkostnader.

Primærsprenging.

Av sprengstoff til primærsprengningen kan nevnes 3 alternativ:

1. Vanlig sprengstoff, f. eks. 2/3 dynamitt C og 1/3 geomitt
2. AN-olje med primere av dynamitt C.
3. Slurry " " " " og AN-olje
som pipeladning.

Det vil falle billigst hvis alt. 2 eller 3 kan benyttes. Slurry er prøvd flere steder i Norge, men det har vist seg at med de kvaliteter som er i handelen bør hulldiametere ligge over 4" for at man skal være sikker på jevn sprengning og god fragmentering. Dette har man kommet fram til ved forsøk på Telnes, A/S Titania og ved Dalen Portland Cementfabrik. Ved den foreslåtte hulldiameter på 3" vil derfor ikke slurry være aktuelt før man har kommet fram til bedre typer. Pris for ferdigblandet slurry ligger på kr. 2,60 pr. kg ekskl. omsetningsavgift.

For at AN-olje skal kunne brukes bør borhullene være relativt tørre, og det bør ikke være for stort vanntilsig eller gjennomstrømmende vann i hullet. Litt vann kan tolereres, men dette krever hurtig lading og skyting straks.

Jeg vil foreslå at man prøver med AN-olje (ANOL) til primærsprengningen. Sprengstoffet blandes på stedet, og det lades med lavtrykks ladeapparat.

Noen av de diamantborhull som er påsatt ved det fremtidige brudd "produserer" vann. Dette er de hull som er boret inn fra dalsiden. Hull som er boret på toppen av åsryggen er helt tørre. Dette skulle tyde på at det vann som renner ut fra de nedre borhull er overflatevann som fra toppen av ryggen renner ned langs fjellsiden og langs stikk i fjellet. Man kan derfor gå ut ifra at det ikke står så mye vann i fjellet at det vil være sjenerende ved bruk av ANOL.

Litt vann kan tåles når ladeapparat brukes. Hullet blåses da først rent for vann, og da sprengstoffet presses ned i hullet med 4 1/2 kg trykk vil det vannet som måtte finnes bli presset ut slik at det blir liggende oppå sprengstoffet. Ved enkelte vannførende hull kan ANOL-en lades i plast-pølser og senkes ned i hullet.

AN-olje-sprengstoff kan kjøpes ferdig blandet fra fabrikk. Prisen ligger på kr. 1,25 pluss omsetningsavgift, kr. 0,15 = 1,40 pr. kg. Sprengstoffet leveres da i sekker på 25 kg. Ved blanding selv har man ved Fosdalens Bergverk-A/S kommet fram til følgende priser pr. kg ved blandingsforhold 94,5 vektprosent AN og 5 1/2% olje.

	Krystalinsk	Prills
AN	kr. 0,5000	kr. 0,5250
frakt	kr. 0,1080	kr. 0,1080
olje	kr. 0,0204	kr. 0,0204
fargestoff	kr. 0,0006	kr. 0,0006
reservedeler + ladeslang		
ger	kr. 0,0590	kr. 0,0590
avskrivning ladeapp.	kr. 0,0470	kr. 0,0470
og spann		
Blanding	kr. 0,0750	kr. 0,0750
	kr. 0,8100	kr. 0,8350

I tillegg til dette kommer en avgift til staten på kr. 5.000,- pr. år for blandestasjon. På grunn av dette og da man har felles sprengstofflager, vil man benytte den samme blandestasjon for gruen og for dagbruddet. Denne stasjonen vil ligge ved oppredningsverket. Avgiften vil forårsake et tillegg i prisen på et kg ANOL på ca. kr. 0,04.

Ammoniumnitrat selges krystalinsk eller i form av prills. Den prillede AN renner lettere, og det er mindre fare for at det skal danne seg broer i borbullet, slik at sprengstoffstrengen ikke blir sammenhengende.

Ved lading med lavtrykks ladeapparat (ca. 4 kg trykk) oppnås ved krystalinsk AN-olje en pakning i hullet på 1 - 1,15 g/l. Ladetettheten med prilled AN-olje ligger på ca. 0,85 - 1,0 kg/l.

Selv om ladetettheten er bedre med krystalinsk AN-olje vil jeg foreslå brukt prilled AN. Da ammoniumnitrat er meget hygroskopisk har det lett for å bake seg sammen og klumpe seg. Dette unngås for en stor del ved prilled AN og gjør den lettere håndterlig og mere velegnet til sprengningsformål. Prilled AN lages av Norsk Hydro.

Når det gjelder bruk av ladeapparat har man fått et problem i den statiske elektrisitet, som dannes under ladingen. Man kan ikke se bort fra at de mengder med statisk elektrisitet som kan dannes under visse forhold, kan være tilstrekkelig til å tenne en elektrisk tenner. I Norge er foreskrevet at det skal brukes antistatisk ladeslange (selges av bl.a. Grubernes Sprengstofffabriker A/S), og at ladeapparatet skal jordes under bruk.

Ladeutstyr.

Til ladearbeidet foreslås et 250 liter ladeapparat fra AB Pneumatisk Lufttransport. Se fig. . Beholderen er laget av rustfritt stål. Ladeapparatet monteres bak på en spesialbygd tilhenger som frakter sprengstoff, slanger, bøtter, lunte etc. Hele utstyret trekkes av en vanlig traktor. Se bilde.



Transport av hele ladeutstyret.

Ladeapparatet koster ca. kr. 15.000,-.

Traktoren kan også brukes til annen transport i bruddet.

Pris traktor: kr. 35.000,-.

Tilhengeren bør ha en lasteevne på ca. 3 tonn for å kunne frakte med seg alt sprengstoffet som skal til. Pris kr. 2.000,-. Ladeapparatet leveres med to uttak for slanger slik at 2 hull kan lades samtidig. Hele dette ladeutstyret kan også brukes under jord om vinteren. Apparatet kobles til trykkluftuttak på stedet.

Utførelse av blande- og ladearbeidet.

Til ladingen trengs 3 mann inkl. skytebasen. Blandingen gjøres på forhånd av en mann. Dette kan gjøres på følgende måte: Dagsforbruket av nitrat blir kjørt opp til dieseloljetanken. Her henger en måleflasker på veggen. Fra måleflasken går en slange til en spesialbygget gaffel som er laget av perforerte syrefaste rør. Denne gaffel selges på Grenlands Mek. Verk., Porsgrunn, og koster kr. 300,-. Gaffelen stikkes inn i papirsekken med nitrat, og etter at det nødvendige antall liter dieselolje har rent inn er sprengstoffet klart til å kjøres ut og opp til bruddet.

Ved selve ladingen har en mann jobben med å tømme nitraten med oljen gjennom en sikt og opp i plastikkbøtter. Her fjernes eventuelle klumper. ANOL'en slås fra bøtten opp i ladebeholderen. Denne opereres med trykkluft fra nettet, og den fjernstyres av mannen som lader. Den tredje mannen legger ned primerene med ledning, fyller igjen de øverste meter av borbullet med borkake og kobler ledningene.



Bildet viser ladeapparatet.
I bakgrunnen en mann lader og en mann
fyller igjen et hull med borkake.

Til primer brukes høybrisant sprengstoff, f.eks. Dynamitt C eller hvis nødvendig det enda sterkere Gruvedynamitt. Det siste brukes hvis det viser seg at man får mye bunnsprett på grunn av dårlig såle.

Det foreslås brukt 2 primere. En anbringes i bunnen av hullet og en midt i. Den i bunn er størst (ca. 5 kg dynamitt) og den midt i hullet mindre (ca. 2,5 kg). Millisekundtennere av typen ICI brukes. Pris tennere:

Med 6 m ledning: kr. 2,90
Med 22 m ledning: kr. 4,80

Tenneren med lengst ledning brukes i bunn. Pris på Dynamitt C: kr. 3,40 pr. kg.

Ved 3" hull må man regne med en hullutvidelse på 6 - 7%. Dvs. hullvolumet blir 4,8 liter/m. Ved pallhøyde 12 m boring av hull 20" på kast og 1 m underboring blir hullengden 13,75 m. Hullet fylles opp med sprengstoff til 1 m fra toppen. 2 + 1 dynamitt C gubbe tar $3 \cdot 0,6 \text{ m} = 1,8 \text{ m}$. Dvs. ANOL fyller $13,75 \text{ m} + 1,8 + 2,0 = 10,95 \text{ m}$. Ved en pakningsgrad på 1 kg ANOL pr. liter blir det $10,95 \cdot 4,8 = 52,5 \text{ kg ANOL pr. hull}$.

Sprengstoff og tennkost. pr. hull:

ANOL: 52,5 kg á kr. 0,835	kr. 43,80
Dynamitt C: 7,5 kg á kr. 3,40	" 25,50
1 tenn med 6 m ledning	" 2,90
1 tenn med 22 m ledning	" 4,80
Mellomledning 0,08 kr/m	" 0,15
	kr. 77,15

Kostnad pr. hullmeter kr. 77,15 / 12

kr. 6,43 pr. m

En bormeter gir ca. 20 tonn utsprenget malm.

Sprengstoff- og tennkost. pr. tonn: kr. 6,43 / 20

0,32 kr/tonn

Mengde ANOL pr. tonn: 218 g/t
" Dynamitt C pr. tonn: 31 "

Hvis det står litt vann i hullet må brukes en ekstra dynamittgubbe i bunnprimeren. Hvis et hull har stort vannstilleig kan man her ikke bruke ANOL, men må lade hele hullet med dynamitt og geomitt (lynitt).

Tennapparat: Beethoven tennapp. for opp til 400 tonn.
Pris: kr. 1.500,-

Ohm-meter: Må være tillatt på stuff. F.eks. C.I.L. Blasting Galvanometer med sølvkloridcelle.

Fremføringsledningen koster kr. 0,95 pr. m. Denne regnes ikke forbrukt ved sprengning da mellom-ledningen føres såpass langt bak salven.

Noen av de viktigste forskrifter for ANOL-sprengstoffer.

Tillatelse til fremstilling og bruk av ANOL skal innhentes hos Sprengstoffinspeksjonen. En bestemt teknisk kvalifisert godkjent mann skal være ansvarlig for all virksomhet i denne forbindelse.

Lagerbygningen skal ligge for seg slik at overføring av brann ikke kan skje. Bygningen må være av ubrennbart materiale. AN må aldri lagres sammen med olje.

Hvis AN lagres med sprengstoff skal hele lageret betraktes som sprengstoff. Avstanden mellom AN-lager og sprengstoff skal være minst 25 m.

Sekker med AN skal lagres på trepaller, minst 1/2 m fra veggen. Temperaturen på lageret bør være konstant.

Oljen kan være dieselolje, fyringsolje el. lignende. Flammepunktet må ligge over 60° C. Spillolje kan ikke brukes.

Fremsstillingen skal skje på frittliggende sted. All redskap skal være "gnistfritt".

Ved lading skal "Regler for bruk av sprengstoff" av 25. april 1952 overholdes også for ANOL. Ladeapparatet skal være jordat. Ladeslangen skal være antistatisk.

Sekundærsprengning.

Til sekundærsprengning brukes vanlig 32 % dynamitt. Man kan regne ca. 170 gram pr. sprett. Til tenn brukes knall nr. 8. Tjærelunten er 1,80 m lang (3 min. brenntid.) Alle tjæreluntene kobles med en conector til tennluntene som er en hurtigbrennende I.C.I. plastic ignitercord (4.1/2 sek/m.)

Jeg regner en sprett pr. 38 tonn totalt, dvs. material utgiftene til sprett-skyting pr. tonn ekskl. borsliping blir:

Sprengstoff 0,170 · 3.40/38	0,015 kr/tonn
Knall 0,13/38	0,003 "
Tjærelunte(0,22 kr/m) 0,66/38	0,017 "
Igniter lunte (0,50 kr/m) 0,10/38	0,003 "
Connectors 0,10/38	0,003 "
Borstål (1000 sprett pr. stål) 0,10/38	0,003 "
Avskrivning bormaskin 0,34/38	0,009 "
Olje etc. 0,05/38	0,001 "
Trykkluft (1,3 m3/min) 0,20/38	0,003 "
Sum:	0,059 kr/tonn

Pris pr. sprett ekskl. arbeidslønn blir:	kr. 2,30
Inkl. arbeidslønn blir pris pr. sprett:	kr. 5,10

Beregning av driftetid.

Ved beregning av drifttiden settes 1 skift lik 8.1/3 time = 500 min.
For å finne ut hvilke produktive tider jeg kan regne med for beregningen av produksjonskapasiteten, har jeg valgt å dele inn skiftet i:

1. Produktiv tid.
2. Driftstekniske tapstider.
3. Personlige tapstider.

Jeg har prøvd å spesifisere de arbeidsoperasjoner som hører inn under hver enkelt gren i denne oppdeling. Dette er gjort for lettere å anslå de forskjellige tapstider, og samtidig for lettere å se forløpet av de forskjellige operasjoner i bruddet.

Ved pall-boring:

Under produktiv tid hører:

1. Bore inkl. skifte stål og krone.
2. Flytte til nytt hull
3. Flytte til ny salve.

Under driftstekniske tapstider kan settes:

1. Fylle olje, smøre, rengjøre maskin
2. Gangtider
3. Matpause
4. Vente på grunn av sprettskyting
5. Fastboring
6. Ordne med slanger
7. Hente og vente på reparatør
8. Reparasjon av bormaskin
9. Konferanser
10. Start og stopp av maskin
11. Hente redskap
12. Omlegging av luftledning.

Personlige tapstider er:

1. Personlig behov
2. Tid ved start
3. Tid ved mat
4. Tid ved avslutning.

Ved sprettboring:

Produktiv tid:

1. Bore i røys, flytte, skifte bor
2. Bore i såle, flytte, skifte bor.

Driftstekniske tapstider:

1. Rigge til utstyr.
2. Rydde bort utstyr
3. Skyte
4. Gangtid brakke
5. Hente verktøy

6. Ordne med luft
7. Reparasjon av slange el. bormaskin
8. Flytte utstyr for skyting.
9. Konferere kollega
10. Konferere skytebas
11. Grave, bruke spett
12. Løsne bor
13. Matpause

Personlige tapstider:

Samme som ved boring.

Ved sprettlading:

Produktiv tid:

1. Lade i røysa, flytte til hull
2. Lade på sålen, flytte til hull
3. Kutte lunter
4. Sette tjærebånd på tennere.

Driftstekniske tapstider:

1. Gå til og fra røys
2. Ordne med ladekjøpp
3. Gangtid
4. Gjøre klar for skyting
5. Ordne med mannskap for skyting
6. Ordne med ammunisjon og tennere
7. Konferere
8. Skyte
9. Matpause

Personlige tapstider:

Samme som ved boring.

Ved lading av pallsalve.

Produktiv tid:

1. Lade.

Driftstekniske tapstider:

1. Hente dynamitt
2. Hente AN-olje
3. Åpne kasser, fordele dynamitt ved hull
4. Tilrigging av ladeapparat
5. Fylle AN-olje i bøtter og ladeapparat
6. Vente mens ladebeholder fylles
7. Blåse vann ut av borchullet
8. Fylle igjen hull
9. Koble tennledning
10. Rengjøring og vekkrydding av ladeutstyr
11. Konferanser
12. Gangtider
13. Andel matpause

Personlige tapstider:

Samme som ved boring.

Ved opplasting med lastemaskin.

Produktiv tid:

1. Laste
2. Truck inn og ut

Driftstekniske tapstider:

1. Starte og stoppe maskin
2. Flytte til og fra arbeidsplass
3. Flytte på arbeidsplass
4. Vente på bulldoser (ikke aktuelt ved hjullaster)
5. Vente på truck
6. Ordne røys, legge bort stor stein
7. Vente på grunn av skyting
8. Gangtider
9. Reparasjon
10. Konferanser
11. Matpause.

Personlige tapstider:

Samme som ved boring.

Ved transport.

Produktiv tid:

1. Få lass
2. Kjøre
3. Tippe
4. Retur

Driftstekniske tapstider:

1. Lastemaskin flytter
2. Vente gravemaskin
3. Vente på bulldoser
4. Vente på reparasjon av lastemaskin
5. Reparasjon av truck
6. Konferanser
7. Kontroll og rengjøring av truck
8. Kjøre til og fra arbeidsplass
9. Gangtider
10. Vente på grunn av sprettskyting
11. Matpause.

Personlige tapstider:

Samme som ved boring.

Ved lasting og transport med hjullaster.

Produktiv tid:

1. Laste
2. Kjøre
3. Tippe
4. Retur

Driftstekniske tapstider:

1. Starte og stoppe maskin
2. Flytte til og fra arbeidsplass på grunn av skyting
3. Ordne røys
4. Vente på grunn av skyting
5. Reparasjoner
6. Kontroll og rengjøring
7. Kjøre til og fra arbeidsplass
8. Gangtider
9. Matpause

Personlige tapstider:

Samme som ved boring.

Kapasitetsberegning ved pallboring.

Ved forsetning lik 2,5 m og hullavstand lik 3 m vil 1 bormeter løse 7,5 m³ malm(el. gråberg). Dette vil si 20,5 t malm eller 20,2 tonn gråberg. Jeg velger å sette at 1 bormeter gir 20 tonn gods.

Det vil si at for å holde gjennomsnittlig skiftsproduksjon på 1260 tonn må det bores 63,30 m pr. skift. Ved beregning av en maskins kapasitet må man gå ut fra den borsynk pr. minutt som vi har funnet sannsynlig ut fra prøveboringene. Tapstider, flyttetider etc. må vurderes ut fra erfaringer og skjønn.

Kapasitetsberegning for berrigger.

For å bestemme maskinens kapasitet må den effektive arbeidstid kalkuleres. Netto borsynk er funnet ut fra prøveboringene. Det tall man har kommet fram til her må tas med en klype salt på grunn av omstendigheter som er nevnt under beskrivelsen av forsøkene. Borsynken på 30 cm/min. skulle ut fra erfaringer fra boring med f.eks. Gardner-Denver utstyr i andre bergarter heller være litt i knappeste laget (Ved NSB's pukkverk ved Ulsberg bores med Gardner-Denver Air Trac og drifter PR 123, krone-diam. 3" i en meget seig gabbro, og her ligger netto borsynk på ca. 35 cm/min.)

Gardner-Denver Air-Trac med PR 123 drifter.

Driftstekniske tapstider er nevnt tidligere. De største er: Gangtider, vente sprettskyting, fastboring og matpause. Disse settes lik 23%. Personlige tapstider settes lik 7%. Dette gir en produktiv tid på 70% av skiftet.

Til produktiv tid hører: Flytte til nytt hull, flytte til ny salve, sette inn ny borstang, opptrekk og demontering av borstang, opptrekk av bor, montere og demontere krone.

Disse tider anslås slik:

Flytte til nytt hull og innstille maskin:	5 min.
Flytte til ny salve (100 m)	40 min.

Påsetting av skjøtestål: 1,40 min.
Opptrekk og demontere rør og krone. 6 "

Hulldybde på 13,75 m krever 5 skjøtestål. Jeg antar at et hull kan bores helt ned før omsliping av krone. Å skifte krone på f.eks. 10 m dyp vil ta ca. 8 min.

Netto boretid:	41 min. 15 sek.
Opptrekk og demontering:	6 "
Påsetting av skjøtestål 5 · 1,40	7 "
Flytte til nytt hull	5 "
Andel flytte til ny salve (54 hull pr. salve)	45 sek.
Tid for et hull inkl. flytt	60 min.

Produktiv skifftid: $500 \cdot 0,70 = 350$ min.

Antall borhull pr. skift: 3,85 borhull

Dvs. antall bormeter pr. skift: 81 m/skift.

Nødvendig antall bormeter for en produksjon på 1260 t/skift er 63 m netto, dvs. pluss underboring og tillegg for kast på hullet blir brutto bormeter pr. skift: $63 + 9,2 \text{ m} = \underline{72,2 \text{ m}}$

Dvs. borryggen ligger 9 m/skift over det som er nødvendig for produksjonen.

Hvis det viser seg nødvendig med kronebytte under boringen av annet hvert hull, f.eks. etter 10 m vil dette virke inn på riggens kapasitet slik at antall bormeter pr. skift blir 75,5 bormeter/skift.

Jeg antar at kapasiteten for Crawl-IR rigg med drifter D-475 er like stor som for Air Trac med PR 123. Ved Teines, Titania A/S Bores med Crawl-IR og diam. $3\frac{1}{2}$ ". I denne seige bergart er borsynken 18 cm/min. og borkapasiteten pr. skift ca. 40 m.

Stenuick Record B.B. - A.S. med senkbormaskin.

Av driftstekniske tapetider er de største: Arbeide med andre maskiner, gangtider, vente sprettskyting, matpause. For å klare produksjonen må her bores med 3 maskiner. Sum driftstekniske tapetider settes da samlet lik 30%. Personlige tapetider settes lik 7%. Dvs. produktiv tid for 3 maskiner er 63%, dvs. 315 min.

Produktive tider:

Flytte til nytt hull og innstilling	6 min.
Netto bortid (synk 8.5 cm/min.)	162 "
Sette inn nytt borrør	1 " 40 sek.
Opptrekk og demont. av borrør	1 " 20 "
Opptrekk av bor	30 "
Montere og demont. borkrone	2 " 30 "
Andel flytt til ny salve (3 mask. tar 120 min.)	45 "
Tid for et hull:	174 min. 45 sek.

Antall borhull pr. skift: 1,81
Antall bormeter pr. skift: 25,0 m/skift
Antall bormeter for 3 maskiner: 75 m/skift.

Kapasitet ved lading av pallsalve.

Ladingen og koblingen utføres av 3 mann. En mann blander anolen og kjører den, dynamitt og de ferdige luntene med tenn opp til bruddet. Denne tid holdes utenom ved beregningen av ladetiden. De tre mann som utfører ladingen er sprettboreren, service, spretting og dieversmann og mannen som blander anolen, kutter, lunter etc.

Av driftstekniske tapstider nevnes spesielt: Fylle anol i bøtter og ladebeholder, blåse vann ut av hull, fylle igjen hull, rydde vekk utstyr, rengjør av utstyr, gangtider, vente på spretting, matpause. Disse settes tilsammen lik 45%. Personlige tapstider settes lik 15%. Dvs. produktiv tid = lading er 40%.

Hvis man antar at det tar ca. 3 min. 20 sek. netto tid å lade et hull så vil brutto tid for lading av en salve på 50 (55) hull bli:

For 50 hull: $\left(\frac{3.1/2 \cdot 100}{40} \right) \cdot 50 = 415 \text{ min. dvs. ca. 7 timer.}$

For 55 hull: $\left(\frac{3.1/2 \cdot 100}{40} \right) \cdot 55 = 460 \text{ min. dvs. ca. 7 t. 40 min.}$

Man må regne med at det går et skift til lading av en pallsalve.

Kapasitetsberegning ved sekundærsprenngning (spretting).

Spretting krever mye mannskap (kapasitet ca. 6 sprett pr. manntime). Dessuten er sprettskyting en vesentlig tapetid for de andre arbeidsoperasjonene ved bruddet. Mao. spretting er en uting og bør reduseres mest mulig. Man må derfor tilstrebe så god fragmentering som mulig ved primærsprenngningen. Det største problem ved store blokker ved siden av økt slitasje og dårligere effekt ved lasting og transport er at stor stein setter seg fast i grovknuseren slik at man må skyte for å få den løs. Det er m.a.o. åpningen på grovtyggeren som bestemmer steinens størrelse.

Ved det planlagte dagbruddet skal godset passere en styrtsjakt med maksimal lengde 300 m før det går i grovtyggeren. Denne sjakten vil bli utformet slik at den får flere knekk, og vi mener at den stein som styrtes her vil bli mer enn tilstrekkelig oppknust. Man kan derfor tillate seg å styrte ganske stor stein i sjakten.

På grunn av at fjellet er gjennomslått av stikk og slepper må man likevel regne med en del spretting for at det ikke skal røyne for hårdt på det maskinelle utstyr. Man har to typer sprett: Røyseprett og bunnsprett.

Bunnsprett vil si at sålen er ujevn og må sprenges. Slik spretting krever adskillig mere utsprennstoff enn røyseprett. Bunnsprett kan unngås ved:

1. Kraftigere sprengstoff i bunn av hullene.
2. Skråstilling av hullene, dvs. justering av kastvinkelen.
3. Boring av liggere. Dette krever ekstra god rensk, og er neppe aktuelt.

Det skulle derfor være mulig å unngå bunnspretting ved justering av sprengstoffmengde og kastvinkel.

Røyasesprett kan kun unngås ved mindre hullavstand og større sprengstoffmengder ved primærsprengningen. Man må her veie de høyere kostnader til boring og sprengstoff mot utgiftene til sprettboring. Man må her ta med i betraktningen at spretting er anstrengende og farlig arbeide.

En metode som har erstattet sprettskytingen flere steder i USA er den såkalte "dropball". Dette består i en tung stålkule som henger i en wire. Denne løftes opp av bommen på f.eks. en gravemaskin eller helst en dragliner. Kulen slippes så ned og skal derved knuse steinen. "Drop-ball" -ens suksess er avhengig av steinens sprøhet og kulens løftehøyde og tyngde. Ved myk såle vil steinen bli trykt ned i jorden istedenfor å knuses. Dropball har vært prøvd flere steder i Norge, men ikke funnet spesielt effektiv. Hvis det viser seg at mye stein må sprettes kan det likevel være verd et forsøk da malmen ved Ulveryggen er hard men sprø, og muligens lett å knuse.

Produktive tider ved spretting kan neppe settes høyere enn 40%. Driftstekniske tapstider settes lik 30% og personlige tapstider lik 30%. Den høye verdi på personlige tapstider kommer av en spesiell bestemmelse som gir sprettborene et hviletidstillegg på 20% av ren boretid.

Ved lading av sprett som foretaes av en mann får man den samme produktive tid. (40%).

Total tid for en sprett settes lik 9 min. inkl. driftstekniske og personlige tapstider. Herav er boring 7 min. og lading og kobling 2 min. Den produktive tid er ca. 4 min. for boring og ca. 2 min. for lading. En mann klarer da ca. 55 sprett på et skift. Da han vil være opptatt med lading av primærsalve ca. hvert 5. skift vil det si at han gjennomsnittlig pr. skift klarer 44 sprett.

1.1/2 mann er avsatt til spretting, dvs. ca. 66 sprett på formiddags-skiftet. Dette tilvarer 1 sprett pr. 38 tonn malm og gråberg. Ved den forsetning, hullavstand og sprengstoffmengde som er foreslått til primærsprengningen mener jeg at 1.1/2 mann skulle kunne klare all sekundærsprengningen. Ved spesielt uheldige salver kan lånes en eller to mann fra laste og transport.

Rensking av pallvegg.

Renskingen av pallveggen gjøres av sprettborene. For sikkerheten i bruddet er det viktig at dette gjøres samvittighetsfullt. Da pallene er lave og stenderne er boret med så stort kast som 20° vil allikevel dette arbeide kunne gjøres ganske raskt.

Kapasitetsberegninger for laste- og transportstyr.

Gravemaskinens kapasitet.

For å bestemme maskinens kapasitet må først den effektive arbeidstid kalkuleres, dvs. andel driftstekniske og personlige tapetider må antas av de poster under driftstekniske tapetider som er nevnt tidligere. Som spesielt store nevnes: Ordne i røys, vente på bulldozer, gangtider, flytte til og fra arbeidsplass, rep. av gravemaskin, matpauser. Sum driftstekniske tapetider settes til 32% (22% for Brøyt X3). Sum personlige tapetider settes lik 8%. Dette gir en effektiv arbeidstid på 60%. I tillegg fås et fradrag for kjøring av truck ut og inn. Dette settes lik 5%. Man får altså en effektiv arbeidstid på 55%, dvs. $\frac{500 \cdot 55}{100} = 275$ min. pr. skift.

Gravemaskinens lastekapasitet kan regnes ut fra følgende formel:

$$K_f = \frac{3600 \cdot C_d \cdot E \cdot F \cdot A \cdot S}{t_s}$$

Her betyr:

- K_f lastekapasitet fast fjell pr. time
 C_d teoretisk skuffekapasitet i m³
 E andel effektiv arbeidstid, settes her lik 0,60 for Brøyt X3
 F fyllingsfaktor, dvs. den faktor som gir skuffens virkelige kapasitet. Faktoren er avhengig av godstørrelsen, og gravingen kan deles i lett graving (95 - 110% fylling), middels graving (85 - 90%), middels hård graving (70 - 80%) og hård graving (50 - 75%). Middels hård graving krever meget god fragmentering, hård graving gjelder for vanlig sprengt fjell av type granitt, sandstein o.l. Jeg mener at ved å tilstrebe god fragmentering bør faktoren kunne settes lik 65% for Brøyt X3.
 t_s gravemaskinens syklustid for en skuffe ved sving på 90°. Denne tid settes for Brøyt X3 lik 20 sek.
 A svingevinkelkorreksjon når skuffen må svinge mere el. mindre enn 90°. Her kan brukes følgende tall:
 Svingevinkel: 45°, 60°, 75°, 90°, 120°, 150°, 180°
 Korreksjonsfaktor: 1,26 1,16 1,07 1,00 0,88 0,79, 0,71
 Da trucken har lav høyde, og gravemaskinen kanskje gjerne vil stå litt inne i røysa velger jeg å sette svingevinkelen lik 120° dvs. korreksjonsfaktor 0,88.
 S Faktor for volumøkning fra fast til skutt fjell. Denne brukes da det ofte er gunstigere å regne kapasiteten i tonn fast fjell.
 $S = \frac{\text{vekt fast fjell}}{\text{vekt skutt fjell}}$
 Ved hård graving i dagbrudd pleier S å ligge rundt 0,62 - 0,67. Jeg velger $S = 0,65$.

Ved teoretiske skuffekapasitet lik 2 m³ fås da ladekapasitet pr. brutto time lik:

$$K_f = \frac{3600 \cdot 2,0 \cdot 0,60 \cdot 0,65 \cdot 0,88 \cdot 0,65}{20} = 81 \text{ m}^3/\text{time}$$

Dette vil gi en lastekapasitet på 220 tonn pr. brutto maskintime, dvs. $220 \cdot 8.1/3 = 1,800$ t/skift. Sammenlignet med de resultater som ble oppnådd ved A/S Veidekke ligger disse kapasitetene i underkant. Man må

ved en gruve regne med lavere effektivitet enn ved et anlegg, og tallene kan derfor stemme ganske bra.

Lastekapasitet med hjullaster.

De driftstekniske tapstider er nevnt tidligere, de største er: Ordne i røys, kjøre til og fra arbeidsplass, vente på grunn av sprettskyting, matpause, vente på truck. På grunn av at hjullasteren slipper tapstider som å vente på bulldozer og at den har adskillig mindre tap ved flytting ut og inn av bruddet ved skyting kan driftstekniske tapstider settes lik 27%. Personlige tapstider settes lik 8%. Dvs. effektiv arbeidstid blir 65% dvs. 325 min. pr. skift.

Lastekapasiteten kan regnes ut av følgende formel:

$$K_f = \frac{3600 \cdot C_b \cdot E \cdot F \cdot S}{t_m}$$

hvor

K_f er lastekapasitet pr. time
 C_b er teoretisk skuffestørrelse lik $4,5 \text{ y}^3$ (3,44 m³)
 E er andel effektiv arbeidstid, faktor lik 0,65
 F er fyllingsfaktor settes lik 0,65
 S er faktor for volumøkning settes lik 0,65
 t_m er lasterens syklustid for en skuffe i sek.
 Syklustiden regnes ut slik:

Tid for å fylle skuffe	35 sek.
Manøvrere til truck og tilbake	10 sek.
Heve, senke og tømme skuff	10 sek.
Tid for en syklus	55 sek.

Lastetid pr. bruttotime blir da:

$$K_f = \frac{3600 \cdot 3,44 \cdot 0,65 \cdot 0,60 \cdot 0,65}{55} = 67,0 \text{ m}^3/\text{time}$$

Dette vil gi en lastekapasitet på 180 tonn pr. brutto maskintime, dvs. $168 \cdot 8.1/3 = 1.500$ tonn pr. skift.

Kapasitet når hjullasteren brukes både til lastning og transport.

Driftstekniske tapstider er nevnt før, de største er: Ordne i røys, vente på grunn av spretting, kjøre til og fra arbeidsplass og matpause. Hjullasteren utfører her 3 forskjellige arbeidsoperasjoner og man unngår tapstider som å vente på gravemaskin, vente på truck og vente på bulldozer. Driftstekniske tapstider kan derfor settes så lavt som 20%. Personlige tapstider settes lik 7%. Dette gir ren laste- og transporttid lik 73% dvs. 365 min/skift.

Utrekning av en syklus bestående av å laste, kjøre, tippe og retur.

Kjøring av malm på flat såle:

Kjørehastighet med lass: 3 m/s.
 Kjørehastighet uten lass: 5 m/s.

Kjøring av gråberg i stigning 1/10:

Kjørehastighet med lass: 1,5 m/s
Kjørehastighet uten lass: 4,0 m/s

Fylle skuffe	35 sek.
Manøvrere ved røys og ved styrtsjakt	10 sek.
Heve, tømme, senke skuffe	10 sek.
Sum:	<u>55 sek.</u>

Tiden i sek. for en syklus blir (S er veilengde en vei):

$$t \text{ malm} = 55 + \frac{S}{3} + \frac{S}{5} = 55 + \frac{8}{15} S$$

$$t \text{ gråberg} = 55 + \frac{S}{1.5} + \frac{S}{4} = 55 + \frac{5}{6} S$$

Lasteskuffen tar i praksis: $3,44 \cdot 0,65 \cdot 0,65 = 1,45 \text{ m}^3$.
fast fjell dvs. 4,0 tonn.

Ved utregning av produksjonskapasitet avhengig av kjørelengden brukes lign.:

$$K = \frac{T \cdot E \cdot P \cdot n}{t}$$

hvor

T er et bruttoskift i sek. (500 . 60 sek.)
E er effektiv arbeidstid (73%)
P er lasteskuffe-effekt i tonn (4.0 t)
n er antall hjullastere
t er tid i sek. for en syklus

Ved gjennomsnittlig produksjon 1265 t/skift blir maksimal transportlengde med malm:

1 hjullaster: 25 m en vei
2 hjullastere: 160 m en vei.

Transportkapasitet med truck.

De driftstekniske tapstider er nevnt tidligere, de største er: Vente laste-maskin, vente bulldozer (ikke aktuelt ved hjullaster), vente på grunn av reparasjon av laster, kjøre til og fra arbeidsplass, vente på grunn av sprett skyting, matpause. Sum driftstekniske tapstider settes lik 32%. Sum personlige tapstider settes lik 8%. Dvs. effektiv arbeidstid blir 60% (300 min. pr. skift).

Ved bestemmelse av syklustiden for en truck må følgende data kjennes eller antas (data for Kiruna Truck 21 tonn, 14 m³ i parantes).

1. Gjennomsnittlig hastighet med lass: (På såle: 5 m/s, stign. 1/10: 3 m/s).
2. Gjennomsnittlig hastighet tom (På såle: 7 m/s, stign. 1/10: 5 m/2).
3. Tømmetid (20 sek.)

4. Manøvrering ved lastemaskin (30 sek.)
5. Manøvrere ved styrtsjakt (30 stk.)
6. Lastetid.

Antall skuffer som må til for å fylle trucken finnes av formelen:

$$n = \frac{C_t}{C_d \cdot F}$$

hvor

n er antall skuffer pr. truck
 C_t er truckkapasitet
 C_d er skuffekapasitet
 F er fyllingsfaktor for skuffe

For lasting med Brøyt X3 (2 m³ skuffevol.)

$$N = \frac{14}{2 \cdot 0,65} = 10,8 \text{ dvs. 11 skuffer.}$$

For lasting med Caterpillar 980 (3,44 m³ skuffe)

$$N = \frac{14}{3,44 \cdot 0,65} = 6 \text{ skuffer.}$$

Ifølge effektivitetsregler bør antall skuffer ved lasting ligge mellom 3 og 6. Lasting med Cat. 980 vil derfor være gunstigst ut fra dette synspunkt. Lastetiden for en skuff er for Brøyt X3: 20 sek. multiplisert med korrek-sjonsfaktor for større svingevinkel, dvs. 20 · 1,12 = 23 sek. For Cat. 980 er lastetiden 55 sek. Den tid det tar å laste en truck er for

$$\begin{aligned} \text{Brøyt X3: } 23 \cdot 11 &= 250 \text{ sek. dvs. 4 min. 10 sek.} \\ \text{Cat. 980: } 55 \cdot 6 &= 330 \text{ sek. dvs. 5 min. 30 sek.} \end{aligned}$$

Dvs. Brøyt X3 laster 80 sek. hurtigere enn hjullasteren. Effektivitets-faktorene kan settes like, men Brøyten er avhengig av bulldozer for tilrettelegging av røysa.

Tiden for en trucksyklus i sek. kan finnes av formelen (lasting med Cat. 980):

$$t_t = \frac{t_1 + t_2 + \frac{S}{V_1} + \frac{S}{V_2}}{E}$$

hvor

t_t er brutto syklusetid
 S er transportlengden en vei i m.
 V₁ er gjennomsnittlig hastighet med last (5 m/s)
 V₂ er " " uten last (7 m/s)
 t₁ er tid for manøvrering av trucken ved lastemaskinen og ved styrtsjakt og tømmetid (80 sek.)
 t₂ er fylletid i min. (5 min. 30 sek. = 330 sek)
 E er faktor for trucken effektive arbeidstid (0.6).

Tiden i sek. for en syklus blir:

$$t_{\text{malm}} = \frac{80 + 330 + \frac{S}{5} + \frac{S}{7}}{0,6}$$

$$t_{\text{gråberg}} = \frac{80 + 330 + \frac{S}{3} + \frac{S}{5}}{0,6}$$

Produksjonskapasitet avhengig av kjørelengde.

$$K = \frac{T \cdot E \cdot P \cdot n}{t}$$

hvor

T er bruttoskift i sek. (500 * 60 sek)
 E er effektivitetsfaktor, truckens (0.6)
 P er truckeffekt i tonn (21 t)
 n er antall trucker
 t er syklustid last og transport

Ved produksjon 1265 t/skift blir maksimal transportlengde for malm:

1 truck vil ikke klare produksjonen
 2 trucker : 690 m en vei

Gråberg:

2 trucker: 445 m en vei.

Med hjelp av en hjullaster fra gruva satt inn i transporten vil man her klare den gjennomsnittlige produksjon av gråberg ved den ugunstigste kjørelengde. Gråbergproduksjonen vil heller ikke bli så stor på de nederste nivåene da man her vil utforme bruddet etter malmgrensene.

Alternativ Brøyt X3 og Kiruna Trucks.

Brutto lastekapasitet Brøyt X3: 81 m³/time
 Antall skuffer pr. lass 11
 Lastetid for en truck 250 sek.

Tiden i sek. for en syklus:

$$t_{\text{malm}} = \frac{80 + 250 + \frac{S}{5} + \frac{S}{7}}{0,6}$$

$$t_{\text{gråberg}} = \frac{80 + 250 + \frac{S}{3} + \frac{S}{5}}{0,6}$$

Produksjonskapasitet avhengig av kjørelengde:

$$K = \frac{T \cdot E \cdot P \cdot n}{t}$$

Ved produksjon 1265 t/skift blir maksimal transportlengde for malm:

1 truck vil ikke klare produksjonen
2 trucker : 780 m en vei.

Gråberg produksjon:

2 trucker : 500 m.

Alternativ med Ruston Bucurys, RB 110 4.1/2 yard³ (3,44 m³)
skuffe og Kiruna Truck.

På grunn av det før omtalte forhold 3 til 6 skuffer pr. truck har jeg
også regnet ut kapasitetene for en gravemaskin med 3,44 m³ skuffe.
Denne gravemaskinens kapasitet settes lik 52 %, dvs. 260 min. pr. skift.
Kiruna Truck kapasitet er 60%.

Gravemaskinens lastekapasitet pr. bruttotime:

$$K_f = \frac{3600 \cdot 3,44 \cdot 0,52 \cdot 0,70 \cdot 0,88 \cdot 0,65}{20} = 130 \text{ m}^3/\text{time}$$

Antall skuffer for å fylle trucken.

$$N = \frac{14}{3,44 \cdot 0,7} = 5,8 \text{ dvs. } 6 \text{ skuffer.}$$

Lastetid for en truck: $20 \cdot 1,12 \cdot 6 = 135 \text{ sek.}$

Tiden i sek. for en syklus:

$$t_{\text{malm}} = \frac{80 + 135 + \frac{S}{3} + \frac{S}{7}}{0,6}$$

$$t_{\text{gråberg}} = \frac{80 + 135 + \frac{S}{3} + \frac{S}{5}}{0,6}$$

Produksjonskapasitet avhengig av kjørelengden:

$$K = \frac{T \cdot E \cdot P \cdot n}{t}$$

Ved produksjon 1265 t/skift blir maksimal transportlengde for malm:

1 truck: 130 m en vei
2 trucker: 890 m en vei

Gråbergproduksjon:

1 truck: 83 m en vei
2 trucker: 570 m en vei

Alternativ Brøyt X3 og 10 tonns traktordumpere.

En traktordumper av typen Moslven MB 10 stenmodell eller Traktor-Dumperen ARS-D10 tar begge 10 t. nyttelast med et volum på 5 m³.
 Pris med traktor: kr. 85.000,-. Kapasitet settes lik 60%. Kjørehast. med last 4 km/t. Kjørehast. tom 14 km/t.

Antall skuffer for å fylle dumperen.

$$N = \frac{5}{2 \cdot 0,65} = 3,84 \text{ dvs. } 4 \text{ skuffer.}$$

Lastetiden i sek. for en dumper: $23 \cdot 4 = 92 \text{ sek.}$

Tiden i sek. for en syklus:

$$t_{\text{malm}} = \frac{80 + 92 + \frac{S}{1,1} + \frac{S}{3,5}}{0,6}$$

$$t_{\text{gråberg}} = \frac{80 + 92 + \frac{S}{0,5} + \frac{S}{3}}{0,6}$$

Prod. kapasitet avhengig av kjørelengden

$$K = \frac{T \cdot E \cdot P \cdot n}{t}$$

Ved produksjon 1265 t/skift blir maksimal transportlengde for malm:

1 dumper vil ikke klare produksjonen
 2 dumpere: 120 m
 3 dumpere: 270 m

Gråberg produksjon:

2 dumpere: 49 m
 3 dumpere: 109 m
 4 dumpere: 180 m
 8 dumpere: 415 m

Ut fra dette sees tydelig at på grunn av den lave kjørehastighet med traktordumpere vil de ikke kunne klare produksjonen med et rimelig antall enheter. Dette gjelder spesielt for gråbergtransporten hvor man må opp i 9 enheter for å klare produksjonen.

Ut fra de antatte kapasiteter for de forskjellige kombinasjoner av laste- og transportutstyr er tegnet opp kurver som angir produksjonskapasiteten avhengig av transportlengden.

For lasting og transport med 2 hjullastere Cat. 980 er brukt ligningene:

$$K_{\text{malm}} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 0,73 \cdot 4 \cdot 2}{55 + \frac{8}{3} + \frac{8}{3}} = \frac{175.000}{55 + 0,533s}$$

$$K_{\text{gråberg}} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 0,73 \cdot 4 \cdot 2}{55 + \frac{8}{1,5} + \frac{8}{4}} = \frac{175.000}{55 + 0,833s}$$

Alternativ Caterpillar 980 og 2 Kiruna Trucks:

$$K_{\text{malm}} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 0,65 \cdot 21 \cdot 2}{80 + 330 + \frac{8}{5} + \frac{8}{7}} = \frac{820.000}{410 + 0,343s}$$

$$K_{\text{gråberg}} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 0,65 \cdot 21 \cdot 2}{80 + 330 + \frac{8}{3} + \frac{8}{5}} = \frac{820.000}{410 + 0,534s}$$

Alternativ Brøyt X3 og 2 Kiruna Trucks:

$$K_{\text{malm}} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 0,60 \cdot 21 \cdot 2}{80 + 250 + \frac{8}{5} + \frac{8}{7}} = \frac{755.000}{330 + 0,343s}$$

$$K_{\text{gråberg}} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 0,60 \cdot 21 \cdot 2}{80 + 250 + \frac{8}{3} + \frac{8}{5}} = \frac{755.000}{330 + 0,534s}$$

Alternativ RB 110 og 2 Kiruna Trucks:

$$K_{\text{malm}} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 0,52 \cdot 21 \cdot 2}{80 + 135 + \frac{8}{5} + \frac{8}{7}} = \frac{657.000}{215 + 0,343s}$$

$$K_{\text{gråberg}} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 0,52 \cdot 21 \cdot 2}{80 + 135 + \frac{8}{3} + \frac{8}{5}} = \frac{657.000}{215 + 0,534s}$$

Lasting og transport med 1 hjullaster Cat. 980.

$$K_{\text{malm}} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 0,73 \cdot 4}{55 + \frac{8}{3} + \frac{8}{3}} = \frac{87.500}{55 + 0,533s}$$

Fig 18 a og b viser hvordan kapasiteten varierer med transportlengden for de forskjellige alternativer for lasting og transport.

Foreslag til maskinelt utstyr.

Ut fra de beregninger som er foretatt over kapasiteter og driftskostnader og ut fra de fordeler og ulemper som er funnet ved de enkelte maskiner, vil jeg foreslå følgende maskinelt utstyr i bruddet:

Borutstyr.

Primærboringen.

Her vil jeg foreslå innkjøpt et Gardner-Denver Air Trac chassis. Dette brukes sammen med en rotabom og en drifter PR 123 som i sommerhalvåret lånes fra Brakar-jumboen i gruva. Gardner-Denver driften har den fordel fremfor Ingersoll-Rand's at den har uavhengig rotasjon. Da fjellet er gjennomgått av stikk og slepper og kan synes som det vil bli vanskelig å bore, vil uavhengig rotasjon absolutt være en fordel.

Hvis det etter forsøk med dette utstyret skulle vise seg at det oppsprukne fjellet gir mye fastboringer, stor brekkasje og for uøyaktig hullavstand og forsetning i bunn av pallen foreslås innkjøpt Stenuick kolonner med senkbormaskiner. Man trenger her 3 enheter for å klare produksjonen, og om man vil kjøpe to Gardner-Denver Air Trac's til, eller om man vil kjøpe to av de norskbygde Stentracks kommer drifts- og kapasitetsmessig ut på et. Stentrack'en er meget lik Air Trac'en, og har vist seg fullt på høyde med denne. Den forhandles av A/S Anlegg og Maskin, Oslo, og koster kr. 49.800,-, d.v.s. ca. 3.000,- mindre enn Air Trac.

Hvis man finner å kunne øke forsetning og hullavstand slik at større borchulldiametre blir aktuelt, vil senkbormaskinen gi samme borsynk med 4" krone som med 3". D.v.s. synken blir ikke lenger så lite gunstig i forhold til vanlig drifterboring, og man kan greie produksjonen med 2 borenheter.

Boringen av stendere og liggere for veisprenging i bruddet bør utføres med vanlig drifter. En bormeter vil gi mindre gode enn ved vanlig pallboring. Ved Air Trac med PR 123 drifter har man 10 bormeter pr. skift å gå på for å klare produksjonen. Dette skulle være nok til å få utført den nødvendige veisprengning. Hvis det skulle vise seg nødvendig å gå over til senkbormaskiner, bør veiboringen utføres av drifter og rotabom utlånt fra gruva. En slik enhet vil kunne bore ut det samme antall tonn pr. skift som en senkbormaskin selv om den driver med veiboring.

Sekundærboringen.

Her foreslås 5 lette Atlas Copco-maskiner BBD 12 WH med Sandvik Coromant 40 cm. borstål med 24 mm. meiselskjær. Ved maksimalt 4 mann til sprettboring vil man her ha 1 maskin i reserve for vedlikehold og reparasjoner.

Priser:

Bormaskin Atlas Copco BHD 12 WH	kr. 1.510,-
Borstål Sandvik Coromant, 50 cm. langt, 22 mm. skjær	" 90,-
Luftforbruket for BHD 12 WH er	1,3 m ³ /min.

Laste og transportutstyr.

Ved valg av laste og transportutstyr må taes hensyn til at man har både malm og gråbergtransport. Gråbergtransporten krever mye lengere tid da det må kjøres helt ut av bruddet før tipping. Utstyret må dimensjoneres slik at det klarer den ønskede skiftproduksjon med bare gråberg.

Til opplastingen foreslås innkjøpt en Brøyt X3. De kapasitetsberegninger som er gjort for denne bygger på ganske spinkelt materiale da maskinen ennå er meget ny på markedet, og kapasiteten kan synes noe høy for en så liten og lett maskin. Brøyt X3 kan ikke brukes under jord. Den er her blitt vurdert mot en Cat. 980 hjullaster, og da den viser seg overlegen både når det gjelder driftskostnader og kapasitet er den foretrukket allikevel.

Om sommeren har man bruk for en hjullaster under jord til oppføring. Vinters tid klarer man seg med denne hjullasteren, så en eventuell laster fra bruddet vil bare bli reservemaskin.

Ved "åpning" av hver ny pall kan hjullasteren lånes fra gruva. Den klarer den ønskede produksjon ved transportlengde under 25 m, og vil da bli brukt sammen med bulldoser til å rydde krater og såle, slik at det andre lasteutstyret kan få plass. Denne hjullaster kan brukes som reservemaskin for Brøyten.

Transportutstyret må kunne brukes både over og under jord. Her foreslås innkjøpt 2 Kiruna Trucks. Ved lasting med Brøyt X3 har dette utstyret en meget høy kapasitet. Brøyt og 1 Kiruna Truck gir for liten produksjon. 10 tonne traktordumpere og Brøyt X3 gir også en alt for liten produksjon p.g.a. for lav kjørehastighet. 2 hjullaster ville muligens klare malmproduksjonen, men ikke gråbergproduksjonen. Dessuten ville de kostnadsmessig ligge alt for høyt.

Da man ved det valgte utstyret vil klare produksjonen i løpet av kortere tid enn beregnet, kan mannskapet hjelpe til med forefallende arbeid, forskjellig transport, spretting etc. Dette er ingen særlig god løsning, med de spesielle krav til utstyret og med ulik transportlengde for malm og gråberg må man regne med noen ulemper. En av truckene brukes dessuten ved transport av tyngere deler og utstyr mellom bruddet og hovedverksted, lager og kaianlegg ved oppredningsverket.

Diverse utstyr.

Den valgte bulldozer og veiskrape er redegjort for tidligere. En mann opererer begge maskinene, og de går bare på formiddagsskiftet. Samlet produktiv tid settes lik 50%, derav 30% for dozeren og 10% for veiskrapen.

Av annet utstyr trengs en traktor med 2 forskjellige tilhengere. På den ene tilhenger er montert ladeapparat, denne brukes til transport av sprengstoff. Den andre tilhenger brukes ved service og til transport av deler, borkroner og annet utstyr i bruddet. Brukes også av verkstedet.

For transport av folk opp til bruddet brukes en minibuss med plass til 13 mann.

En Pick-up varebil (f.eks. Peugeot 403) brukes ved inspeksjon av stiger og ingenier og til småtransport mellom bruddet og verksted og lager ved oppredningsverket.

Fig. 19. viser skisser av en del av det utstyr som er valgt.

Diamantboring.

Da forekomsten enda er relativt dårlig kartlagt og de mange nærliggende forekomster bør undersøkes bedre for eventuell drift bør diamantboring drives hele sommerhalvåret. Vinters tid vil diamantboring være påkrevet både i gruva for undersøkelse av malmen på dypet. Data fra N.G.U.s boringer 1966 skulle tilsi ca. 8 bormeter pr. skift. D.v.s. man kan regne med maksimalt 2000 m. pr. år. P.g.a. at arkositten i Repparfjord har vist seg meget tungboret (ca. 40 m. pr. borkrone) vil det bli vanskelig å få utført boringen på anbud for under kr. 150,- pr. bormeter. Dette tilsvarer en årlig utgift ved 1000 bormeter på kr. 150.000,-. Ved boring med egne folk og egen maskin vil prisen pr. bormeter inkl. arbeidslønn bli ca. kr. 105,- pr. bormeter, d.v.s. årlig kr. 157.500,-.

Krav som må 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 GRAELIUS XC-42H diamantbormaskin skulle kunne utfylle disse krav. Med stål rørgang kan den bore 350-450 m. avhengig av kronediameteren (33,5 eller 42 mm). Med lettmetalirør 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 stresse ut orten tilstrekkelig til å få festet taljen i hengen. Dette vil formodentlig lenne 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:

Craelius XC-42H kompl. bormaskin med spindel for 46 mm. rør:	kr. 34.000,-
Dieselmotor Deutz F3L 812 kompl.	" 19.500,-
Spylepumpe Simplex 80 med vannsavivel	" 13.000,-
Vannmåler	" 1.000,-
T-46 kompl. kjerneverer med reservedeler	" 2.500,-
400 m. lett metallrør kompl. (102 mm.)	" 40.200,-
Jordborutstyr for 10 m. jord	" 4.000,-
Heisetårn for 6 m. opptak	" 18.000,-
Heiseverktøy (rørholder, rørlefter, blokk)	" 3.500,-
Sum	kr. 135.700,-

Hale utstyret ekskl. borrar og kjerneverer kan avskrives i løpet av 8 år. Et borrar regnes å stå ca. 5000 m. Et kjerneverer står 500-1000 m. avhengig av behandlingen.

Som nevnt står ikke borkronene i Repparfjorden lenger enn ca. 40 m. Iherdige undersøkelser av N.G.U. i 1966 brakte på det rene at Craelius H-2 SD (Sand Dust) var den kronen som sto best og hadde høyest effekt. Denne krone koster kr. 965,-.

Driftsutgifter pr. meter ved 1000 m. pr. år.

Avskrivning hele utstyret ekskl. borrar og kjerneverer:	11,60 kr/m
Borrar (400 m. lettmetallrør)	8,00 "
Kjerneverer (står ca. 750 m)	3,34 "
Borkroner	24,10 "
Reservedel for bruk for maskiner og motorer	1,34 "
Brennstoff, 30 liter pr. dag for maskin og pumpe	1,39 "
Olje, fett etc.	0,54 "
Wireforbruk	0,33 "
Lite reservedelslager	1,00 "
Div. utgifter	1,20 "
Sum	51,85 kr/m

Hertil kommer:

Renter 7%	kr. 3,36
Reparasjonslønn	" 9,00
Arbeidslønn inkl. sos.omk. 2 mann	" 37,50
Administrasjon	" 6,29
Sum pr. bormeter	Kr. 108,00

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.

Eksklusive rep.lønn og administrasjon vil prisen bli kr. 92,71 pr. bormeter. D.v.s. en utgift på kr. 0,305 pr. tonn malm. I dagbruddet tilsvarende dette en utgift på 0,206 kr./tonn malm inkl. arbeidslønn.

Prøvetaking.

Ut fra impregnasjonsmalmen utseende er det svært vanskelig å si hva som er malm og hva som er gråberg. Ut fra de undersøkelsene som er gjort er det også vanskelig å bestemme malmen grenser, d.v.s. grensen for brytverdig malm. For å bestemme malmen Cu-innhold må man derfor hele tiden under driften drive en utstrakt prøvetaking. Denne prøvetaking er også nyttig for brytingen slik at oppredningsverket kan få malm med jevnest mulig Cu-konsentrasjon.

Prøvetakingen foreslås utført på følgende måte: Borstøvet samles opp fra hvert 6. hull i salven, d.v.s. til sammen 9 hull pr. salve. Det prøvetas da slik at støvet samles i hver sin boks for hver 3 m. nedover. Dette arbeide utføres av boreren. Han setter igjen boksene ved de hull som er prøvetatt. En av diversearbeiderne splitter prøvene på stedet og samler dem inn. De blir så sendt nedover til oppredningslaboratoriet for analyse.

For analysen bør man bruke en metode som gir nøyaktige nok tall for oppredningen. Tidligere var den kolometriske metode vanlig (nøyaktighet $\pm 30\%$) Man har nu kommet frem til en billigere, hurtigere og mere nøyaktig metode som man også har tenkt å gå over til på N.G.U. Denne metode kalles Atomic Absorption og kan utføre analyser på de fleste malmineraler.

Det gunstigste instrument for dette formål har betegnelsen Mod. 290 og lages av Perkin Elmer, U.S.A. Nærmeste forhandler er i Sverige, Perkin Elmer A.B. Gøteborg. Instrumentet koster i Norge kr. 35.000,- og gir en nøyaktighet på $\pm 4\%$. Unøyaktighet ved innveining, lesning etc. gjør at vi allikevel ikke kan regne med større nøyaktighet enn $\pm 10\%$. Nøyaktigere og hurtigere resultater krever tilleggsutstyr for ca. kr. 30.000,-. Man kan da oppnå $\pm 1\%$ nøyaktighet.

Arbeidsoperasjonene er: Innveining ($\frac{1}{2}$ gr.), oppløsning i syre og filtrering. Deretter kan prøven kjøres direkte på analyseapparatet. 50 analyser pr. dag er ingen vanskelighet for en laborant inkl. alle arbeidsoperasjonene. Til dette kreves en vanlig utstyrt lab. som man allikevel må ha på oppredningsverket.

Apparatet kan også brukes til analyser ved oppredningsverket (f.eks. salgsanalyser og avgangsanalyser) og det kan brukes til analyse ved malmløsting (diamantboring og prøver). Med det nevnte tilleggsutstyr vil en laborant kunne dekke både gruve, oppredning og malmløsting. Andel gruve vil da utgjøre ca. 1 skift pr. uke. D.v.s. lønnsutgift til analyse 152,-

834.2.5 = 0,018 kr/t.

KALKYLER.

Mannskap i dagbruddet.

Ut fra det maskinelle utstyr som er valgt og de kapasiteter som er beregnet har jeg funnet at følgende mannskapsstyrke skal kunne klare arbeid i bruddet, småreparasjoner og vedlikehold, transport til oppredningsverket og diamantboring i feltet.

Formiddagskift:

- 1 mann til primærboring.
- 1 " " lasting med Brøyt X3.
- 1 " kjører 2 trucker.
- 1 " blander nitrat, kapper lunter, ledning, div.
- 1 " spretting.
- 1 " spretting, service, div.
- 1 " kjører doser og veiskrape.
- 1 " verksted, borsliping.
- 1 " for transport gjennom stollen,
- 2 " " diamantboring.
- 1 " stiger.
- 1 dame til vask og rengjøring (deles med oppr.verk)

12 mann

Ettermiddagskiftet:

- 1 mann til primærboring,
- 1 " " lasting
- 1 " kjører 2 trucker
- 1 " for transporten gjennom stoll.

4 mann

Sum dagbrudd: 16 mann

Dette tilsvarende en total produksjon på 153 t/mannskift inkl. gråbergsprod. Regnet med netto malmprod. fåes 101 t. malm/mannskift.

Kapasiteten ekskl. verksted, stolltransport, vask, diamantboring og stiger blir 220 t/mannskift (d.v.s. 145 t.malm/mannskift).

Bruddet har bare en stiger, og han går på formiddagskift. De arbeidsoperasjoner som utføres på ettermiddagskiftet er av slik karakter at de gjerne avlønnes ved akkord. Dessuten er det lett å holde kontroll med hvor langt en mann har boret, hvor mange lass som er fylt og kjørt, og hvor mye som er transportert frem til oppredningsverket. Ved driftsstans for uhell el. reparasjoner kalles stiger, verkstedfolk etc. ut på overtid. Denne metode er bl.a. gjennomført ved Dalen Portland Cementsfabriks dagbrudd, og fungerer utmerket.

En autorisert elektriker savnes kanskje i mannskapsstyrken. Dette har sin grunn i at forskriftene krever 2 elektrikere sammen med arbeide med høyspenning. Ved reparasjon el. nyoppbygg vil det derfor lønne seg å låne elektrikere fra oppredningsverket der man allikevel må ha 2 stk. ansatt.

Arbeidslønn inkl. sos.omk. pr. mann settes lik 35.000,- kr./år.

Arbeidslønnekostn. andel dagbrudd pr. tonn ekskl. diamantborere:

$$\frac{35.000,- \cdot 14,5 \cdot 6,5}{12 \cdot 200.000} = 1,375 \text{ kr./tonn malm.}$$

Arb.lønnekostn. pr. tonn totalt (303.500 t/år): 0,907 kr./t.

Driftsutgifter.

Kostnader for transport fra styrtsjakt til oppredningsverk er beregnet av student Runar Berg. Her er oppgitt kostnad pr. tonn malm utfordret inkl. avskrivning og renter for stoll og sjakt. Inventar (maskiner) i verkstedet og annet maskinelt utstyr avskrives over 5 år. Bygninger og faste anlegg avskrives over 10 år.

Driftakostnader:

Brytningskostnader ekskl. lønn:	
Primærboring ekskl. lønn og trykkluft:	0,259 kr./t.
Primærpregning ekskl. lønn:	0,320 "
Sekunder " " " ;	0,059 "
Trykkluft	0,108 "

0,746 kr./t.

Transportkostnader ekskl. lønn:	
Transport til styrtsjakt	0,434 kr./t
Opplasting	0,144 "
Grunnstolltransport inkl. avskriv.	1,897 "

2,475 kr./t.

D.v.s. transportkostn. for gråberg:

$$0,434 + 0,144 = 0,578 \text{ kr./t.}$$

Vedli'ehold vei, avdekking, prøvetaking etc.	
Veiskrape ekskl. lønn	0,020 kr./t
Bulldozer " "	0,065 "
Analyse vedr. prøvetaking	0,018 "

0,104 kr./t

Arbeidslønn	0,907 kr./t
-------------	-------------

Sum driftakostnader:	4,232 kr./tonn
----------------------	----------------

Driftskostnader for en tonn malm inkl. bryting og transport av gråberg:

Sum direkte driftskostn.	4,232 kr./tonn
Gråbergbrytning ekskl. lønn	0,372 "
" transport "	0,290 "
Andel arbeidslønn	0,468 "
Sum direkte kostn. for 1 t.malm	<u>5,362 kr./tonn</u>

Kapitalkostnader:

Bygninger (andel dagbruddet):	
Bygninger ved bruddet:	kr. 97.020,-
Hovedverksted:	" 23.000,-
Dellager	" 17.000,-
Sprengstofflager- og blandehus	" 27.000,-
	<u>kr. 164.020,-</u>

Maskinelt utstyr for verksted:

Utstyr verksted ved dagbrudd	kr. 50.000,-
" hovedverksted andel dagbrudd	" 67.000,-
	<u>kr. 117.000,-</u>

Annet maskinelt utstyr:

Traktor	kr. 35.000,-
2 tilhengere	" 5.000,-
Minibuss	" 35.000,-
Pick-up	" 20.000,-
Andel analyseinstr. vedr. prøvetaking	" 12.000,-
	<u>kr. 107.000,-</u>

Trykkluftsrør (hurtigkoblingsrør)
8" rør (4.800 m)

kr. 328.000,-

Andel dagbruddet $\frac{328.000 \cdot 6,5}{12}$

kr. 178.000,-

8" rør (115 m)
6" " (400 ")

kr. 7.350,-
" 20.000,-

kr. 27.350,-

Anleggsvei:

kr. 355.000,-

Div. anlegg:

Oljetank, trafo, strømopplegg
i bruddet for lys etc.

kr. 40.000,-

Fjerning av overdekking inkl. rente	kr. 50.000,-
For skj. montasje, opplegg av vannledn. etc.	kr. 15.000,-
Div. fraktutgifter for utstyr	kr. 50.000,-

Bygninger avskrives over 10 år.

Bygninger	kr. 164.020,-
Anleggsvei	" 355.000,-
Fjerning av overdekn.	" 50.000,-
Montasje etc.	" 15.000,-
Div. fraktutgifter	" 50.000,-
Sum	kr. 634.000,-

Utg. pr. tonn: $\frac{634.000,-}{10.200.000} = 0,317 \text{ kr./t.}$

Renter $0,022 \text{ "}$
 $0,339 \text{ kr./t.}$

Utstyr som avskrives over 5 år:

Maskinelt utstyr for verksted	kr. 117.000,-
Annet maskinelt utstyr	" 107.000,-
Trykklufttrør	" 205.850,-
Sum	kr. 429.850,-

Utgift pr. tonn $\frac{429.850,-}{5 \cdot 200.000} = 0,430 \text{ kr./t.}$

Renter $0,030 \text{ "}$
 $0,460 \text{ kr./t.}$

Reservevedelselager:

Felles deler, andel dagbrudd	kr. 65.000,-
Dellager dagbrudd	" 60.000,-
Sum	kr. 125.000,-

Renter pr. år $\frac{125.000 \cdot 7}{100} = \text{kr. } 8.750$

Utgift pr. tonn $\frac{8.750,-}{200.000} = \underline{0,044 \text{ kr./t.}}$

Administrasjon, sosiale utgifter
 inkl. boliger, hybelhus etc. $2,00 \text{ kr./t.}$

Spesielle verkstedarrangementer og dellager for lok. og vognsett er regnet inn i transportkostnadene, og er derfor ikke tatt med her.

Sum kapitalkostnader:	
Utstyr avskrevet over 5 år:	0,460 kr./t.
" " " 10 " :	0,339 "
Kostn. reservedelslager	0,044 "
Adm., sos.utg.	2,000 "
Sum	2.843 kr./t.

Diamantboring	0,206 kr./t.
---------------	--------------

Samlete utg. vedr. dagbruddsdriften og transport til oppredn.verket.

Driftskostnader	5,362 kr./t.
Kapitalkostnader	2,843 "
Diamantboring	0,206 "
	8,411 kr./t.

Oppredningskostn. inkl. skipning med renter	13,000 kr./t
Sum dagbrudd & transport	8,411 "
Diverse utg.	0,599 "
Sum kostn.	22,000 kr./t

Ang. oppredningen.

Rene oppredningskostnader settes lik 8,00 kr./tonn påsatt inkl. skipning. Kapitalutgifter ved oppredn.verk er 5,00 kr./t. påsatt inkl. kaianlegg. Hvis det viser seg at stennaling (autogenmaling) er effektivt er det mulig at de rene oppredningskostnader kan komme ned i 7,00 kr./tonn påsatt.

Ang. skiping.

Konsentratmengden ved 300.000 t.malm pr. år (dagbrudd + gruve) blir 4.500 - 5.000 t/år. Selskapet vil ikke ha råd til å ligge med store lager, d.v.s. et kaianlegg for 1000 tonns båter vil være tilstrekkelig. Ved dimensjonering av kai må man imidlertid også ta hensyn til at utstyr til gruve og oppredningsverk skal losses.

Kaianlegg med transportbånd etc. vil komme på ca. 5 kr./tonn kons. d.v.s. kr. 0,075 pr. tonn råmalm.

Fastleggelse av brytverdig malmkvantum.

Ved det malmkvantum som er beregnet er regnet med malm med 0,5 % Cu. Nå når de nøyaktige brytningskostnadene er funnet, vil spørsmålet være om hvor langt ned i gehalt det lønner seg å gå. Denne grense betegnes i U.S.A. med cut-off-grade. Dette forutsettes at man kjenner malmsens metallverdi. Kobberprisen er meget ustabil for tiden, og det er vanskelig å forutsi en verdi som kan brukes. Cut-off-grade vil naturligvis svinge med kobbernoteringene.

For denne oppgaven er man blitt enig om en kobberpris på 300 £ pr. tonn. Ved et gitt kostnads- og inntektsnivå angir cut-off-grade den minimumsgehalt i malmen som vil gi maksimalt økonomisk utbytte av en malmbeforekomst. D.v.s. man må analysere den relative virkning mellom kostnader og inntekter etter som produksjonen stiger, og man derved må drive ut malm med mindre gehalt. Hva vi i virkeligheten gjør, er at vi driver ut fattigere og fattigere malm inntil den totale fortjeneste slutter å øke.

Målsettingen for gruva må være at den skal få størst mulig samlet utbytte ut av malmbeforekomsten. Den dårligste malmkvalitet som kan brytes dersom en skal oppnå maksimalt samlet utbytte vil således angi brytningsgrensen, den såkalte cut-off-grade.

For å kunne foreta beregningen må man bygge på følgende:

1. Konstant metallpris, d.v.s. jevn salgsinntekt.
2. Fast avbygningshastighet, d.v.s. produksjon i tonn pr. år.
3. De samlede prod. kostnader er konstant hele forekomstens levetid.
4. De samlede prod. kostnader er konstant uansett hvor stor malm-mengde som brytes.

Ingen av disse forutsetninger stemmer med de faktiske forhold, men er foretatt for at beregningen av cut-off-grade skal bli enklere.

Utrekning av råmalverdien (Åkk\ ~~Åkk\~~ kostnader)

For å finne brytverdig malmkvantum må råmalverdien for forskjellige gehalter utregnes. Jeg velger å regne med en kobberpris lik 300 £ pr. tonn Cu, d.v.s. 6.000,- kr./t.

Ifølge docent Digre kan man regne med følgende tall vedr. oppredningen:

Ved bornitt- og kobberglassmalm fåes konsentrat med 40% Cu. Ved kobberkismalm fåes kons. med 25% Cu. Utvinningen er avhengig av kobberets konsentrasjon i råmalmen.

1,0 % Cu	gir	0,95 %	utvinning for kobberglass/bornit.
0,7 % "	"	0,90 %	" " " "
0,5 % "	"	0,85 %	" " " "

Ved utregning av konsentratprisen må man ta hensyn til følgende fradrag:

Smeltefradrag 1 abs. % av kons.
Smeltelønn 150 kr./t.kons.
Raffineringslønn 490 kr./t. metall.

Desuten må regnes frakt, forsikring etc.

Prisen levert smelteverk:

$$P = (40,1) \cdot 0,01 \cdot (6000,- + 490) + 150 \quad \text{kr./t.kons.}$$

$$P = \underline{2000 \text{ kr./t.kons.}}$$

Kurvene på fig. 21 viser prisene for Gullmetall varierende med konsentratgehalt og beranotering. F.eks. ved 40 % kons. og notering 300 £ pr. tonn får man kr. 5000 pr. t. metall inklusive fradragene vedr. konsentratprisen.

Ved kobberkisnalm blir konsentratinholdet lavere enn for bornit og kobberglans. Til gjengjeld er utvinningen større. Ved de følgende beregninger har jeg regnet at kobberkis og bornit/kobberglans med samme gehalt har den samme råalmverdi.

1 % Cu i råalmen (95 % utvinning)

$$\text{Råalmverdi: } X_1 = 5 \cdot 1,0 \cdot 10 \cdot 0,95 = \underline{47,50 \text{ kr./t.}}$$

0,8 % Cu i råalmen (91,7 % utvinning)

$$\text{Råalmverdien: } X_{0,8} = 5 \cdot 0,8 \cdot 10 \cdot 0,917 = \underline{36,60 \text{ kr./t.}}$$

0,6 % Cu i råalmen (87,5 % utvinning)

$$\text{Råalmverdien: } X_{0,6} = 5 \cdot 0,6 \cdot 10 \cdot 87,5 = \underline{26,30 \text{ kr./t.}}$$

0,5 % Cu i råalmen (85 % utvinning)

$$\text{Råalmverdien: } X_{0,5} = 5 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 85 = \underline{21,30 \text{ kr./t.}}$$

Tabell 1.**Kostnader og inntektsanalyse.**

Cu-gehalt i %.	Antall tonn.	Kumulativ tonnasje.	Totale brytnings- kostnader 22,00 kr./t.	Pris pr. tonn råmalm.	Brutto inntekt	Netto inntekt ekskl.skatt.	Levetid ved 200.000 t/a
1,0 %	1.350.000	1.350.000	30.000.000	47,50	64.000.000	34.200.000	6 3/4 år.
0,8 %	330.000	1.680.000	37.300.000	36,60	76.300.000	37.000.000	8,4 "
0,6 %	370.000	2.050.000	44.500.000	26,30	86.040.000	41.000.000	10 "
0,5 %	270.000	2.320.000	51.500.000	21,30	91.790.000	40.290.000	11,7 "

0,85 %

Tabell 1 viser hvordan resultatene vil bli ved bryting av varierende mengder malm med skiftende gehalter. Det er en enkel tape- og vinningsoversikt som viser virkningen av å utvinne stadig større mengder av malm med stadig minkende gehalter.

Man ser at fortjenesten stadig vokser til man når en gehalt på 0,6 % Cu. Deretter blir tendensen motsatt idet den gjenværende malm med dårligere kvalitet gir minkende opptjening. Vi får med andre ord beskjed om ved hvilken gehalt vi oppnår maksimal fortjeneste.

Den nedre grense vil ligge mellom 0,6 og 0,5 % Cu. Utrekning viser at det er tvilsomt om det lønner seg å gå under 0,55 % Cu. Ved en direkte sammenligning mellom brytningskostnad (22,00 kr./t.) og malmverdi, ville en malmverdi på 22,20 tilsvare en gehalt på ca. 0,52 % Cu. Denne verdi vil altså ligge for lavt i følge out-off-grade-beregningen.

Avslutning.

Foruten den malmengde som er beregnet og som kan taes i dagbrudd mellom profilene 10400 Y - 10050 Y er det påvist flere malmområder ved Ulveryggen. Av annen malm som kan taes i dagbrudd bør nevnes et område som ligger ca. $\frac{1}{2}$ km. vest for det påtenkte dagbrudd 9300 Y - 98000 Y. Ut fra boreriger foretatt sommeren 1966 mener man her å ha ca. $\frac{3}{4}$ mill. tonn malm med 1 % Cu.

Like øst for "dagbruddet" ved (10400 Y - 11000 Y) har man $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ mill. tonn med 1 % Cu som kan taes i dagbrudd. Dessuten har man funnet to adskilte malmstokker under jord. Begge disse ligger under det planlagte dagbrudd. Av det som er kartlagt hittil kan det dreie seg om 1 - $1\frac{1}{2}$ mill. tonn malm med ca. 1 % Cu. Samlet malmengde ved Ulveryggen ligger da på ca. 5 mill. tonn med knapt 1,0 % Cu. Herav kan 3,5 - 3,8 mill. tonn taes i dagbrudd.

Transportstollen inn fra fjorden vil også kunne brukes for den dagbruddsmalm som ligger utenfor det planlagte brudd. Ved de totale brytnings- og transportkostnader som er funnet er regnet med div. kostnader lik ca. 0,60 kr./t. malm. Sos. utgifter og administrasjon er satt lik 2,00 kr./t malm. Begge disse kostnader er satt litt i høyeste laget, og derfor mener jeg at den totale kostnad som er funnet også er aktuell for den dagbruddsmalm som ligger utenfor bruddet på tross av lengere trucktransport til styrtstjakten.

Ved en produksjon på 200.000 tonn malm pr. år vil man innenfor et område på 1,7 km. ha nok malm i dagbrudd for drift i 18 - 19 år.

Litteraturliste.

Følgende litteratur er benyttet ved utferelsen av oppgaven:

Referat fra konferanser i fjellspregningsteknikk for årene 1964, 1965 og 1966.

Opencast Mining, Institute of Mining & Metallurgy, London. 1965.

Profitable use of excavation equipment.

Elmer R. Drevdahl jr. University of Arizona.

Open pit wall stability, Mining Journal, aug.-62.

Marginal analysis, Mining Engineering, juni-61.

Nitroglyserinfrie AN-sprengstoffer, Grubernes Sprengstoff-fabriker A/S, Konferanse 1962.

Trykkløftboken, Atlas Copco.

Reidar Liens licentiategrad om borbarhet.

Artrykk fra Gluckauf 1958 om borbarhet.

Handbok i Bergsprængningsteknik, Atlas Copco.

Diverse rapporter fra Repparfjordfeltet utlånt av M.G.U.