BeFo

Framtida malmbrytning

Underlag för gruvteknisk FoU-plan

Per-Arne Lindqvist, William A. Hustrulid,
Håkan Hedén, Sven-Erik Hellström,
Per-Olof Sognfors

Stiftelsen Bergteknisk Forskning – BeFo
Swedish Rock Engineering Research Foundation

BeFo 173:2/85
STU D:nr 84-4587

Framtida malmbrytning

Underlag för gruvteknisk FoU-plan

Per-Arne Lindqvist, Högskolan i Luleå
William A. Hustrulid, Colorado School of Mines
Håkan Hedén, LKAB
Sven-Erik Hellström, SSAB
Per-Olof Sognfors, Boliden Mineral AB

Stiftelsen Bergteknisk Forskning – BeFo
Swedish Rock Engineering Research Foundation
Stockholm 1985

FÖRORD

De svenska gruvföretagen har av tradition ett väl utvecklat samarbete på flera områden, bl a inom FoU-verksamheten. Via Gruvforskningen vid Svenska Gruvföreningen deltar man i branschorgan som BeFo, MinFo, SveDeFo, GRAMKO m fl. Direkt mellan företagen förekommer också samråd och samverkansprojekt i mer eller mindre etablerade former.

I samband med avvecklingen av den s k Forskningsgruvan i Luossavaara har initierats en utredning med stark tillskyndan och ekonomiskt stöd från STU för att skapa underlag för en större samordnad FoU-insats under en period av fem à sju år. Målet är att företagen i samverkan med högskolor och andra forskningsinstitutioner skall kunna utveckla befintliga och nya brytningsmetoder för underjordsgruvor som ett väsentligt led i att stärka branschens internationella konkurrenskraft.

Föreliggande två delrapporter, "Framtida Malmbrytning. Områden för gruvteknisk forskning och utveckling" respektive "Underlag för gruvteknisk FoU-plan" är resultatet av ett drygt års intensivt arbete med att inventera, strukturera och prioritera områden för forskning och utveckling av brytningsmetoder. Utredningsmaterialet bildar nu grund för fortsatt planering och organisation av den föreslagna fleråriga FoU-insatsen. Preliminära uppskattningar av de olika projektens kostnader har gjorts liksom en grov bedömning av fördelningen mellan företagens, högskolornas och andra institutioners medverkan i respektive projekt. Även viss samordning med utvecklingsarbete hos utrustningsleverantörer har diskuterats. De slutliga bedömningarna är beroende av fortsatta diskussioner som nu pågår med berörda företag och institutioner. Kostnadsplanen har därför inte bifogats i de nu publicerade rapportdelarna.

....

Arbetet har utförts av en projektgrupp bestående av Per-Arne Lindqvist, Högskolan i Luleå, William A. Hustrulid, Colorado School of Mines, Håkan Hedén, LKAB, Sven-Erik Hellström, SSAB och Per-Olof Sognfors, Boliden Mineral AB.

En av STU utsedd styrgrupp har lett projektet och aktivt deltagit vid flera 1-2 dagars arbetsmöten under året. Styrgruppen har bestått av Roger Andersson och Ingemar Marklund, LKAB, Ingemar Magnusson och Norbert Krauland, Boliden Mineral AB, Gunnar Almgren, Högskolan i Luleå, Carl-Otto Frykfors och Bo Hall, STU samt undertecknad som ordförande.

Stockholm i november 1985

Tomas Franzén

SAMMANFATTNING

Som ett led i den långsiktiga utvecklingen av svensk gruvteknik initierades våren 1984 en utredning med syfte att ta fram en FoU-plan för utveckling av brytningsmetoder under jord. Bakgrunden var ett önskemål från både gruvindustrins och forskningsorganisationernas sida att göra en översyn av utvecklingsarbetets inriktning. Frågan aktualiserades också av forskningsgruvans nedläggning halvårsskiftet 1985. Utredningen genomfördes i samverkan mellan Boliden Mineral AB, LKAB, SSAB och Högskolan i Luleå. Den i utredningen utarbetade FoU-planen presenteras i rapporten "Framtida Malmbrytning - Områden för FoU", BeFo 173:1/85. I föreliggande rapportdel lämnas bakgrundsdata och underlag från utredningsarbetet.

Projektet påbörjades med att samla in uppgifter om i drift varande svenska gruvor och malmkroppar. Detta utfördes med en enkät innehållande frågor om bl a brytningsmetod, malmgeometri, brytningsdjup, stabilitetsförhållanden och malmvärde. Datainsamlingen, vars resultat presenteras i kapitel 2, visar bland mycket annat att svenska malmer har varierande mäktighet men ofta är linsformiga (93 %) och brant stupande (91 %). Huvuddelen av malmbrytningen under den kommande 10-årsperioden kommer att ske mellan 300 och 600 meters djup. Brytning på stora djup och därmed sammanhängande svåra stabilitetsproblem är endast aktuellt på vissa håll. Statistiken visar också att den svenska malmbasen i huvudsak består av fattiga malmer vilket ställer krav på effektiva och billiga brytningsmetoder.

För att värdera brytningsmetoderna valdes sju gruvor för fortsatta studier nämligen Kirunavaara, Dannemora Gruvor, Viscariagruvan, Laisvallgruvan, Uddengruvan, Kristinebergsgruvan och Garpenbergsgruvan. Dessa gruvor beskrivs kortfattat i kapitel 3 bl a avseende geologi och brytningsmetoder. I det därpå följande avsnittet har bedömningar av brytningsmetodernas viktigaste för- och nackdelar samlats.

Skivrasbrytning, skivpallbrytning (konventionell och stigort) och rum- och pelarbrytning anses vara högt mekaniserade men klarar endast selektiv brytning med svårighet och riskerar höga malmförluster. Igensättningsbrytningen anses ge små malmförluster medan effekter och kostnader inte är tillfredställande.

Beräknade produktiviteter för de sju studerade gruvorna skiljer sig ungefär med en faktor 10 mellan högsta och lägsta värde. Relativa kostnadsjämförelser mellan de olika gruvorna visar att gruvbrytningen står för en stor andel av totalkostnaden för hela verksamheten fritt båt/smältverk. Höga kostnader under jord beror i första hand på svåra bergförhållanden.

I utredningen utarbetades ett förslag till definitioner av gråbergsinblandning och malmförluster, vilka sedan har karterats i de studerade gruvorna. Insamlade data visar genomgående hög gråbergsinblandning, främst för skivpallmetoderna, orsakad av instabilitetsberoende inblandning. Malmförlusterna är också höga för en del metoder.

I rapportens bilagor presenteras slutligen statistik från ovan relaterade enkät (Bilaga A) samt allmänna data, personal- och maskinplaner från de sju specialstuderade gruvorna (Bilaga B).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING sid

1. INLEDNING 1

2. STATISTIK ÖVER SVENSKA MALMKROPPAR OCH BRYTNINGS-METODER 2

3. BESKRIVNING AV SJU TYPGRUVOR 11

4. BRYTNINGSMETODERNAS FÖR- OCH NACKDELAR 34

5. PRODUKTIVITET 40

6. KOSTNADER 42

7. GRÅBERGSINBLANDNING OCH MALMFÖRLUST 50

Bilaga A. Statistik från 40 gruvor/malmkroppar

Bilaga B. Allmänna data, personalplaner och maskinplaner från sju gruvor

1. INLEDNING

Som ett led i den långsiktiga utvecklingen av svensk gruvteknik har STU och gruvindustrin initierat projektet "Värdering av brytningsmetoder" med syftet att föreslå områden för utveckling av brytningsmetoder. Projektet har genomförts i nära samarbete mellan Boliden Mineral AB, LKAB, SSAB och Högskolan i Luleå. Utredningsarbetet har varit indelat i fyra steg, nämligen

* värdering av nuvarande brytningsmetoder
* bedömning av forsknings- och utvecklingsbehov
* formulering av utvecklingsprojekt
* prioritering av projekt samt bedömning av tid och kostnader för genomförande av föreslagna projekt.

Slutresultatet av utredningsarbetet presenteras i rapporten Framtida Malmbrytning - Områden för FoU", BeFo 173:1/85.

Projektet har genomförts av en arbetsgrupp bestående av Håkan Hedén LKAB, Sven-Erik Hellström SSAB, Per-Arne Lindqvist, projektledare LuH och Per-Olov Sognfors Boliden. Teodor Lundmark Boliden (kostnader för enhetsoperationer), Åke Wirstam (gråbergsinblandning och malmförluster) samt William A Hustrulid, Colorado School of Mines har även deltagit i utredningsarbetet.

Följande medlemmar har ingått i styrgruppen som aktivt lett projektarbetet: Tomas Franzén, ordf, BeFo, Ingemar Magnusson och Norbert Krauland, Boliden, Roger Andersson och Ingemar Marklund LKAB, Gunnar Almgren, LuH och Carl-Otto Frykfors, STU.

I denna rapport redovisas material från utredningens första steg, värdering av nuvarande brytningsmetoder. Metoder för datainsamling beskrivs succesivt i rapporten.

2. STATISTIK ÖVER SVENSKA MALMKROPPAR OCH BRYTNINGSMETODER

Värderingen av nuvarande brytningsmetoder påbörjades med införskaffande av data om svenska gruvor och malmkroppar i drift. Insamlingen av data har skett med en enkät som skickats till alla större gruvföretag i Sverige. Information avseende en del mindre gruvor har erhållits genom telefonkontakter till respektive företag och arbetsplatser. Uppgifter om följande faktorer efterfrågades.

* brytningsmetod
* produktionsvolym
* malmtyp, form, mäktighet och stupning
* brytningsdjup
* största stabila rumsdimension
* malmvärde
* selektivitetskrav
* uppgifter om stabilitet i och omkring malmen

Datainsamlingen avsåg även omfatta malmkroppar som f n ej är föremål för brytning men som ansågs utgöra potentiella framtida gruvor. Denna del uteslöts p g a bedömningssvårigheter och brist på data. Endast en sådan fyndighet finns med, nämligen Dammsjön i Garpenbergsområdet.

Datainsamlingen gällde malmkroppar och brytningsmetod och ej gruvor. I realiteten avses dock i de flesta fall hela gruvor, d v s flera malmer av samma karaktär sammanförs under gruvans namn. För Kiruna (Kiirunavaara, Sofia, Luossavaara), Malmberget (Västra Fältet, Tingvallskulle, Norra Alliansen, Östra Dennewitz, Parta, Vitåfors-Riddarsporre, Kapten, Fabian), Grängesberg (skivras, blockras), Dannemora (skivras, skivpall), Stekenjokk (rum- o pelare, igensättning), Yxsjöberg (skivpall, igensättning), Saxberget (rum- o pelare, igensättning) har en uppdelning gjorts. Detaljerade uppgifter för 40 fyndigheter redovisade per brytningsmetod presenteras i Bilaga A.

Inledningsvis redogörs för en del allmänna statistikuppgifter. I Tabell 1 redovisas malmtypernas fördelning. Komplexmalmerna

utgör 45% av antalet malmer men svarar för 16% av produktionsvolymen medan järnmalmerna utgör 37,5% av antalet och svarar för 77% av produktionsmängden. Dessa och följande siffror avser förväntade produktionsresultat 1984, bedömda i oktober samma år.

Tabell 1. Svenska malmkroppar fördelade på malmtyper

	Antal malmer		Produktionsvolym	
Malmtyp	Antal	%	Mton/år	%
Järnmalm	15	37.5	26.34	77
Kopparmalm	1	2.5	1.40	4
Komplexmalm	18	45.0	5.46	16
Ädelmetallmalm	1	2.5	-	0
Annan metallmalm	2	5.0	0.16	1
Industrimineral	3	7.5	0.68	2
SUMMA	40	100	34.04	100

Storleken på svenska malmkroppar/gruvor mätt i produktionsvolym uppdelade i olika klasser redovisas i Tabell 2. I antal ligger ca 68% av gruvorna under en produktionsnivå av 500 000 ton/år men svarar endast för 19% av produktionsvolymen.

Tabell 2. Svenska malmkroppar fördelade efter storlek mätt i produktionsmängd per år. 1984 års siffror avses.

	Antal malmer		Produktionsvolym	
Storlek	Antal	%	Mton/år	%
<0.2	15	37.5	1.75	5
0.21-0.5	12	30.0	4.59	14
0.51-1.0	5	12.5	3.30	10
1.01-5.0	7	17.5	12.40	36
>5.01	1	2.5	12.00	35
SUMMA	40	100	34.04	100

Tabell 3 redovisar fördelningen på olika brytningsmetoder. Antalmässigt dominerar igensättningsbrytning medan skivrasbrytningen står för högsta andelen räknat i ton per år. Även skivpallbrytning av olika slag (konv skivpall, stigort, grovhål) står för en icke obetydlig kvantitet bruten malm.

Tabell 3. Svenska malmkroppar fördelade på olika brytningsmetoder.

	Antal malmer		Produktionsvolym	
Brytningsmetod	Antal	%	Mton/år	%
Blockras	1	2.5	2.40	7
Skivpall	6	15.0	2.44	7
Stigort	2	5.0	1.90	6
Skivras	9	22.5	21.43	63
Rum och pelar	5	12.5	1.85	5
Igensättning	16	40.0	3.83	11
Nedåtgående igensättning	1	2.5	0.19	1
SUMMA	40	100	34.04	100

Malmernas geometri redovisas med fyra olika tabeller där form, mäktighet, stupning och brytningsdjup visas.

Tabell 4. Svenska malmkroppar fördelade med avseende på form.

	Antal malmer		Produktionsvolym	
Form	Antal	%	Mton/år	%
Likformig	2	5	1.20	4
Platt-linsformig	30	75	31.97	93
Oregelbunden	8	20	0.87	3
SUMMA	40	100	34.04	100

Malmkropparnas form framgår av Tabell 4. Platt-linsformiga malmkroppar utgör den helt övervägande delen av malmerna i Sverige. I samband med malmkropparnas form diskuterades även

möjligheten att kartera malmgränsernas variation/oregelbundenhet. Eftersom både bra definitioner och säkra uppgifter saknades uteslöts denna i och för sig viktiga information ur delutredningen.

I Tabell 5 syns fördelningen av malmernas mäktighet. Det framgår klart att malm f n bryts från olika mäktiga malmkroppar. Endast gruppen smala malmer har låg produktionsvolym.

Tabell 5. Svenska malmkroppar fördelade med avseende på mäktighet.

		Antal malmer		Produktionsvolym	
Mäktighet		Antal	%	Mton/år	%
Smal	<4 m	1	2.5	0.08	1
Normal	4-10 m	18	45	5.92	17
Normal-bred	10-30 m	13	32	6.39	19
Bred	30-80 m	7	18	9.65	28
Mycket bred	> 80 m	1	2.5	12.0	35
SUMMA		40	100	34.04	100

I Tabell 6 redovisas malmkropparnas stupning, som visar att huvuddelen av malmerna stupar mer än 55°.

Tabell 6 Svenska malmkroppar fördelade på olika stupningar.

		Antal malmer		Produktionsvolym	
Stupning		Antal	%	Mton/år	%
Horisontell	<9°	3	7.5	1.73	5
Flack	9-55°	5	12.5	1.24	4
Brant	> 55°	32	80	31.07	91
SUMMA		40	100	34.04	100

Beträffande malmkropparnas geometri visas slutligen i Tabell 7 förväntat brytningsdjup under den kommande 10-års perioden.

Tabell 7 Tyngdpunkten av svenska malmkroppars brytningsdjup under perioden 1985-94.

Brytningsdjup under markytan (m)	Antal malmer		Produktionsvolym	
	Antal	%	Mton/år	%
<300	11	27.5	3.21	9
300-600	24	60	29.39	87
600-900	5	12.5	1.44	4
>900	0	0	0	0
SUMMA	40	100	34.04	100

Observera att uppgifterna i Tabell 7 avser tyngdpunkten av 10-årsperiodens brytning. Sålunda kommer viss brytning att försiggå under 900 m nivå. Tabellen visar dock att stora delar av produktionen kommer att bedrivas mellan 300 och 600 meter under markytan. Av materialet kan man dra slutsatsen att bergstabilitetsproblemen p g a stora brytningsdjup ej kommer att vara accentuerade.

Korta allmänna bedömningar av bergstabiliteten i och omkring malmerna redovisas i Bilaga A. En grov analys av materialet visar att ca en tredjedel av malmerna har uppenbara stabilitetsproblem, nästa tredjedel kännetecknas av lägre grad av stabilitetsproblem t ex i form av uthålliga sprickor, svag hängvägg o s v medan sista tredjedelen kan kännetecknas som stabila malmer med bra hållfasthet i både malm och sidoberg. Alla typer av bergförhållanden förekommer alltså i Sverige.

I Tabell 8 visas uppgifter om största stabila rumsdimension som observerats i malmen. Man måste då ha i minnet att dessa uppgifter representerar "bästa" fall tillsammans med en i många fall utvecklad bergförstärkningsteknik. Tabellen antyder att stora delar av malmerna skulle kunna brytas med rum där det näst största måttet hos tak eller hängvägg är större än 10 meter, d v s ganska stora rum.

Tabell 8. Berghållfasthet i svenska malmkroppar visad som största stabila rumsdimension.

Största stabila rumsdimension (m)	Antal malmer Antal	%	Produktionsvolym Mton/år	%
< 6	1	2.5	0.19	< 1
6-10	5	12.5	0.84	3
10-20	11	27.5	18.97	56
>20	15	37.5	12.08	35
Ingen uppgift	8	20.0	1.96	6
SUMMA	40	100	34.04	100

Tabell 9 visar slutligen hur de svenska malmerna fördelar sig beträffande värdet på uppfordrad råmalm.

Tabell 9 Malmvärde hos svenska malmkroppar.

Malmvärde	Antal malmer Antal	%	Produktionsvolym Mton/år	%
Lågt	18	45	27.02	79
Medel	14	35	5.82	17
Högt	6	15	0.95	3
Mycket högt	2	5	0.25	1
SUMMA	40	100	34.04	100

Mätt i antal malmer och framförallt kvantitetsmässigt består den svenska malmbasen av fattiga malmer. Detta ställer krav på effektiva och billiga brytningsmetoder.

Utöver Kirunajärnmalmernas problem med fosfor, alkali, titan etc utgör manganhalten i Dannemora Gruvor en allt viktigare faktor att ta hänsyn till vid planering av brytningen.

I tabellerna 10, 11, 12 och 13 summeras data grupperade per brytningsmetoder. Följande allmänna kommentarer kan göras.

Skivras- och Blockrasbrytning

* Järnmalm
* Stor produktionsvolym per gruva
* Stora (breda), linsformiga brant stupande malmkroppar
* Brytningsdjup 300-600 m under markytan
* Hållfast malm och omgivande berg
* Lågt malmvärde

Skivpall- och Stigortsbrytning

* Olika malmtyper
* Medelstor produktionsvolym per gruva
* Stora, linsformiga, ganska breda, brant stupande malmer
* Brytningsdjup 300-600 m under markytan
* Hållfast malm och omgivande berg
* Malmvärde lågt till medel

Rum- och Pelarebrytning

* Komplexa malmer och industrimineral
* Medel till låg produktionsvolym per gruva
* Horisontella till flackt stupande, medelbreda malmkroppar
* Ytliga till djupt belägna malmer
* Hållfast malm och omgivande berg
* Variation i malmvärde från lågt till högt

Igensättning och nedåtgående sättningsbrytning

* Övervägande komplexa sulfidmalmer
* Låg till medelhög produktionsvolym per gruva
* Linsformiga eller oregelbundna, medelbreda brant stupande malmkroppar
* Variation i brytningsdjup under markytan från ytlig till djup
* Hållfasthet hos malm och omgivande berg varierar från låg till hög
* Malmvärde varierar från medel till mycket högt

Tabell 10. Skivras och blockrasbrytning - sammanfattning (procent av antal gruvor/malmkroppar)

Antal

Skivras = 9

Blockras = 1

Produktionsvolym (Mton/år)

< 1.0 = 40%

< 2.0 = 60%

< 3.0 = 90%

12 = 100%

Malmtyp

Järn = 100%

Form

Likformiga = 10%

Linsformiga = 90%

Mäktighet

10-30 m = 40%

30-80 m = 50%

> 80 m = 10%

Stupning

Flack = 10%

Brant = 90%

Brytningsdjup under markytan

300-600 m = 100%

Största stabila rumsdimension

10-20 m = 30%

> 20 m = 70%

Malmvärde

Lågt = 100%

Selektivitetskrav

Ja = 20%

Nej = 80%

Tabell 11. Skivpall- och stigortsbrytning - sammanfattning (procent av antal gruvor/malmkroppar).

Antal

Skivpall = 6

Stigort = 2

Produktionsvolym (Mton/år)

<0.25 = 25%

<0.50 = 38%

<0.75 = 88%

<1.5 = 100%

Malmtyp

Järn = 62%

Koppar = 13%

Övriga = 13%

Industrialmineral = 12%

Form

Likformiga = 12%

Linsformiga = 88%

Mäktighet

4-10 m = 25%

10-30 m = 63%

30-80 m = 12%

Stupning

Brant = 100%

Brytningsdjup under markytan

<300 m = 12%

300-600 m = 88%

Största stabila rumsdimension

6-10 m = 12%

10-20 m = 0%

> 20 m = 75%

I. U. = 13%

Malmvärde

Lågt = 75%

Medel = 25%

Selektivitetskrav

Ja = 38%

Nej = 62%

Tabell 12. Rum- och pelarbrytning - sammanfattning (procent av antal gruvor/malmkroppar)

Antal = 5

Produktionsvolym (Mton/år)
<0.25 = 80%
<1.50 = 100%

Malmtyp
Komplex = 60%
Industrimineral = 40%

Form
Linsformiga = 60%
Oregelbundna = 40%

Mäktighet
4-10 m = 80%
10-30 m = 0%
30-80 m = 20%

Stupning
Horisontell = 60%
Flack = 40%

Brytningsdjup under markytan
<300 m = 60%
300-600 m = 20%
600-900 m = 20%

Största stabila rumsdimension
10-20 m = 60%
I.U. = 40%

Malmvärde
Lågt = 40%
Medel = 40%
Högt = 20%

Selektivitetskrav
Ja = 0%
Nej = 100%

Tabell 13. Igensättningsbrytning och nedåtgående igensättning (NIB) - sammanfattning (procent av antal gruvor/-malmkroppar).

Antal
Igensättning = 16
NIB = 1

Produktionsvolym (Mton/år)
<0.25 = 53%
<0.50 = 94%
<0.75 = 100%

Malmtyp
Komplex = 88%
Ädel = 6%
Övriga = 6%

Form
Linsformiga = 65%
Oregelbundna = 35%

Mäktighet
< 4 m = 6%
4 - 10 m = 70%
10 - 30 m = 24%

Stupning
Flack = 12%
Brant = 88%

Brytningsdjup under markytan
<300 m = 41%
300-600 m = 35%
600-900 m = 24%

Största stabila rumsdimension
<6 m = 6%
6-10 m = 24%
10-20 m = 29%
> 20 m = 12%
I.U. = 29%

Malmvärde
Medel = 59%
Högt = 29%
Mycket högt = 12%

Selektivitetskrav
Ja = 0%
Nej = 100%

3. BESKRIVNING AV SJU TYPGRUVOR

I Kapitel 2 har statistik över den svenska malmbasen och förekommande brytningsmetoder redovisats. Projektets första steg, värdering av nuvarande brytningsmetoder, fortsatte med urval av sju typgruvor för vidare analys av brytningshetoderna. Följande malmkroppar/gruvor valdes.

Malmkropp/gruva	Ägare	Brytningsmetod
Kiirunavaara	LKAB	Skivras
Dannemora Gruvor	SSAB	Skivpall
Viscaria	LKAB	Stigorts
Laisvallgruvan	Boliden Mineral AB	Rum och pelare
Uddengruvan	Boliden Mineral AB	Igensättning I
Kristinebergsgruvan	Boliden Mineral AB	Igensättning II
Garpenbergsgruvan	Boliden Mineral AB	Nedåtgående igensättning (NIB)

Som framgår av tabell 14 är den svenska malmbasen väl representerad i olika avseenden av de sju typgruvorna.

Tabell 14. UTVALDA TYPGRUVOR

GRUVA	Malmtyp	Storlek (Mton/år)	Brytnings-metod	Geometri Form	Mäktighet	Stupning	Brytnings-djup (m)	Största stabila rumsdim (m)	Malm-värde	Selektivi-tetskrav
Kiirunavaara	Järnmalm	12	Skivras	Platt-linsf	Mkt bred	Brant	300-600	10-20	Lågt	Ja
Dannemora	Järnmalm	0.9	Konv skivpall	Platt-linsf	Normal-bred	Brant	300-600	> 20	Lågt	Ja
Viscaria	Koppar	1.4	Stigort	Platt-linsf	Normal	Brant	300-600	> 20	Medel	Nej
Laisvall	Annan met	1.4	Rum- o pelar	Platt-linsf	Normal	Horisontell	300	10-20	Medel	Nej
Udden	Komplex	0.36	Igensättn	Platt-linsf	Normal-bred	Brant	300	> 20	Medel	Nej
Kristineberg	Komplex	0.4	Igensättn	Platt-linsf	Normal	Brant	600-900	6-10	Högt	Nej
Garpenberg	Komplex	0.19	NIB	Platt-linsf	Normal-bred	Brant	300-600	< 6	Högt	Nej

I detta avsnitt lämnas en mycket kort beskrivning av de sju gruvorna. Den intresserade läsaren hänvisas även till Bilaga B där datablad över personalplan, maskinpark och allmänna data finns samlade.

Kiirunavaara (skivrasbrytning)

Kiirunamalmen har uppstått som kemisk sedimentär bildning i samband med de vulkanutbrott som åstadkommit sidoberget. Efter bergartsbildningen har hela bergartsserien tippat upp på kant och stupar nu 50-70°. Liggväggen består av syenitporfyr med lågt kvartsinnehåll. Hängväggen består av kvartsporfyr. Malmen i kontakt med hängväggen är ofta rik på kaolin. Ett fåtal gångar av syenitporfyr går genom malmen.

Malmkroppen är ca 4000 m lång och i snitt 90 m bred. Malmen består av finkornig magnetit med varierande halt av apatit. Gränsen mellan malm och sidoberg är distinkt, men både häng och liggvägg är breccierad och impregnerad med magnetit. Två skilda malmtyper förekommer: lågfosformalm med mindre än 0.1% fosfor (omkring 2/3 av malmkroppen) och högfosformalm med medelhalt cirka 2% fosfor.

Halter

- Lågfosformalm Fe 67%
- Högfosformalm Fe 60%

Bergstabiliteten inom malmskivan är som regel god och de instabiliteter som uppträder kan hänföras till följande orsakskategorier: geologiskt - strukturellt betingade, betingade av lokala spänningskoncentrationer eller en kombination av båda. Geologiskt strukturellt betingade är exempelvis zoner med kraftigt vittrat eller uppsprucket berg, och vid lokala spänningskoncentrationer inom brytningsområdet är detta ofta förorsakat av fasta bergpartier, på ovanliggande nivå (nivåer), vilka kan överföra spänningar. De fasta bergpartierna är resultatet av misslyckade skjutningar i skivrasbrytningen.

Malmen bryts med tvärgående skivrasbrytning med fältorten i liggväggen. Borrorterna drivs 5.0 x 3.7 m med centrumavstånd 16.5 m och skivhöjd 12 m. Ortdrivningen sker med elhydrauliska treboms borraggregat, laddning från arbetsplattformar och lastning med dieseldrivna hjullastare. Rasborrningen sker med hydrauldrivna två-boms borraggregat med automatisk stånghantering. Luftdrivna aggregat finns ännu i drift. Håldiameter är 76 mm, försättningen 2.0 m och hållutningen 80°. Laddningen av skivrassalvor sker med laddrobot. Äldre utrustning för laddning förekommer även. Brytningen på varje nivå öppnas genom längsgående rasbrytning mot hängväggen. Metodiken utnyttjas dels för att separera ut högfosformalm vid hängväggen, dels för att undvika uppkomna stabilitetsproblem i samband med öppningsskjutning av rent tvärgående borrorter. Beroende på högfosforandelens bredd bryts en till tre och ibland ännu flera längsgående orter mot hängen. Lastning av rassalvorna sker med dieseldrivna hjullastare. Försök med eldrivna hjullastare (f n finns fyra enheter) pågår och en övergång från dieseldrift till eldrift är trolig. Malmen bärs till störtschakten i liggväggen. För långa transportsträckor används även truckar.

Dannemora Gruvor (skivpallbrytning)

Malmkropparna i Dannemora ligger spridda ganska långt från varandra i ett ca 3 km långt malmstråk. De uppträder i sidosten av dolomitisk kalksten, där övergången mellan malm och sidosten ofta sker gradvis. Malm-kalkstenslagren omges eller mellanlagras av hälleflinta. Berggrunden genomsätts av ett stort antal eruptivgångar av, huvudsakligen grönstenar, och genomkorsas av ett flertal förkastningssystem som komplicerar brytningen.

Malmen är en basisk skarnjärnmalm med 0.5 - 4% mangan. De viktigaste järn- och manganmineralerna är magnetit respektive knebelit och dannemorit. Mäktigheten hos malmkropparna varierar från några få meter upp till 60 m. Sidostupningen är brant västlig och fältstupningen nordlig. Strykningsriktning-

en är SSV-NNO. Den sammanlagda malmarean av brutna och obrutna malmer på 350 meters djup kan uppskattas till 50.000 m^2. Kända och sannolika malmtillgångar är av storledsordningen 35.000 kton.

Halter

	Kvantitet (milj ton)	Fe (%)	Mn (%)
Känd malm	25	30-50	0.5-4

De äldre, västliga delarna av gruvan har berg med mycket god hållfasthet. I denna del av gruvan förekommer stora öppna rum varav ett med en längd av 220 m, bredd upp mot 40 - 50 m och en höjd av 270 m. Med ökande bergtryck mot djupet och ökande spännvidder kan dock hållfasthetsgränsen nås. I de östliga delarna, Konstäng- och Kruthusmalmerna, är hållfastheten lägre, och där har man redan haft problem med inras trots betydligt mindre spännvidder än i de västliga delarna.

Skivpallbrytning började användas i Dannemora år 1955. På grund av svårigheter bl a med inrasande sidoberg gjordes en övergång till skivrasbrytning med början 1973. Denna övergång beräknas vara helt genomförd under 1985. Eftersom denna studie för Dannemoras del är inriktad på skivpallbrytningens utförande och resultat, beskrivs endast denna metod här.

Skivpallbrytningen går ut på att skapa en närmast vertikal front eller slits, där malmen kan falla ned till last- eller skrapnivån. Här följer en beskrivning av de tillrednings- och brytningsarbeten som utförts i Dannemora för brytning av den i uppgiften aktuella malmkroppen. Noteras bör att denna tillredningsplanering avsåg utlastning i bergschakt med skrapspel, medan i utredningens kostnadsdel räknats med dieseldriven lastutrustning, varigenom brytningslayouten blivit något ändrad gentemot den i praktiken utförda. Likaså har kostnader och produktivitet räknats på nu befintlig utrustning för ortdrivning och brytning.

Tillredningen har tillgått så att man i malmen drivit orter i häng- och liggväggskontakterna. Malmgräns och brytningsgräns har i allmänhet överensstämt. Vertikalavståndet mellan borrnivåerna har varierat mellan cirka 20-27 m. Ortdimensionerna var 3x3 m och öppningsslitserna var 5 m breda. Tillträde till borrnivåerna skedde utom i ett fall via kommunikationsstigar 3x3 m. Borrningen utfördes här enbart som uppåtgriktad solfjädersborrning. Håldiametern var 48 Ø mm och hållängderna varierade mellan cirka 10-40 m. Genom att orterna låg i malm kunde borrhålen riktas parallellt malmgränsen.
Från orter på skraplastningsnivån borrades kratrar upp till den understa borrnivån. Malmen skrapades till bergschakt, som mynnade i tappar på utfraktsnivån.

Använd utrustning:
Ortdrivning: Knämatade borrmaskiner och kastlastmaskiner.

Produktionsborrning:	Bom och pelare (BUA 11) samt ringdrillar försedda med borrmaskiner BBC 120 eller PR 123, 4' skarvborrutrustning och 48 Ø mm borrkronor.
Laddning:	Dynamit och i viss utsträckning AN-olja. Laddutrustning: Bl a laddrobot men även handmatad laddapparat.
Lastning och transport:	Eldrivna Sala tvåtrummiga skrapspel med 55 kW motor. Lok: ASEA 15 kW batterilok med ett lok i vardera änden av sättet. Vagnar: 5 m^3 bottentömmande, 10 st vagnar per sätt.

Viscaria (stigortsbrytning)

Viscariamalmen består av tre parallella malmkroppar som är stratigrafiskt bundna till sedimenthorisonter inlagrade i Kirunagrönstenarna. De tre malmkropparna benämns A-, B- respektive D-zon med A-zonen längst i öster. Hela malmstråket är cirka 3 km långt. A-zonen är den kopparrikaste och mest undersökta och är idag föremål för brytning. Den består av en

10-40 m mäktig sedimenthorisont med kopparmineralisering över nästan hela horisonten. Sedimenten under- och överlagras av basaltiska grönstenar som följaktligen bildar häng- och liggvägg för malmen. De ingående sedimentbergarterna består av olika typer av tuffiter, grafitskiffer, albitfels samt av en kalkstenshorisont. Dessa bergarter är ofta distinkt lagrade.

Malmens stupning är i den norra delen 80-90°. Här avtar malmen på 250 m djup och har en bredd av 5-10 m. I den södra delen är stupningen 70-80° närmast markytan och malmbredden är 8-20 m. Djupare ner är stupningen 40-60° med malmbredder på 10-30 m. Malmen har här en fältstupning på 40°. Malm är påvisad ner till 600 m djup, men den fortsätter djupare. Undersökningsborrning pågår i detta område. Den veckning som förekommer är småskalig med förskjutningar av malmgränserna på ett par meter. Mäktighetsvariationer förekommer i motsvarande grad. I den södra delen har det dock varit en större veckning eller förkastning cirka 150 m under markytan med förskjutningar på flera 10-tals meter. Under denna förkastning är malmen betydligt flackare (40-60°) men även bredare och mycket kopparrik (2-4% Cu). Den huvudsakliga brytningen börjar under denna förkastning. Som helhet är dock malmen relativt regelbunden.

Det malmförande mineralet är enbart kopparkis och det förekommer som impregnation och sprickfyllnad i framförallt den magnetitrika kalkstenen och i grafitskiffern. Zinkblände uppträder i låga halter. Medelhalten för Zn är under 0.5%. Guldhalterna är under 0.05 PPM. Silverhalten är i medeltal 3 PPM.

Det är bara A- och B-zonerna som är malmberäknade och de innehåller:

Halter

A-zon	24 Mton	med 2.1% Cu
B-zon	8 Mton	med 0.7% Cu

Bergstabiliteten i Kirunagrönstenarna är god och som metod valdes därför brytning med öppna rum. Avgörande för stabiliteten i hängväggen är grafitzonen som ligger med varierande avstånd från hängväggskontakten. Då zonen ligger närmare än 10 m, vilket inträffar för 50% av malmen, måste speciella åtgärder vidtas framförallt kabelförankring.

Två brytningsmetoder som vardera utnyttjas till cirka 50% förekommer, nämligen skivpallbrytning med 3.5"-4.5" hål och stigortsbrytning. Här beskrivs endast den senare metoden. Metoden innebär att man bryter ut den relativt smala malmen i 55 m långa och 50-60-65 m höga etapper (brytningsrum), se Fig 1.

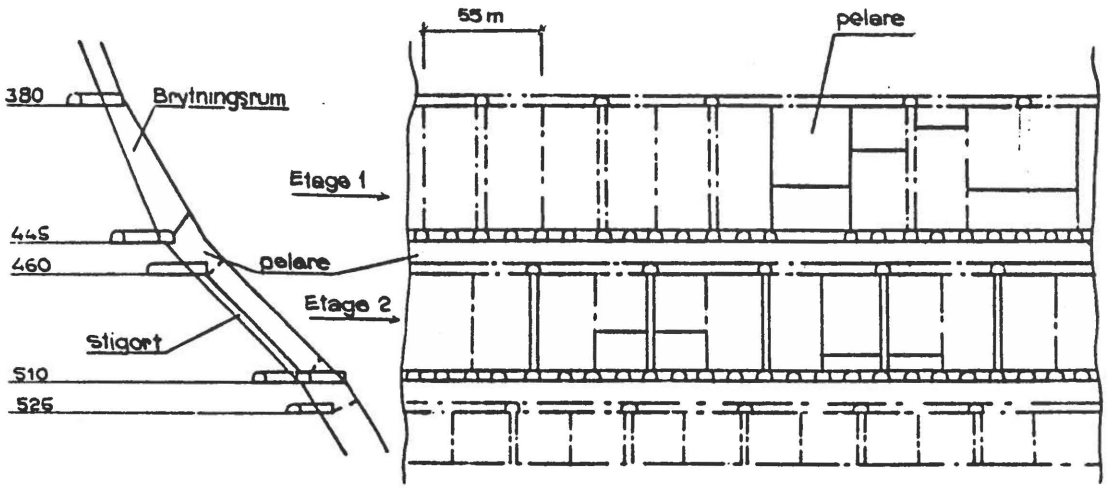


Fig 1. Princip för brytningslayout i Viscaria.

På översta nivån tillreder man en kommunikationsnivå där orten ligger 25 m utanför malmkontakten. I centrum av rummen tillreder man en ort fram till malmkontakten. På nedre nivån tillreder man s k produktionsnivån (lastningsnivån). Från snedbanan går en ort fram till malmen och därefter längs efter malmkroppen. I centrum av rummen driver man ifrån malmorten en ort mot hängväggen för att erhålla plats för stigortsdrivningens gejdersträng. Parallellt med malmorten tillredes cirka 18 m in i liggväggen, en liggväggsfältort. Denna ort sammanbindes med malmorten medelst lastningsorter (5 st per rum). Se Fig 2 för utformning av produktionsnivån.

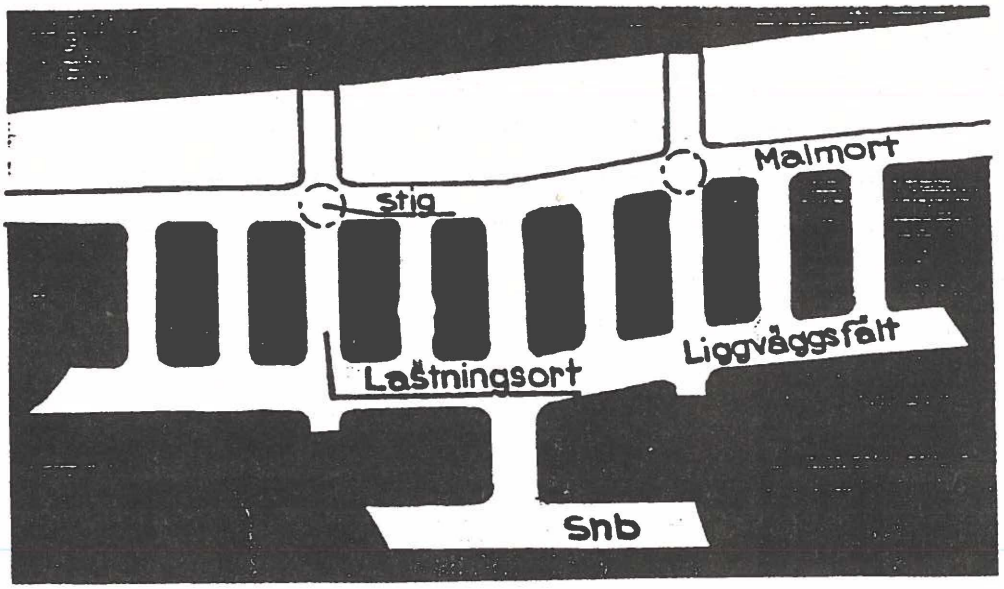


Fig 2. Produktionsnivå 510 m avv.

Tillredningsarbetet avslutas med drivning av en stigort (area 13.9 m^2) i centrum av rummet. Stigen drives med Alimak stigortshiss. I toppen på denna stig görs montage av vinsch och annan utrustning för driften av efterföljande borrnings- och laddningsutrustning.

Uppborrning av malmen sker från stigorten med en specialbyggd högmekaniserad utrustning. Produktionsborraggregatet är uppbyggt efter principen att borrplattformen följer gejderbanan som lyftes upp med el-hydrauliskt spel. Till borrplattformen färdas man från kommunikationsnivån med något modifierad Alimak STH-5L hiss. All mediamatning sker från övre nivån. Borrningen utförs med en borrmaskin och automatisk stånghantering. Salvan solfjäderborras med 4" hål, försättning 3.0 m och avstånd vid hålspetsarna 3.0 m. Aggregatet är färsett med ett programmerbart riktinstrument som tillsammans med skivbromsar på rotationsmekanismen begränsar inriktningsfelet till + 0.1°. Borrplaner överförs till riktinstrumentet via telefonnätet.

Brytningen påbörjas med borrning och sprängning av en slits eller dike från malmorten med ett rasborrningsaggregat. Dikets höjd är 10-15 m beroende på malmens stupning och mäktighet. Därefter påbörjas produktionssprängningarna från stigorten.

Laddningsarbetet i stigen sker från en speciell stigortshiss i två våningar (2 st bryggor). Laddutrustningen består av 2 st 300 l laddkärl med Jet-ANOL-utrustning för laddningen. ANFO-distributionen från laddtruck till laddhissen sker via slang. Före varje laddning av en krans utföres erforderligt gejderdemontage i stigen. Laddningen utföres manuellt. Speciella anordningar för centrering av laddslangen i det 102 mm grova hålet har framtagits.

Bergförstärkning vid ramp- och ortdrivning utföres med ingjutna kamjärnsbult s k Kirunabult. Betongsprutning utföres med våtsprutningsmetoden. F n pågår även introduktion av kabelförankring där hängväggen p g a grafitskiffern bedöms instabil. Förankringen sker från ort i hängväggen parallellt med malmen.

Laisvallgruvan (rum- och pelarbrytning)

Laisvallmalmerna ligger i en sedimentär bergartssekvens som uppträder utmed fjällranden. Sekvensen består av lerskiffrar och sandstenar och ligger i ett nästan horisontellt läge med svag lutning med V (cirka 3°).

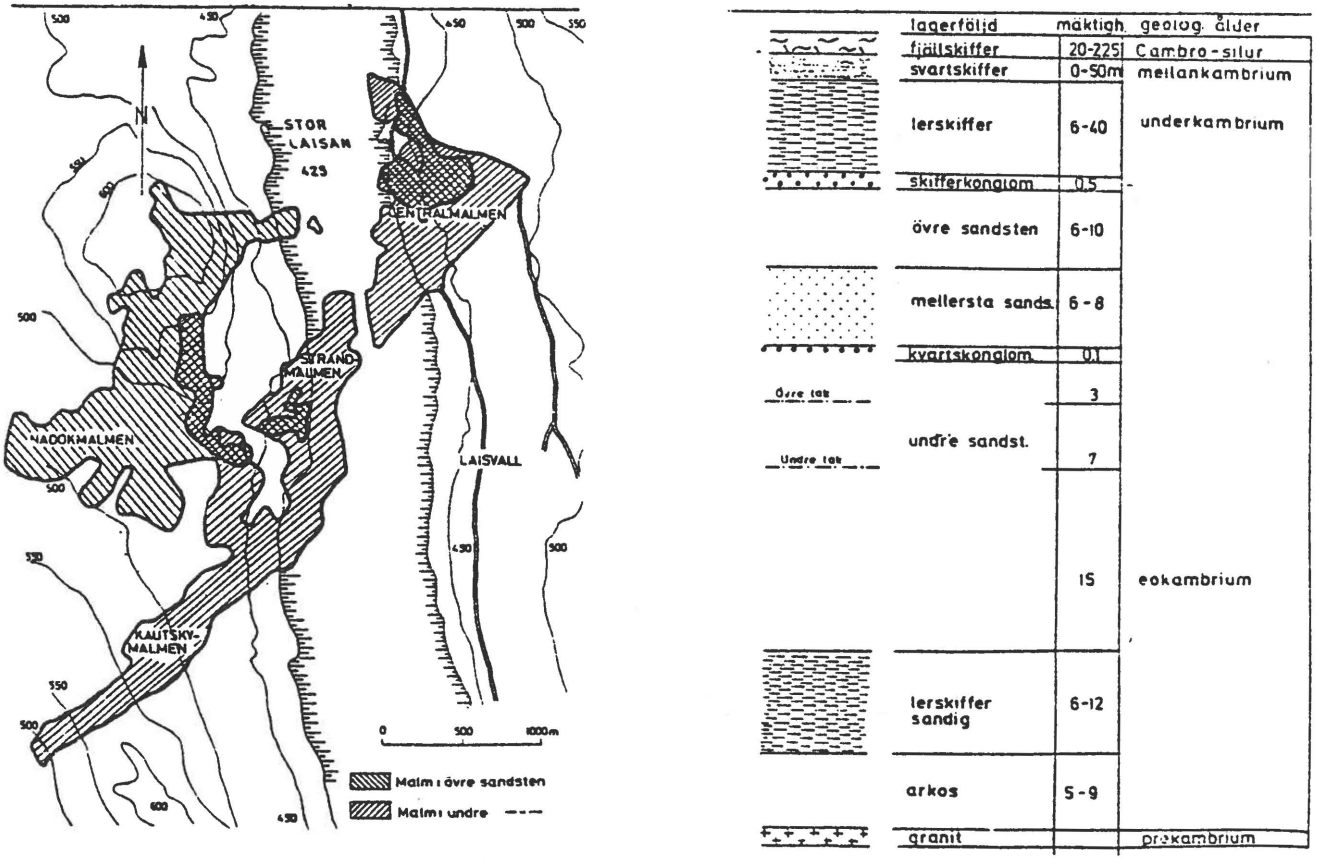


Fig 3. Laisvallmalmens geologi.

Malmen uppträder i sandsten, en vit undre sandsten och en grå övre sandsten. Dessutom särskiljes en mellersta sandsten. Malmmineralen är blyglans (PbS) och zinkblände (ZnS). Dessutom förekommer något baryt ($BaSO_4$), flusspat (CaF_2), kalcit ($CaCO_3$), silver (Ag) och sporadiskt svavelkis. Malm förekommer i den vita undre sandstenen där den uppnår en mäktighet av normalt 16 till 24 m. Malmmineralet är här väsentligen blyglans. Malm förekommer även i den övre sandstenen, i vilken en av malmkropparna (Nadok) även håller betydande mängder zinkblände. Malmmäktigheten i övre sandsten är normalt 6-8 m. 1983 bröts ca 60% av malmfångsten i övre sandstenen, huvudsakligen i Nadokmalmen.

Halter

Malmbas	Pb	Zn
Mton		
26.5	4.18	0.98

I den undre sandstenen är bergstabiliteten i allmänhet mycket god och tillåter brytning med rum- och pelarbrytning av 15 m breda och upp till 23 m höga rum. Den skiktade kvartsitiska sandstenen innehåller lerskölar som i många fall kan bilda naturliga tak vilka tillsammans med bergförankring ger stabila tak. Sandstenen ger även god pelarbärförmåga. Talrika sprickor förekommer inom fyndigheten, dels brant stående och i det närmaste vinkelräta mot bergartskiktningen, dels flackt liggande och nära parallella med skiktningen. Hänsyn till sprickorna måste tas vid pelaravsättningen. Övre sandstenens tak består av lerskiffer som har lägre hållfasthet och därför ger mindre rumsbredd, i allmänhet 10 m. Laisvallområdet övertvärs av en förkastning bl a genom Nadokmalmen, i vars omgivning stabiliteten försämras.

Tillfarten till den malm som står i tur för brytning ordnas genom drivning av orter för truck- eller järnvägstransport. Strandmalmen och Kantskymalmen har sålunda förbundits med en kombinerad truck och järnvägsort. Till Nadokmalmen finns för

bindelse dels genom ort från Strandmalmen dels genom ort från Kautskymalmen. Då en effektiv ventilation på grund av den höga halten fri kvarts i malm är nödvändig för Laisvall, drivs redan under de första tillredningsarbetena ventilationsschakt.

Längs med eller genom malmerna drivs transportorter. Varje malm indelas i områden cirka 200x200 m som tillreds med var sin öppningsort från transportorten in i området mot slutligt tak. Brytningen utföres därefter med rum- och pelarbrytning där varje deloperation utförs åtskilda och med högmekaniserad utrustning. Brytningen startar vid taket, där naturliga lerskölar uppsökes. Vissa områden inom Kautskymalmen saknar dock dylika utpräglade takskölar. Längs detta tak drivs cirka 5 m höga "fronter". Fronterna löper parallellt, åtskilda av pelarbalkar. Metoden, som introducerades år 1966, kallas "lågfrontsdrivning" i motsats till den äldre "högfrontsmetoden". Fronter lägre än cirka 4 m benämnes minifronter. De drives med speciellt lågbyggd utrustning. Fronterna drivs med högmekaniserade borrningsaggregat. Borrningsaggregaten användes även vid ortdrivning. Frontsalvorna borras till ett djup av 3.35-4.70. Laddningen utföres av personal från laddarbryggor försedda med arbetsplattformar på hydraularmar och modern laddningsutrustning.

Pelaravsättning sker systematiskt med hänsyn till malmmäktighet, berghållfasthet och spricksituation.

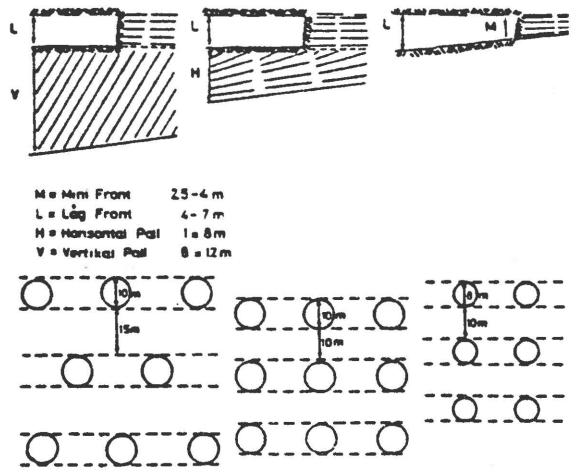


Fig 4. Brytningsmetoder

Är malmmäktigheten högre än "lågfronten" uttas en eller flera pallar, nästan uteslutande med s k horisontell pallborrning med samma utrustning som för frontbrytningen. All lastning sker med dieseldrivna hjullastare. För minifronten används en lågbyggd lastare. Alla lastmaskiner är försedda med vattenspolning för dammbekämpning. I samma syfte genomdränks salvorna före lastning med vatten från roterande vattenspridare alternativt från spolbil.

Ett säkert tak är en förutsättning för fortsatt brytning av pallarna under fronten, enär de slutliga takhöjderna blir upp till 23 m. Detta föranleder ett omfattande skrotnings- och bergförstärkningsarbete. Arbetet sker systematiskt för varje salva. Skrotningen sker i huvudsak med skrotningsaggregat men handskrotning från speciella skrotarbryggor förekommer även. Bergförstärkning sker med bultningsaggregat med vilka både borrning och isättning av cementingjutna kamjärnsbultar görs. Även borrning med bergbultborrningsaggregat och bultisättning från arbetsbryggor med betongblandare och fjärrmanövrerad injekteringsutrustning förekommer.

Slutbrutna områden återfylles med sorterad sand från anrikningsverket. Viktsmässigt avslammas 30% i verket i ett enkelt cyklonsteg.

Uddengruvan (igensättningsbrytning)

Malmen ligger i Skelleftefältets vulkanitserie. De närmast omgivande bergarterna utgöres av tuffiter, på liggen ofta starkt skarniga, på hängsidan med väl utbildad bandning. Tuffiten är på malmens liggsida måttligt sericitomvandlad intill ett avstånd av 40-50 m från malmen, där en något diffus övergång sker till skarnbandad tuffit. På hängsidan ligger omvandlingsgränsen mycket nära malmen och såväl mineralisering som sericitomvandling visar en tämligen skarp gräns mot den oomvandlade bandade tuffiten.

Malmen är uppdelad på flera linser mellan 300 och 200 m avv, ovanför 200 m avv är antalet linser färre och på 100 m avv är

malmen sammanhängande med en längd av cirka 370 m och en bredd som varierar mellan 10 och 35 m. På huvudmalmens liggsida uppträder inom omvandlingsområdet smärre malmlinser. Malmen sidostupar cirka 80°. Någon utpräglad fältstupning har inte kunnat konstateras. I fältriktningen tonar malmen ut i impregnationer.

Malmareor	40 m avv	5 500 m^2
	100 m avv	7 500 "
	200 m avv	7 500 "
	300 m avv	2 700 "

Det dominerande malmmineralet är svavelkis. Dessutom förekommer betydande mängder zinkblände, kopparkis samt blyglans, magnetkis och arsenikkis. Även tetrahedrit och boulangerit förekommer.

Halter (inkl 10% gråbergsinblandning)

Au	0.8	g/t
Ag	41	g/t
Cu	0.41	%
Zn	4.72	%
Pb	0.35	%
As	0.10	%
S	25.6	%

Malmen har en hög hållfasthet. Uthålliga sprickor som stupar flackt längs malmen förorsakar kilformiga utfall. Hängväggen består av bandad tuffit och amfibolskarn, liggväggen av sericitskiffer och homogen tuffit. Amfibol i hängväggen medför svaghetszoner, i övrigt stabilt sidoberg utan utpräglade "kontaktproblem". Ekonomisk malmgräns är inte identisk med geologisktektoniska malmgränser. Gråbergsinneslutningar avsätts så långt som möjligt som pelare. Pelare används för att begränsa spännvidden.

Malmen är mellan 200 m och 300 m starkt veckad och oregelbunden. Smällbergsfenomen förekommer lokalt i malmen.

Brytningsmetoden är uppåtgående horisontell igensättningsbrytning från ramp med hydraulisk återfyllning. Malmproduktionen kommer för närvarande från två brytningsetager med bottenskivorna utsprängda på 190 respektive 290 m avv. I varje etage sker brytningen i ett enda rum och en ramp med lutning 1:8 ger förbindelse till den framskridande brytningen. Ett jämnt malmflöde fås genom att en halva av rummet fylls medan brytning pågår i den andra och vice versa.

Vartefter brytningen avancerar förlängs rampen. För varje varv på rampen göres två inslag, ett till vardera halvan av rummet. Genom att inslagen i början lutas nedåt från rampen till rummet, sedan genom takfällning göres horisontella och i slutskedet lutas uppåt, betjänar varje inslag tre skivor. Skivhöjden är 6 m. All produktionsborrning sker med 5 m långa horisontella hål Ø 41 mm och på båda etagerna finns för detta ändamål ett tvåboms elhydrauliskt borraggregat. Laddning sker huvudsakligen med färdigblandad AN-olja och utföres från laddarbryggor av kranarmstyp. Tändning av salvorna sker med ett elektroniskt tändsystem från en central ovan jord när gruvan är helt utrymd. Produktionslastning sker med stora dieseldrivna lastmaskiner vars kapacitet är 12 ton/skopa.

Bultning sker på 200 m etagen med ett automatiskt hydrauliskt bultningsaggregat. På 300 m etage sker bultborrning med ett hydrauliskt borraggregat och efterföljande cementingjutning av bultarna från kranarmsbrygga. Vid ingjutningen användes till största delen cembolt-patroner. För skrotning används kranarmsbryggor med skyddstak och för gruvbyggnad används något kraftigare kranarmsbryggor.

Återfyllning utföres helt med natursand. Sand till fyllning tages från sandtag i Malånäset, cirka 6 km från gruvan och köres med lastbil till blandarstationen ovan jord. Gruvvattnet samlas i en bassäng ovan jord, från vilken det pumpas till blandarstationen. Efter blandning självrinner fyllen ner till rummet i 4" polyetenrör i ett system av 280 mm borrhål. Vattnet dränerar genom fyllen och i botten av varje fyll utlagda perforerade plastledningar. Via dräneringstuber leds vattnet till slambassänger på 200 m respektive 300 m nivåer, varifrån det pumpas upp till dagen.

Fyllen håller 50-60 viktsprocent fast och blandarstationens kapacitet är 150 m^3/tim.

Kristinebergsgruvan (igensättningsbrytning)

Fyndigheten ligger i ett utbrett område med sericit- och kloritomvandlade suprakrustalbergarter, ursprungligen kvartsfältspatrika vulkaniter. Malmzonen stryker öst-väst. Sidostupningen varierar mellan 45-70° mot syd. Fältstupningen är cirka 45° mot sydväst. Bergarten omkring malmkropparna är en kraftigt förskiffrad sericit-kvartsit med en varierande mängd klorit. Fyndigheten är uppdelad i två paralleller belägna omkring 130 m från varandra. Den norra parallellen är sammansatt av fem malmkroppar, A-, A3-, A4-, C- och D-malmerna. De centrala malmkropparna (A och A3) består av koppar- och zinkförande svavelkis samt underordnat zinkblände med blyglans. De yttre malmkropparna (A4 i väst samt C och D i öst) består av praktiskt taget ren svavelkis. Malmzonen är bitvis starkt kloritisk och talkig. På vissa ställen förekommer fragment av grönsten och dolomit. Endast A och A3 malmerna är föremål för brytning idag.Den södra parallellen (B-malmerna) är uppbyggd av flera mindre malmlinser bestående av svavelkis med något kopparkis. Kopparkis uppträder även som impregnationsmalm, s k hårdmalm i sericitskiffrar. Totala malmarean i dagen är cirka 10.600 m^2.

Halter

	Au g/t	Ag %	Cu %	Zn %	Pb %	S %
A-malm	1.7	69	1.17	7.05	0.55	25.4
A_3-malm	0.6	26	0.73	2.84	0.20	25.3
B-malmer	0.5	5	1.63	0.20	-	23.0

I själva malmerna i den norra parallellen förekommer ofta skölar och skivor av klorit, vilka kraftigt minskar hållfastheten. Bergarten omkring malmkropparna är en starkt skiffrig sericitkvartsit, vari större eller mindra mängd klorit finns

inblandad. Närmast malmerna finns ofta i hängväggen en zon av kloritkvartsit och talkkloritskiffer med starkt varierande mäktighet. Själva kontakten består ofta av en lersköl, upp till 5 cm tjock. Även övriga kontaktbergarters hållfasthet är ofta starkt reducerad. Detta leder till dålig stabilitet av såväl malm som hängvägg. I den södra parallellen (B-malmerna har både malmen och sidoberget betydligt högre hållfasthet än i A-malmerna. B-malmen är ofta kompaktmalm med god hållfasthet. Sidoberget har ofta hög hållfasthet vilket leder till problem med malmschakt (inkalvning, nötning m m). Smällberg och andra bergtryckfenomen förekommer i liggväggen (schaktdeformationer etc).

Brytningsmetoden som tillämpas i Kristinebergsgruvan är igensättningsbrytning från ramp. Särskilt i A-malmerna nedsätts hållfastheten av talkhaltig kloritskiffer och skölar varför två varianter av igensättningsbrytning förekommer.

1. Normalmetod.
   Uttagning av hela malmbredden i en 4-5 m hög skiva med horisontell aggregatborrning, lastning med hjullastare och hydraulisk återfyllning.

2. Stabiliserad metod.
   I delar av A-malmen med dålig hållfasthet och bred malm, delar man upp malmskivan i sektioner eller "orter" som efter brytning successivt tätfylls med cementstabiliserad sand innan intilliggande sektion ("ort") bryts.

Den hydrauliska återfyllningen omfattar årligen cirka 150.000 ton sand från anrikningsverket.

Sanden behandlas i en blandarstation ovan jord, där vatten och i de fall stabiliserad fyll erfordras, även cement tillsätts med manuell eller automatisk kvotstyrning för att få rätta förhållanden mellan sand, vatten och cement.

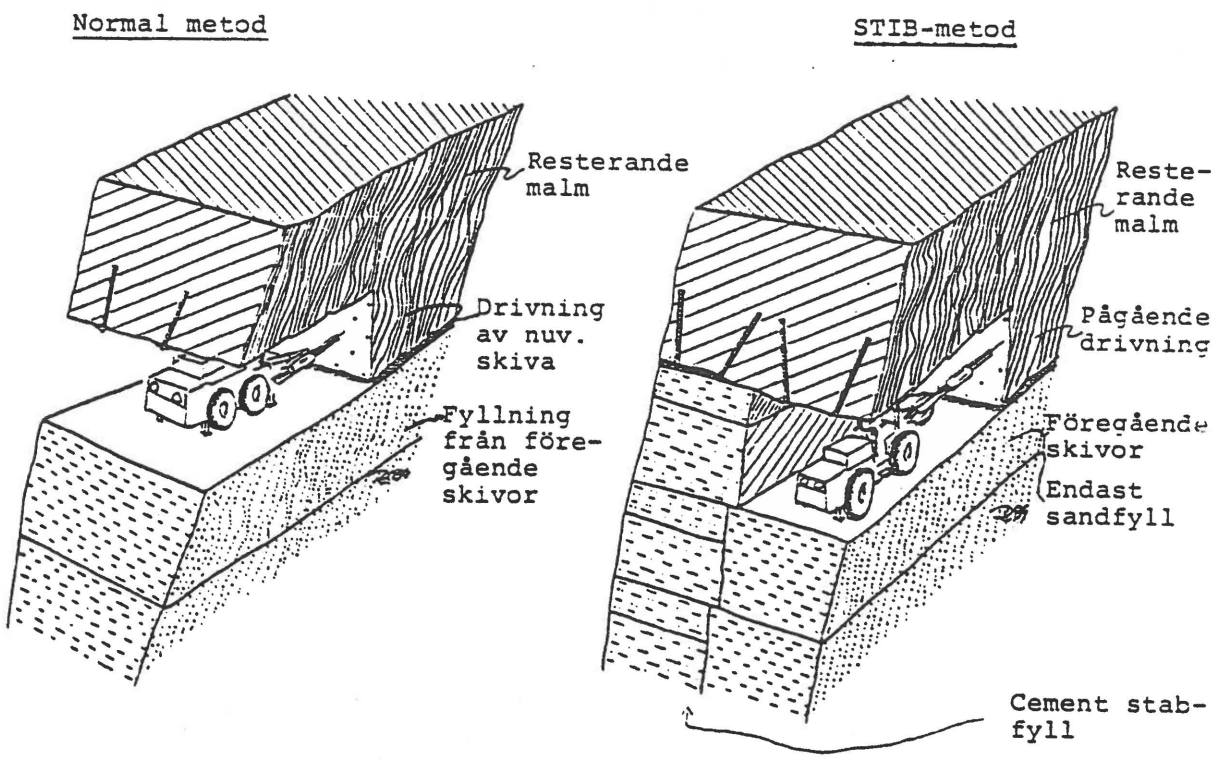


Fig 5. Brytningsmetoder i Kristinebergsgruvan

Materialet distribueras ut i gruvan via ett dubbelt rörledningssystem utfört i stål med 125 mm diameter. Till ledningar in på rummet används 100 mm plastledningar. Avskiljnings- och dräneringsväggar bygges som glesbyggda träväggar. Väggar av mera permanent karaktär gjutes av betong eller muras av betonghålsten.

Fyllningssystemets kapacitet är cirka 100-110 ton fast gods per timme.

Garpenbergsgruvan (nedåtgående igensättningsbrytning NIB)

Berggrunden i Garpenbergsområdet består av metamorfa sura vulkaniter (leptiter) med inslag av basiska vulkaniter och kalksten. Bergarterna är starkt förskiffrade och stupar 75-80°. I anslutning till kalksten och sulfidmalm finns omfattande zoner med sekundär hydrotermal omvandling, vars produkter liknar de, som erhålles vid vittring.

Malmerna i Garpenbergsfältet kan hänföras till två olika typer: kopparhårdmalm med guld och komplexmalm med zink, bly, koppar och silver. Kopparmalmerna utgörs av kompakt kopparkis i kvartsgångar med flusspat samt svag kopparkisimpregnation i granatförande biotitkvartsit, som omger kvartsgångarna. Dessa följer i allmänhet förskiffringen. Komplexmalmerna, som är den dominerande malmtypen, utgörs av zinkblände och blyglans i tunna skikt i biotitskiffrig kvartsit. Upp till flera meter breda kompaktmalmzoner förekommer där bergartsfragment återfinns i malmmassan (kulmalm). I norra delen av malmområdet (Strandgruvan) är malmmaterialet knutet till mer eller mindre talkomvandlat tremolitskarn. En del av komplexmalmerna förekommer i sekundärt hydrotermalomvandlat berg, s k mull. Trots att silikatmineralen här är helt omvandlade till lermineral och talk är sulfidmineralen till stor del bevarade. Ett antal parallella uthålliga tremolit/klorit/talkskölar med strykning och stupning liknande övrig geologi förekommer på malmens liggsida, i malmen samt som avgränsning mellan liggbergarter (leptit) och hängbergarter (kalksten) på malmens hängsida.

Halter

Au	Ag	Cu	Zn	Pb
1.2 g/ton	150 g/ton	0.43%	5.1%	3.6%

Malm och sidoberg karaktäriseras av låg hållfasthet hos bergmassan. Ett flertal brantstående, med malmen parallella eller nästan parallella, skölar förekommer, framförallt i sidobergget på malmens liggsida. Stora sättningar längs sådana skölar förekommer i ett avstånd upp till 40 m från malmen på både häng- och liggvägg med sättningsbelopp upp till flera meter. Sättningarna kan observeras ned till lägsta brytningsnivå, dock med avtagande belopp. I den norra malmänden utgörs bergmassan av mull med extremt låg hållfasthet (geotekniskt jämförbart med silt). Den låga hållfastheten samt rörelserna har medfört att man tvingats övergå till brytningsmetoden nedåtgående igensättningsbrytning (NIB) med återfyllning av cement-

stabiliserad anrikningssand. Vid brytning av mullen kompletteras NIB med tätbockning och spontslagning, utom i de fall där man redan skapat sig ett tak av cementstabiliserad anrikningssand. Brytningsmetoden medger att malmen kan utbrytas utan avsättning av vertikala och horisontella pelare.

Malmen bryts uteslutande med igensättningsbrytning, dels uppåtgående och dels nedåtgående. Den tidigare vanliga igensättningsbrytningen med sponttak, s k mullmalmsbrytning förekommer endast i begränsad omfattning och redovisas därför ej.

Igensättningsbrytning från ramp

Igensättningsbrytning från ramp används för brytning av kopparhårdmalmerna mellan 420 och 380 m nivå. Cirka 15 procent av hela malmfångsten tas ut på detta sätt. Brytningen sker på konventionellt sätt. Malmskivans höjd är 3.5-4.0 m och salvlängden 2.7 m. Borrningen sker med tvåboms borraggregat. Det lössprängda berget utlastas med diesellastmaskin, som lastar berget på en lastdumper, för utfrakt till störtschakt.

Nedåtgående igensättningsbrytning (NIB)

På grund av den komplexa malmens dåliga hållfasthet infördes år 1972 nedåtgående igensättningsbrytning (NIB) i gruvan. År 1983 uttas 80% av totala malmproduktionen med NIB. All malmbrytning under 380 m nivå skall uttas med NIB.

Från en ramp belägen på malmkroppens liggsida leder inslagsorter till malmen. Från varje inslagsort bryts en malmskiva med skivhöjden cirka 4.2 m. Malmen uttas genom ortdrivning med ortarean cirka 22 m^2 (höjd = 4.5 m, bredd = 5.0 m). Figur 6 visar principen för utbrytning av en malmskiva. Från infartsorten drivs orter mot malmens ytterlägen så att minst 2-4 brytningsfronter alltid finns tillgängliga. Efter hand som orterna utbryts återfylls de med cementstabiliserad anrikningssand, vilken kommer att utgöra tak vid underliggande brytning, varefter nya orter drivs bredvid de igenfyllda. På

så sätt fortgår brytningen tills malmskivans area är utbruten. Inga pelare kvarlämnas i malmen vid NIB. Vid brytning av underliggande skiva förläggs orterna i möjligaste mån så att de korsar ovanförliggande orter.

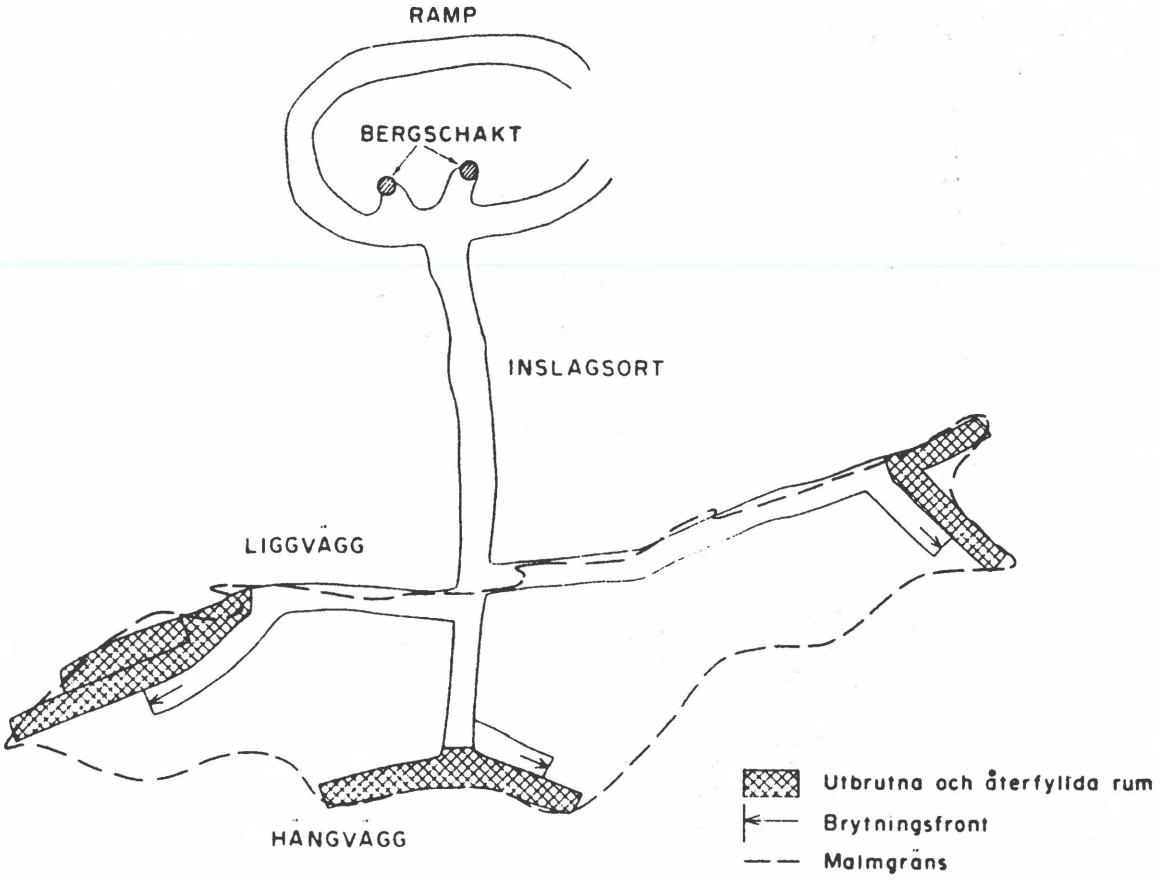


Fig 6. Nedåtgående igensättningsbrytning. Principskiss visande utbrytning av en malmskiva

All borrning, såväl i tillredningsarbetena som i malmbrytningen, sker med tvåboms borraggregat. Det är viktigt att den cementstabiliserade fyllen (det blivande NIB-taket) inte skadas vid sprängningen. Därför placeras takhålen cirka 1 m under det konstgjorda taket och vägghålen 0.5-1 m från den återfyllda orten, när drivning sker bredvid denna. Utlastning av salvorna utförs med en dieseldriven lastmaskin, vars skopvolym är 2.6 m^3. Det lössprängda berget lastas på lastdumper och transporteras till störtschakt. Transportsträckan är 400-1200 m.

Innan fyllning skall utföras planeras den utbrutna ortens sula med cirka 0.3 m malmsylta, som dels skall skydda fyllen vid underliggande sprängningar och dels gör att fyllen får en jämn botten vilken kommer att bilda tak vid underliggande brytning. Före fyllning sker även upphängning av fylledningar, byggnationer av väggar och utläggning av plastfolie och stängselnät, se Figur 7.

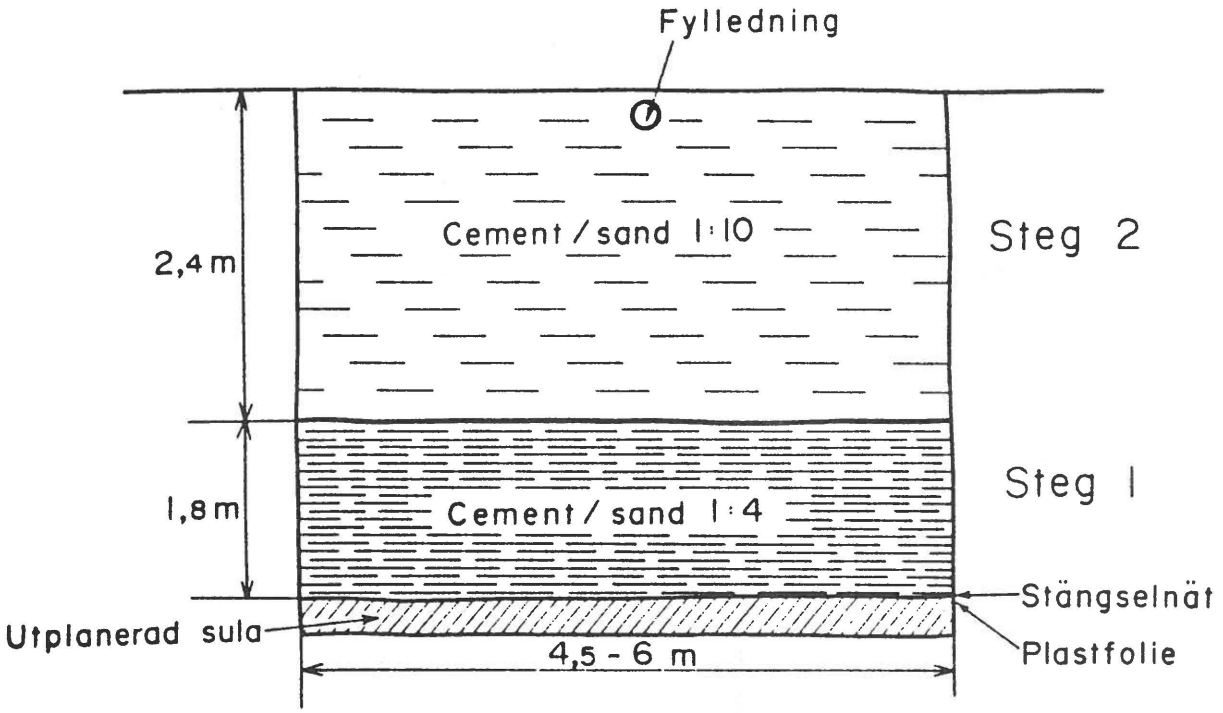


Fig 7. Tvärsnitt genom fyllningsrum i NIB Garpenbergsgruvan.

Utbrutna rum återfylls i två steg. Återfyllningsmaterial är anrikningssand och cement. Vid steg 1 uppfylls 1.8 m av rummets höjd utan något avbrott, varefter fyllningen avbryts minst ett skift. Cement-sandsförhållandet är vid detta tillfälle alltid 1:4. En viss dränering och avtappning av vatten sker i steg 1 genom spaltöppningen i väggen. Vid steg 2 återfylls resterande del av rummet med cement-sandförhållandet varierande mellan 1:4 och 1:10. Avtappning av överskottsvatten sker genom spaltöppningen. Vid denna fyllning kan avbrott

göras vid skiftets slut. Vid återfyllning enligt steg 2 strävas efter att fylla tätt mot tak, varvid tätfyllning först utförs längst in i rummet och sedan successivt förflyttas ut mot fyllväggen.

Återfyllning av NIB-rum sker helt och hållet från en fyllningsstation ovan jord. I regel utförs fyllning enbart under ett skift per dygn (7 tim). Fyllningsarbetena görs med två personer per skift. En kör fyllningsstationen och en passar fyllningen under jord. Anläggningen för tjockfyllning består av sandsilo för anrikningssand från verket, cementsilo, pumpstation med maskin- och automatikutrustning samt två parallella fylledningar från dagen ned till 500 m nivå. Fylledningarna är monterade i särskilt borrade hål genom berget. Fyllningsstationen skapar goda möjligheter att bestämma NIB-takets hållfasthet med hjälp av cementstabiliserad tjockfyll. Med hjälp av bandvågar och flödesmätare kan under fyllningens gång blandningsförhållandet sand-cement-vatten när som helst ändras till det förhållande som önskas.

Nedåtgående igensättningsbrytning i mullmalm

Brytningen utförs i princip enligt beskrivningen ovan dock med en del modifikationer p g a den mycket dåliga hållfastheten i mullmalmen. Malmen uttas genom handhållen ortdrivning med ortarea 12 m^2 (höjd = 3.3 m, bredd = 3.7 m). Salvdjupet varierar upp till 2.4 m beroende på bergets kvalitet. Utlastning av salvorna sker med dieseldriven lastmaskin med 4.5 tons nominell last eller vid mycket små och trånga orter med tryckluftdrivna kastlastmaskiner. Berget transporteras till bergschakten i anslutning till rampen.

4. BRYTNINGSMETODERNAS FÖR- OCH NACKDELAR

Viktiga för- och nackdelar hos typgruvornas brytningsmetoder har tagits fram av de lokala gruvledningarna. Dessa för- och nackdelar presenteras i detta avsnitt.

Skivrasbrytning

Rent allmänt är metoden mycket flexibel. De viktigaste för- och nackdelarna anges i följande sammanställning.

Fördelar:

* Hög mekanisering och automatisering (rasborrning) ger höga effekter, låga kostnader. Möjlighet till hög produktionskapacitet/område.

* Flexibel. Kan anpassas väl till olika malmkroppar och olika produktionsvolymer.

* Driftsäker p g a möjligheten att nå och behärska malmen jämfört med öppnarumsmetoder.

* Ger möjlighet till tidig malmproduktion medan tillredning samtidigt pågår i närheten.

Nackdelar:

* Hög andel tillredning med nuvarande layout.

* Problem med särskiljande av olika kvaliteter.

* Inblandning av gråberg från hängväggen och rasmassorna ovanför brytningsområdet.

* Malmförlust/gråbergsinblandning sämre i flacka malmer.

* Kontinuerligt växande rasområde ovan jord.

Konventionell skivpallbrytning

Fördelar:

* Rationell och enkel uppläggning är möjlig, vilket gör metoden lätt överskådlig.

* Enhetsoperationerna kan hållas åtskilda.

* Måttligt behov av tillredning. Låg spec borrning och laddning kan uppnås.

* Koncentration av pågående arbeten och maskininsatser inom ett begränsat område kan erhållas utan störningar mellan deloperationerna.

Nackdelar:

* God hållfasthet i malm och speciellt i sidoberget krävs.

* Endast mindre malmgränsvariationer kan tolereras.

* Fullständigare kännedom krävs om malmgränserna för hela brytningsområdet före planeringen i jämförelse med andra brytningsmetoder.

* Stora tillredningsarbeten erfordras innan brytning kan påbörjas (räntekostnader).

* Selektiv brytning kan vara svår att genomföra.

* I inledningsskedet av brytningen finns endast ett begränsat antal dragpunkter.

* Svårigheter föreligger att "reparera" ev bomsalvor.

* Om inras ej kan förhindras uppstår stora och oberäkneliga kostnader för skutbehandling och gråbergsinblandning.

Stigortsbrytning

Fördelar:

* Lätt att dela in gruvbrytningen av ett rum i sekvenser (vid ev stabilitetsproblem).

* Hög momentan kapacitet vid borrningen, hela rummet borras på en gång och från en stig. Borraren jobbar ostörd.

* Hög produktion från ett rum möjlig. Endast laddarbetet som begränsning. Laddning och lastning är ej direkt kopplade.

* Hög precision vid inriktning och borrning av produktionshålet p g a geider som styrning och stabil utrustning som kläms fast med domkrafter.

* Hög mekaniseringsgrad, bra arbetsmiljö.

* Möjligt att bryta en relativt slingrig malm med storskalig metod, 4" hål.

* Liten framförhållning på tillredningen.

* Hög årsproduktion från en liten malmarea.

Nackdelar:

* Höga utrustningskostnader p g a långa ställtider på borrutrustning. Flytt mellan rum 2 veckor inklusive byggjobb.

* Om man skjuter fast sig kan ej omborrning göras.

* Laddningsarbetet kräver speciell personal med stor schaktvana.

* Relativ hög specifik borrning p g a stigens placering i förhållande till malmen.

* Svårt att bemästra eventuell instabilitet i tak och hängväggar.

* God hållfasthet i malm och sidoberg krävs.

* Om inras ej kan förhindras uppstår stora och oberäkneliga kostnader för skutbehandling och gråbergsinblandning.

* Mycket god malmkännedom krävs för att placering av stigort skall bli på rätt avstånd från liggväggsgräns. För kort avstånd ger upphov till hål mellan stig- & brytningsrum vilket innebär att lastning i lastglugg där stigen befinner sig, måste ske med fjärrstyrd lastmaskin.

Rum och pelarbrytning

Fördelar:

* Stora utrymmen - medger tung utrustning

* Stort antal angreppspunkter

* Medger mekanisering i stor utsträckning

* Möjlighet att upprätthålla goda kommunikationer

* Relativt enkel brytningsmetod

* Medger god brytningsprecision med avseende på gråbergsinblandning.

Nackdelar:

* Begränsad salvstorlek

* Långa transportvägar

* Stor takyta - omfattande bergförstärkning

* Områden med låg mäktighet kräver speciell utrustning

* Inga fasta arbetsplatser vilket ej medger stationära utrustningar och anläggningar

* Relativt stora ytor blottlägges vid sprängning, detta medför att personal under vissa arbetsmoment vistas under osäkrade bergytor.

Igensättningsbrytning

Fördelar:

* Små malmförluster

* Små gråbergsinblandningar

* Kan klara dåliga bergförhållanden

* Kan ta tillvara på mycket oregelbundna malmer

* Stor del av avfallet används som återfyllning

Nackdelar:

* Låg produktivitet p g a långa smala malmer

* Ej separerade enhetsoperationer

* Stor andel skrotning och bergförstärkning

* Dyrt

Nedåtgående igensättningsbrytning

Tekniskt:

- ingen deponering av fallande gråberg i utbrutna rum möjlig

+ tillåter ökad mekanisering

+ säkrare tak, slipper dyrbara bergförstärkningsarbeten som t ex bockning

+ högre produktivitet

+ inga pelare och mellanbottnar behöver lämnas, positivt ur malmförsörjningssynpunkt, låga malmförluster

+ låg gråbergsinblandning

Ekonomiskt:

+ bättre än tidigare använda metoder trots dyrare återfyllnadsmaterial.

5. PRODUKTIVITET

Produktivitet används ofta för att jämföra olika brytningsmetoder men också för att studera en viss brytningsoperation under en följd av år. Skiftproduktivitet är troligen det vanligaste måttet på produktivitet.

Skiftproduktivitet = Bruten kvanitet råmalm / Arbetade skift, drift o underhåll arbetare (ton/manskift)

Den speglar hur arbetsintensiv metoden är eller dess mekaniseringsgrad. Det finns emellertid andra produktivitetsbegrepp som även tar hänsyn till andra resursslag t ex

Arbetsproduktivitet = Bruten kvantitet råmalm / Lönekostnad, drift, arbetare och tjänstemän (ton/kkr)

Materialproduktivitet = Bruten kvantitet råmalm / Material- o energikostnad, drift (ton/kkr)

Kapitalproduktivitet = Bruten kvantitet råmalm / Löne- och mtrl.kostn. i underhåll kapitalkostn. för anläggn-, byggnader och maskiner (ton/kkr)

Beräknade produktiviteter för de sju typgruvorna/brytningsmetoderna ges i tabell 15.

Tabell 15. Produktivitet för sju brytningsmetoder.

Metod	Skift (ton/skift)	Arbete (ton/kkr)	Material (ton/kkr)	Kapital (ton/kkr)
Skivras-brytning	98	121	169	69
Skivpall-brytning	63	95	135	54
Stigorts-brytning	44	42	47	28
Rum- o pelar-brytning	48	76	56	44
Igensätt-ning I	34	43	41	23
Igensätt-ning II	14	19	25	16
NIB	10	13	13	13

Som framgår skiljer sig högsta och lägsta skift- och arbetsproduktiviteten ungefär med en faktor 10. Detta återspeglar olika faktorer t ex rumsstorlek, använd utrustning, bergstabilitet, cykliska eller icke cykliska operationer etc.

Skillnader i material- och kapitalproduktivitet är större respektive mindre än skillnaderna i arbetsproduktivitet.

6. KOSTNADER

Det är mycket svårt att göra en säker kostnadsjämförelse mellan olika gruvor/gruvföretag beroende på skilda konteringssystem. Trots detta gjordes i utredningen ett försök att samla in och jämföra kostnader för de sju typgruvorna. Som ett hjälpmedel vid valet av forsknings- och utvecklingsområden har olika relativa kostnadsdata beräknats. De viktigaste resultaten av dessa beräkningar presenteras i detta kapitel.

I Tabell 16 redovisas gruvbrytningens andel av totalkostnaden för hela malmutvinningsverksamheten fritt båt eller smältverk. Som framgår varierar gruvbrytningskostnaden från 25% för skivrasbrytning upp till 73% för nedåtgående igensättningsbrytning. Skillnader i totalkostnad för hela verksamheten beror främst på skillnader i kostnad för gruvbrytning under jord. Gruvbrytningskostnaderna utgör genomsnittligt den största kostnadsandelen och det är således viktigt att angripa dessa med forskning och utveckling.

Tabell 16. Gruvbrytningens kostnadsandel i procent av totalkostnad (drift och kapital) för hela verksamheten fritt båt/smältverk

Metod	Procent (%)
Skivras	25
Skivpall	49
Stigort	57
Rum- och pelar	56
Igensättning I	50
Igensättning II	62
NIB	73

Om man sedan börjar bryta ner kostnaderna för gruvbrytningen under jord utgör kostnaden för undersökningen och diamantborrningen en intressant del. I Tabell 17 presenteras dessa kostnader i procent av totala driftskostnaden (se tabell 21 be-

träffande underjordskostnadens kapitalandel) för gruvbrytningen. Undersöknings- och diamantborrningskostnaden varierar från omkring 1% till omkring 6% med medelvärder 3.4%. Det är intressant att spekulera över effekten av en dubblering eller t o m en tredubbling av denna andel i budgeten. Kommer gruvbrytningskostnaden totalt sett att öka och hur påverkas gråbergsinblandning och malmförluster?

Tabell 17. Undersöknings- och diamantborrningskostnad i procent av total driftskostnad för gruvbrytning under jord.

Metod	Procent (%)
Skivras	6
Skivpall	3
Stigort	5
Rum- och pelar	3
Igensättning I	4
Igensättning II	1
NIB	2

Tillredning och brytning utgör underjordsbrytningens tyngsta kostnadsandel, vars beräknade kostnader presenteras i Tabell 18. Utanför angivna kostnader ligger undersökning/diamantborrning (Tabell 17) transport/krossning/uppfordring, media/gruvbyggnad och vissa ofördelade kostnader.

Tabell 18. Tillrednings- och brytningskostnad i procent av total driftskostnad för gruvbrytningen under jord.

Metod	Procent (%)
Skivras	59
Skivpall	46
Stigort	60
Rum- och pelar	51
Igensättning I	48
Igensättning II	49
NIB	59

Man ser att andelen är tämligen lika för olika gruvor och ligger mellan 40% och 60%. Intressantare ändå är kanske att göra ytterligare en uppdelning av kostnaderna enligt Tabell 18. En sådan beräkning visas i Tabell 19 där kostnadsandelar för tillredning (i malm och gråberg), brytning (borrning, sprängning, lastning) och återfyllning och förstärkning (återfyllning, bergförstärkning, skyddsskrotning) redovisas.

Tabell 19. Driftskostnad för tillredning och brytning uppdelade i Tillredning, Brytning och Återfyllning/Bergförstärkning.

Metod	Tillredning %	Brytning %	Återfyllning o bergförst. %
Skivras	43	49	8
Skivpall	34	62	4
Stigort	41 x)	45	5
Rum- o pelar	1	86	13
Igensättning I	12	61	27
Igensättning II	8	63	29
NIB	15	54	31

x) Notera att investeringar i snedbana konteras som driftskostnad.

Som framgår föreligger stora variationer mellan brytningsmetoderna. För skivrasbrytning är kostnaderna ungefär lika fördelade mellan tillredning och brytning. För igensättningsbrytning och rum- och pelarbrytning utgör tillredning endast en mindre del av driftskostnaden för tillredning och brytning.

Enhetsoperationerna utgör ofta viktiga rationaliseringsobjekt. Figur 9 visar kostnadsfördelningen mellan följande enhetsoperationer

* borrning
* sprängning
* lastning
* bergförstärkning
* återfyllning
* horisontal-vertikaltransporter

Kostnader för kapital, undersökning/diamantborrning, tillredning, krossning, media/gruvbyggnad och vissa ofördelade kostnader ligger utanför redovisade kostnader.

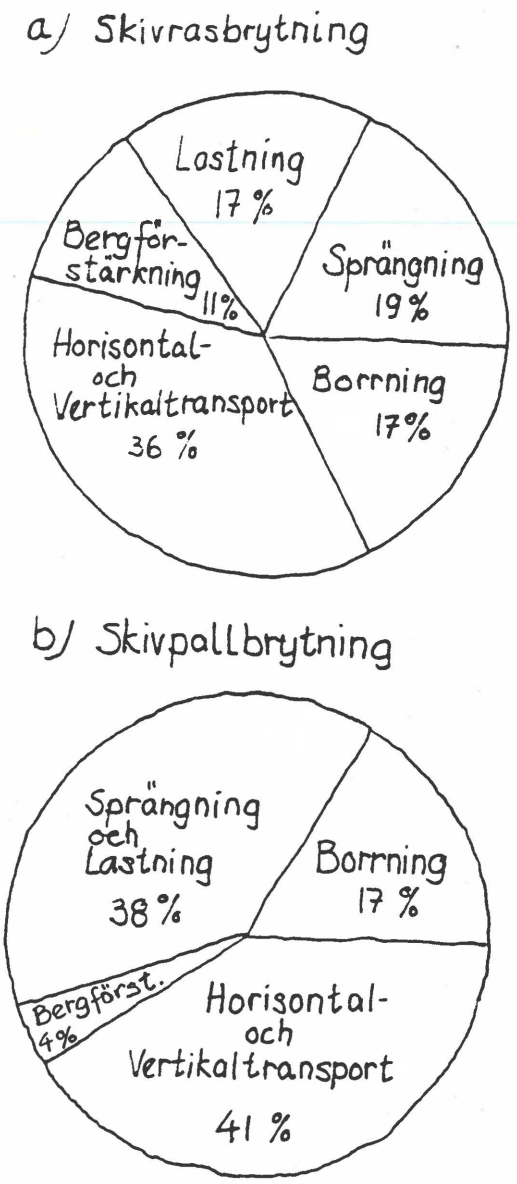
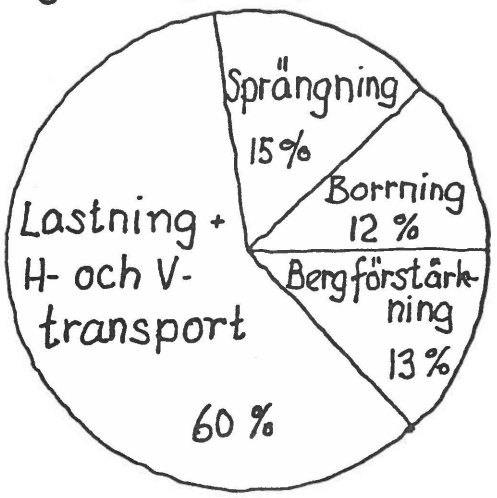
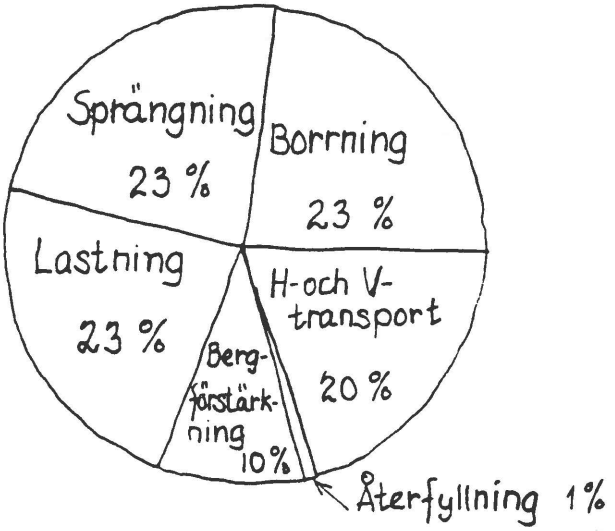


Fig 9. Kostnadsfördelning mellan olika enhetsoperationer för typgruvorna.

c) Stigortsbrytning



d) Rum- o. pelarbrytning



e) Igensättningsbrytning I

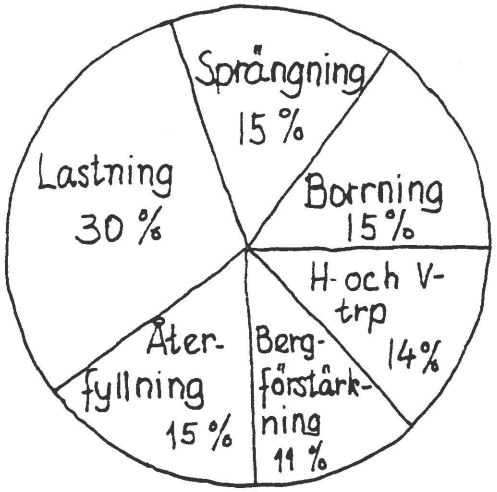


Fig 9. forts.

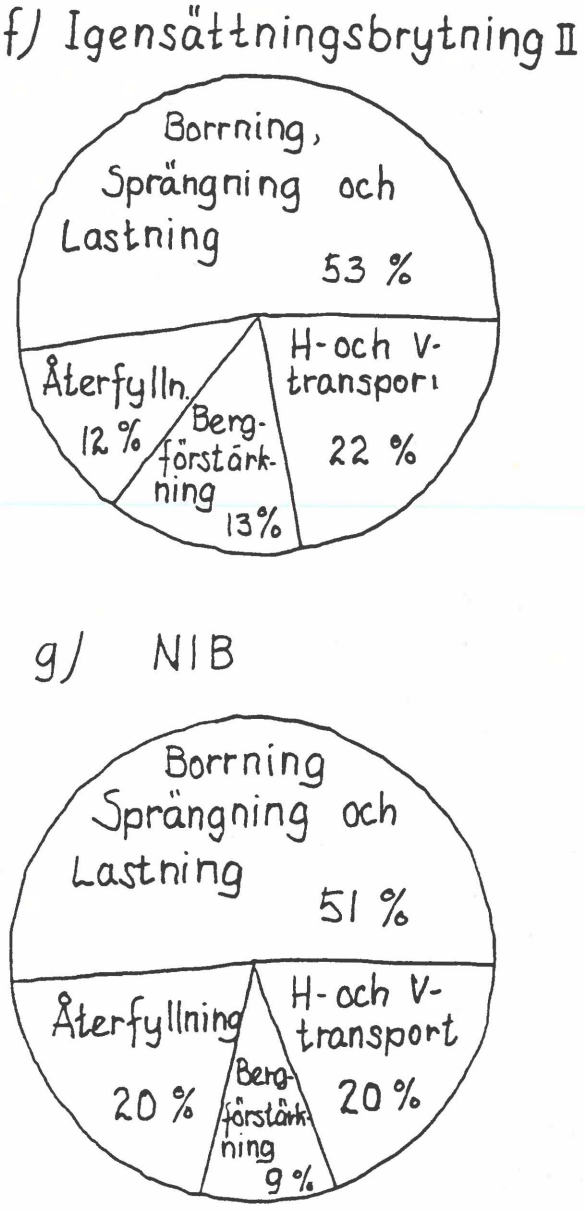


Fig 9. forts.

En sammanfattning presenteras också i Tabell 20. Det är intressant att notera att kostnadsfördelningen för borrning + sprängning + lastning och bergförstärkning är ganska lika (medelvärde är 57% respektive 10%) oberoende av brytningsmetod (frånsett rum- och pelarbrytning). Transporter och återfyllning är metod/gruvberoende.

Tabell 20. Fördelning av driftskostnader mellan viktiga enhetsoperationer (i procent).

Metod	Borrn.+Spräng + Lastning	Berg förstärkn	H+V trp	Åter-fyllning
Skivras	53	11	36	-
Skivpall	55	4	41	-
Stigort*	-	-	-	-
Rum- o pelare	69	10	20	1
Igensättning I	60	11	14	15
Igensättning II	53	13	22	12
NIB	51	9	20	20

* Lastning sker i truckar som transporterar malmen till dagytan. Lastning och horisontal- och vertikaltransporter konteras tillsammans. Bergförstärkning inräknas i tillredning.

Hittillsvarande kostnadsuppgifter har presenterats i procent av huvud-, del- eller enhetsoperationer. Ett annat sätt är att dela upp kostnaderna i olika kostnadsslag.

- Lön (arbetare + tjänstemän)
- Material
- Energi
- Rep och underhåll (lön + material)
- Främmande tjänst och övrigt
- Kapital

Procentfördelning för olika brytningsmetoder visas i tabell 21. Trots att en del individuella variationer förekommer i tabellen, verkar det som om kostnadsslagen är oberoende av metod/gruva. Detta måste anses förvånande med hänsyn till de stora skillnader i skiftproduktivitet som föreligger mellan metoderna.

Tabell 21. Fördelning av kostnadsslag i procent för sju brytningsmetoder.

Metod	Lön (Arb o tjm)	Mtrl	Energi	Rep o under-håll (lön o mtrl)	Främm Tjänst o öv-rigt	Kapi-tal
Skivras	28	14	6	14	2	36
Skivpall	27	10	9	29	7	18
Stigort	21	15	6	13	28	16
Rum- o pe-lare	22	22	10	23	9	14
Igensätt-ning I	22	12	9	20	15	22
Igensätt-ning II	31	18	7	20	7	17
NIB	29	26	6	15	8	16
Medelvärde	26	17	7	19	11	20

Man ser också att reparations- och underhållskostnaderna utgör en stor kostnadsand.

7. GRÅBERGSINBLANDNING OCH MALMFÖRLUST

Två faktorer som har stor betydelse vid all malmbrytning är

* gråbergsinblandning
* malmförlust

Brytvärda malmer finns endast på relativt få platser.Det är därför viktigt att de utnyttjas så fullständigt som möjligt (låg malmförlust). För brytningens ekonomi är det viktigt att man minimerar mängden av vid brytningen inblandat sidoberg (gråbergsinblandning) som måste hanteras och separeras vid efterföljande malmbehandling. Våra möjligheter att behärska dessa två faktorer är avgörande vid val av brytningsmetod, graden av insatta bergförstärkningsåtgärder och för brytningens ekonomi över huvud taget. Ingen av dessa faktorer är särskilt lätt att kvantifiera men det bör alltid finnas möjligheter att sträva mot ett minimum.

I steg ett av projektet "Värdering av brytningsmetoder" har en kartläggning av gråbergsinblandning och malmförluster gjorts. Arbetet har utförts av Åke Wirstam i samarbete med arbetsgruppen. Uppgifter har inhämtats vid besök och intervjuer vid de sju typgruvorna. Före besöken skickades till gruvorna ett förslag till definitioner av gråbergsinblandning och malmförluster utarbetade av P A Lindqvist och Å Wirstam. Befintlig statistik vid gruvorna och annat material i form av karteringar, haltjämförelser etc har utnyttjats. I en del fall har kompletterande uppgifter framtagits vid gruvorna.

Följande definitioner användes vid kartläggningen av gråbergsinblandning och malmförluster.

GRÅBERGSINBLANDNING

Tre olika slag av gråberg kan förekomma

- mineraliserat gråberg
- rent gråberg
- skadligt gråberg

I fortsättningen förutsätts i första hand att rent gråberg inblandas. De andra två slagen av inblandning kräver speciell bedömningsteknik från fall till fall. Gråbergsinblandning i egentlig mening utgör inte gråbergspartier som man vid malmberäkningen kalkylerar in inom brytningsgränserna.

Typ av inblandning	Definition
1. Kalkylerade gråbergspartier	Inneslutningar och sidoberg som ej kan undvikas vid valt brytningsförfarande och därför tillföres malmen vid malmberäkningen. Kan dock eventuellt påverkas genom modifiering av brytningstekniken.

Den egentliga gråbergsinblandningen från omgivningen kan indelas i följande komponenter:

2. Tillredningsinblandning	Inblandning av gråberg från tillredningar då gråberget ej kan särskiljas under uppfrakten.
3. Metodbunden gråbergsinblandning	Gråbergsinblandning som kan hänföras till brytningsmetoden.
3.1 Brytningsinblandning	Inblandning p g a normala malmgränsvariationer.
3.2 Rasbergsinblandning	Inblandning av gråberg vid rasbrytning och vid brytning av pelare mot rasberg.
3.3 Fyllinblandning	Inblandning av fyll vid igensättningsbrytning
4. Ej förutsedd gråbergsinblandning	Gråbergsinblandning som ej förutsetts vid planering och brytning.

4.1 Malmberäkningsfel	Mer gråberg än beräknat finns inom planerad brytningsgräns på grund av bristande geologisk information.
4.2 Strossningsfel	Brytning utom planerad brytningsgräns p g a felplacerade orter eller felriktad borrning och sprängning.
4.3 Instabilitetsberoende inblandning	Bergmekaniskt betingade, icke kontrollerade brott i brytningsrum som ökar gråbergsinblandningen.

Sättet att beräkna gråbergsinblandning kräver en förklaring eftersom detta kan ske på två olika sätt.
Metod I, som bl a användes i Kirunagruvan, innebär att gråbergsinblandningen angives som en procentandel av bruten råmalm (Ex: 20% gråbergsinblandning = 20 viktsdelar gråberg + 80 viktsdelar malm).
Metod II, som användes i många andra gruvor innebär att gråbergsinblandningen angives som ett procentuellt tillägg till kvantiteten ren malm (Ex: 20% gråbergsinblandning = 20 viktsdelar gråberg + 100 viktsdelar malm). Båda metoderna tillämpas alltså. Metod I är naturlig när man talar om andelen gråbergsinblandning i bruten råmalm och likaså när det gäller kalkylerad gråbergsinblandning, som ju ingår i malm in situ, medan metod II kan förefall naturligare när man vid malmberäkning gör ett gråbergstillägg till nettomalm in situ.

Värden för gråbergsinblandning är i följande sammanställningar angivna enligt Metod II.

MALMFÖRLUSTER

Utanför de vid brytningstillfället aktuella ekonomiska malmgränserna finns i de flesta malmer, speciellt i impregnationsmalmerna, mineraliseringar som ej är brytvärda vid gällande metallpriser och kostnader, eller eventuellt ej kan brytas

med den teknik man använder. Dessa mineraliseringar kan vara belägna så att de blir oåtkomliga sedan malmen utbrutits och kan då betecknas som en mineraliseringsförlust, som dock är svår att kvantifiera. De kan givetvis också vara belägna så att de när som helst vid ändrade betingelser kan brytas.

Malmförlusten har i det följande angivits i viktsprocent med förutsättningen att den har samma halter som malmens medelhalter. Detta behöver dock inte alltid vara fallet. I vissa malmer är det tänkbart att exempelvis pelaravsättning i viss grad kan styras till lågvärdiga malmdelar.

Typ av malmförlust	Definition
1. Planerad mineraliseringsförlust	Kvarlämnade mineraliseringar som av praktiska och ekonomiska skäl ej kan brytas rationellt med påtänkt brytningsmetod. Ingår ej i bruttomalmbasen. Omvärdering av sådan kvantitet kan ske p g a ändrat malmvärde eller metodutveckling.

Den egentliga malmförlusten kan uppdelas i följande komponenter:

2. Kalkylerad malmförlust	Kvarlämnade stödpartier som ej bedöms möjliga att bryta av stabilitetsskäl. Förlusterna beror i hög grad på malmvärde och vald brytningsmetod. Bruttomalmbasen minus kalkylerad malmförlust utgör den tekniska (netto)malmbasen.
3. Metodbunden malmförlust	Malmförluster som kan hänföras till brytningsmetoden.
3.1 Brytningsförluster	Förluster p g a normala malmgränsvariationer.

3.2 Rasbergsförluster	Förlust av malm i rasberg vid rasbrytning och vid brytning av pelare mot rasberg.
3.3 Förluster i fyll	Förlust av malm i fyll vid igensättningsbrytning.
4. Ej förutsedd malmförlust	Malmförluster som ej förutsetts vid planering och brytning.
4.1 Malmberäkningsförlust	Förlust av malm utom planerad brytningsgräns p g a bristande geologisk information.
4.2 Strossningsförlust	Förlust av malm inom planerad brytningsgräns p g a felplacerade orter eller felriktad borrning och sprängning.
4.3 Instabilitetsberoende malmförlust	Bergmekaniskt betingade, icke kontrollerade brott eller risk för brott i gruvan som ökar malmförlusten.

Nedan lämnas kommentar och en sammanfattning för varje brytningsmetod. Numreringen i sammanfattningarna hänför sig till motsvarande numrering enligt definitionerna.

a. Skivrasbrytning/Kiirunavaara

* Densitet

gråberg = 2.7
malm = 4.6

* Gråbergsinblandning	Viktsprocent
1. Kalkylerade gråbergspartier	4
3.2 Rasbergsinblandning	25

* Malmförlust	Viktsprocent
3.1 Brytningsförluster	2
3.2 Rasbergsförluster	15
4.3 Instabilitetsberoende förlust	1

b. Konventionell skivpallbrytning/Dannemora

* Densitet
gråberg = 2.8
malm = 4.0

* Gråbergsinblandning	Viktsprocent
1. Kalkylerade gråbergspartier	11
2. Tillredningsinblandning	4
3.1 Brytningsinblandning	2
4.3 Instabilitetsberoende gråbergs-inblandning nivå 350-420	50
4.3 Instabilitetsberoende gråbergs-inblandning nivå 280-420	45

* Malmförlust	Viktsprocent
3.1 Brytningsförluster	2
4.3 Instabilitetsberoende malmförlust	≤ 14

c. Stigortsbrytning/Viscaria

* Densitet
gråberg = 2.78
malm = 3.03

* Gråbergsinblandning	Viktsprocent
1 Kalkylerade gråbergspartier	12
4.3 Instabilitetsberoende gråbergs-inblandning	18

* Malmförlust	Viktsprocent
2. Kalkylerad malmförlust	15
3.1 Brytningsförluster	5
4.3 Instabilitetsberoende malmförlust	10

d. Rum- och pelare/Laisvall

* Densitet

gråberg = 2.65
malm = 2.74

* Gråbergsinblandning	Viktsprocent
3.1 Brytningsinblandning	övre ss 6
	undre ss 5
4.1 Instabilitetsberoende inblandning	övre ss 6
	undre ss 0

* Malmförluster	Viktsprocent
2. Kalkylerad malmförlust	övre ss 28
	undre ss 28

e. Igensättningsbrytning I /Udden

* Densitet

gråberg = 2.7
malm = 3.5

* Gråbergsinblandning	Viktsprocent
1. Kalkylerade gråbergspartier	7
3.1 Brytningsinblandning	16
3.3 Fyllinblandning	1
4.2 Strossningsfel	2
4.3 Instabilitetsberoende inblandning	1

* Malmförluster	Viktsprocent
2. Kalkylerad malmförlust	10-15

f. Igensättningsbrytning II/Kristineberg

* Densitet

gråberg = 2.7
malm = 3.6

* Gråbergsinblandning	Viktsprocent
1. Kalkylerade gråbergspartier	12
3.1 Brytningsinblandning	5
3.3 Fyllinblandning	2
4.3 Instabilitetsberoende inblandning	5

* Malmförluster	Viktsprocent
2. Kalkylerad malmförlust	5-10
4.3 Instabilitetsberoende malmförlust	1

g. Nedåtgående igensättningsbrytning (NIB)/Garpenberg

* Densitet

gråberg = 2.8
malm = 3.1

* Gråbergsinblandning	Viktsprocent
1. Kalkylerade gråbergspartier	15
2. Tillredningsinblandning	1
3.1 Brytningsinblandning	15

* Malmförluster	Viktsprocent
2. Kalkylerad malmförlust	2- 3
4.3 Instabilitetsberoende förlust	3- 5

Sammanställning av total gråbergsinblandning (Metod II) och malmförlust framgår av Tabell 22 för olika brytningsmetoder.

Tabell 22. Gråbergsinblandning och malmförlust för olika brytningsmetoder.

Metod	Gråbergsinblandning (%)	Malmförlust (%)
Skivras	25	18
Skivpall	51	< 16
Stigort	18	30
Rum- o pelare	5-12	28
Igensättning I	20	10-15
Igensättning II	12	6-11
NIB	16	5- 8

Som synes är värdena starkt metodberoende, men påverkas givetvis också av malmernas geometri och stabiliteten hos malm och sidoberg.

BILAGA A

Statistik från 40 gruvor och malmkroppar

BRYTNINGSMETOD = SKIVRAS OCH BLOCKRASBRYTNING

Namn	Produktionsvolym 1984 Mton/år	Form		Mäktighet (m)					Stupning			Brytningsdjup under markytan (m)				Största rumsdimension (m)					Malmvärde				Selektivitetskrav		Uppgifter om stabilitet i och omkring malmen
		Likformig	Plattlinsf	<4	4-10	10-30	30-80	>80	Horisontell	Flack	Brant	<300	300-600	600-900	>900	<6	6-10	10-20	>20	Ing uppg	Lågt	Medel	Högt	Mkt högt	Ja	Nej	
Kiirunavaara	12.00		X					X			X		X					X			X				X		Uppvisar över sin längd alla bergförhållanden, från mycket stabil geologisk miljö till mycket dåligt berg.
Västra Fältet	0.40		X			X					X		X						X		X					X	Malmbergets största hängvägg finns här.
Tingvallkulle	1.20		X			X				(X)	X		X						X		X					X	Malmen stabil i tvärorter. Glidningsproblem i liggväggsorter. Viss glidning tvärs uppåtriktade borrhål.
Norra Alliansen	2.0		X				X				X		X						X		X					X	Instabil hängvägg och extremt dålig liggvägg. Malmen har stundtals brutits med omvänt skivras.
Parta	0.50		X			X					X		X						X		X					X	Vissa problem med glidning i liggväggsort i slag som stryker parallellt med orten.
Vitåfors-Riddar.	0.70	X	(X)				X			X			X						X		X					X	Extremt stabil hängvägg trots hög sprickfrekvens i borrkärnor. Även malmen visar låga hållfasthetsdata men besitter normal stabilitet och stabila borrhål.
Kapten	2.50	(X)	X				X				X		X						X		X					X	Hängväggen är mycket stabil. Den bryts sönder i mycket stora block. Slagig malm med mer än 3 sprickgrupper. Malmen har tidigare brutits med blockras med viss framgång.
Grängesberg (skivras)	1.50		X				X				X		X					X			X					X	Sköl i hängväggskontakten. Hängen är hållfastare än malmen. Malmen bryts delvis med blockrasbrytning. Förkastning genom gruvan påverkar stabiliteten.
Grängesberg (blockras)	2.40		X				X				X		X					X			X					X	
Dannemora	0.89		X			X					X		X						X		X				X		Stabilt berg och bra hållfasthet i både malm och sidoberg.

BRYTNINGSMETOD: SKIVPALL OCH STIGORTSBRYTNING

Namn	Produktionsvolym 1984 Mton/år	Malmtyp: Järn	Kop-par	Övriga	Indust. mineral	Form: Likformig	Platt-linsf.	Mäktighet (m): <4	4-10	10-30	30-80	>80	Stupning: Horisontell	Flack	Brant	Brytningsdjup under markytan (m): <300	300-600	600-900	>900	Största stabila rumsdimension (m): <6	6-10	10-20	>20	Ing. uppg	Malmvärde: Lågt	Medel	högt	Mkt högt	Selektivitetskrav: ja	Nej	Uppgifter om stabilitet i och omkring malmen.
Sofia	0.67	X					X			X					X		X							X	X				X		I. U.
Luossa-vaara	0.60	X					X			X					X		X						X		X				X		I. U.
Viscaria (stigort)	1.40		X				X		X						X		X						X			X				X	Grafitzon i hängväggen. Då zonen ligger närmare än 10 m (50% av väggytan) genomförs speciella förstärkningsåtgärder.
Östra Dennewitz (stigort)	0.50	X				X				X					X		X						X		X					X	Såväl malm som hängvägg blockar lätt upp i meterstora ohanterliga block.
Fabian	0.50	X					X			X					X		X						X		X					X	Mycket kompetent hängvägg. Dålig liggvägg med omfattande kalvning.
Yxsjöberg	0.08			X			X		X						X		X			X					X					X	Fyndigheten består av tre malmkroppar. Två av dessa är smala och bryts med igensättning. Distikta malmgränser med vissa häng- och liggväggsras men med tämligen god stabilitet. Tredje malmkroppen bryts med skivpall. Malmen övertväras av grönstenar där tvärgående pelare avsätts.
Dannemora	0.14	X					X			X					X		X						X		X			X			Stabilt berg och bra hållfasthet i både malm och sidoberg.
Björka gruva	0.35				X		X				X				X	X							X		X					X	Mycket god stabilitet under jord. Lite vatten.

BRYTNINGSMETOD: RUM- OCH PELARBRYTNING

Namn	Produktionsvolym 1984 Mton/år	Malmtyp: Kompl	Indus-trim.	Form: Likformig	Plattlinsf	Oregelbunden	Mäktighet (m): <4	4-10	10-30	30-80	>80	Stupning: Horisontell	Flack	Brant	Brytningsdjup under markytan (m): <300	300-600	600-900	>900	Största stabila rumsdimension (m): <6	6-10	10-20	>20	I.U.	Malmvärde: Lågt	Medel	Högt	Selektivitetskrav: Ja	Nej	Uppgifter om stabilitet i och omkring malmen.
Laisvall	1.40	X			X			X				X			X						X				X				X	Lagrad skiktad kvartsitisk sandsten. Flera lerskölar som kan bilda naturliga horisontella tak. Lerskiffertak i Nadok.
Steken-jokk	0.06	X				X		X					X			X					X				X				X	Intensivt veckad malm och sidoberg. Malmen har den bästa hållfastheten. Malmen överlagras av svartskiffer med låg hållfasthet. Den intensiva veckningen ger dock svartskiffern god hållfasthet (jfr korrugerad plåt).
Sax-berget	0.06	X				X		X					X				X					X				X			X	I.u.
Gås-gruvan	0.20		X		X					X		X			X							X		X					X	I.u.
Kvarn-torp	0.13		X		X			X				X			X						X			X					X	God stabilitet under jord men kvarlämnande av pelarbalkar p g a brytning under vattenfyilt dagbrott. Systematisk bultning med 1.8 m bult.

BRYTNINGSMETOD: IGENSÄTTNING OCH NEDATGÅENDE IGENSÄTTNING (NIB)

Namn	Produktionsvolym 1984 Mton/år	Malmtyp			Form		Mäktighet (m)			Stupning			Brytningsdjup under markytan (m)			Största stabila rumsdimension (m)					Malmvärde			Selektivitetskrav		Uppgifter om stabilitet i och omkring malmen.
		Kompl	Ädelmalm	Övrig typ	Platt (linsf)	Oregelbundna	<4	4-10	10-30	Horisontell	Flack	Brant	<300	300-600	600-900	<6	6-10	10-20	>20	I.U	Medel	Högt	Mkt högt	Ja	Nej	
Kristineberg	0.40	X			X			X				X			X		X					X			X	Medelgod hållfasthet i häng- och liggvägg. God hållfasthet i malm. Kontakter mycket svaga. Omvandlingszon med upp till 5 cm lera mot både häng och ligg leder till dålig stabilitet i malm och hängvägg.
Rävliden fältet	0.30	X			X			X				X		X				X			X				X	Massiv sulfidmalm. Liggväggen svagare än malmen. En del problem med inslagen till malmen vilka spricker upp efterhand under 500 m nivå.
Hornträsk	0.08	X				X	X					X	X				X					X			X	Massiv sulfidmalm. Inga svaga kontakter. Inga speciella problem i övrigt.
Näsliden	0.20	X			X				X			X		X					X		X				X	Skiffer i hängvägg. Massiv sulfidmalm med väl definierade kontakter med god hållfasthet. I liggväggen cementerade vulkaniska bergarter med hög hållfasthet.
Holmtjärn	0.05	X				X		X				X	X							X			X		X	I.u.
Udden	0.36	X			X				X			X	X						X		X				X	Hög hållfasthet i malmen. Uthålliga sprickor som stupar flackt längs malmen förorsakar kilformiga utfall. Amfibol i hängväggen medför svagnetszoner. I övrigt stabilt sidoberg utan utpräglade "kontaktproblem".
Renström	0.20	X			X			X				X			X		X						X		X	Starkt sidoberg i både häng- och liggvägg. Omvandlingszoner som ger mycket svaga kontakter. Malmen blockig till massiv. Systematisk bultning 2 x 1.5 m.
Långsele	0.40	X			X				X			X		X				X			X				X	Grovblockig malm med uthålliga längsgående sprickor. Tidigare skivpallbrytning gav problem med hängväggsstabiliteten.
Långdahl	0.14	X			X			X				X	X					X				X			X	Storblockig malm med svaga malmkontakter. Uppsprickning av liggväggen åtgärdas genom bultning.
Stekenjokk	0.54	X				X		X			X			X				X			X				X	Intensivt veckad malm och sidoberg. Malmen har den bästa hållfastheten. Malmen överlagras av svartskiffer med låg hållfasthet. Den intensiva vecklingen ger dock svartskiffern god hållfasthet (jfr korrigerad plåt).
Falu gruva	0.20	X				X		X				X	X							X	X				X	Restbrytning av pelare omgivna av rasmassor.
Gardenberg (NIB)	0.19	X			X				X			X		X		X						X			X	Biotit och klorit i sidoberg. Malmen mycket svag, mull mot hängen.
Gardenberg Norra	0.30	X			X			X				X	X					X			X				X	Homogent berg med leptit i både häng och ligg. Inga utpräglade kontakter.
Dammsjön	-		X			X		X				X	X							X	X				X	Ej i drift. Mull i malm och liggvägg.
Saxberget	0.08	X			X			X			X				X			X				X			X	I.u.
Yxsjöberg	0.08			X	X			X				X		X			X				X				X	Fyndigheten består av tre malmkroppar. Två av dessa är smala och bryts med igensättning. Distikta malmgränser med vissa häng och liggväggar men med tänligen god stabilitet.
Zinkgruvan	0.70	X			X			X				X			X					X	X				X	Skiktad leptit i häng- och liggvägg. Uppsprickning efter skiftplan i hängväggen. Läkta sprickor i kompaktmalmen. Dominerande horisontaltryck i gruvan.

BILAGA B

Allmänna data, personalplaner och maskinplaner från sju typgruvor.

a. Kiirunavaara

1. Allmänna data

Period		:	1984
Uppfordrat malmhaltigt berg	(ton/år)	:	12.000 kton
Uppfordrat gråberg	(ton/år)	:	160 kton
Densitet malm	(ton/fm^3)	:	∿ 4,6
Densitet gråberg	(ton/fm^3)	:	∿ 2,7
Borrhålsdimension, ortdrivn	(längd, Ø)	:	14 fot, 45 mm (medelindrift 3,5 m)
Borrhålsdimension, malmbr	(längd, Ø)	:	Medel 17 m / 57,76 mm
Specifik borrning, ortdrivn	(bm/ton)	:	0,48
Specifik borrning, malmbr	(bm/ton)	:	0,10/57, 0,08/76
Sprängämnesförbrukning	(typ, ton/år)	:	3,620 t ANFO→134 (Kimit, Dynamex)
Specifik laddning, ortdrivn	(kg/ton)	:	0,78 kg/ton (82%ANFO,18%Kimit,Dynamex)
Specifik laddning, malmbrytn	(kg/ton)	:	0,24 kg/ton ANFO
Bergförstärkning, bult	(längd, st/år)	:	2,4 m, 15000 st/år
Bergförstärkning, betongspr	(m^2/år, m^3/år)	:	8000 m^3/år
Vattenuppfordring		:	21000 l/min
Ventilation		:	1050 m^3/sek

2. Personalplan

	Tjänstemän	Arbetare
Gruvavdelning		
Avd, chef, gruving, bitr gruving, tekniker utredare, utvecklingsbefattn.	3	
Planering, Gruvmätning, Kartritning	18	19
Bergmekanik		
Arbetsledning		
Utbildning, skyddsarbete, Gruventreprenad KGE	13	121
Undersökning och kartering		
Bergarbete		
Diamantborrning		
Gruvgeologi		
Kartering, provtagning, analys		
Tillredning och brytning KGK	27	188
Borrning, laddning, lastning		
Skrotning, bergförstärkning		
Fyllning		
Transport, krossning och uppfordring KGB	29	135
Trucktransport (hor. el i snedbana)		
Tågtransport		
Krossning, uppfrakt		
Övrigt		
Media och gruvbyggnad KGT	14	116
Gruvbyggnad		
El. och mekarbeten		
Materialtrp, borrslipning, slamrensn.		
Övrigt		
SUMMA	104	578

3. Maskinplan

	Typ/storlek			Antal			
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	Summa
Undersökning, tillredning, brytning							
Diamantborraggr.							12
Borraggregat-ortdrivn.	Hydrl			7			7
Rasborrningsaggr.	Luft	Hydrl		4	4		8
Laddrobot							13
Lastmaskin	Diesel Toro	Diesel Cat	El	20	9	5	34
Bultborrningsaggr.							4
Skrotningsaggr.							5
Betongsprutn., Injektering, Betongrobot	Sprut-traktor	Injekt utr.	Betong robot	5	2	5	12
Arbetsbryggor för laddn. bergförst. m m	Saxflax			44			44
Övrigt	Skut-traktor	Batell utrust	Övriga aggr.	7	4	16	27
Transport och uppfordran av berg							
Truckar	K-250			7			7
Dumprar							
Lastbilar	Scania			1			1
Lok							
Övrigt	Spill-stens-lok	Kabel-vagn		2	2		4
Media, gruvbyggnad, service, transporter							
Arbetsbryggor (gruvbyggn, el, mek)							
Baklastare, traktorer	Baklast	Bob-Cat	Ledsta Gaffelt	4	2	10	16
Lastbilar för materialtrp	Scania	Volvo	K-162	2	3	1	6
Lätta lastbilar, arbetsledarfordon	Combi+ pickup	Unimag Ford Toy	Peugeot	15	30	43	88
Personaltrp fordon							
Väghyvlar, sopbilar, djupgrävare	Väghyvl	Sopmask	Djupgr.	1	1	2	4
Övrigt	Snö-skotrar	Band-vagnar		8	4		12
			SUMMA				304

b. Dannemora

1. Allmänna data

Period		:	1983
Uppfordrat malmhaltigt berg	(ton/år)	:	990 kton (Från brytn 850 kton " tillredn 140 kton)
Uppfordrat gråberg	(ton/år)	:	45 kton
Densitet malm	(ton/fm^3)	:	4,0 kton
Densitet gråberg	(ton/fm^3)	:	2,8 kton
Borrhålsdimension, ortdrivn	(längd, Ø)	:	3,6 m x 38 mm
Borrhålsdimension, malmbr	(längd, Ø)	:	10-12 m x 48 och 51 mm
Specifik borrning, ortdrivn	(bm/ton)	:	0,71
Specifik borrning, malmbr	(bm/ton)	:	0,15
Sprängämnesförbrukning	(typ, ton/år)	:	Dynamex 86 Gurit 3 Nabit 3 Prillit 206 Kapslar ∿ 100.000 st
Specifik laddning, ortdrivn	(kg/ton)	:	0,75
Specifik laddning, malmbrytn	(kg/ton)	:	0,17
Bergförstärkning, bult	(längd, st/år)	:	2,0-3,0 m ∿2.000
Bergförstärkning, betongspr	(m^2/år)	:	∿2.500
Vattenuppfordring		:	550 l/min
Ventilation		:	Vid drift ∿100 m^3/s. Övr tid ∿50 m^3/s

2. Personalplan

	Tjänstemän	Arbetare
Gruvavdelning		
Avd, chef, gruving, bitr gruving, tekniker utredare, utvecklingsbefattn.	1	
Planering, Gruvmätning, Kartritning	2,4	2
Bergmekanik		
Arbetsledning	1	
Utbildning, skyddsarbete		1.5
Undersökning och tillredning		
Bergarbete	2	
Diamantborrning	0,25	1
Gruvgeologi	0,35	
Kartering, provtagning, analys		1
Tillredning och brytning		
Borrning, laddning, lastning	2	30
Skrotning, bergförstärkning	1	4
Fyllning		
Transport, krossning och uppfordring		
Trucktransport (hor. el i snedbana)		
Tågtransport	2	6
Krossning, uppfrakt		8
Övrigt		
Media och gruvbyggnad		
Gruvbyggnad	1	7
El. och mekarbeten	2	14
Materialtrp, borrslipning, slamrensn.		1.5
Övrigt		1
SUMMA	15	77

3. Maskinplan	Typ/storlek			Antal			
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	Summa
Undersökning, tillredning, brytning							
Diamantborraggr.	Diamec 250E			3			3
Borraggregat-ortdrivn.	Boomer 121	Strömn R-315	GD Jumbo	2	1	1	4
Rasborrningsaggr.	Simba 322H	Simba 322	Ström-nes	1	1	1	3
Laddaggregat	EG33	PT60Ort	PT60 (bom)ras	1	3	1	5
Lastmaskin	ST-5B	ST-8A		6	3		9
Bultborrningsaggr.	Strömnes			2			2
Skrotningsaggr.	Getman S-300			2			2
Betongsprutn., Injektering, Betongrobot	Putzmeist S8LST			1			1
Arbetsbryggor	Fiskars saxbord			1			1
Övrigt Traktorer	Div små			3			3
Transport och uppfordran av berg							
Truckar	Kiruna K-250			1			1
Dumprar							
Lastbilar							
Lok	ASEA 15 kW	Div 10 kW		5	15		20
Övrigt	Batt	Batt					
Media, gruvbyggnad, service, transporter							
Arbetsbryggor (gruvbyggn, el, mek)	Normet sax	Strömnes winch	PT60	1	1	1	3
Baklastare, traktorer	Deutz			1			1
Lastbilar för materieltrp							
Arbetsledarfordon	PT40	Toyota		1	4		5
Personaltrp fordon (Gruvmät)	Toyota sax			1			1
Väghyvlar,	Nord-verk			1			1
Övrigt (se nästa sida)							
			SUMMA				65

Övrigt:

Undersökn, tillredn, brytn

Borraggregat, ortdr	Atlas 2-bom BUT5	Strömnes 2-bom R-250
Rälsgående	1 st	1 st
Bevattningsfordon	KL 411 7m^3 1 st	
Skutborrn aggregat	Ombyggt GD Jumbo 2 st	
Provborrn aggregat	Strömnes 1 st	Hembygge 1 st
Stigortshissar	STH 5L 1 st	STH 5D 1 st

Service

Rälsgående hydr lyftbord	Hiab-Foco 2 st

c. Viscaria

1. Allmänna data

Period		:	1984
Uppfordrat malmhaltigt berg	(ton/år)	:	1.3 Mt/år
Uppfordrat gråberg	(ton/år)	:	550 000 t/år
Densitet malmhalt, berg	(ton/fm^3)	:	3.03 (insitumalm)
Densitet gråberg	(ton/fm^3)	:	2.78
Borrhålsdimension, ortdrivn	(längd, Ø)	:	Ø 45 mm, borrn 3 1/2 m
Borrhålsdimension, malmbr	(längd, Ø)	:	Ø 4" o 3 1/2", 5 stänger, max 37 m
Specifik borrning, ortdrivn	(bm/ton)	:	0.93
Specifik borrning, malmbr	(bm/ton)	:	0.07
Borrsjunkning, malmbrytn	(borrmaskin)	:	75 cm/min
Sprängämnesförbrukning	(typ, ton/år)	:	nästan 100% ANFO i brytn ortdrivn 30% KIMIT 22x1000
Specifik laddning, ortdrivn	(kg/ton)	:	1.08
Specifik laddning, malmbrytn	(kg/ton)	:	0.41
Bergförstärkning, bult	(längd, st/år)	:	2.3 m, 11 000 st/år
Bergförstärkning, betongspr	(m^2/år, m^3/år)	:	34 000 m^2 el 1680 m^3
Vattenuppfordring		:	3600 l/min
Ventilation		:	270 m^3/sek

2. Personalplan

	Tjänstemän	Arbetare
Gruvavdelning		
Avd, chef, gruving, bitr gruving, tekniker utredare, utvecklingsbefattn.	3	
Planering, Gruvmätning, Kartritning	4	3
Bergmekanik	0,5 x)	
Arbetsledning	2	
Utbildning, skyddsarbete		
Undersökning och kartering		
Bergarbete		
Diamantborrning		
Gruvgeologi		
Kartering, provtagning, analys	1 x)	-
Tillredning och brytning		
Borrning, laddning, lastning	7	68
Skrotning, bergförstärkning		
Fyllning		
Transport, krossning och uppfordring		
Trucktransport (hor. el i snedbana)		15
Tågtransport		
Krossning, uppfrakt		
Övrigt, Entreprenörer		32
Media och gruvbyggnad		
Gruvbyggnad	1	15
El. och mekarbeten	1	10
Underhåll	4	17
Övrigt		6
SUMMA	22,0 1,5 x)	166
	23,5	

x) Inlånade från moderbolaget

3. Maskinplan	Typ/storlek			Antal			
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	Summa
Undersökning, tillredning, brytning							
Diamantborraggr.							
Borraggregat-ortdrivn., malmbrytning	Stig	Pall	Ort	2	2	4	8
Rasborrningsaggr.							1
Laddrobot							1
Lastmaskin	5 ton	7 ton		3	4		7
Bultborrningsaggr.							1
Skrotningsaggr.							1
Betongsprutn., Injektering, Betongrobot							
Arbetsbryggor för laddn. bergförst. m m	Laddn			4			4
Övrigt							
Transport och uppfordran av berg							
Truckar	K 50			5			5
Dumprar							
Lastbilar							1
Lok							
Övrigt							
Media, gruvbyggnad, service, transporter							
Arbetsbryggor (gruvbyggn, el, mek)							14
Baklastare, traktorer							3
Lastbilar för materialtrp							2
Lätta lastbilar, arbetsledarfordon							18
Personaltrp fordon							
Väghyvlar, sopbilar, djupgrävare							1
Övrigt, Gaffeltruck							1
				SUMMA			68

d. Laisvall

1. Allmänna data

Period		: 1983
Uppfordrat malmhaltigt berg	(ton/år)	: 1484 kton
Uppfordrat gråberg	(ton/år)	: 0
Densitet malmhalt, berg	(ton/fm^3)	: ∿2.74
Densitet gråberg	(ton/fm^3)	: 2.7
Borrhålsdimension, ortdrivn	(längd, Ø)	: 3.7 m, 51-43 mm
Borrhålsdimension, malmbr	(längd, Ø)	: 3.7 m, 41-43 mm
Specifik borrning, ortdrivn	(bm/ton)	: 0.50
Specifik borrning, malmbr	(bm/ton)	: 0.50
Sprängämnesförbrukning	(typ, ton/år)	: 890 ton, D-mex, Prillit B, Gurit, Primer
Specifik laddning, ortdrivn	(kg/ton)	: 0.57
Specifik laddning, malmbrytn	(kg/ton)	: 0.57
Bergförstärkning, bult	(längd, st/år)	: 2.3 m, 43.000 st/år
Bergförstärkning, betongspr	(m^2/år, m^3/år)	: ∿600 m^2
Vattenuppfordring		: 22.000 l/min
Ventilation		: 337 m^3/sek
Enerfiförbrukning i gruvan		: 32 GWh
Energi för uppvärmn av vent luft		: 0.6 GWh

2. Personalplan

	Tjänstemän	Arbetare
Gruvavdelning		
Avd, chef, gruving, bitr gruving, tekniker utredare, utvecklingsbefattn.	4	
Planering, Gruvmätning, Kartritning	2	
Bergmekanik	1	
Arbetsledning	1	
Utbildning, skyddsarbete	3	1
Undersökning och kartering		
Bergarbete		
Diamantborrning		1
Gruvgeologi	1*	2*
Kartering, provtagning, analys	2	
Tillredning och brytning		
Borrning, laddning, lastning	4	30
Skrotning, bergförstärkning	2	18
Fyllning		
Transport, krossning och uppfordring	3	
Trucktransport (hor. el i snedbana)		23
Tågtransport		3
Krossning, uppfrakt		1
Övrigt		5
Media och gruvbyggnad		
Gruvbyggnad	1	7
El. och mekarbeten		
Materialtrp, borrslipning, slamrensn.		2 1/2
Övrigt		
SUMMA	24	93 1/2

* Tillhör ej gruvavdelningen

3. Maskinplan	Typ/storlek			Antal			
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	Summa
Undersökning, tillredning, brytning							
Diamantborraggr.							
Borraggregat-ortdrivn.							7
Rasborrningsaggr.	Skut borrn.			1			1
Laddrobot							
Lastmaskin	4-9 ton	Grävmatare	12.0 t	5	1	1	7
Bultaggr. (borrn & bultisättning)							1
Skrotningsaggr.							2
Betongsprutn., Injektering, Betongrobot							
Arbetsbryggor för laddn. bergförst. m m							6
Övrigt, Bryggor för man.skrotning o borrn.							7
Transport och uppfordran av berg							
Truckar	25 ton			12			12
Dumprar							
Lastbilar							
Lok, Separatdrivna motorvagnar							8
Övrigt	Salvrensn.	Spolbilar		1	2		3
Media, gruvbyggnad, service, transporter							
Arbetsbryggor (gruvbyggn, el, mek)	Ombyggn Gaffelt	El och kabelm		1	2		3
Baklastare, traktorer	Volvo BM 641	Hjultraktor	Trailer	1	3	1	5
Lastbilar för materialtrp	Volvo	Scania övr.		5	2		7
Lätta lastbilar, arbetsledarfordon	Personb.			8	18		26
Personaltrp fordon	Bussar	Pendelbil	Ambulans	3	1	1	5
Väghyvlar, sopbilar, djupgrävare	Väghyv.	Hjullastare		1	1		2
Övrigt							
				SUMMA			102

e. Udden

1. Allmänna data

Period		:	1983
Uppfordrat malmhaltigt berg	(ton/år)	:	412 kton
Uppfordrat gråberg	(ton/år)	:	41 kton
Densitet malmhalt, berg	(ton/fm^3)	:	∿ 3.5
Densitet gråberg	(ton/fm^3)	:	∿ 2.7
Borrhålsdimension, ortdrivn	(längd, Ø)	:	4.8 m, Ø 43 mm
Borrhålsdimension, malmbr	(längd, Ø)	:	4.8 m, Ø 43 mm
Specifik borrning, ortdrivn	(bm/ton)	:	0.87
Specifik borrning, malmbr	(bm/ton)	:	0.38
Sprängämnesförbrukning	(typ, ton/år)	:	Prillit = 155.4 ton/år D x M = 16.7 ton/år Gurit = 12.4 ton/år
Specifik laddning, ortdrivn	(kg/ton)	:	0.78
Specifik laddning, malmbrytn	(kg/ton)	:	0.36
Bergförstärkning, bult	(längd, st/år)	:	3.1 m, 9500 st/år
Bergförstärkning, betongspr	(m^2/år, m^3/år)	:	Obetydligt
Vattenuppfordring	(m^3/år)	:	2500 l/min
Ventilaltion	(m^3/år)	:	70 m^3/s (1983) 60 m^3/s (1984 →)

2. Personalplan

	Tjänstemän	Arbetare
Gruvavdelning		
Avd, chef, gruving, bitr gruving, tekniker utredare, utvecklingsbefattn.	1,5	
Planering, Gruvmätning, Kartritning	1	
Bergmekanik		
Arbetsledning	1	
Utbildning, skyddsarbete		1
Undersökning och tillredning		
Bergarbete		
Diamantborrning		
Gruvgeologi		
Kartering, provtagning, analys	1	
Tillredning och brytning		
Borrning, laddning, lastning Skrotning, bergförstärkning Fyllning	3	24
Transport, krossning och uppfordring		
Trucktransport (hor. el i snedbana)		
Tågtransport		
Krossning, uppfrakt		3
Övrigt		
Media och gruvbyggnad		
Gruvbyggnad	1	4
El. och mekarbeten	1,5	15
Materialtrp, borrslipning, slamrensn.		1
Övrigt		
SUMMA	10 st	51 st

3. Maskinplan	Typ/storlek			Antal			
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	Summa
Undersökning, tillredning, brytning							
Diamantborraggr.							
Borraggregat-ortdrivn.	El hyd.			2			2
Rasborrningsaggr.	GD pall borrn			1			1
Laddrobot							
Lastmaskin	11-12 t			4			4
Bultborrningsaggr.							
Skrotningsaggr.	Mini-max						1
Betongsprutn., Injektering, Betongrobot							
Arbetsbryggor för laddn. bergförst. m m							2
Övrigt							
Transport och uppfordran av berg							
Truckar							
Dumprar	DR 861			1			1
Lastbilar							
Lok							
Övrigt							
Media, gruvbyggnad, service, transporter							
Arbetsbryggor (gruvbyggn, el, mek)							4
Baklastare, traktorer	LM 246	LM 218	Gaffel-truck o j	2	1	1	2
Lastbilar för materialtrp	Merced. last oj			1			1
Lätta lastbilar, arbetsledarfordon							
Personaltrp fordon							
Väghyvlar, sopbilar, djupgrävare	Väghyv.			1			1
Övrigt							
Malmhantering ovan jord	lastm. LM 4400	lastm. LM 1640	Truck Kl 420	1	1	1	3
			SUMMA				26

f. Kristineberg

1. Allmänna data

Period		:	1983
Uppfordrat malmhaltigt berg	(ton/år)	:	457 kton
Uppfordrat gråberg	(ton/år)	:	120 kton
Densitet malmhalt, berg	(ton/fm^3)	:	3,6
Densitet gråberg	(ton/fm^3)	:	2,7
Borrhålsdimension, ortdrivn	(längd, Ø)	:	3,2-4,0 m, 38-51 mm
Borrhålsdimension, malmbr	(längd, Ø)	:	3,2-4,0 m, 38 mm
Specifik borrning, ortdrivn	(bm/ton)	:	1,0[1]
Specifik borrning, malmbr	(bm/ton)	:	0,7[1]
Sprängämnesförbrukning	(typ, ton/år)	:	Dynamex 117.830 kg Nabit 67.427 Gurit 6.105 Prillit A 13.420 Reolit 5.900 [2]
Specifik laddning, ortdrivn	(kg/ton)	:	Ej åtskilt
Specifik laddning, malmbrytn	(kg/ton)	:	
Bergförstärkning, bult	(längd, st/år)	:	1.6, 2.3, 2.7, 3.1 ∿ 40.000[3]
Bergförstärkning, betongspr	(m^2/år, m^3/år)	:	Ej mätt. Bedömt c:a 50 m^3
Vattenuppfordring	(m^3/år)	:	1100 l/min
Ventilation	(m^3/år)	:	∿ 140 m^3/s [4]

Kommentarer: 1) Siffrorna ganska osäkra. Är tagna ur vissa utförda prov, någon uppföljning av antalet borrmeter finns inte.
2) Användes i grovhålsbrytningen.
3) Den vanligaste längden är 2,7 m.
4) Beräkning: Drift 250 dygn x 19 h x 750.000 m^3
Natt 250 " x 5 h x 200.000 "
Övr 115 " x 24 h x 200.000 "
Ingen stopptid har räknats, men å andra sidan är siffran 200.000 för natt + övr körning på nedre gränsen

2. Personalplan

	Tjänstemän	Arbetare
Gruvavdelning		
Avd, chef, gruving, bitr gruving, tekniker utredare, utvecklingsbefattn.	4	
Planering, Gruvmätning, Kartritning		
Bergmekanik		
Arbetsledning	3	
Utbildning, skyddsarbete		3
Undersökning och kartering		
Bergarbete	2	9
Diamantborrning		
Gruvgeologi		
Kartering, provtagning, analys		
Tillredning och brytning		
Borrning, laddning, lastning	6	63
Skrotning, bergförstärkning		4
Fyllning	1	14
Transport, krossning och uppfordring		
Trucktransport (hor. el i snedbana)		
Tågtransport		9
Krossning, uppfrakt		5
Övrigt		
Media och gruvbyggnad		
Gruvbyggnad	2	28
El. och mekarbeten	2	28
Materialtrp, borrslipning, slamrensn.	1	10
Övrigt		18
SUMMA	21	191

3. Maskinplan	Typ/storlek			Antal			
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	Summa
Undersökning, tillredning, brytning							
Diamantborraggr.							
Borraggregat-ortdrivn.o malmbrytning	1-boms lång-	2-boms GD-pall		5	11		16
Rasborrningsaggr. Pallborrningsaggr.	håls- borrn	borrn		1	1		2
Laddrobot							
Lastmaskin	11-12 t	6,5- 7,5 t	2,7 t	2	7	2	11
Bultborrningsaggr.							
Skrotningsaggr.	Mini-	GET-		2	1		3
Betongsprutn., Injektering, Betongrobot	max	MAN					
Arbetsbryggor för laddn. bergförst. m m		PK100			2		2
Övrigt							
Transport och uppfordran av berg							
Truckar							
Dumprar	KL4250			4			4
Lastbilar							
Lok	Häggl	AGEVE		6	2		8
Övrigt	GL75	BS12					
Media, gruvbyggnad, service, transporter							
Arbetsbryggor (gruvbyggn, el, mek)							13
Baklastare, traktorer							2
Lastbilar för materialtrp	Volvo			1			1
Lätta lastbilar, arbetsledarfordon	F7						9
Personaltrp fordon							
Väghyvlar, sopbilar, djupgrävare	Bobcat			1			1
Övrigt							
			SUMMA				69

g. Garpenberg

1. Allmänna data

Period		:	1983
Uppfordrat malmhaltigt berg	(ton/år)	:	196 kton
Uppfordrat gråberg	(ton/år)	:	74 kton
Densitet malmhalt, berg	(ton/fm^3)	:	3.1
Densitet gråberg	(ton/fm^3)	:	2.8
Borrhålsdimension, ortdrivn	(längd, Ø)	:	2.8 m, 38 mm
Borrhålsdimension, malmbr	(längd, Ø)	:	2,8 m, 38 mm
Specifik borrning, ortdrivn	(bm/ton)	:	0.95
Specifik borrning, malmbr	(bm/ton)	:	0,48
Sprängämnesförbrukning	(typ, ton/år)	:	Gurit 4.0 Nabit 5.4 Dynamex 86.9 Prillit 24,7
Specifik laddning, ortdrivn	(kg/ton)	:	0.54
Specifik laddning, malmbrytn	(kg/ton)	:	0.32
Bergförstärkning, bult	(längd, st/år)	:	1.5, 3300; 2.3, 1200; 2.7, 7400
Bergförstärkning, betongspr	(m^2/år, m^3/år)	:	Betongspr 1 skift/arbetsdag
Vattenuppfordring		:	1200 l/min
Ventilation		:	47 m^3/sek

2. Personalplan

	Tjänstemän	Arbetare
Gruvavdelning		
Avd, chef, gruving, bitr gruving, tekniker utredare, utvecklingsbefattn.	3	
Planering, Gruvmätning, Kartritning		
Bergmekanik		
Arbetsledning, Gruvfogde	1	
Utbildning, skyddsarbete	2	1
Undersökning och kartering		
Bergarbete (Entreprenörer)		(12)
(Diamantborrning), Långhålsborrning		2
Gruvgeologi		
Kartering, provtagning, analys		
Tillredning och brytning	4	
Borrning, laddning, lastning		47
Skrotning, bergförstärkning		6
Fyllning		7
Transport, krossning och uppfordring		
Trucktransport (hor. el i snedbana)		
Tågtransport		
Krossning, uppfrakt		12
Övrigt		
Media och gruvbyggnad		
Gruvbyggnad	1	16
El. och mekarbeten	2	18
Materialtrp, borrslipning, slamrensn.		3
Övrigt		4,5
SUMMA	13	116,5

3. Maskinplan	Typ/storlek			Antal			
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	Summa
Malmsökning, tillredning, brytning							
Diamantborraggr.							
Borraggregat-ortdrivn. o malmbrytning	3-boms	2-boms		1	6		7
Rasborrningsaggr.							
Laddrobot							
Lastmaskin	Diesel 4,5-5,6 t	Diesel 3,6-3,8 t	Kastlast-maskiner	5	3	14	22
Bultborrningsaggr.							
Skrotningsaggr.							
Betongsprutn., Injektering, Betongrobot	Bet spr Volvo 631			1			1
Arbetsbryggor för laddn. bergförst. m m	Laddn PT60	Bergförstärkn utr.		3	3		6
Övrigt							
Transport och uppfordran av berg							
Truckar							
Dumprar	Volvo DR 861			6			6
Lastbilar							
Lok							
Övrigt							
Media, gruvbyggnad, service, transporter							
Arbetsbryggor (gruvbyggn, el, mek)							4
Baklastare, traktorer							
Lastbilar för materialtrp							
Lätta lastbilar, arbetsledarfordon	Volvo 903			2			2
Personaltrp fordon							
Väghyvlar, sopbilar, djupgrävare							
Övrigt							
			SUMMA				48