



**National Library
of Sweden**

Denna bok digitaliserades på Kungl. biblioteket år 2013



Statens
offentliga
utredningar
1970: 51

Industri-
departementet

Ref.

Mellansvensk gruvindustri

SOU

Betänkande avgivet av 1967 års gruvutredning
Stockholm 1970

Statens offentliga utredningar 1970

Kronologisk förteckning

1. Barns utemiljö. Tryckeribolaget. C.
2. Om stat och kyrka. Beckman. U.
3. Balanserad regional utveckling. Esselte. In.
4. Reformerad lärarutbildning. Svenska Reproduktions AB. U.
5. Statligt stöd till fiskehamnar. Esselte. Jo.
6. Ny livsmedelsstadga m.m. Del I. Förslag och motiv. Tryckeribolaget. S.
7. Ny livsmedelsstadga m.m. Del II. Bilagor. Tryckeribolaget. S.
8. Yrkesteknisk högskoleutbildning. Svenska Reproduktions AB. U.
9. Snöskotern-fordonet och föraren. Esselte. K.
10. Fria läromedel. Beckman. U.
11. Folkandvårdens utbyggande och reglering. Beckman. S.
12. Värnplikstjänstgöringens civila meritvärde. Esselte. Fö.
13. Sveriges energiförsörjning. Energilpolitik och organisation. Svenska Reproduktions AB. I.
14. Urbaniseringen i Sverige. Bilagedel I till Balanserad regional utveckling. Esselte. In.
15. Regionalekonomisk utveckling. Bilagedel II till Balanserad regional utveckling. Esselte. In.
16. Riksdagsgrupperna • Regeringsbildningen. Norstedt & Söner. Ju.
17. Ersättare för riksdagsledamöterna. Esselte. Ju.
18. Upphandling av byggnader. Del 2. Administrationen. Beckman. Fi.
19. Svensk FN-lag. Esselte. Ju.
20. Behörighet, meritvärdering, studieprognos. Specialundersökningar av kompetensfrågor. Esselte. U. (Utkommer senare.)
21. Vägar till högre utbildning. Esselte. U.
22. Pedagogisk utbildning och forskning. Berlingska Boktryckeriet. Lund. U.
23. Understödsföreningar. Svenska Reproduktions AB. Fi.
24. Rationell bensinhandel. Esselte. H.
25. Aspirationer, möjligheter och skattemoral. Göteborgs Offsettryckeri AB, Surte. Fi.
26. Körkort och körkortsregistrering. Norstedt & Söner. K.
27. Allmänna val på våren? Norstedt & Söner. Ju.
28. Tjänstgöringsbetyg. Norstedt & Söner. Fi.
29. Decentralisering av statlig verksamhet. Esselte. Fi.
30. Stordriftsfördelar inom industriproduktionen. Esselte. Fi.
31. Militära straff och disciplinmedel. Esselte. Ju.
32. Polisén i samhället. Esselte. Ju.
33. Medel för styrning av byggnadsverksamheten. Norstedt & Söner. In.
34. Svenska folkets inkomster. Esselte. In.
35. Hemförsäljning. Göteborgs Offsettryckeri AB, Surte. Ju.
36. Kilometerbeskattning. Berlingska Boktryckeriet, Lund. Fi.
37. Översyn av vissa punktskatter. Esselte. Fi.
38. Förtrolig företagsinformation och börshandel. Esselte. Fi.
39. Sexualkunskapen på grundskolans låg- och mellanstadier. Esselte. U.
40. Revision av vattenlagen. Norstedt & Söner. Ju.
41. Företag och Samhälle. Del 1. Esselte. I.
42. Företag och Samhälle. Del 2. Esselte. I.
43. Ungdom — Bostad. Esselte. In.
44. Språkundervisningen bland finländska barn och ungdomar i Sverige. Esselte. U.
45. Gruvrättslig speciallagstiftning. Svenska Reproduktions AB. Ju.
46. Den äldre arbetskraften inom bygggnadsindustrin. Esselte. In.
47. Skydd mot avlyssning. Norstedt & Söner. Ju.
48. Svensk författningssamling. Norstedt & Söner. Ju.
49. Yrkesskadeförsäkringens finansiering. Esselte. S.
50. Viss medicinsk och farmaceutisk yrkesutbildning. Svenska Reproduktions AB. U.
51. Mellansvensk gruvindustri. Almqvist & Wiksell, Uppsala. I.



Statens offentliga utredningar

1970: 51

Industridepartementet

Mellansvensk gruvindustri

Betänkande avgivet av 1967 års gruvutredning
Stockholm 1970

Uppsala universitet
Fakultet för humanvetenskap
Fakultetsbibliotek



Mellansvensk
gruvindustri

Till Statsrådet och chefen för industridepartementet

Med stöd av Kungl. Maj:ts bemyndigande den 14 april 1967 tillkallade numera chefen för industridepartementet statsrådet Wickman fem sakkunniga med uppdrag att undersöka läget och utsikterna för gruvindustrin i Mellansverige samt att föreslå härav påkallade åtgärder i syfte att främja industrins rationella utveckling och därmed sysselsättningens trygghet på längre sikt. Utredningen antog namnet 1967 års gruvutredning. I utredningens arbete har som ledamöter deltagit generaldirektören Sten Lundberg, tillika ordförande, f. bruksdisponenten Håkan Abenius, direktören Jan Boman, t. f. förbundsordföranden Bernt Nilsson samt departementsrådet Sven Swarting.

Som experter har fr. o. m. den 5 juni 1967 medverkat hovrättsrådet Lars Delin och revisionssekreteraren Hans Gullberg.

Som sekreterare har tjänstgjort kommerserådet Rutger Croneborg fr. o. m. den 5 juni 1967 t. o. m. den 2 september 1968 och fil. kand. Göran Schumacher fr. o. m. den 15 oktober 1968. Som biträdande sekreterare har tjänstgjort departementssekreteraren Lars-Erik Larsson fr. o. m. den 5 juni 1967 t. o. m. den 14 juni 1968 och departementssekreteraren Suzanne Frigren fr. o. m. den 15 juni 1968 t. o. m. den 9 april 1970.

Utredningen får härmed vördsamt överlämna sitt betänkande »Mellansvensk gruvindustri».

Stockholm i september 1970.

Sten Lundberg

Håkan Abenius Jan Boman

Bernt Nilsson Sven Swarting

/ Göran Schumacher

Innehåll

<i>Skrivelse till statsrådet och chefen för industridepartementet</i>	3	3.5 Produktionskostnader och produktvärden för mellansvensk järnmalm	34
Kapitel 1 <i>Sammanfattning</i>	7	3.5.1 Produktionskostnader	34
Kapitel 2 <i>Utredningsarbetet</i>	9	3.5.2 Produktvärden	36
2.1 Utredningsuppdraget	9	3.5.3 Gruvornas lönsamhet	38
2.2 Utredningsarbetet	9	3.6 Sulfidmalmsgruvor i Mellansverige	38
Kapitel 3 <i>Beskrivning av nuläge för mellansvenska gruvor</i>	10	3.6.1 Malmfyndigheter och malmtillgångar	38
3.1 Järnmalmstillgångar i Mellansverige	10	3.6.2 Malmproduktion och malmprodukter	40
3.1.1 Malmfyndigheter	10	3.6.3 Inhemsk förbrukning och export	41
3.1.2 Malmtyper	12	Kapitel 4 <i>Prognoser för mellansvenska gruvor</i>	44
3.1.3 Malmtillgångar	13	4.1 Järnmalmsgruvor	44
3.2 Järnmalmsproduktion i Mellansverige	15	4.1.1 Järnmalmsgruvor i fortsatt drift och malmtillgångarnas fördelning 1975	44
3.2.1 Malmbrytning och malmbehandling	15	4.1.2 Järnmalmsgruvornas produktion och avsättning 1975	46
3.2.2 Gruvornas leveranser av malmprodukter	17	4.1.3 Järnmalmsgruvornas sysselsättning 1975	51
3.2.3 Gruvornas ägandeförhållanden	21	4.2 Sulfidmalmsgruvor	52
3.3 Inhemsk förbrukning av mellansvensk järnmalm	23	Kapitel 5 <i>Utredningens överväganden och förslag</i>	53
3.3.1 Inhemsk stålproduktion	23	5.1 Allmänt	53
3.3.2 Malmförbrukande järnverk	25	5.2 Struktur	53
3.3.3 Malmtransporter	30	5.3 Inhemsk malmförsörjning	56
3.4 Export av mellansvensk järnmalm	32	5.3.1 Prospektering m. m.	56
3.4.1 Malmexportens förändrade förutsättningar	32	5.3.2 Malmproduktion	59
3.4.2 Malmexportens marknader	32	5.3.3 Malmtransporter	62
3.4.3 Malmexportens utveckling	33	5.4 Sysselsättning	63

BILAGOR

- Bilaga 1 *De svenska järnverkens produktion och råvarubehov fram till 1975 utarbetad av Ivar Bohm* 64
- Bilaga 2 *Järnmalmsexporten från de mellansvenska gruvorna utarbetad av en expertgrupp inom Svenska Gruvföreningen* . . 77
- Bilaga 3 *Prospektering i Mellansverige — bakgrund, förutsättningar och önskemål — utarbetad av Erland Grip och Sture Werner* 94
- Bilaga 4 *Underjordsbrytning i mellansvenska gruvor — teknik, forskning och utveckling — utarbetad av Ingvar Janelid* . 119
- Bilaga 5 *Utveckling av järnmalmprodukter för den svenska marknaden utarbetad av P. G. Kihlstedt* 129
- Bilaga 6 *Järnmalmstransporter i Mellansverige utarbetad av Torsten Uggelberg* 168
- Förklaring av viktigare gruv- och mineraltekniska termer.* 177

1. Mellansvenska gruvindustrin

Den mellansvenska gruvindustrins produktion av järnmalm är av stor betydelse för Sveriges järn- och stålindustris råvaruförsörjning. Med det geografiska läge flertalet malmbaserade järnverk har skulle andra malmförsörjningsalternativ vara synnerligen kostnadskrävande. De mellansvenska sulfidmalmsgruvorna ger väsentliga råvarubidrag till den inhemska metallframställningen. Från Mellansverige exporteras betydande kvantiteter järn- och sulfidmalm.

För järnmalmsproduktionen har 1960-talets lågkonjunkturlägen med låga malmpriser, åtföljande gruvnedläggningar och friställande av arbetskraft efterföljts av en markerad förbättring under senare år. Även för sulfidmalmsproduktionen har utvecklingen under senare år varit gynnsam. 1967 års gruvutredning har undersökt den mellansvenska gruvindustrins läge och utsikter i första hand inför 1970-talet. Avsättningsmöjligheterna för såväl järn- som sulfidmalmsprodukter synes förbli gynnsamma under avsevärd tid, beträffande järnmalmsprodukterna på grund av ökad inhemsk förbrukning. Vid de mellansvenska järnverken förväntas nuvarande malmbehov komma att fördubblas inom 12–15 år.

Enligt utredningens bedömningar kommer under 1970-talet ytterligare ett antal järnmalmsgruvor att nedläggas. Under 1960-talets senare år då ett 10-tal järnmalmsgruvor nedlades var bristande kostnadstäckning till följd av låga malmpriser främsta orsak till nedläggningarna. För de järnmalmsgruvor som kan komma att ned-

läggas under 1970-talet blir i flertalet fall sinande malmtillgång nedläggningarnas orsak. Under samma tid kan några tidigare nedlagda järnmalmsgruvor komma att återupptaga driften.

De gruvor som fram till 1975 kan komma att nedläggas har relativt liten produktion och enligt uppgifter från ifrågavarande gruvor kommer de anställdas antal att succesivt minskas till ett minimum för driftens upprätthållande under det sista produktionsåret. Vid nedläggningstillfällena beräknas totalt ca 275 kollektivanställda kunna komma att beröras. Enligt erfarenheter från gruvnedläggningarna under 1960-talet har ca 90 procent av de friställda kunnat beredas sysselsättning. Utredningen bedömer möjligheterna att bereda sysselsättning för ifrågavarande arbetskraft som goda.

Utredningen konstaterar fortgående förändringar avseende såväl gruvornas ägarstruktur som deras leveransförhållanden. Under senare år har förändringarna föranletts av dels gruvnedläggningar, dels ökat teknisk-ekonomiskt samarbete. I allt högre grad har gruvorna kommit att tillhöra företag som själva förbrukar malm. Utredningen bedömer möjligheterna för ytterligare samarbete mellan ägare av mellansvenska gruvor som goda.

Utredningens förslag avser åtgärder som på längre sikt främjar den mellansvenska gruvindustrins rationella utveckling och därmed dess sysselsättning.

Enligt utredningens mening kräver säkerställandet av de mellansvenska järnverkens

långsiktiga malmförsörjning betydligt utökad prospekteringsverksamhet i Mellansverige. Tillgången på känd och uppskattad järnmalm i befintliga mellansvenska gruvor medger nuvarande produktionsomfattning ännu många år, men med ökat järnmalmbehov kommer denna tillgång att allt snabbare uttömmas. *Utredningen föreslår* att en modern berggrundskarta över Mellansverige snarast framställs som underlag för prospekteringen. Likaså föreslår utredningen att betydande resurser ges åt forskning i tillämpad geofysik, bl. a. genom inrättande av en högre tjänst. Denna forskning är ägnad att utveckla metoder och instrument för den framtida prospekteringen som i Mellansverige måste avse även mycket djupt liggande järn- och sulfidmalmer.

Mellansvensk gruvindustri bearbetar redan nu relativt djupt liggande malmer och i vissa fall har malmerna ringa metallinnehåll. Dessa och andra faktorer medför kostnader som till väsentlig del måste kompenseras genom rationaliseringar och i samband därmed tillämpning av effektivare produktionsteknik. Fortgående utveckling av för mellansvenska gruvor lämplig berg-

brytnings- och malmbehandlingsteknik är därför av stor betydelse. Enligt utredningens mening bör ifrågavarande utvecklingsarbete utökas genom stöd åt såväl tillämpad forskning som grundforskning. *Utredningen föreslår* att den tillämpade forskningen förstärkes genom att staten medverkar till att ett bergtekniskt institut kommer till stånd. För att förstärka den grundläggande forskningen föreslår utredningen att högre tjänster i bergmekanik och teknisk mineralogi inrättas.

Transportkostnaderna som utgör 20–30 procent av järnmalmens värde är en viktig faktor för såväl inhemsk malmförsörjning som gruvindustrins rationella utveckling. Möjligheterna att uppnå större rationaliseringsvinster synes vara begränsade även om vissa möjligheter föreligger beträffande landsvägstransporter. Utredningen anser det angeläget att de mellansvenska malmtransportörerna genom samverkan söker anpassa fordonen till ett bättre ekonomiskt utnyttjande av vägarna. Utredningen rekommenderar ett intensifierat samarbete mellan vägmyndigheter och malmtransportörer.

2 Utredningsarbetet

2.1 *Utredningsuppdraget*

1967 års gruvutrednings uppdrag har varit att mot bakgrund av strukturrationaliseringen och därmed sammanhängande sysselsättningssvårigheter inom gruvindustrin i Mellansverige i samråd med berörda organisationer undersöka läget och utsikterna för denna industri samt, i den mån denna undersökning ger anledning till detta, föreslå åtgärder i syfte att främja industrins rationella utveckling och därmed sysselsättningens tryggande på längre sikt.

2.2 *Utredningsarbetet*

Den mellansvenska gruvindustrins läge och utsikter har undersökts i samråd med berörda branscher. Arbetet har bedrivits i nära anslutning till Jernkontorets strukturutredning som bistått med en stor del av

basmaterialiet. Genom Svenska Gruvföreningen har bl. a enkätsvar från gruvorna inhämtats. På utredningens uppdrag har särskilda undersökningar utförts avseende mellansvensk järnmalmsförbrukning 1975, mellansvenska järnmalmsgruvors exportförsättningar, prospekteringar i Mellansverige, underjordsbrytning i mellansvenska gruvor, utveckling av järnmalmsprodukter för den svenska marknaden och järnmalmstransporter i Mellansverige. Dessa undersökningar redovisas i betänkandet såsom bilagor.

Utredningen har till följd av de konstaterade förändringarna inriktat sitt intresse mot främst sådana åtgärder som säkerställer de mellansvenska järnverkens framtida malmförsörjning. Dessa åtgärder är ägnade att främja den mellansvenska gruvindustrins rationella utveckling och därmed sysselsättningens tryggande på längre sikt.

3.1 Järnmalmstillgångar i Mellansverige

3.1.1 Malmfyndigheter

Sveriges järnmalmsfyndigheter är belägna inom två geografiskt avgränsade områden, Kiruna–Gällivaara–Pajala i nordligaste Norrland och Bergslagen i Mellansverige. Med Bergslagen avses då närmast östra Värmland, nordvästra hälften av Västmanland, nordvästra delen av Närke, södra Dalarna, sydvästra Gästrikland och norra Uppland. I Norrland är malmtillgångarna avsevärt större än i Mellansverige och därjämte är järnhalten genomsnittligt högre i den norrländska malmen. Fyndigheterna i Mellansverige är emellertid betydelsefulla för de mellansvenska järnverkens råvaruförsörjning på grund av dels verkens närhet till fyndigheterna, dels förekomsten av malmer som saknar de höga fosforhalter som vanligen är förbundna med de norrländska malmerna. Även för svensk järnmalmsexport är de mellansvenska fyndigheterna av betydelse.

Järnmalmsfyndigheternas belägenhet förklaras av berggrundens struktur. I större delen av Sverige består berggrunden av urberg, dvs. bergarter bildade under de tidigaste geologiska perioderna. Urberget är vanligen uppbyggt av främst graniter, ehuru i vissa områden uppbyggnaden till stora delar består av leptiter och hälleflintor uppkomna genom omvandlingar av vulkaniska ytbergarter. Leptitformationer finnes i Bergslagen, nordligaste Norrland samt Skellefteområdet och det är i dessa områden

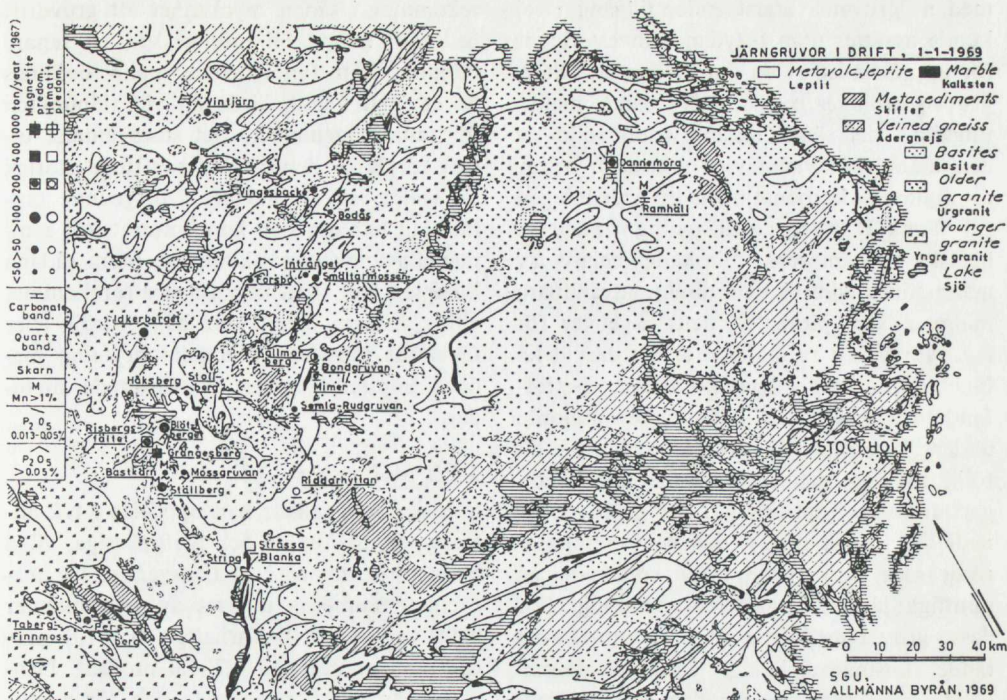
landets viktigaste malmfyndigheter är lokaliserade med järnmalmsfyndigheter i Bergslagen och nordligaste Norrland och sulfidmalmsfyndigheter i Bergslagen och Skellefteområdet. Malmen är sålunda bunden till leptitformationerna som i nämnda områden har skiftande utsträckning och är rikligt genomsatta av graniter.

Med malmfyndigheter avses såväl gruvor i drift som nedlagda gruvor, undersökningsgruvor och obearbetade utmål. För Bergslagen anges på karta 1 berggrundens sammansättning i grova drag samt de 26 järnmalmsgruvor som per den 1.1.1969 redovisade pågående drift. Andra järnmalmsfyndigheter är ej angivna på kartan. De 26 gruvorna är följande:

Bastkärn	Persberg
Blötberget	Ramhäll
Bodås	Riddarhyttan
Bondgruvan	Risbergsfältet
Dannemora	Semla–Rudgruvan ¹
Forsbo	Smältarmossen
Grängesberg	Stollberg
Håksberg	Stripa
Idkerberget	Stråssa–Blanka
Intrånget ¹	Ställberg
Kallmorberg	Taberg–Finnmossen
Mimer	Vingesbacke
Mossgruvan	Vintjärn

De mellansvenska järnmalmsgruvorna är av olika storleksordning (3.2.2 ang. gruvornas storleksordning med avseende på leveranser av direkt användbara malmproduk-

¹ 1969/70 har gruvans järnmalmsbrytning upphört.



Karta 1. Berggrundens sammansättning i Mellansverige m. m.

ter) och innehåller sinsemellan olika typer av malm. Även i andra avseenden är gruvorna olika, särskilt beträffande malmernas förekomst inom fyndigheterna. Malmerna uppträder i s. k. malmkroppar med i allmänhet tämligen markerande avgränsningar mot omgivande ofyndigt och dessa malmkroppar är inbördes fördelade i berget på olika sätt, dels horisontellt, dels med avseende på djup. Dessutom har de oftast långsmala malmkropparna olika längd, area och riktning, vilket har betydelse vid såväl undersökning som brytning.

Vanligen intager malmkropparna ett från markytan snett nedåtriktat läge och deras malmarea, dvs. horisontella tvärsnittsytta, är av varierande storlek. En fyndighet kan innehålla endast en malmkropp, men i regel förekommer flera inom en och samma fyndighet. I den enskilda fyndigheten är det främst malmkropparnas antal, dimensioner, lägen och kvaliteter, dvs. malmtyper, som bestämmer gruvans brytvärda malmtillgång. Omfattningen av tillgång och brytning är

bestämmande för gruvdriftens fortvarighet och i detta avseende föreligger stora skillnader mellan angivna 26 gruvor.

Även nedlagda gruvor innehåller malmyndigheter i den mån tidigare brytning ej uttömt tillgångarna. Oftast finns flera samverkande orsaker till en gruvans nedläggning. I princip kan gruvnedläggning ske p. g. a. dels helt uttömd malmtillgång eller sinande tillgång med minskat kapacitetsutnyttjande och ökade kostnader som följd, dels minskad efterfrågan med sänkta malmpriser och bristande kostnadstäckning som följd. Beträffande mellansvenska järnmalmsgruvor som nedlagts under senare år har mellan den 1.1.1967 och den 1.1.1969 9 gruvor nedlagts, nämligen Bisberg, Haggruvefältet, Kantorp-Stav, Kärrgruvan, Norberg, Pershyttan, Storgruvan, Striberg och Tuna-Hästberg. Endast för två av dessa gruvor, Bisberg och Storgruvan, utgjorde sinande malmtillgång bidragande orsak till nedläggningen. Bisberg nedlades främst p. g. a. sinande tillgång på efterfrågad malmkvalitet,

medan gruvans återstående tillgångar ej kunde avsättas utan betydande investeringar för uppförandet av ett anrikningsverk. Storgruvan nedlades p. g. a. dels sinande malm-tillgång, dels sänkt malmpris till följd av den inhemska avnämarens minskade behov av malmens karbonat innehåll. Anledningen till Tuna-Hästbergs nedläggning var den inhemska avnämarens minskade behov av manganinnehållet i den direkt användbara malmen, vars järnhalt i detta läge var för låg. Anrikning av malmen skulle därvid ha inneburit alltför höga kostnader. Beträffande Haggruvefältet, som endast utgjorde undersökningsgruva, avbröts arbetena till följd av det malmförbrukande ägarföretagets ändrade dispositioner. Övriga 5 gruvor nedlades främst p. g. a. den konjunktturnedgång som intill 1968/1969 inverkade på samtliga järnmalmsgruvors avsättning. För dessa gruvor medförde sänkt malmpris bristande kostnadstäckning. Sänkt malmpris gällde såväl exportmarknaden som hemmamarknaden med förekommande produktionsöverskott. Genom nedläggningarna av de 9 gruvorna påverkades den totala mellansvenska järnmalmsproduktionen endast i mindre omfattning, närmast beroende på de nedlagda gruvornas genomsnittliga storlek. 1966 utgjorde deras leveranser av malmprodukter 816 t. ton eller 13 procent av de mellansvenska järnmalmsgruvornas totala leveranser.

Vid sidan om driftsgruvor, undersökningsgruvor och nedlagda gruvor, dvs. bearbetade utmål, innehåller även obearbetade utmål malmyndigheter. I Mellansverige uppges de järnmalmsförande utmålen totala antal till ca 2 700, varav endast en mindre del är bearbetade utmål. Enligt grov uppskattning torde denna del vara mindre än 10 procent, vilket dock innebär att vissa gruvenheter i drift bryter inom flera utmål. Av det jämförelsevis stora antalet obearbetade utmål som icke ligger i direkt anslutning till de bearbetade innehåller endast vissa fyndigheter känd malm i brytvärd omfattning. För erhållande av utmål skall det visserligen visas att inmutningsbara mineral som lämpar sig för teknisk bearbetning fö-

rekommer i sådan myckenhet att gruvdrift bedömes kunna bli möjlig. Vid en senare tidpunkt kan fyndighetens malm befinnas ha ett helt annat värde än vid tidpunkten för utmålsläggningen. Det stora antalet utmål förklaras delvis av deras ringa storlek — enligt lag 16 hektar. I betydande omfattning har utmålen koncentrerats till sammanhängande utmålskomplex. Inom sådana komplex kan flera utmålsägare förekomma, vilket i vissa lägen kan ha fördröjt eller försvårat utmålen rationella brytning medelst kapitalkrävande mekaniserade metoder.

3.1.2 Malmtyper

Svenska järnmalmer kan uppdelas i två huvudtyper, fosforrika och fosforfattiga, vilka båda förekommer i Mellansverige. De fosforrika malmerna utgöres av apatitmalmer med varierande fosforhalter, 0,3–1,8 procent, ehuru vanligen 0,7–1,0 procent. Järnhalten är likaså varierande och för apatitmalmer i Mellansverige torde den brutna malmen hålla ca 45 procent. De fosforfattiga malmerna är av olika typ med fosforhalter mindre än 0,1 procent, dock i regel mindre än 0,02 procent. För de fosforfattiga malmerna i Mellansverige torde järnhalten vara begränsad till genomsnittligt ca 35 procent. Förekommande typer av fosforfattiga malmer är kvartsrandmalmer, skarn- och kalkmalmer samt manganrika malmer. Skarn- och kalkmalmer är svagt manganförande medan de manganrika malmerna innehåller mer än 1 procent mangan. I Mellansverige torde dessa malmers genomsnittliga manganhalt vara ca 3 procent.

Järnmalmerna är uppbyggda av järnmalmsmineral, vanligen magnetit eller svartmalm (Fe_3O_4) och hämatit eller blodstensmalm (Fe_2O_3). Apatitmalmerna liksom kvartsrandmalmerna innehåller både magnetit och hämatit, ehuru i olika proportioner. Skarn- och kalkmalmerna har sitt järnmalmsmineral i form av endast magnetit. Malmernas inblandningar av järnmalmsmineral i olika proportioner medför att en och samma malmtyp kan ha olika egenskaper. Förekommande fyra malmtypers kvaliteter

bestäms av dels järnhalt, manganhalt samt innehåll av kiselsyra eller karbonat, dels fosforhalt och svavelhalt. Förutom järnhalt är förstnämnda egenskaper vanligen efterfrågade, medan högre fosforhalt och svavelhalt i regel ej är önskvärda. De väsentligaste kvalitetskraven avse emellertid järnhalt och fosforhalt.

Av de 26 gruvor som per den 1.1.1969 var i drift förekommer de såväl järn- som fosforrika apatitmalmerna i 4 gruvor, Grängesberg, Risbergsfältet, Blötberget och Idkerberget. Kvartrandmalmer med relativt låg järnhalt finns i 7 gruvor, Stråssa-Blanka, Stripa, Håksberg, Riddarhyttan, Forsbo, Mimer och Bondgruvan. Två av dessa gruvor, Håksberg och Bondgruvan, intar en mellanställning med avseende på malmernas fosforhalt som i dessa gruvor snarast kan betecknas som medelhög, medan övriga gruvors kvartrandmalmer har låg fosforhalt. Manganförande malmer med låg fosforhalt och ej extremt låg järnhalt förekommer i 4 gruvor, Dannemora, Ställberg, Bastkärn och Stollberg. Vid Stollbergsgruvan, som huvudsakligen är en sulfidmalmsgruva för utvinning av bly och zink, erhålles en järnmalm med hög svavelhalt som bi-produkt. Skarn- och kalkmalmer med låg fosforhalt och därtill oftast låg järnhalt förekommer i övriga 11 gruvor. Dessa gruvor är sålunda: Vingesbacke, Persberg, Smältarmossen, Vintjärn, Kallmorberg, Bodås, Mossgruvan, Intrånget, Taberg-Finnmossen, Ramhäll och Semla-Rudgruvan.

3.1.3 Malmstillgångar

Inventeringar av de mellansvenska järnmalmstillgångarna har av olika skäl företagits vid flera tillfällen, senast 1943, 1960 och 1967. Dessa inventeringar har haft olika omfattning och inriktning, vilket medfört att resultaten redovisats på olika sätt. Den senaste inventeringen har sålunda lagt huvudvikten mindre vid malmernas geologiska förekomstssätt än vid gruvornas brytningstekniska och därmed förenade ekonomiska synpunkter.

Enligt den för malminventering och gruvornas planering gällande definitionen är

malm en sådan ansamling av malmineral som teknisk-ekonomiskt kan utvinnas. Härav följer att mineralogiska synpunkter på malmens sammansättning och fördelning inom en fyndighet ej är tillräckliga för bestämning av fyndighetens tillgångar. De påvisade malmerna måste därtill bedömas som brytvärda, vilket förutsätter kännedom om de i sammanhanget relevanta kostnaderna och intäkterna. En mineralogiskt bestämd fyndighets tillgångar kan följaktligen med tiden förändras såväl genom brytning som genom ändrade ekonomiska förutsättningar. Resultaten från en malminventering, som baseras på gruvornas uppgifter om malmstillgångar vid de för tillfället rådande förhållandena, får därför ej betraktas som varaktiga.

1967 års inventering redovisar järnmalmstillgångar i de gruvor som den 1 januari detta år var i drift eller föremål för undersökningar, dvs. tidigare angivna 26 driftsgruvor, 9 gruvor som nedlagts under 1967 och 1968 samt vissa undersökningsgruvor. Därvid har medtagits endast de kvantiteter som vid inventeringstillfället bedömdes ha brytvärda kvaliteter och som kunde antagas bli föremål för mekaniserad brytning. Redovisningen åtskiljer s. k. uppsluten eller helt känd malm och uppskattad eller sannolikt förekommande malm.¹

Enligt inventeringen utgjorde de totala malmstillgångarna 976 milj. ton, varav 357 milj. ton eller 37 procent utgjordes av dåvarande 35 driftsgruvors uppslutna malm och 507 milj. ton eller 52 procent utgjordes av deras uppskattade malm (tabell 1). Resterande 112 milj. ton eller 11 procent av de totala tillgångarna hänfördes till undersökningsgruvorna. För driftsgruvornas såväl uppslutna som uppskattade malmstillgångar beräknades järnhalten vara genomsnittligt 39 procent, medan för undersökningsgruvorna järnhalten beräknades till 35 procent.

Av ifrågavarande driftsgruvors totala malmstillgångar, 864 milj. ton, utgjorde de

¹ Se Förklaring av viktigare gruv- och mine-raltekniska termer.

Tabell 1. Järnmalmstillgångar i Mellansverige, 1967.

	Kvantitet råmalm Milj. ton	Järninnehåll	
		%	Milj. ton
Driftsgruvor, ^a uppsluten malm	357	39	138
Driftsgruvor, ^a uppskattad malm	507	39	196
Driftsgruvor, summa	864	39	334
Undersöknings- gruvor	112	35	39
Total summa	976	38	373

^a Gruvor i drift 1.1.1967.

fosforrika apatitmalmerna 282 milj. ton eller 33 procent (tabell 2). Beträffande driftsgruvornas tillgångar på fosforfattiga malmer utgjorde kvartsrandmalmerna 288 milj. ton eller 33 procent av totaltillgångarna, skarn- och kalkmalmerna 42 milj. ton eller 5 procent och de manganförande malmerna 252 milj. ton eller 29 procent. Tillgångarna på skarn- och kalkmalmer, som förekom i 12 av ifrågavarande gruvor, var sålunda betydligt mindre än tillgångarna på övriga malmtyper. Järnhalten beräknades till 46 procent för apatitmalmerna och 37 procent för de manganförande malmerna, medan övriga malmers järnhalt beräknades till 31–34 procent.

På grund av nedläggningen minskade antalet driftsgruvor från 35 per den 1.1.1967 till 26 per den 1.1.1969. Kvarvarande malm i nedlagda gruvor kan dels överföras till undersökningsgruvors tillgångar, dels avföras från de totala tillgångarna i de fall gruvdrift bedömes ej kunna återupptagas. Med beaktande härav och med hänsyn till att under 1967 och 1968 totalt 24 milj. ton råmalm utvunnits, torde malmtillgångarna per den 1.1.1969 ha utgjort 688 milj. ton i driftsgruvorna och 264 milj. ton i undersökningsgruvorna eller sammanlagt 952 milj. ton. Av driftsgruvornas tillgångar beräknas den uppslutna malmen ha omfattat 262 milj. ton och den uppskattade malmen

Tabell 2. Järnmalmstillgångar avseende driftsgruvor^a i Mellansverige, fördelade på malmtyper, 1967.

Malmtyp	Kvantitet råmalm Milj. ton	Järninnehåll	
		%	Milj. ton
Apatitmalmer	282	46	129
Kvartsrand- malmer	288	34	98
Skarn- o. kalk- malmer	42	31	13
Manganförande malmer ^b	252	37	94
Summa	864	39	334

^a Gruvor i drift 1.1.1967.

^b Genomsnittlig manganhalt ca 3%.

426 milj. ton. I jämförelse med inventeringen per den 1.1.1967 var sålunda de totala malmtillgångarna per den 1.1.1969 i det närmaste lika stora, ehuru med betydligt mindre kvantitet uppsluten malm.

Som tidigare nämnts har de i Mellansverige utförda järnmalmsinventeringarna haft olika omfattning och inriktning. Oaktat skiljande premisser är det dock av intresse att jämföra inventeringarnas resultat. Sålunda redovisade inventeringen 1943 totala malmtillgångar på 347 milj. ton, medan inventeringen 1960 angav 651 milj. ton, främst på grund av stora tillskott avseende kvartsrandmalmer. 1960 års inventering kompletterades 1964 varvid tillgångarna blev 724 milj. ton. Eftersom 1967 års inventering anger de totala malmtillgångarna till 976 milj. ton har således varje inventering redovisat större tillgångar än den föregående, trots att betydande malmkvantiteter utvunnits mellan inventeringstillfällena.

Utökning av kända eller uppskattade malmtillgångar kan ske på principiellt flera sätt. För det första genom vidare undersökningar av befintliga bearbetade utmål, dvs. driftsgruvor och undersökningsgruvor inkl. vissa nedlagda gruvor. Därvid består tillgångsökningen i att uppskattad malm uppslutes och ny malm uppskattas. Om befintliga anläggningar blir användbara kan den tillkommande malmens metallhalter tillåtas

vara lägre än halterna i den malm som tidigare motiverat driften. Detsamma gäller om tillkommande malm kan brytas till väsentligt lägre kostnader. För det andra genom undersökningar av obearbetade utmål, vilkas malm blir reell tillgång då den belägges med brytning. För det tredje genom prospektering av nya fyndigheter som utmållägges, undersöks och bearbetas. I samtliga fall måste sålunda ny malm befinnas brytvärd för att ny malmtillgång skall kunna anses föreligga. Under senare år har järnmalmsspekteringen i Mellansverige varit av begränsad omfattning och utökade tillgångar har erhållits genom främst undersökningsarbeten inom befintliga bearbetade utmål.

3.2 Järnmalmproduktion i Mellansverige

3.2.1 Malmbrytning och malmbehandling

Produktion av malm består i olika slag av arbeten vilka kan grovt uppdelas i dels malmbrytning, dvs. brytning och uppfordring av råmalm, dels råmalms behandling till direkt användbara malmprodukter. Brytningen sker vanligen under jord medan den egentliga behandlingen alltid sker ovan jord.

Malmbrytning

Vid malmbrytning särskiljes i regel undersökningsarbeten, förberedande arbeten, tillredningsarbeten och egentliga brytningsarten. Enär tillämpning av malmetningsmetoder i allmänhet ger begränsad föreställning om befintliga malms storlek och metallhalter åsyftar undersökningsarbetena detaljerade bestämningar genom skärpningar, diamanborrning, eventuell schakt- och ortdrivning och i anslutning härtill provtagningar för mineralogiska och kemiska analyser. Vid undersökningsarbetena, som i likhet med övriga arbeten bedrivs även sedan fyndigheten belagts med brytning, sker sålunda uppslutning och uppskattning av förekommande malmkroppar. Planeringen av övriga arbeten förutsätter därför genomförda undersökningsarbeten. De förberedande arbetena, som utföres oavsett tilltänkt brytningsmetod, omfattar

schaktsänkning, drivningar av orter, bl. a. transportorter, samt drivningar av rum för pumpstation, krosstation m. m., medan tillredningsarbetena som betingas av den valda brytningsmetoden består i diverse drivningar i omedelbar närhet av och i de malmkroppar som skall brytas. Genom brytningsarbetena, huvudsakligen borring och sprängning, sker lossbrytningen av malmen som sedan efter upplastning och tappning transporteras till gruvans krosstation, som vanligast är belägen under jord. Ur gruvan uppfordras malmen genom schaktet medelst malmhissar, s. k. skipar, och lagras i malmfickor som är inbyggda i eller i anslutning till det ovan markytan uppförda histornet, den s. k. laven.

Brytningsarbetena består alltså i främst borring och sprängning samt lastning och transport av den lossbrutna malmen från gruvans brytningsområden. Borrningsarbetet, som avser uppborring av hål för införande av sprängladdningar för efterföljande sprängning, utföres med tryckluftdrivna bergborrmaskiner av olika konstruktion och storlek. I horisontella orter utnyttjas, därest ortens dimensioner så tillåter, vanligen automatiserade aggregat med flera borrmaskiner, vilka manövreras med hydrauliska armar monterade på en självgående vagn. I s. k. stigorter utnyttjas andra för detta arbete modifierade maskintyper. Sprängningsarbetet sker enligt olika metoder avpassade till den brytningsmetod som valts och som var och en förutsätter viss borrhålsplan. Sålunda förekommer få grova borrhål med stor mängd sprängämne eller flera små borrhål med liten mängd sprängämne etc. Även borrhålens riktning, avstånd och djup liksom sprängladdningarnas täthet kan varieras. Sprängämnet utgöres av dynamit, vanligen förekommande i enhetsladdningar, eller av ett sprängämne i lös vikt, ANO (ammoniumnitrat/olja). I båda fallen införes huvudparten av sprängämnena i borrhålen med särskilda laddningsmaskiner. Initeringen sker med sprängkapslar som tändes elektriskt eller med stubintråd. Vid sprängningen utslås relativt grovstyckigt berg, varvid hålsättningen och laddningstätheten be-

stämmer det s. k. styckefallets grovhetsgrad. Lastningen av den brutna malmen är mekaniserad och sker enligt olika metoder som väljes utifrån brytningsplatsens belägenhet och transportmedlen i de horisontella orterna som leder till malmfickan, krosstationen eller schaktet. Vanligast är dock användningen av tryckluftdrivna kastlastmaskiner som med en skopa gräver upp och kastar malmstyckena i transportvagnar som kan vara spårbundna eller spårfria. På kortare transportavstånd användes kastlastmaskinen med tillbyggt transportkärl som självlastande och självgående enhet.

Malmbrytning kan bedrivas efter ett flertal olika metoder av vilka rasbrytningsmetoderna är vanligast förekommande i de mellansvenska järnmalmsgruvorna. Generellt innebär rasbrytning att den sättning i brytningsplatsernas tak och väggar som man söker förhindra vid andra metoder här eftersträvas, så kontrollerad att det uppkomna rasets självkrossande eller frampressande effekt utnyttjas. Efter ortdrivning sker uppborrning och sprängning för den egentliga brytningen. Arbetet bedrivs från orter i fast berg eller med fast tak ovan arbetsplatsen. Brytningen går bakåt salva för salva. Vid varje sprängsalva erhålles ras med en bestämd mängd malm som sedan utlastas från orten. Eftersom malmraset oftast är förbundet med inblandning av större eller mindre mängder ofyndigt kommer vid den lossbrutna malmens utlastning även ofyndigt att medfölja, vilket påverkar malmens senare behandling. Rasbrytning kan ske på olika sätt och i mellansvenska järnmalmsgruvor tillämpas vanligen skivrasbrytning eller blockrasbrytning. Valet av brytningsmetod beror främst av de enskilda malmkropparnas dimensioner och stupningsförhållanden, förekommande malmtyp och berghållfasthet.

Inom en malmfyndighet är malmarean dvs. malmkropparnas horisontella utbredning begränsad, varför brytningen kommer att äga rum från allt djupare etager. Gruvdriftens fortbestånd i fyndigheten är alltså beroende av dess djupgående. Gruvans s. k. avsänkning, varmed menas det antal meter

gruvans medelnivå sjunker under en årsperiod, förutsätter därför avvägning mellan undersökningsarbeten, förberedelse- och tillredningsarbeten för fortsatt brytning till dess brytvårdheten upphör.

Malmbehandling

Ur gruvorna uppfordrad okrossad eller endast grovkrossad råmalm har sådan styckestorlek och därtill i allmänhet sådan gråbergsinblandning både från ras och i malmen att den ej utgör en direkt användbar malmprodukt. Råmalmen behandlas därför genom mineraltekniska processer mot styc-kemalm eller slig som slutprodukter. Genom en delvis metallurgisk process kan sligen vidarebehandlas till kulsinter.

Oavsett åsyftad slutprodukt krossas råmalmen och i samband därmed sovras det krossade godset genom siktning och separering. Därest utsorterat grövre gods innehåller malmstycken med dels hög järnhalt, dels hög hållfasthet, kan malmprodukten styckemalm erhållas efter avskiljning av det ofyndiga genom separering. Denna sker magnetiskt när det gäller magnetit och med utnyttjande av tyngdkraften då det gäller hämatit. Vid framställning av malmprodukten slig vidarebehandlas det siktade godset genom den egentliga anrikningen som huvudsakligen består i malning till finfördelat gods med efterföljande separering av malmkornen från det ofyndiga. Apparaterna här för verkar magnetiskt eller våtmekaniskt genom utnyttjande av mineralkornens skilda magnetiska egenskaper eller deras olika densitet i en vattenblandning.

Den enskilda gruvans produktionsinriktning avseende slutprodukterna styckemalm och/eller slig betingas av förefintliga malmers beskaffenhet, alternativa produktionskostnader och rådande efterfrågan. För produktion av styckemalm fordras sålunda hög järnhalt och god hållfasthet. Produktens järnhalt bör f. n. överstiga ca 52 procent, i synnerhet om efterfrågad halt av mangan och/eller kiselsyra och/eller karbonat ej kan tillgodoses. Mull, dvs. den finfördelade malm som vid uppfordringen åtföljer den styckiga malmen eller som bil-

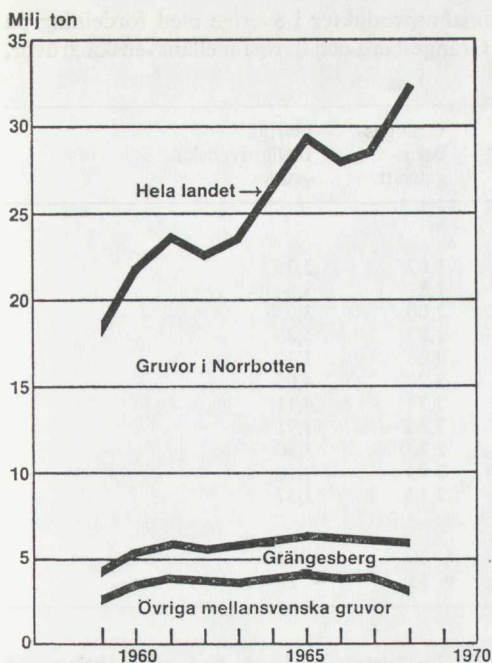


Diagram 1. Produktion av direkt användbara järnmalmprodukter i Sverige med fördelning på gruvor i Norrbotten och Mellansverige ävensom Grängesberg och övriga mellansvenska gruvor, 1959–1968.

das vid malmens krossning och sovring, kan, om halterna är tillräckligt goda, utgöra slutlig malmprodukt. Detta är i allmänhet vanligt i de fall då grövre kvaliteter vid sovringen kan sorteras som styckemalm. Övrig mull anrikas till slig. Beträffande anrikningen till slig bestäms möjligheten för den slutliga malmproduktens anpassning till efterfrågad kvalitet av dels ifrågasvarande fyndighets malmtyp, dels gruvans malmbehandling och utrustning härför. Sålunda kan fosfor- och svavelinblandningar ej i högre grad påverkas, medan däremot järninnehållet kan varieras liksom även kornstorleken för grov eller fin slig. I motsats till förhållandet vid styckemalmproduktion behöver följaktligen sligproduktionen ej upphöra om järnhalten i förefintliga malmer minskar vid fortsatt brytning. Medan styckemalmens minimijärnhalt f. n. är ca 52 procent fordras i regel en järnhalt i sligen på ca 63 procent. Såväl styckemalmens som

sligens fosforhalt kan vara låg (mindre än 0,012 %), medelhög (0,012–0,050 %) eller hög (större än 0,050 %). Styckemalmproduktion kan emellertid ej ersättas av sligproduktion i de fall de nödvändiga behandlingskostnaderna (inkl. investeringskostnaderna) blir för höga. Ej heller kan sligproduktionen ekonomiskt motiveras om järnförlusterna vid anrikningen blir för stora. Vid sidan av styckemalm och slig hänföres även kulsinter till förekommande malmprodukter. Kulsinterframställningen, som i motsats till framställningen av övriga malmprodukter även omfattar metallurgiskt processmoment, kan ej regelmässigt anses tillhöra gruvornas verksamhetsområde. Endast vid en gruva, Stråssa–Blanka, produceras kulsinter. Övrig produktion sker vid järn- och järnsvampverk samt vid en svavelsyrefabrik i Falun.

För malmbehandlingen är gruvornas sovringsverk utrustade med krossar, siktar och separatorer, medan anrikningsverkens utrustning består av främst kvarnar och separeringsapparater. Sovringsverk finnes vid samtliga 26 gruvor i drift den 1.1.1969 och med undantag av Forsbo och Bondgruvan har gruvorna även anrikningsverk. Dessutom har Grängesbergsgruvan ett avfosforeringsverk och Stråssa–Blanka ett kulsinterverk.

3.2.2 Gruvornas leveranser av malmprodukter

Ur järnmalmgruvorna i Mellansverige uppfordrades 1967 ca 12,8 milj. ton råmalm varur erhöles 6,1 milj. ton malmprodukter. Härav producerades 2,2 milj. ton eller 36 procent vid Grängesbergsgruvan och 3,9 milj. ton eller 64 procent vid övriga mellansvenska gruvor. Denna produktionsomfattning blev resultatet av en utveckling som från 1959 inneburit en ej obetydlig tillväxt även om de årliga tillskotten ej varit kontinuerliga (diagram 1, tabell 3). Sålunda ökade mellan 1959 och 1967 den totala produktionen av malmprodukter i Mellansverige med 40 procent, från 4,4 milj. ton till nämnda 6,1 milj. ton, varvid ökningen var 36 procent vid Grängesbergsgruvan

Tabell 3. Produktion av direkt användbara järnmalmsprodukter i Sverige med fördelning på gruvor i Norrbotten och Mellansverige ävensom Grängesberg och övriga mellansvenska gruvor, 1959-1968.

År	Total produktion	Norr- bottens gruvor	Mellan- sveriges gruvor	Gränges- bergs- gruvan	Övriga mellansvenska gruvor
<i>Milj. ton</i>					
1959	18,35	13,98	4,37	1,62	2,75
1960	21,69	16,18	5,41	1,87	3,54
1961	23,59	17,64	5,95	2,00	3,95
1962	22,53	16,94	5,59	1,73	3,86
1963	23,64	17,86	5,78	2,06	3,72
1964	26,62	20,39	6,23	2,20	4,05
1965	29,35	22,91	6,44	2,33	4,11
1966	27,99	21,82	6,17	2,26	3,91
1967	28,75	22,65	6,10	2,20	3,90
1968	32,44	26,32	6,12	2,93	3,19
1969 (appr.)	33,28	26,73	6,55	3,18	3,37
<i>Procentuell förändring</i>					
1959-67	+ 57	+ 62	+ 40	+ 36	+ 42
1967-68	+ 13	+ 16	± 0	+ 33	- 18

och 42 procent vid övriga mellansvenska gruvor. Denna intill 1967 för Grängesbergsgruvan och övriga gruvor någorlunda likartade utveckling kom emellertid att markant brytas mellan 1967 och 1968 då Grängesbergsgruvan ökade produktionen med 33 procent och produktionen från övriga mellansvenska gruvor minskade med 18 procent. Förutom förändrade skilda konkurrensförutsättningar för Grängesbergsgruvan och övriga gruvor kan bl. a. gruvnedläggningarna förklara denna senare utveckling. För den totala produktionen av malmprodukter i Mellansverige har därmed tillväxten sedan 1965 stagnerat mot produktionsnivån 6,1 milj. ton 1967 och 1968.

I jämförelse härmed har produktionen i Norrbotten expanderat sedan 1965 till att omfatta 26,3 milj. ton 1968.

Från de mellansvenska järnmalmsgruvorna levererades 1967 totalt ca 6,0 milj. ton eller i det närmaste samma kvantitet som producerades under året. Skillnader mellan produktions- och leveransangivelser hänför sig vanligen till förändringar i lagerhållning jämte statistisk inkonsistens. Av de totala leveranserna utgjorde styckemalm inkl. mull den större delen, 3,3 milj. ton eller 55 procent, slig 2,1 milj. ton eller 35 procent och kulsinter en mindre del, 0,6 milj. ton eller 10 procent (tabell 4).

De totala leveranserna 1967 fördelades

Tabell 4. Leveranser av malmprodukter från mellansvenska järnmalmsgruvor^a med procentuell fördelning på produktslag och marknader, 1967.

	Totala leveranser			Inhemsk marknad			Exportmarknad		
	1 000 ton	%	%	1 000 ton	%	%	1 000 ton	%	%
Samtliga malm- produkter	6 012	100	100	3 184	100	53	2 828	100	47
därav:									
Styckemalm ^b	3 277	55	100	839	26	26	2 438	86	74
Slig	2 127	35	100	1 979	62	93	148	5	7
Kulsinter	608	10	100	366	12	60	242	9	40

^a Gruvor i drift 1.1.1967.

^b Inkl. mull.

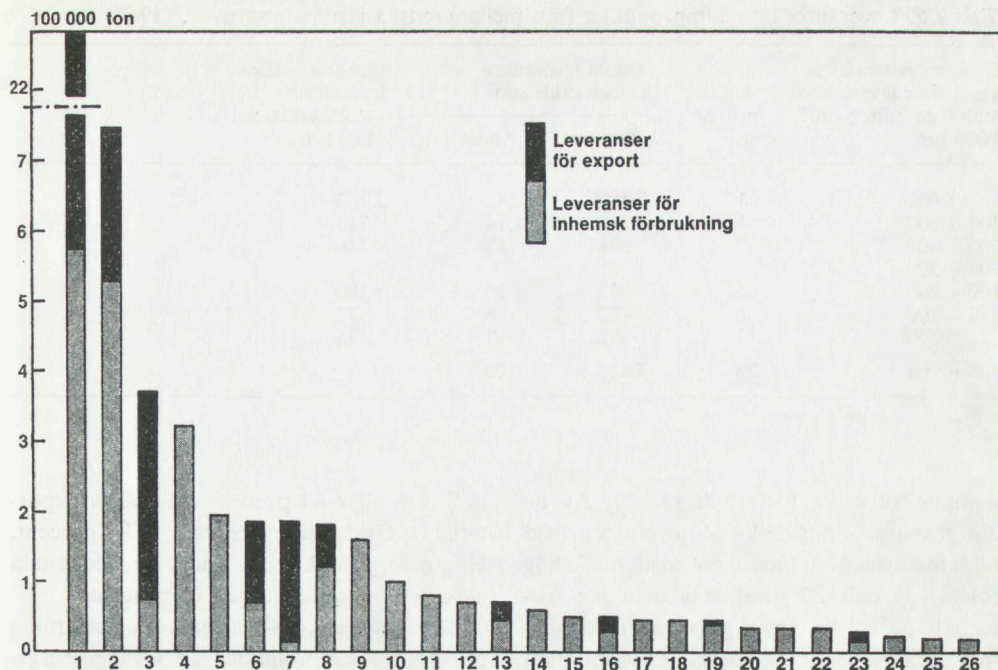


Diagram 2. Leveranser av malmprodukter från enskilda mellansvenska järnmalmsgruvor i drift 1.1.1969 med fördelning på leveranser för inhemsk förbrukning och export, 1967.

med 3,2 milj. ton eller 53 procent på hemmamarknaden och 2,8 milj. ton eller 47 procent på exportmarknaden. Leveranserna till hemmamarknaden utgjordes av 26 procent styckemalm, 62 procent slig och 12 procent kulsinter medan leveranserna till exportmarknaden utgjordes av 86 procent styckemalm, 5 procent slig och 9 procent kulsinter. Härav följer att 3/4 av de totala styckemalmsleveranserna avsattes på exportmarknaden, medan drygt 9/10 av de totala sligleveranserna och 6/10 av de totala kulsinterleveranserna avsattes på hemmamarknaden.

En redovisning av leveranserna 1967 från de mellansvenska järnmalmsgruvor som fortfarande var i drift den 1.1.1969 begränsas till leveranserna från tidigare angivna 26 gruvor (3.1.1). Från dessa gruvor levererades ca 5,4 milj. ton eller 90 procent av de mellansvenska totalleveranserna under året. De häremot svarande leveranserna från enskilda gruvor återger rådande stora skillnader avseende gruvornas produktions-

storlek. 1967 var leveranserna av malmprodukter från en gruva större än 2 milj. ton, från vardera tre gruvor 300–1 000 t. ton och från vardera 22 gruvor mindre än 300 t. ton (diagram 2, tabell 5). Ifrågavarande gruvor kan sålunda översiktligt fördelas på en stor, tre medelstora och 22 små gruvor. Den stora gruvan, Grängesberg, levererade 42 procent av gruvornas totala leveranser, de medelstora gruvorna Stråssa-Blanka, Dannemora och Risbergsfältet 27 procent samt de små gruvorna 31 procent. Av de 22 små gruvorna levererade de 11 minsta vardera mindre än 50 t. ton och genomsnittligt 35 t. ton. Deras sammantagna leveranser, 382 t. ton, utgjorde 7 procent av de 26 gruvornas totala leveranser under året. Efter 1967 har leveranserna från Grängesbergsgruvan och de medelstora gruvorna ökat snabbare än leveranserna från de små gruvorna, varför de små gruvornas här angivna andelar av de totala leveranserna har minskat.

Som tidigare framgått bryter gruvorna

Tabell 5. Leveranser av malmprodukter från mellansvenska järnmalmgruvor,^a 1967.

Gruvornas storleksklass efter levererade malmprodukter 1967 1000 ton	Antal gruvor st.	Totala leveranser i storleksklassen		Genomsnittliga leveranser i storleksklassen 1000 ton
		1000 ton	Andel (%)	
> 1 000	1	2 282	42	2 282
400-1 000	1	745	14	745
300- 400	2	691	13	346
200- 300				
100- 200	5	902	16	180
50- 100	6	432	8	72
< 50	11	382	7	35
Summa	26	5 434	100	

^a Gruvor i drift 1.1.1969.

malmer av olika fosforhalt (3.1.2). Av de 26 gruvorna framställer 4 produkter med hög fosforhalt, 2 produkter med medelhög fosforhalt och 20 produkter med låg fosforhalt (tabell 6). Från gruvorna med högfosformalm, Grängesberg, Risbergsfältet, Blötberget och Idkerberget levererades 2,8 milj. ton eller 51 procent av samtliga gruvors leveranser 1967. Gruvorna med malm av medelhög fosforhalt, Håksberg och Mimer, levererade ca 200 t. ton, medan gruvorna med lågfosformalm levererade 2,4 milj. ton eller 45 procent av de totala leveranserna. I dessa angivelser har 10 procent av Grängesbergsgruvans leveranser räknats som lågfosforprodukter från gruvans avfosforeringsverk. Av de totala leveranserna avseende högfosforprodukter exporterades 1,7

milj. ton eller 64 procent och härav exporterade Grängesbergsgruvan 97 procent. Högfosforprodukternas andel av den totala exporten utgjorde därmed 67 procent.

Beträffande enskilda gruvors inriktning på olika malmprodukter är Grängesbergsgruvan den största producenten av styckemalm och 1967 har drygt hälften av gruvans totalproduktion utgjorts av styckemalm, främst avsedd för export. Övriga styckemalmsproducenter i nämnvärd omfattning var Dannemora, Stripa, Idkerberget, Ställberg, Forsbo och Bastkärn. Medan Idkerberget och Ställberg producerade endast styckemalm och mull, framställdes även slig vid Grängesberg, Dannemora, Stripa och Bastkärn. Övriga 19 gruvor var helt inriktade på sligframställning ehuru två

Tabell 6. Fosforhalter i malmprodukter levererade från mellansvenska järnmalmgruvor,^a 1967 (antal gruvor).

Gruvornas storleksklass efter levererade malmprodukter 1967 1000 ton	Fosforhalt			Summa gruvor st.
	Låg <0,012 %	Medelhög 0,012-0,050 %	Hög >0,050 %	
> 1 000			1	1
400-1 000	1			1
300- 400	1		1	2
200- 300				
100- 200	2	1	2	5
50- 100	6			6
< 50	10	1		11
Summa	20	2	4	26

^a Gruvor i drift 1.1.1969.

av dessa, Forsbo och Bondgruvan, levererade sovråd malm till Bodåsgruvan respektive Kallmorbergsgruvan i och för anrikningen till slig. Kulsinterframställning i anslutning till gruva sker, som tidigare framhållits, endast vid Stråssa-Blanka. Även om kulsinterverk finnes i närheten av Persbergsgruvan och Bodåsgruvan är dessa verk dock att betrakta som integrerade delar av där belägna järnsvampverk. Vid Stråssa-Blanka sintrades 1967 ej endast slig från denna gruva utan även slig från Grängesberg, Håksberg och Riddarhyttan.

Vad gäller de enskilda gruvornas produktion i och för leveranser till hemmamarknad och/eller exportmarknad kan de klassificeras utifrån dels totalleveransernas absoluta storlek, dels exportens relativa andel. 1967 levererade 15 gruvor till endast hemmamarknaden och en gruva till endast exportmarknaden, nämligen Stollberg ur vars bly- och zinkförande malm även en järnmalmprodukt utvinnes. Övriga gruvor levererade till såväl hemmamarknad som exportmarknad. I denna fördelning med följaktligen 10 exporterande gruvor under året har hänsyn ej tagits till enskilda gruvors exportkvantiteter mindre än 10 t. ton, vilka ofta är av tillfällig karaktär. De 10 gruvorna sammantagna exporterade 2,6 milj. ton malmprodukter eller 48 procent av samtliga 26 gruvors totala leveranser 1967. Sinsemellan uppvisade gruvornas exportleveranser betydande skillnader avseende såväl kvantiteter som andelar av deras respektive totalproduktion (diagram 2). Sålunda utgjorde exporten från de tre största gruvorna, Grängesberg, Stråssa-Blanka och Dannemora, ca 85 procent av nämnda totalexport, varvid gruvornas exportkvoter i ungefärliga tal har varit 75, 30 respektive 80 procent. Återstående del av totalexporten fördelades på små gruvor av vilka de största var Ställberg och Stripa med ej obetydliga exportkvoter.

3.2.3 Gruvornas ägandeförhållanden

De mellansvenska järnmalmgruvorna utgör i allmänhet ej självständiga företag utan tillhör som administrativa enheter ett antal fö-

retag av vilka flertalet är malmförbrukande med egna järnverk. Vanligen tillhör en gruva eller en grupp av gruvor endast ett företag. Av de 26 gruvorna i drift den 1.1. 1969 är sålunda 23 gruvor helägda av 9 företag och 3 gruvor delägda (tabell 7). Helägande och tillika mer betydande delägande företag är följande:

Fagersta Bruks AB
Sandvikens Jernverks AB
AB Statsgruvor
Stora Kopparbergs Bergslags AB
Ställbergsbolagen
Surahammars Bruks AB
AB Svenska Kullagerfabriken
Trafik AB Grängesberg-Oxelösund
Uddeholms AB

Av angivna företag är 7 malmförbrukande och 2, AB Statsgruvor och Ställbergsbolagen, ej malmförbrukande. De malmförbrukande företagen är helägare av 18 gruvor, bl. a. 3 av de största, nämligen Grängesbergsgruvan, Stråssa-Blanka och Risbergsfältet, medan de ej malmförbrukande företagen innehar återstående 5 helägda gruvor, Ställberg, Idkerberget, Forsbo, Intrånget och Stollberg. De delägande företagens 3 gruvor är Dannemora, Stripa och Bastkärn, varav Dannemora till övervägande del ägs av ett malmförbrukande företag.

Ägandeförhållandena kan belysas genom dels det antal gruvor respektive företag äger, dels dessa gruvors storlek avseende leveranser av malmprodukter. 1967 levererade Trafik AB Grängesberg-Oxelösunds två helägda gruvor Grängesberg och Stråssa-Blanka 56 procent av de 26 gruvornas totalleveranser. Motsvarande utgjorde leveranserna från Stora Kopparbergs Bergslags AB:s 5 helägda gruvor, däribland Risbergsfältet, 14 procent (tabell 7). Resterande 30 procent av leveranserna under året härrörde sig från övriga ägares gruvor. Med undantag av de ej malmförbrukande Ställbergsbolagen, vilkas 3 gruvor levererade 7 procent av nämnda totalleveranser, utgjorde leveranserna från vardera övriga ägares 1-3 gruvor endast 1-3 procent av totalleveranserna. Som tidigare framhållits har efter

Tabell 7. Mellansvenska järnmalmgruvor i drift 1.1.1969 med fördelning på ägande företag och deras totala leveranser, förbrukning och export av malmprodukter, 1967.

	Ägande företag nr	Antal gruvor st.	Ägande företags totala leveranser av malmprodukter, 1967		Ägande företags förbrukning och export av malmprodukter, 1967			
					Förbrukning		Export 1000 ton	Summa 1000 ton
			1000 ton	%	1000 ton	%		
Malmförbrukande helägare	1	2	3 027	56	1 053	38	1 920	2 973
	2	5	762	14	945	34	15	960
	3	2	143	3	244	9	0	244
	4	2	97	2	229	8	0	229
	5	3	187	3	118	4	22	140
	6	3	108	2	108	4	0	108
	7	1	47	1	59	2	0	59
Malmförbrukare utan gruva		—	—	—	44	1	—	44
Summa		18	4 371	81	2 800	100	1 957	4 757
Ej malmförbrukande helägare	8	3	412	7			191	191
	9	2	63	1			22	22
Summa		5	475	8			213	213
Delägare	2,4 m. fl.	3	588	11			464	464
Total summa		26	5 434	100	2 800	100	2 634	5 434

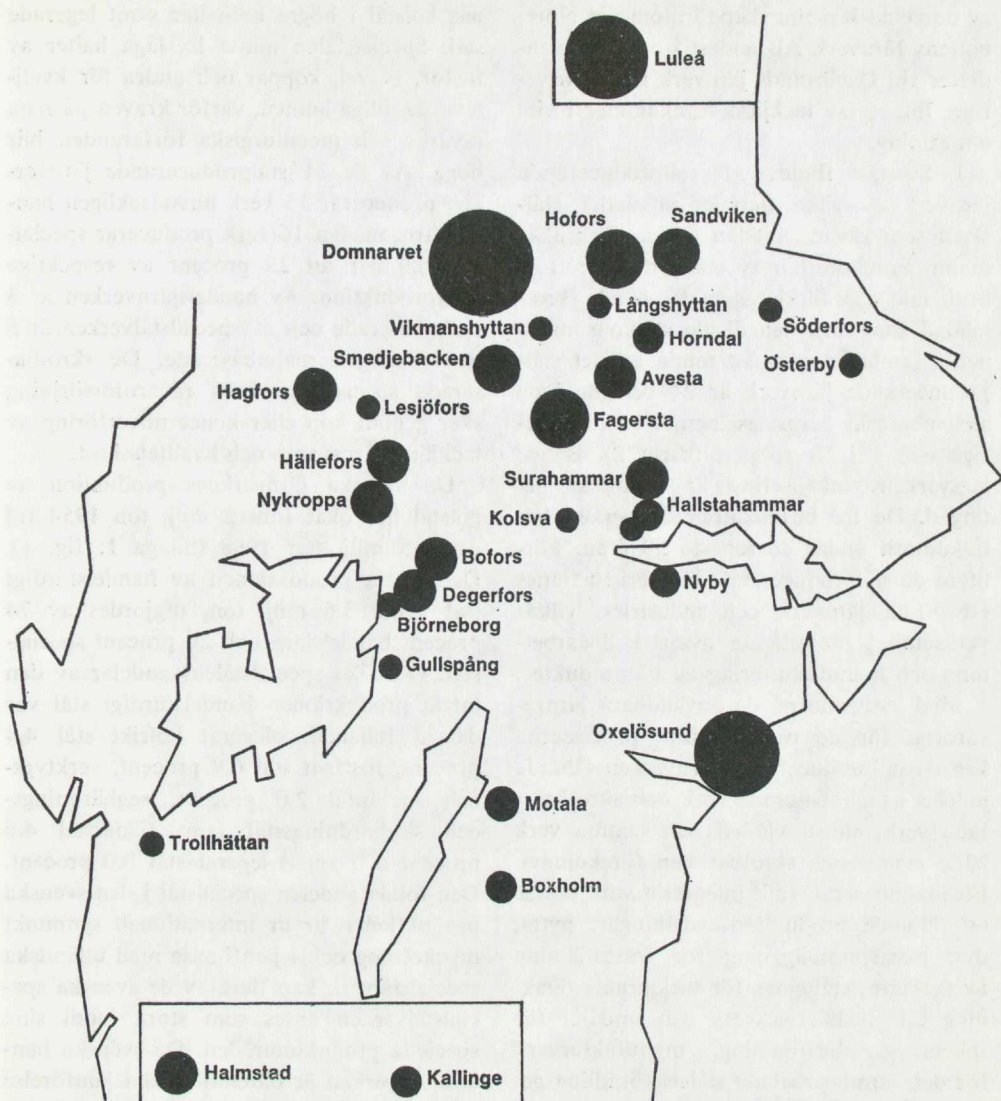
Ann. Gruvarrenderande företag redovisat som ägare.

1967 leveranserna från de större gruvorna ökat snabbare än leveranserna från de mindre, varför leveranserna från de mindre företagen med små gruvor har erhållit mindre andel av totalleveranserna än de här angivna.

För de malmförbrukande företagens järnverk är malmprodukternas kvalitet och andra faktorer av sådan betydelse att malmförsörjningen vid vissa järnverk baseras på endast delar av de egna gruvornas årsproduktion. I dessa fall försörjes verken med malmprodukter även från mellansvenska gruvor tillhörande andra ägare. Även om företagets förbrukning sålunda ej helt kan hänföras till de egna gruvorna torde dock företagets export vara baserad på de egna gruvornas malmprodukter. Oavsett malmprodukternas ursprung med avseende på egna eller andras gruvor tillfördes järnverken tillhörande Grängesbergbolagen och Stora Kopparbergs Bergslags AB 38 respektive 34 procent av de totala inhemska

leveranserna 2,8 milj. ton 1967. Resterande 28 procent tillfördes övriga angivna malmförbrukande företag jämte Herrängs Gruf AB som 1967 saknade egna gruvor och vars järnverk nedlades 1969 (tabell 7). Endast för Grängesbergbolaget och Uddeholms AB var totalleveranserna från de egna helägda gruvorna större än de egna järnverkens förbrukning. Malmförbrukande företag med export var Grängesbergbolaget, Stora Kopparbergs Bergslags AB och Uddeholms AB av vilka Grängesbergbolaget svarade för 73 procent av de totala mellansvenska exportleveranserna under året.

Medan leveranserna från de malmförbrukande företagens 18 helägda gruvor utgjorde 81 procent av samtliga gruvors leveranser, 5,4 milj. ton 1967, utgjorde leveranserna från de ej malmförbrukande företagens 5 gruvor 8 procent. De 3 delägda gruvorna svarade för resterande 11 procent av totalleveranserna. De ej malmförbrukande



Karta 2. Götstålsproducerande järnverk, 1968.

företagen avsatte drygt hälften av leveranserna på hemmamarknaden och av leveranserna från de delägda gruvorna avsattes 4/5 på exportmarknaden.

3.3 Inhemsk förbrukning av mellansvensk järnmalm

3.3.1 Inhemsk stålproduktion

Inhemska avnämare för de mellansvenska järnmalmgruvorna är de malmförbrukande

järnverken i Mellansverige där landets flesta järnverk är belägna. Ur järnmalmen framställes tackjärn eller järnsvamp, som båda är mellanprodukter för framställning av stål. För andra ändamål än för framställning av stål förbrukas endast en mindre del, främst för gjuteritackjärn. Järnverkens förbrukning av mellansvensk malm beror därför i huvudsak av inhemsk och utländsk efterfrågan på stål. Import av järnmalm förekommer regelmässigt ej och förbrukning

av norrländsk malm sker förutom vid Norrbottens Järnverk AB endast i mindre kvantiteter vid Oxelösunds järnverk i Mellansverige. Import av tackjärn förekommer i viss omfattning.

I Sverige finnes 31 stålproducerande järnverk av vilka flertalet använder stålskrot som råvara, medan övriga förbrukar malm. Förekomsten av ett flertal skrotförbrukande verk förklaras av den ökade skrotmängd som följt den ökade stålkonsumtionen i samhället. Av det totala antalet stålproducerande järnverk är 24 belägna i de mellansvenska bergslagslänen, 7 i södra Sverige och 1 i Norrbotten (karta 2). Bergslagsverkens lokalisering är historiskt betingad. De tre kustlokaliserade verken har tillkommit under de senaste 50 åren. Förutom de stålproducerande järnverken finnes ett 30-tal järnverk och industrier, vilkas verksamhet uteslutande avser kallbearbetning och manufakturering av stålprodukter.

Med avseende på de användbara järnråvarorna för de metallurgiska processerna kan de stålproducerande järnverken sålunda indelas i malmbaserade verk och skrotbaserade verk, ehuru vid ett och samma verk både malm- och skrotbas kan förekomma. Ett malmbaserat, fullt integrerat verk består av följande produktionsavdelningar: hytta, dvs. masugnsanläggning för framställning av tackjärn, stålugnar för tackjärnets färskning till götstål, valsverk och smedjor för stålets varmbearbetning, manufakturverk för det varmbearbetade stålets förädling genom kallbearbetning och manufakturering. Ett skrotbaserat verk saknar hytta, men har stålugnar för skrotsmältning, valsverk, smedjor och manufakturverk. Därjämte kan såväl malm- som skrotbaserade verk vara utrustade med verk för framställning av järnsvamp.

Med avseende på produktionsinriktning kan de stålproducerande järnverken indelas i handelsjärnverk och specialstålverk, ehuru det i Sverige är vanligt att både handelsjärn och specialstål tillverkas i ett och samma verk. Handelsjärn eller ordinärt stål utgöres av stål med lägre kolhalter och förenas med måttliga kvalitetskrav. Till specialstål räk-

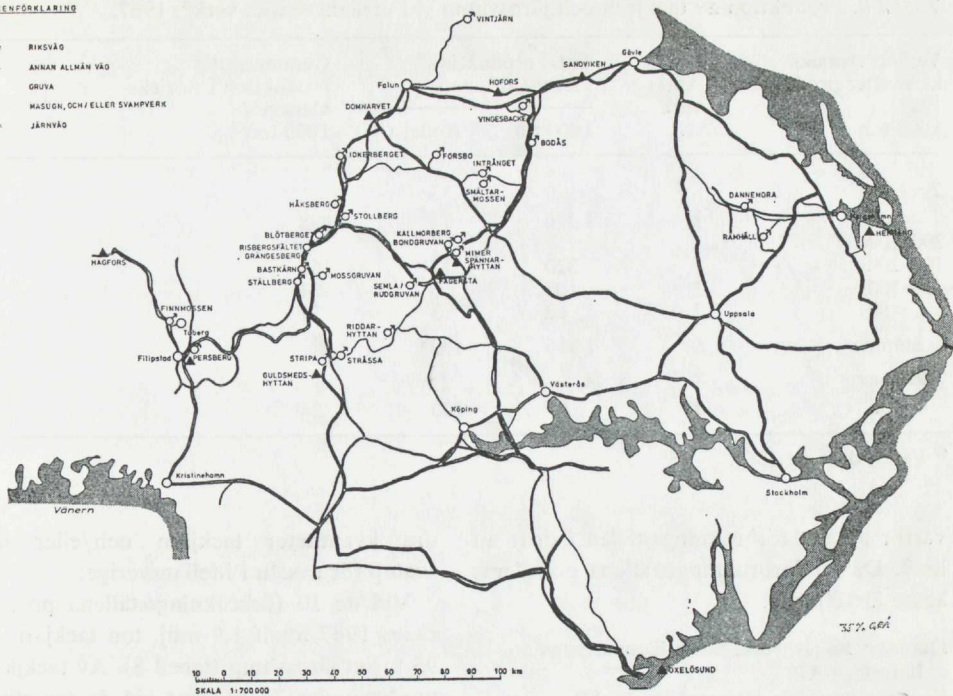
nas kolstål i högre kolhalter samt legerade stål. Specialstålen måste ha låga halter av fosfor, svavel, koppar och andra för kvaliteten skadliga ämnen, varför kraven på rena råvaror och metallurgiska förfaranden blir höga. Av de 31 stålproducerande järnverken producerar 15 verk huvudsakligen handelsjärn, medan 16 verk producerar specialstål till mer än 25 procent av respektive totalproduktion. Av handelsjärnverken är 3 malmbaserade och av specialstålverken är 5 huvudsakligen malmbaserade. De skrotbaserade specialstålverkens råvaruförsörjning sker genom köp eller koncernöverföring av tackjärn, järnsvamp och kvalitetsskrot.

De svenska järnverkens produktion av götstål har ökat från 2 milj. ton 1954 till drygt 5 milj. ton 1968 (bilaga 1: fig. 1). Den totala produktionen av handelsfärdigt stål 1968, 3,6 milj. ton, utgjordes av 74 procent handelsjärn och 26 procent specialstål. De olika specialstålens andelar av den totala produktionen handelsfärdigt stål var därvid följande: olegerat kolrikt stål 4,4 procent, rostfritt stål 6,9 procent, verktygs- och snabbstål 2,0 procent, seghärdnings- och sätthärdningsstål samt fjäderstål 4,6 procent och annat legerat stål 8,0 procent. Den totala andelen specialstål i den svenska produktionen är ur internationell synpunkt mycket hög och i jämförelse med utländska specialstålverk kan flera av de svenska specialstålverken anses som stora inom sina speciella produktområden. De svenska handelsjärnverken är däremot små i jämförelse med utländska handelsjärnverk. Medan i Sverige endast ett verk har en årskapacitet överstigande 1 milj. ton göt, utgör i andra länder produktionen från verk med en årskapacitet större än 1 milj. ton göt en betydande andel av totalproduktionen. 1966 var denna andel i USA 67 procent, i Storbritannien 64 procent, i Japan 60 procent och i Montanunionen 54 procent.

Den svenska produktionen av handelsfärdigt stål, både av ordinär kvalitet och specialstålqualität, fördelades på följande utföringsformer 1968: plåt (grov-, medium- och tunnplåt samt breda band) 40 procent., band (mindre än 500 mm) 5 procent, vals-

TECKENFÖRKLARING

- RIKSVÄG
- ANNAN ALLMÄN VÄG
- GRUVA
- MASUGN, OCH/ELLER SVAMPVERK
- JÄRNVÄG



Karta 3. Järnmalmgruvor, masugnar och järnsvampverk i Mellansverige, 1969.

tråd 8 procent, stångjärn 38 procent, banygnadsmaterial 1 procent, sömlösa rör 6 procent och smide 3 procent.

Den inhemska förbrukningen av handelsfärdigt stål utgjorde 3,5 milj. ton 1968. För-sörjningsbalansen, dvs. produktion + import = förbrukning + export, var därvid för 1968: $3,6 + 1,3 = 3,5 + 1,4$. Produktionen var således större än förbrukningen och exporten större än importen. Dessa storleksförhållanden har emellertid varit rådande först under senare år. Beträffande importen var denna större än exporten från 1920 t. o. m. 1966. Det importerade stålet utgöres till största delen av enkelt ordinärt stål, medan det exporterade stålet till väsentlig del består av specialstål.

3.3.2 Malmförbrukande järnverk

De malmförbrukande järnverken i Mellansverige utgör de mellansvenska järnmalmgruvornas inhemska avnämare. Detta är en följd av järnhanteringens tidiga lokalisering till Bergslagen där det fanns tillgång till såväl järnmalm som bränsle och vattenkraft.

Järnverken har i allmänhet ett flertal produktionsavdelningar av vilka främst hyttorna och järnsvampverken är direkt malmförbrukande. Dessutom åtgår en mindre del färskningsmalm i stålugnarna. I vissa fall är de malmförbrukande enheterna ej belägna i den övriga verksamhetens omedelbara närhet. Strukturen av malmprodukternas tillförsel till järnverken får därför avse strukturen av tillförseln till ifrågakvarande malmförbrukningsställen. Ett sådant förbrukningsställe kännetecknas av såväl geografisk belägenhet som kvantitet och kvalitet avseende de förbrukade malmprodukterna.

Malmförbrukningsställen

I Mellansverige var 10 malmförbrukningsställen i drift per den 1.1.1969. Detta antal inkluderar ej samtliga förbrukare av färskningsmalm. På karta 3 anges lokaliseringen av såväl de 10 förbrukningsställena som de 26 järnmalmgruvorna i drift per den 1.1.1969. Under 1969 har en fristående hytta tillhörande Herrängs Gruf AB nedlagts,

Tabell 8. Produktion av tackjärn och järnsvamp vid mellansvenska verk^a, 1967.

Verkets storleks- klass efter produktion 1967 1000 ton	Antal verk st.	Total produktion i storleksklassen		Genomsnittlig produktion i storleks- klassen 1000 ton
		1000 ton	Andel (%)	
<i>Tackjärn</i>				
> 500	2	1 396	74	698
200-500				
100-200	2	320	17	160
50-100	2	108	6	54
< 50	2	62	3	31
Summa	8	1 886	100	
<i>Järnsvamp</i>				
< 50	4	95	100	24

^a Verk i drift 1.1.1969.

varför antalet förbrukningsställen i drift nu är 9. De 10 förbrukningsställena och deras ägare är följande:

Domnarvets järnverk, Stora Kopparbergs Bergslags AB
 Fagersta järnverk, Fagersta Bruks AB
 Guldsmedshyttan, Trafik AB Grängesberg-Oxelösund
 Hagfors järnverk, Uddeholms AB
 Herrängs hytta, Herrängs Gruf AB
 Hofors järnverk, AB Svenska Kullagerfabriken
 Oxelösunds järnverk, Trafik AB Grängesberg-Oxelösund
 Persbergs järnsvampverk, Uddeholms AB
 Sandviken-Bodås järnsvampverk, Sandvikens Jernverk AB
 Spännarhyttan, Surahammars Bruks AB

Såväl tackjärn som järnsvamp framställes i Hofors och Oxelösund, tackjärn i Domnarvet, Fagersta, Guldsmedshyttan, Hagfors och Spännarhyttan samt järnsvamp i Persberg och Sandviken-Bodås. I Herräng framställdes tackjärn. Med undantag av hyttan i Herräng kan förbrukningsställena anses tillhöra integrerade järnverk även om Guldsmedshyttan och Spännarhyttan liksom järnsvampverken i Persberg och Sandviken-Bodås är belägna på visst avstånd från respektive järnverks stålugnar. Framställningen av tackjärn och järnsvamp är således i huvudsak delprocesser i järnmalmsprodukternas förädling till stålprodukter inom ett och samma järnverk. Vid några förbrukningsställen framställes dock min-

dre kvantiteter tackjärn och/eller järnsvamp för avsalu i Mellansverige.

Vid de 10 förbrukningsställena producerades 1967 totalt 1,9 milj. ton tackjärn och 95 t. ton järnsvamp (tabell 8). Av tackjärnet producerades 74 procent vid de två största förbrukningsställena Oxelösund och Domnarvet samt 17 procent vid de två medelstora förbrukningsställena Hofors och Fagersta. 9 procent av tackjärnet producerades vid de fyra minsta tackjärnsproducerande förbrukningsställena Spännarhyttan, Guldsmedshyttan, Hagfors och Herräng. Beträffande produktionskapacitet har endast Oxelösund och Domnarvet hyttor som är jämförbara med hyttor i kontinental verk. Vid dessa två verk, som producerar tackjärn för främst handelsjärntillverkning, uppgick produktionen 1967 till totalt 1,4 milj. ton eller genomsnittligt 700 t. ton. Med verkens totalt 6 masugnar var den genomsnittliga produktionen per masugn 230 t. ton. I kontinental verk är masugnar med 2-3 gånger större kapacitet vanliga och masugnar med kapacitet på 1-1,5 milj. ton förekommer. Övriga mellansvenska verk och deras masugnar, som i huvudsak producerar kvalitets-tackjärn för specialståltillverkning, har i jämförelse härmed markerat låg kapacitet. Vid de två medelstora förbrukningsställena var den genomsnittliga produktionen 160 t. ton vid verken och 54 t. ton vid deras 5 masugnar. Den genomsnittliga produktio-

nen vid de fyra minsta tackjärnsproducerande förbrukningsställena med vardera en ugn var 43 t. ton. Ifrågavarande 8 tackjärnsproducerande förbrukningsställen är sålunda jämförelsevis små. Deras antal och storlek förklaras av dels den historiska utvecklingen, dels specialiseringen avseende slutprodukterna vid respektive järnverk.

Av den totala järnsvampproduktionen 1967, 95 t. ton, framställdes i Oxelösund och Hofors totalt 35 t. ton samt i Persberg och Sandviken-Bodås totalt 60 t. ton.

1967 förbrukades i Mellansverige 3,2 milj. ton malmprodukter, varav de 10 förbrukningsställena tillfördes ca 97 procent. Av de 10 förbrukningsställets totalförbrukning användes ca 90 procent till framställning av tackjärn, ca 5 procent till framställning av järnsvamp och ca 5 procent som färskningsmalm.

Förbrukningsställets malmtillförsel

Strukturen av malmproduktleveranserna från gruvorna till förbrukningsställets bestäms av en mångfald teknisk-ekonomiska faktorer. Av dessa kan en del hänföras till de påverkbara kostnadslag som vid gruvorna och förbrukningsställets inverkar på malmens produktions- och transportkostnader respektive malmens värde vid förbrukningsställets. Vissa strukturbestämmande faktorer får emellertid betraktas som mer eller mindre givna och sålunda endast i begränsad utsträckning påverkbara. Förbrukningsställets efterfrågan på olika malmproduktkvaliteter, främst avseende fosforhalt, liksom gruvornas förutsättningar för leveranser av dessa kvaliteter, utgör faktorer som med rådande metallurgiska och mineraltekniska metoder är mindre påverkbara.

I princip gäller förbrukningsställets kvalitetskrav främst malmprodukternas järn- och fosforhalter, mindre de malmtyper varur malmprodukterna framtagits. Efterfrågan på malmprodukternas innehåll av mangan, kiselsyra eller karbonat är ej förknippad med absolut krav, men i de fall sådan efterfrågan ej kan tillgodoses minskar malmens värde. Erforderliga ämnen som ej

medföljer malmprodukten kan i allmänhet tillsättas de metallurgiska processerna, ehuru med merkostnader som följd.

Förbrukningsställets krav på malmprodukternas fosforhalter beror av respektive järnverks inriktning på stålqualiteter, deras metallurgiska processer och följaktligen deras tekniska utrustning. Sålunda förbrukar Domnarvet malmprodukter med hög fosforhalt, Oxelösund malmprodukter med medelhög fosforhalt och övriga förbrukningsställen malmprodukter med låg fosforhalt. Tillförseln sker därvid ej uteslutande från gruvor med motsvarande malmkvaliteter utan malmblandningar förekommer vid vissa förbrukningsställen. I de fall tillförseln utgöres av slig förenas kravet på fosforhalten med krav på anrikningen. Fosforrikare malmer med hög järnhalt anrikas som grovslig då hög fosforhalt i sligen är önskvärd, medan fosforfattigare malmer med låg järnhalt kräver en långtgående nedmalning och anrikning, dvs. höganrikning. Även fosforrik malm som skall avfosforas kräver höganrikning.

Beträffande förbrukningsställets krav på produktslag kan tillförseln för tackjärnsframställning utgöres av slig, styckemalm eller kulsinter, medan för järnsvampframställning endast höganrikad slig och kulsinter kan ifrågakomma. Vid hyttorna måste tillförd slig omvandlas till sinter eller kulsinter, varvid den finfördelade sligen beredes till för masugnarnas beskickning lämplig styckestorlek. S. k. grovsliger kan beredas genom vanlig sintring, pann- eller bandsintring, medan högt anrikade sliger, s. k. finsliger, beredes genom kulsintring. Vid kulsintringen rullas den finkorniga sligen med tillsats av vatten till kulor som genom efterföljande bränning blir hårda. Under senare tid har flera metoder utvecklats för framställning av s. k. kallbundna kulor. En av dessa, där bindemedlet utgöres av cement, som även ersätter annars erforderlig kalktillsats i masugnarna, exploateras f. n. av Grängsbergsbolaget.

Tillförseln av malmprodukter från de 26 järnmalmgruvorna till de 10 förbrukningsställets utgjorde 2,8 milj. ton 1967. De två

Tabell 9. Mellansvenska förbrukningsställens tillförsel av järnmalm produkter procentuellt fördelad på resp. levererande gruvor, 1967.

Förbrukningsställe ^a nr	Andel av mellansvensk förbrukning ^b %	Levererade gruvors andel av resp. förbrukares totala tillförsel (%)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Summa
1	35	39	19	16	14	7	2	1	1	1	100
2	34	41	21	19	12	6	1				100
3	9	40	18	17	9	6	6	2	1	1	100
4	8	34	31	16	11	5	3				100
5	4	48	33	19							100
6	3	84	8	8							100
7	2	69	31								100
8	1	50	32	18							100
9	2	100									100
10	2	78	22								100
Summa	100										

^a Förbrukningsställe i drift 1.1.1969 (1.3.2).

^b Tillförseln 1967 från gruvor i drift 1.1.1969.

Ann.: Kursiverad angivelse innebär att förbrukningsställets ägare även innehar ifrågavarande gruva, helt eller delvis (till mer än 50%). Arrenderad gruva är redovisad som ägd gruva.

största förbrukningsställena Oxelösund och Domnarvet tillfördes 35 respektive 34 procent av ifrågavarande totala tillförsel, medan de medelstora förbrukningsställena Hofors och Fagersta tillfördes 9 respektive 8 procent. Övriga 6 förbrukningsställen tillfördes vardera 1–4 procent eller sammantagna 14 procent av den totala tillförseln (tabell 9).

De enskilda förbrukningsställenas tillförsel sker i allmänhet från ett flertal gruvor, varvid leveranserna från vissa gruvor dock utgör obetydliga andelar av respektive förbrukningsställes totalförbrukning. Medräknas endast de gruvor vilkas leveranser 1967 utgjorde mer än 8 procent av respektive förbrukningsställes totalförbrukning, emottog vardera stora och medelstora förbrukningsställen malmprodukter från 4 gruvor. Från respektive största leverantör tillfördes dessa förbrukningsställen vardera 34–41 procent av sin totalförbrukning. Övriga förbrukningsställen emottog malmprodukter från 1–3 gruvor, varvid varje förbrukningsställe tillfördes minst 50 procent av totalförbrukningen från den största leverantören.

Tillförseln sker från främst gruvor som

har samma ägare som ifrågavarande förbrukningsställe. Sälunda tillfördes 1967 Oxelösund 58 och Domnarvet 46 procent av respektive totalförbrukning från egna gruvor. Motsvarande tillfördes de båda medelstora förbrukningsställena vardera 58 procent från egna gruvor. Med undantag av Herrängs hytta, vars ägare ej innehar gruvor, tillfördes övriga förbrukningsställen 78–84 procent från egna gruvor. Utom för Domnarvet och Fagersta utgjorde den största leverantören egen gruva.

Strukturen av malmprodukttillförseln kan även ses utifrån de enskilda gruvornas leveranser (tabell 10). Av de 26 gruvorna levererade 1967 den stora gruvan Grängesberg 42 procent av samtliga gruvors totala leveranser, dvs. inklusive exporten. Motsvarande levererade de tre medelstora gruvorna Stråssa-Blanka, Dannemora och Risbergsfältet 14, 7 respektive 6 procent. Av övriga gruvor som vardera levererade mindre än 5 procent av de totala leveranserna, levererade 15 gruvor 1 procent eller mindre. De enskilda gruvornas inhemska leveranser fördelades i vissa fall på ett flertal förbrukningsställen. Medräknas endast de förbrukningsställen som tillfördes mer än 9 procent

Tabell 10. Mellansvenska gruvors leveranser av järnmalmprodukter procentuellt fördelade på resp. förbrukningsställen, 1967.

Gruva ^a nr	Andel av gruvornas totala leveranser ^b %	Förbrukningsställets andel av resp. gruvans totala leveranser (%)						
		1	2	3	4	5	Export	Summa
1	42	17	8				75	100
2	14	50	10	9	1	1	29	100
3	7	10	6	4			80	100
4	6	58	42					100
5	4	100						100
6	3	35	4				61	100
7	3	5	4				91	100
8	3	66					34	100
9	3	100						100
10	2	100						100
11	2	80	20					100
12	1	100						100
13	1	30	17	12	9		32	100
14	1	92	8					100
15	1	100						100
16	1	38	27				35	100
17	1	98	2					100
18	1	100						100
19	1	95					5	100
20	..	100						100
21	..	100						100
22	..	46	36	18				100
23	..	48					52	100
24	..	100						100
25	..	100						100
26	..						100	100
Summa	100							

^a Gruvor i drift 1.1.1969.

^b Leveranser inkl. export 1967 från gruvor i drift 1.1.1969.

Anm.: Kursiverad angivelse innebär att förbrukningsställets ägare även innehar ifrågavarande gruva, helt eller delvis (till mer än 50 %). Arrenderad gruva är redovisad som ägd gruva.

av respektive gruvans totalleveranser, utgjorde antalet förbrukningsställen tre för 2 gruvor, två för 4 gruvor och ett för 18 gruvor. För 15 av de 25 gruvorna med inhemsk avsättning var ägaren gemensam med det största förbrukningsstället.

Inom angivna tillförsel- och leveransstrukturer förefinnes flera fall av bristande överensstämmelse mellan å ena sidan förbrukningsställets tillgång på malmprodukter vid egna gruvor och å andra sidan deras krav på malmprodukternas kvalitet, korta transportavstånd etc. Dessa olägenheter kan avhjälpas genom kontinuerliga köp och försäljningar av malmprodukter i fri marknad eller genom på längre sikt överenskomna

malmbyten. Sålunda föreligger sedan 1968 ett avtal om malmbyte mellan Grängesbergbolaget och Stora Kopparbergs Bergslags AB. Det inom ett generellt samarbetsavtal tillkomna malmbytesavtalet kan jämföras med en liknande överenskommelse 1927 mellan de båda företagen. Genom det senaste avtalet tillföres Domnarvet malm med hög fosforhalt från Grängesbergsgruvan, medan Oxelösund tillföres speciellt anrikade sliger med låg fosforhalt från Blötberget och Risbergsfältet. Dessutom tillföres Oxelösund och Stråssa kulsinterverk de totala leveranserna från Håksberg liksom även hela Stora Kopparbergs andel av sligleveranserna från Dannemora.

3.3.3 Malmtransporter

Järnmalmstransporterna i Mellansverige avser främst transporter av direkt användbara malmprodukter till inhemska förbrukningsställen och exporthamnar. Endast en mindre del av transportarbetet avser transporter av råmalm och slig i och för anrikning respektive kulsintring på annan plats än vid gruvan eller förbrukningsstället (jfr 3.2.2). Transporterna sker antingen med järnväg eller lastbil ehuru i vissa fall båda typerna av transportmedel erfordras.

Transportstrukturen kännetecknas av antalet transportrelationer samt deras transportkvantiteter och transportavstånd. 1967 förelåg 44 transportrelationer mellan de 26 gruvorna och de 10 inhemska förbrukningsställen i drift per den 1.1.1969 (tabell 9 och 10). Mellan gruvorna och 5 exporthamnar förelåg 11 transportrelationer. På grund av att Oxelösunds järnverk och Oxelösunds hamn utgör en transportpunkt var totalantalet transportrelationer 51. Antalet förklaras av leveransstrukturen som bestämmes av gruvornas ägandeförhållanden, de inhemska förbrukningsställets kvalitetskrav m. m. liksom av närheten till lämpliga hamnar för exportskeppningar. Ifrågasvarande relationer uppvisade betydande skillnader avseende transportkvantiteterna. Sålunda var årskvantiteten endast 1–9 t. ton för 10 relationer, 10–29 t. ton för 16 relationer, 30–99 t. ton för 14 relationer, 100–199 t. ton för 7 relationer och 200–2 000 t. ton för 4 relationer. I dessa grupper av relationer transporterades 1, 5, 15, 21 respektive 58 procent av den transporterade totalkvantiteten 5,4 milj. ton. Likaså uppvisade relationerna betydande skillnader avseende transportavstånden. För 31 relationer med lastbil som enda transportmedel var transportavståndet 2–172 km och för 15 relationer med järnväg som enda transportmedel var transportavståndet 31–270 km. Övriga 5 relationer erfordrade båda typerna av transportmedel. Med järnväg som enda transportmedel befordrades 4,4 milj. ton eller 81 procent av den transporterade totalkvantiteten.

Transporterna 1967 från de 26 gruvorna

avsåg tillförseln av malmprodukter till 14 transportpunkter. Dessa utgjordes av de 10 förbrukningsställen (inklusive Oxelösunds hamn) samt hamnarna Hargshamn, Gävle, Västerås och Köping. Till Oxelösund och Domnarvets järnverk befordrades 3,2 respektive 0,9 milj. ton, dvs 59 respektive 17 procent av den transporterade totalkvantiteten. Övriga förbrukningsställen och hamnar tillfördes 1,3 milj. ton eller 24 procent av den transporterade totalkvantiteten. Om ett fåtal relationer med mindre kvantiteter undantages, utnyttjades endast järnväg för transporterna till Oxelösund, Domnarvet och Hargshamn, varvid Hargshamn emottog ca 0,3 milj. ton. För huvuddelen av transporterna till övriga förbrukningsställen och hamnar användes endast lastbil. De relationer som erfordrade båda transportmedlen kännetecknades av mindre kvantiteter från små gruvor som saknade spåranslutning.

Leveranserna från samtliga mellan-svenska järnmalmgruvor utgjorde 6,1 milj. ton 1967. Därav befordrades närmare 1/4 med lastbil och resterande kvantitet med järnväg. Även om den lastbilstransporterade kvantiteten var betydligt mindre än den järnvägstransporterade, har dock utvecklingen under åren före 1967 medfört ett markerat ökat utnyttjande av lastbilen som transportmedel för ifrågasvarande järnmalmprodukter. Mellan 1963 och 1967 ökade de totala leveranserna från 5,8 till nämnda 6,1 milj. ton, dvs. med 5 procent. De lastbilstransporterade kvantiteterna ökade med 56 procent, från 0,9 till 1,4 milj. ton, medan de järnvägstransporterade kvantiteterna minskade med 4 procent, från 4,9 till 4,7 milj. ton (tabell 11). Förändringarna beror av främst en olikartad utveckling för leveranserna till den inhemska marknaden och exportmarknaden. Leveranserna till den inhemska marknaden, som befordras med båda transportmedlen, ökade från 2,6 till 3,2 milj. ton, dvs med 23 procent. Leveranserna till exportmarknaden, som till hamnarna befordras med i huvudsak järnväg, minskade från 3,2 till 2,9 milj. ton, dvs med 9 procent. Beträffande leve-

Tabell 11. Transporter av malmprodukter från mellansvenska järnmalmgruvor, 1963 och 1967 (milj. ton).

Transportmedel	1963			1967		
	Totalt	Inhemsk förbrukning	Export	Totalt	Inhemsk förbrukning	Export
Järnväg	4,9	1,7	3,2	4,7	2,0	2,7
därav:						
TGOJ	2,8	0,5	2,3	2,9	0,7	2,2
SJ ^a	2,0	1,1	0,9	1,7	1,2	0,5
Övrigt ^b	0,1	0,1	—	0,1	0,1	—
Lastbil	0,9	0,9	..	1,4	1,2	0,2
Summa	5,8	2,6	3,2	6,1	3,2	2,9

^a Inkl. samtransporter med TGOJ.

^b Nordmark-Klarälvens Järnväg.

ranserna till den inhemska marknaden ökade de lastbilstransporterade kvantiteterna med 33 procent, från 0,9 till 1,2 milj. ton, medan de järnvägstransporterade kvantiteterna ökade med 18 procent, från 1,7 till 2,0 milj. ton. Förskjutningen mot ökade lastbilstransporter förklaras av dels leveransstrukturens förändringar, dels lastbilens förbättrade konkurrensförmåga gentemot järnvägen. För järnvägstransporterna har utvecklingen under ifrågavarande år inneburit ökade kvantiteter för Trafik AB Grängesberg-Oxelösunds Järnväg (TGOJ) och minskade kvantiteter för SJ (tabell 11). 1967 transporterade TGOJ 2,9 milj. ton malmprodukter, dvs. drygt 60 procent av de järnvägsbefordrade kvantiteterna eller närmare hälften av den transporterade totalkvantiteten.

Valet av transportmedel kan i flertalet fall betraktas som mer eller mindre givet på grund av dels tillgången på lämplig järnväg eller lämpliga landsvägar och broar, dels årskvantiteten och transportavståndet. I de fall lämplig järnväg finnes är järnvägstransport att föredraga avseende större årskvantiteter och/eller större avstånd. Om i dessa fall spåranslutning saknas, kan lastbilstransport mellan gruva och järnväg dock vara lönsam. Motsvarande är lastbilstransport att föredraga avseende mindre årskvantiteter och/eller mindre avstånd.

Enligt en undersökning av transportkostnaderna för 1968 utgjorde medelkostnaden inklusive vissa terminalkostnader 7,5 öre per tonkilometer för järnvägstransporterna och 11,4 öre per tonkilometer för lastbilstransporterna (bilaga 6). Därvid var järnvägstransporternas medelavstånd 192 km och lastbilstransporternas 46 km. Under senare år har järnvägstransport ersatts av lastbilstransport i ett fåtal relationer, men i nu rådande struktur synes möjligheterna för ytterligare sådana substitutioner vara begränsade. Förekommande järnvägstransporter har generellt stora årskvantiteter och/eller stora transportavstånd och i de fall förutsättningar finnes för antingen järnvägstransport eller lastbilstransport begränsas lastbilens konkurrensförmåga av främst vägars och broars tekniska bärighet, varigenom fordonsvikten och därmed fordonets nyttiga last maximeras.

Oavsett transportmedlen är de totala transportkostnaderna av markerat olika storlek i olika fall. Transportkostnadernas betydelse framgår av förhållandet att kostnaderna för vissa transporter till inhemska förbrukningsställen kan utgöra 20–30 procent av malmprodukternas värde. För transporter till exportmarknaden kan kostnaderna för land- och sjötransporter uppgå till närmare 50 procent av malmprodukternas värde.

3.4 Export av mellansvensk järnmalm

3.4.1 Malmexportens förändrade förutsättningar

Under de två senaste årtiondena har världsmarknaden för järnmalmsprodukter förändrats avsevärt. Förändringarna har gällt utbud och efterfrågan, kvantiteter och kvaliteter samt malmernas sjötransporter. Till följd härav har konkurrensförhållandena ändrats och därmed även den internationella malmhandels struktur, i synnerhet vad gäller malmleveranserna till och inom Västeuropa där huvuddelen av den mellansvenska malmexporten avsättes. För den mellansvenska exporten har förändringarna medfört en stagnerande utveckling under 1960-talet. Under åren 1967–1968 var de sammantagna exportkvantiteterna obetydligt större än kvantiteterna under åren 1959–1960 och mellan de båda tidsavsnitten minskade den svenska exportens andelar i flertalet importländer totala järnmalmsimport. För den norrländska exporten som utgör ca 90 procent av den svenska järnmalmsexporten har utvecklingen dock varit gynnsammare.

Malmförsörjningen för den efter andra världskriget expanderande globala stålindustrin bedömdes under senare delen av 1940-talet och förra hälften av 1950-talet som otillräcklig. Detta gav stimulans åt omfattande prospekteringar varigenom stora och rika järnmalmsfyndigheter påträffades bl. a. i norra Kanada, Venezuela, Västafrika och Australien. Genom sjöfartens sedan slutet av 1950-talet markerat sänkta fraktkostnader kunde malmen från dessa nya fyndigheter avsättas till konkurrenskraftiga priser även på avlägsna marknader, bl. a. i Västeuropa. De sänkta kostnaderna för sjötransporterna möjliggjordes genom dels övergång till större fartygsstorlekar, dels utbyggnad av såväl lastnings- som lossningshamnar i förening med utnyttjande av rationella metoder för malmens hantering. Under 1950-talet var storleken av nybyggda malmfartyg ca 30 000 ton d. w., medan under senare delen av 1960-talet storleken 80 000–100 000 ton d. w. blivit vanlig.

Under de senaste 10 åren har världens och ej minst Västeuropas malmeftersfrågan ökat betydligt, men det totala malmutbudet har samtidigt ökat snabbare. Genom såväl tillkommen produktion vid de översjöiska gruvorna som ökad produktion vid de redan förut bearbetade gruvorna har tidigare malmknapphet förbytt till malmöverskott. Därjämte har malmförbrukarna erhållit fler alternativ för malmtillförseln. Utvecklingen har resulterat i avsevärda prisfall varigenom förbrukarna kunnat ställa allt högre krav på malmprodukternas kvalitet. Valet av leverantörer har sålunda betingats av priser och kvaliteter, men även av leveransernas omfattning. Möjligheten för en förbrukare att tillgodose malmbehovet genom få stora leverantörer befordrar jämn kvalitet i tillförseln och minskar kostnaderna för malmens hantering efter lossningen i hamn.

3.4.2 Malmexportens marknader

Exporten av mellansvenska järnmalmsprodukter avsättes främst inom EEC- och EFTA-områdena, medan en mindre del avsättes i Östeuropa. Till andra marknader är exporten obetydlig. Inom EEC-området, som för den mellansvenska exporten är den mest betydande marknaden, är Västtyskland och Belgien/Luxemburg främsta importländer. Inom EFTA-området är Storbritannien och Finland nära nog enda importländer. Västtyskland, Belgien/Luxemburg, Storbritannien och Östeuropa utgör marknader för såväl de fosforrika malmprodukterna från Grängesbergsgruvan som de fosforfattiga malmprodukterna från övriga mellansvenska gruvor.¹ Inom dessa marknader användes olika metallurgiska processer som kräver endera typen av malmprodukter och även sådana som använder båda typerna. Utvecklingen under 1950- och 1960-talen har dock medfört successivt minskad betydelse för de tidigare dominerande fosforrika produkterna, vilkas förbrukning minskat såväl relativt som i absoluta tal. För närvarande torde fosforrika

¹ Exporten av fosforrika malmprodukter från Idkerberget har efter 1967 upphört.

Tabell 12. Sveriges export av direkt användbara järnmalmsprodukter, 1959–1968 (milj. ton).

År	Total export	Norr-bottens gruvor	Mellan-sveriges gruvor	Gränges-bergs-bolagets gruvor	Övriga mellan-svenska gruvor
1959	15,47	12,89	2,58	1,30	1,28
1960	19,72	16,08	3,64	1,72	1,92
1961	20,25	16,74	3,51	1,55	1,96
1962	19,40	16,26	3,13	1,58	1,55
1963	20,26	17,04	3,22	1,70	1,52
1964	24,34	20,12	4,22	2,08	2,14
1965	24,46	20,70	3,76	2,04	1,72
1966	22,29	19,39	2,90	1,73	1,17
1967	23,10	20,23	2,87	1,92	0,95
1968	28,78	25,29	3,49	2,38	1,11

och fosforfattiga malmprodukter stå i ett direkt utbytarhetsförhållande på ifrågavarande marknader.

För den totala svenska exporten av järnmalmsprodukter till de största importländerna Västtyskland, Belgien/Luxemburg och Storbritannien har de förändrade konkurrensförhållandena medfört tämligen oförändrade andelar i respektive lands totala malmförbrukning mellan 1959 och 1968. För exporten från Mellansverige har andelarna dock minskat. De ökade leveranserna från översjöiska gruvor har medfört minskade leveranser från främst ländernas inhemska gruvor liksom i Västtyskland och Belgien/Luxemburg från franska gruvor (bilaga 2).

3.4.3 Malmexportens utveckling

Den totala svenska exporten av järnmalmsprodukter ökade under perioden 1959–1968 från 15 till 29 milj. ton (tabell 12). Den norrländska exporten ökade från 13 till 25 milj. ton och den mellansvenska exporten från 2,6 till 3,5 milj. ton. För såväl exporten från Norrland som exporten från Mellansverige uppnåddes under åren 1959–1967 de största kvantiteterna 1964 och 1965. 1968 överskred den norrländska exporten dessa kvantiteter, medan den mellansvenska exporten begränsades till nämnda 3,5 milj. ton gentemot 4,2 milj. ton 1964. Även om den mellansvenska exporten minskade kontinuerligt mellan 1964 och 1967 ökade den 22 procent 1967–1968. Utveck-

lingen har medfört att den mellansvenska exportens andel av den totala svenska exporten har minskat från 17 procent 1959 och 1964 till 12 procent 1967 och 1968.

I exporten från Mellansverige var tillväxten 1959–1964 tämligen likartad för exporten från Grängesberg-bolagets gruvor och exporten från övriga mellansvenska gruvor. Dessutom var deras exportkvantiteter lika stora, 1,3 milj. ton 1959 och 2,1 milj. ton 1964. Exporten från Grängesberg-bolagets gruvor minskade emellertid 1965 och 1966 samt ökade 1967 och 1968 till 2,4 milj. ton, medan exporten från övriga mellansvenska gruvor minskade kontinuerligt mellan 1964 och 1967 samt ökade mellan 1967 och 1968 till 1,1 milj. ton. 1967–1968 var exportökningen 24 procent för Grängesberg-bolagets gruvor och 17 procent för övriga mellansvenska gruvor. Därmed kom exporten från dessa övriga gruvor att utgöra 32 procent av den totala mellansvenska exporten.

Exporten från Grängesberg-bolagets gruvor består av dels malmprodukter med hög fosforhalt från Grängesbergsgruvan, dels kulsintrade produkter med låg fosforhalt från Stråssa. Från Grängesbergsgruvan exporteras malmprodukterna som styckemalm och avsiktad mull, f. n. i proportionerna 3:1. Avsättningen av dessa produkter har under senare år ökat betydligt i såväl Västtyskland och Belgien/Luxemburg som Östeuropa, medan i Storbritannien avsättningen minskat markerat, från 1,3 milj. ton

1964 till 450 t. ton 1968. Storbritannien, som före 1967 var den största avnämnaren för ifrågavarande malmprodukter, har därmed kommit att importera mindre årskvantiteter än såväl Västtyskland som Belgien/Luxemburg.

Från andra mellansvenska gruvor än Grängesbergbolagets utgöres exporten av malmprodukter med låg fosforhalt och produktslaget är främst styckemalm även om siktad mull och slig förekommer. Efter 1964 har avsättningen av dessa produkter minskat markerat i såväl EEC-området som EFTA-området och inom båda områdena var avsättningen 1967 mindre än under något år efter 1959 (diagram 3). För exporten till Östeuropa har de senaste årens utveckling medfört en återhämtning till tidigare kvantitetsnivå. EEC:s dominerande betydelse för avsättningen har successivt minskat från 1960 då området emottog ca 70 procent av ifrågavarande export. 1967 emottog EEC 56 procent, EFTA 24 procent och Östeuropa 20 procent. Den minskade avsättningen inom EEC och EFTA har gällt minskad avsättning i samtliga importländer. I huvudsak har ländernas import t. o. m. 1966 följt det generella konjunkturförloppet i stålindustrin, men i Västtyskland och Storbritannien åtföljdes den stegrade stålproduktionen 1967–1968 ej av motsvarande ökning av importen från ifrågavarande mellansvenska gruvor.

Järnmalmsexportens volymförändringar har haft samband med dess prisförändringar. För den totala svenska järnmalmsexporten har prisförändringarna följt världsmarknadsprisernas utveckling. Efter 1950 har priserna uppnått högsta lägen 1952–1953 och 1957–1958 varvid under båda tidsavsnitten ca 60 kr per ton f. o. b. torde ha utgjort generell prisnivå för svenska produkter med 60 procent järn. Från denna nivå har priserna under perioden 1958–1968 sänkts till nivån 40 kr per ton, varvid den generella sänkningen kan bedömas ha skett utmed en linjär trend. För skilda kvaliteter har prisnivåerna varit olika och prisutvecklingen olikartad, men beträffande flertalet mellansvenska fosforhaltiga

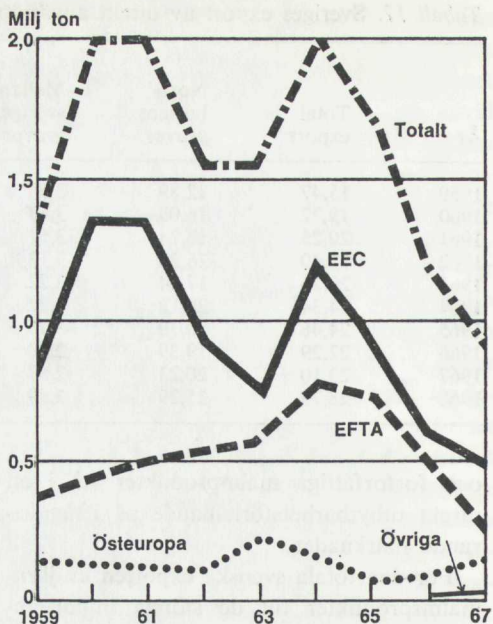


Diagram 3. Export av järnmalmprodukter från mellansvenska gruvor exkl. gruvor tillhörande Grängesbergbolaget, 1959–1967

och fosforlåga produkter torde de relativa prissänkningarna ha varit av samma omfattning som för den totala svenska järnmalmsexporten. Perioden har kännetecknats även av kvalitetsförbättringar, vilka i allmänhet kunnat motverka men ej förhindra prissänkningar (bilaga 2).

Utvecklingen under 1960-talet har för mellansvenska järnmalmgruvor inneburit att antalet exporterande gruvor minskat. 1967 återstod endast ett fåtal gruvor med ej obetydlig export (3.2.2).

3.5 Produktionskostnader och produktvärden för mellansvensk järnmalm

3.5.1 Produktionskostnader

De mellansvenska järnmalmgruvorna uppvisar markerade skillnader avseende produktionskostnader, transportkostnader samt malmprodukternas värde och priser. Orsakerna härtill är flera, men de väsentligaste torde kunna hänföras till gruvornas olika ej påverkbara konkurrensförutsättningar,

Tabell 13. Produktionskostnader och produktvärden för mellansvenska järnmalmsprodukter, 1967.

Gruv- grupp	Antal gruvor	Andel av inhemsk avsättn. %	Produktionskostnad ^a kr/ton		Produktvärde ^a kr/ton	
			Övre	Undre	Övre	Undre
A	4	30	41,20	31,60	57,70	44,80
B	12	60	48,70	34,30	55,70	42,80
C	8	10	65,90	52,50	59,10	46,60
Totalt	24	100	46,60	35,50	56,60	43,80

^a Vägt medeltal.

Ann.: Skillnaden mellan övre och undre produktionskostnad resp. produktvärde utgör gruvans kapitalkostnad och kostnader för prospekterings- och undersökningsarbeten samt förberedande arbeten resp. hyttans kapitalkostnad. Gruvans övre produktionskostnad inkluderar samtliga kostnader, medan hyttans undre produktvärde inkluderar dess kapitalkostnad.

dvs. gruvornas malmtyper, malmtillgångar och belägenhet. Sålunda bestämes produktionskostnaderna av dels sådana ej påverkbara faktorer som malmkropparnas antal, storlek, form och regelbundenhet, den brutna råmalmsens halter av järn och proportioner mellan magnetit och hämatit, dels sådana påverkbara faktorer som kapitalutrustning och driftsstorlek.

Gruvornas totala produktionskostnader kan uppdelas i dels direkta driftskostnader avseende malmbrytning, malmbehandling och förvaltning, dels kapitalkostnader och kostnader för prospekterings- och undersökningsarbeten samt förberedande arbeten. De direkta driftskostnaderna bestämes till väsentlig del av anläggningarnas effektivitet och beror sålunda av kapitalkostnaderna. En modern anläggning ger säkrare drift till lägre driftskostnader och högre kapitalkostnader än en omodern anläggning. Med ökade anläggningsinvesteringar stiger dock kraven på malmtillgångarnas omfattning och malmprodukternas avsättning liksom kravet på ett högt kapacitetsutnyttjande. Kostnaderna för prospekterings- och undersökningsarbeten är vanligen av olika storlek under olika år liksom även kostnaderna för förberedande arbeten. Så länge uppsluten malm finnes att tillgå kan dessa arbeten tillåtas vara av större eller mindre omfattning i enlighet med optimalt användande av arbetskraft och utrustning. Summan av

kostnaderna för prospekterings- och undersökningsarbetena samt de förberedande arbetena är i vissa fall betydande, främst beroende på malmernas förekomstssätt.

De mellansvenska järnmalmsgruvornas produktionskostnader har beräknats med ledning av uppgifter från Svenska Gruvföreningens medlemsföretag. I syfte att få ett jämförbart uttryck för kostnaderna vid olika kategorier av gruvor har deras skilda förutsättningar avseende malmer och anläggningar beaktats. För varje kategori av gruvor har kostnaden för varje deloperation givits ett normvärde och för varje gruva har korrigerade normvärden sammanställts till en syntetisk produktionskostnad. Produktionskostnaderna 1967 har beräknats för 24 av de 26 mellansvenska järnmalmsgruvorna i drift per den 1.1.1969. I beräkningarna har transportkostnaderna till närmaste lämpliga förbrukningsställe inkluderats i såväl de direkta driftskostnaderna som de totala produktionskostnaderna. Resultaten har visat god överensstämmelse med kontrollräkningar avseende de gruvor, vilkas kostnader varit kända.

För ifrågavarande gruvor förelåg betydande skillnader beträffande de beräknade kostnadsslagen. Med gruvornas fördelning på tre grupper varierade de genomsnittliga totala produktionskostnaderna mellan 41:20 och 65:90 kr per ton malmprodukter (tabell 13). Därvid var kostnaderna

41: 20 kr per ton för 4 gruvor som svarade för 30 procent av den inhemska avsättningen, 48: 70 kr per ton för 12 gruvor som svarade för 60 procent av den inhemska avsättningen och 65: 90 kr per ton för 8 gruvor som svarade för 10 procent av den inhemska avsättningen. För samtliga gruvor var den genomsnittliga totala produktionskostnaden 46: 60 kr per ton. På motsvarande sätt varierade de direkta driftskostnaderna mellan 31: 60 och 52: 50 kr per ton, varvid den genomsnittliga kostnaden för samtliga gruvor var 35: 50 kr per ton. Skillnaden mellan de totala produktionskostnaderna och de direkta driftskostnaderna utgöres av kapitalkostnader och kostnader för prospekterings- och undersökningsarbeten samt förberedande arbeten. Dessa kostnader sammantagna varierade för nämnda tre gruvgrupper mellan 9: 60 och 14: 40 kr per ton med samtliga gruvors genomsnittliga kostnad av 11: 10 kr per ton.

Kapitalkostnaderna liksom kostnaderna för prospekterings- och undersökningsarbeten samt förberedande arbeten har beräknats särskilt. Med antagandet att amortering och ränta tillsammans utgjorde 15 procent av den beräknade kostnaden vid anläggningstillfället befanns kapitalkostnaderna variera mellan 5: 50 och 11: 00 kr per ton vid styckemalmsproduktion och mellan 5: 00 och 16: 00 kr per ton vid sligproduktion. Kostnaderna för prospekterings- och undersökningsarbeten samt förberedande arbeten varierade mellan 1: 10 och 6: 00 kr per ton.

3.5.2 Produktvärden

För varje malmprodukt kan ett mer eller mindre noggrant värde beräknas och vanligen fastställas malmsproduktens pris utifrån ett sådant värde. I vissa fall prissättes malmprodukten genom förhandlingar. I de fall det inhemska förbrukningsstället och gruvan har gemensam ägare sker prissättningen efter bedömning av bl. a. alternativa täckningsbidrag till förbrukningsställets respektive gruvans kostnader, företrädesvis dess kapitalkostnader.

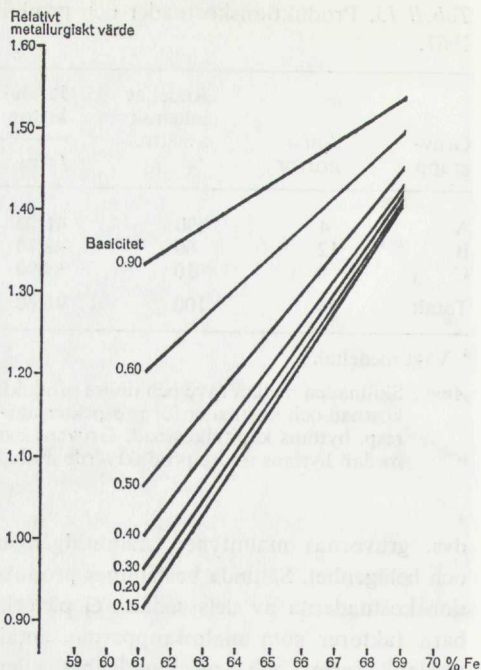


Diagram 4. Relativt metallurgiskt värde vid olika järnhalt och basicitet hos fosforfattiga sliger. Förutsättningar: 5,3 m masugn, produktionskapacitet 300 t. ton tackjärn per år, tackjärnskostnad 200 kr per ton, basicitet Ca : SiO₂, ingen hänsyn till relationen Fe₃O₄ : Fe₂O₃. Relativt metallurgiskt värde för vald baslign 1.00.

En malmprodukts värde beror av främst dess möjlighet till ekonomiskt utnyttjande i de metallurgiska processerna. Beräkningen av malmprodukts värde vid inhemska hytta baseras därför på dels ett givet tackjärnspris vid en given produktionskapacitet, dels malmprodukts kvalitet avseende järnhalt, bergartshalt och basicitet, proportioner mellan magnetit och hämatit, fosforhalt, styckstorlek samt hur produkten kan förbehandlas genom pann-, band- eller sugsintring, kulsintring eller kallbindning. Viss hänsyn tas även till malmens värde eller pris vid alternativ export. Konjunkturförändringar bör sålunda komma till uttryck i dels det givna tackjärnspriset, dels det alternativa exportpriset.

Värdena har beräknats för malmprodukterna från samma 24 mellansvenska järnmalmgruvor för vilka produktionskostna-

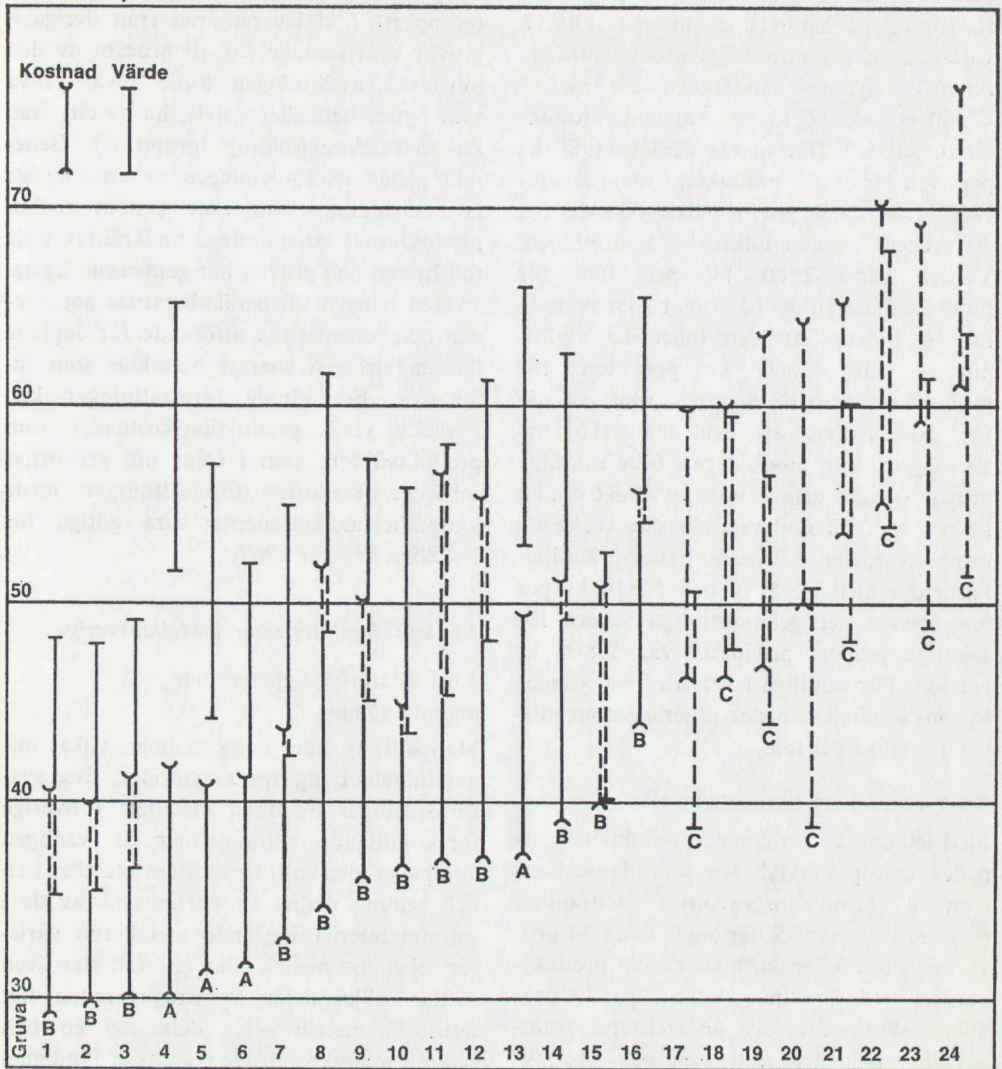


Diagram 5. Produktionskostnader och produktvärden för mellansvenska järnmalsprodukter, 1967.

derna beräknats. Dessa beräkningar som likaså avser 1967 har grundats på flertalet av ifrågasvarande malmprodukters kvalitativa egenskaper, men beträffande förbrukningsstälernas teknisk-ekonomiska förutsättningar har vissa antaganden varit nödvändiga. Sålunda har produktionsställen antagits bestå av en 5,3 m koksugn med en produktionskapacitet av 300 t. ton tackjärn per år, vilken storlek ger rimliga krav på kapital- och driftskostnader. För tack-

järn ur fosforfattiga produkter har priset vid hyttan antagits variera mellan 220 och 240 kr per ton beroende på främst hyttans kapitalkostnader. För tackjärn ur fosforhaltiga produkter har priset antagits variera mellan 210 och 230 kr per ton.

Enligt beräkningsresultaten förelåg betydande skillnader mellan värdena för ifrågasvarande gruvors produkter. Utöver produktens olika fosforhalt förklaras detta av bl. a. lågfosforprodukternas olika järnhalt

och basicitet (diagram 4). Med gruvornas fördelning på nämnda tre grupper (3.5.1), varierade de genomsnittliga produktvärdena *inklusive* hyttans kapitalkostnader mellan 42: 80 och 46: 60 kr per ton malmprodukter (tabell 13). Därvid var värdet 44: 80 kr per ton för de produkter som levererades från de 4 gruvor vilka svarade för 30 procent av den inhemska avsättningen. Värdet var 42: 80 kr per ton för produkterna från de 12 gruvor som svarade för 60 procent av den inhemska avsättningen och 46: 60 kr per ton för produkterna från de 8 gruvor som svarade för 10 procent av den inhemska avsättningen. För produkterna från samtliga gruvor var det genomsnittliga värdet 43: 80 kr per ton. På motsvarande sätt varierade produktvärdena *exklusive* hyttans kapitalkostnader mellan 55: 70 och 59: 10 kr per ton, varvid det genomsnittliga värdet för samtliga gruvors produkter var 56: 60 kr per ton. För samtliga leveranser beräknades hyttans kapitalkostnader utgöra genomsnittligt 12: 80 kr per ton.

3.5.3 Gruvornas lönsamhet

Med ledning av beräknade produktionskostnader och produktvärden kan de mellan-svenska järnmalmgruvornas lönsamhet belysas. I diagram 5 har angivits de 24 gruvornas produktionskostnader och produktvärden med fördelning efter stigande produktionskostnader. Av angivelserna framgår de skillnader som avseende produktionskostnaderna hänför sig till gruvornas kapitalkostnader och som avseende produktvärdena hänför sig till hyttans kapitalkostnad (jfr 3.5.1 och 3.5.2). Likaså framgår gruvornas olika möjlighet till kostnadstäckning.

Enligt beräkningarna kunde 1967 full kostnadstäckning jämte vinst för såväl gruva som hytta erhållas vid leveranserna från de 4 gruvor som svarade för 30 procent av den inhemska avsättningen (grupp A). Full kostnadstäckning för den ena parten om motsvarande inskränkning belastade den andra parten kunde erhållas vid leveranserna från de 12 gruvor som svarade för

60 procent av den inhemska avsättningen (grupp B). Vid leveranserna från övriga 8 gruvor som svarade för 10 procent av den inhemska avsättningen torde såväl gruva som hytta, helt eller delvis, ha avstått från kostnadstäckningsbidrag (grupp C). Generellt gäller att fördelningen av erforderliga kostnadsbidrag, som sker genom malmprodukternas prissättning, underlättas i de fall hyttan och gruvan har gemensam ägare.

Med hänsyn till beräkningarnas antaganden och schematiska utförande får angivna lönsamhetslägen snarast betraktas som indikativa. Förändrade förutsättningar kan påverka såväl produktionskostnader som produktvärden, men i fråga om gruvornas inbördes konkurrensförutsättningar torde lönsamhetsindikationerna vara giltiga för åtskilliga år efter 1967.

3.6 Sulfidmalmsgruvor i Mellansverige

3.6.1 Malmfyndigheter och malmtillgångar

Med sulfidmalmer avses malmer, vilkas mineralinnehåll utgöres av sulfider, dvs. svavelföreningar av olika metaller. I Sverige förekommande sulfidmalmer är vanligen komplexa med sulfider av flera metaller i en och samma malm. Proportionerna av de i sulfidmalmen ingående metallerna varierar ej endast mellan olika gruvfält utan även mellan olika delar av ifrågavarande fält ävensom mellan olika delar av en och samma malmkropp. De i svenska fyndigheter mest betydelsefulla metallerna förekommer i följande sulfidformer: koppar som kopparkis, bly som blyglans och zink som zinkblände. I regel åtföljes sulfidmalmsmineralen av ädelmetaller i varierande omfattning. Järn finnes i svavelkis som utgör svavelråvara vid bl. a. svavelsyreframställning. Biprodukten, kisbränder, består av järnoxider och används som järnmalm.

Malmfyndigheter

Sulfidmalmsmineraliseringar av olika omfattning förekommer inom stora delar av Norrland och Mellansverige. Fyndigheter, dvs. bearbetade och obearbetade utmål, fin-

nes i Skellefteområdets leptitformationer, fjällkedjans skifferformationer och i de mellansvenska järnmalmsförande leptitformationerna. I Norrland är fyndigheternas kända tillgångar betydligt större än i Mellansverige. Beträffande gruvor i drift per den 1.1.1969 finnes 15 belägna i Norrland och 11 i Mellansverige. De mellansvenska gruvorna är följande:

Falu gruva	Saxberget
Garpenberg	Stollberg
Garpenberg Norra	Svärdsjö
Grängsgruvan	Vassbo
Kaveltorp	Zinkgruvan
Ljusnarsberg	

Med undantag av Vassbo, som innehåller endast blyförande malm, har övriga 10 gruvor komplexa malmer som är såväl bly- som zinkförande. Relationen mellan malternas bly- och zinkinnehåll varierar och summan av de båda metallhalterna utgör lägst 6 procent och högst 13 procent.¹ Förutom bly och zink finnes även koppar i 6 gruvors malmer, nämligen Falu gruva, Garpenberg, Kaveltorp, Ljusnarsberg, Saxberget och Svärdsjö. Kopparhalten varierar mellan 0,4 och 0,8 procent. Vissa kvantiteter ädelmetaller förekommer, varvid guld åtföljer kopparkis och silver åtföljer blyglans och zinkblände. Av gruvornas komplexa malmer har endast Falu gruva sådant svavelinnehåll att det ekonomiskt kan tillvaratagas. Svavelhalten uppgår här till ca 25 procent. Likaså tillvaratages det järn som förutom bl. a. bly och zink finnes i Stollbergs malm (3.2.2). Utöver nämnda driftsgruvor finnes även en undersökningsgruva, Tomtebo, vilken tidigare varit nedlagd. Vid sidan om undersökningsarbetena brytes kopparkis ur gruvans tidigare lämnade tillgångar.

De 11 mellansvenska sulfidmalmsgruvorna är fördelade på flera ägareföretag. 7 gruvor tillhör Boliden AB, nämligen Garpenberg, Garpenberg Norra, Kaveltorp, Ljusnarsberg, Saxberget, Svärdsjö och Vassbo. Falu gruva liksom undersökningsgruvan Tomtebo tillhör Stora Kopparbergs Bergslags AB och Zinkgruvan bolaget Vieille Montagne, vars moderbolag är bel-

giskt. Stollberg tillhör AB Statsgruvor och Grängsgruvan A. Johnson & Co. HAB.

Utöver sulfidmalmsfyndigheter finnes i Mellansverige även andra icke-järnmalmsfyndigheter. Bland dessa må nämnas den sedan 1963 nedlagda gruvan Yxsjöberg, vars malm innehåller volfram i mineralet scheelit. Prisstegringar på volfram har medfört att malmen under 1969 bedömts som ånyo brytvärd. Nuvarande ägareföretag, AB Statsgruvor, förbereder driftens återupptagande.

Malmstillgångar

Sveriges kända sulfidmalmsstillgångar i befintliga driftsgruvor utgjorde 1968/69 ca 150 milj. ton. I denna angivelse ingår dock ej tillgångarna i den sedan 1968 bearbetade Aitikgruvan i Norrland, vars kopparförande malm av relativt låg halt torde omfatta 100–130 milj. ton. Av de kända tillgångarna, ca 150 milj. ton, hänföres endast drygt 20 milj. ton till de 11 mellansvenska gruvorna, vilkas enskilda tillgångar har markerat olika storlek. Sålunda varierar dessa gruvors tillgångar från 100 t. ton till 9,5 milj. ton (tabell 14). Även om gruvorna med de största tillgångarna brytes i betydande omfattning är driftens fortvarighet dock längst i dessa gruvor. För vissa gruvor med mindre tillgångar är återstående antal årsproduktioner fåtaliga, åtminstone vad gäller den 1968/69 kända malmen. Av nämnda mellansvenska totaltillgångar hänföres ca 17 milj. ton till gruvor tillhörande Stora Kopparbergs Bergslags AB och Boliden AB. I de norrländska sulfidmalmsgruvorna idkade endast Boliden AB malmbrytning 1968/69.

Sulfidmalmsgruvornas tillgångar utökas genom nära nog enbart uppslutning och sålunda sällan genom uppskattning som i sulfidmalmsgruvor blir mindre säker än i järnmalmsgruvor. Endast vid uppslutning erhålles sådan kännedom om malmen att brytvärdhetsgränsen kan avgöras med hänsyn till kostnaderna för malmens mineraltek-

¹ Metallerna bly och zink hade i det närmaste samma pris på Londonbörsen 1950–1968.

niska och metallurgiska vidarebehandling ävensom med hänsyn till ifrågavarande metallpriser. Med förefintliga mätmetoder kan dock även uppslutningen ställa sig svår och vanligen är den betydligt mer kostnadskrävande än i fallet med järnmalm. Sulfidmalmen uppslutes därför ej kontinuerligt och de aperiodiska undersökningsarbetena kan resultera i såväl betydliga som obetydliga malmtillskott.

Utöver nämnda bearbetade utmål finnes i Mellansverige ett stort antal obearbetade utmål liksom även inmutningar, varav de mest betydande tillhör Stora Kopparbergs Bergslags AB och Boliden AB. Dessa företag bedriver kontinuerliga prospekteringar i området.

3.6.2 Malmproduktion och malmprodukter

1968 producerade svenska sulfidmalmsgruvor totalt 5,0 milj. ton råmalm, varav 3,8 milj. ton i Norrland och 1,2 milj. ton eller ca 1/4 i Mellansverige. Produktionen vid de enskilda mellansvenska gruvorna varierade mellan 30 och 240 t. ton (tabell 14). Ca hälften av den mellansvenska totalproduktionen härrörde sig från gruvorna tillhörande Boliden AB.

Brytning och behandling av sulfidmalm sker i väsentliga avseenden annorlunda än i fråga om järnmalm. Beträffande brytningen är detta särskilt framträdande i Mellansverige där bergets hållfasthet är lägre i sulfidmalmsgruvorna än i järnmalmsgruvorna. I stället för rasbrytning tillämpas därför igensättningsbrytning liksom även rum- och pelarbrytning. Vid igensättningsbrytning fylls tomrummen med sand eller restprodukter från anrikningen och vid rum- och pelarbrytning lämnas en viss mängd malm för att i ett pelarsystem ge stöd åt berget. Vanligast förekommande är igensättningsbrytning och på grund av att de mellansvenska sulfidmalmsareorna är små ger denna metod fördelen att brytningen bättre följer malmkroppen. Beträffande malmbehandlingen är sulfidmalms anrikning mer komplicerad än järnmalmens och till följd härav även mer kostnadskrä-

Tabell 14. Sulfidmalmsgruvor i Mellansverige: tillgångar av uppsluten malm, produktion m. m., 1968.

Gruva nr	Uppsluten malm 1000 ton	Produktion 1000 ton	Antal ^a årsproduktioner
1	9 500	150	63
2	4 000	190	21
3	3 150	240	13
4	1 000	100	10
5	1 000	200	5
6	700	30	23
7	700	130	5
8	450	45	10
9	400	30	13
10	150	70	2
11	100	30	3
	21 150	1 215	17

^a Avseende uppsluten malm 1968.

vande. Sulfidmalmsanrikning som sker genom flotation, förutsätter minsta möjliga gråbergsinblandning vilket inverkar på såväl brytningen som efterföljande krossning och malning. Det vanligaste anrikningsförfarandet är selektiv skumflotation, som efter malms finmalning och blandning med vatten till s. k. pulp sker i särskilda flotationsapparater. Dessa utgöres av öppna genomströmningstankar som med omrörare och luftfördelare separerar pulpens mineralslag. Lufttillförseln liksom tillsatser av kemikalier åstadkommer att mineralkornen flyter upp med det skum som bildas. Genom olika kemikalietillsatser i olika apparatgrupper bringas de olika mineralslagen att stegvis flotera var för sig. Efter flotationen avvattnas respektive mineralkoncentrat genom filtrering och torkning till slig.

Till följd av att flera sulfidmalmsfyndigheter är små finnes ej anrikningsverk vid samtliga gruvor. Malmen från mindre gruvor transporteras därför till större gruvor med s. k. centrala anrikningsverk. I Mellansverige anrikas sålunda Boliden AB malmen från Garpenberg, Garpenberg Norra och Svärdsjö vid Garpenberg samt malmen från Saxberget, Ljusnarsberg och Kaveltorp vid Saxberget. Vid Vassbo anrikas gruvans egen malm. Falu gruva, Zinkgruvan och Stoll-

Tabell 15. Sveriges produktion av sulfidmalmsliger, 1968 (1 000 ton).

	Kopparslig	Blyslig	Zinkslig	Svavelkisslig
Bolidengruvor i Mellansverige	13,4	29,7	31,3	—
Övriga gruvor i Mellansverige	3,5	12,4	49,2	46,0
Samtliga gruvor i Mellansverige	16,9	42,1	80,5	46,0
Gruvor i Norrland ^a	67,6	58,5	59,5	428,0
Totalt	84,5	100,6	140,0	474,0

^a Genom ägande, arrende och legodrift idkades malmbrytning av endast Boliden AB.

berg har egna anrikningsverk medan Grängsgruvan som saknar eget verk anrikar vid Stollberg.

Sulfidmalmsprodukterna vid såväl mellansvenska som norrländska gruvor utgöres av kopparslig, blyslig, zinkslig och svavelkisslig. 1968 producerade de mellansvenska gruvorna 16,9 t. ton kopparslig, 42,1 t. ton blyslig, 80,5 t. ton zinkslig och 46,0 t. ton svavelkisslig (tabell 15). De mellansvenska kvantiteternas andel av hela landets sammanlagda produktion var för kopparslig 20 procent, blyslig 42 procent, zinkslig 58 procent och svavelkisslig 10 procent. Vid gruvorna tillhörande Boliden AB producerades betydligt större kvantiteter kopparslig och blyslig än vid övriga sammanlagda mellansvenska gruvor vilka dock svarade för den större delen av zinksligproduktionen i området. Svavelkisslig producerades endast vid Falu gruva. Metallinnehållet var i kopparsligerna 22–28 procent, blysligerna ca 70 procent och zinksligerna ca 52 procent.

Sedan början av 1960-talet har den mellansvenska produktionen av ifrågakvarnande sliger varit av oförändrad omfattning även om de årliga förändringarna ej varit obetydliga.

3.6.3 Inhemsk förbrukning och export

I Sverige förädlas såväl kopparslig som blyslig men ej zinkslig. Medan zinkverk saknas

finnes vid Rönnskärsanläggningarna tillhörande Boliden AB landets enda kopparverk och blyverk för framställning av metall ur malm. Inhemskt förbrukas i det närmaste hela den svenska totalproduktionen av kopparslig, medan en betydande del av motsvarande blysligproduktion exporteras liksom hela produktionen av zinkslig. Exporten av svavelkisslig är obetydlig.

I enlighet härmed levererar samtliga mellansvenska kopparsligproducerande gruvor all kopparslig till Rönnskär. Blysligerna levereras till såväl Rönnskär som exportmarknaderna och zinksligerna uteslutande till exportmarknaderna med Gävle som främsta utskeppningshamn. Beträffande blysligerna från Boliden AB:s mellansvenska gruvor sker leveranser till Rönnskär och exportmarknaderna i olika proportioner olika år, i synnerhet vad gäller Vassbos slig. Övriga mellansvenska gruvor avsätter respektive blysliger endast på exportmarknaderna, vanligen i samma avnämrande som zinksligen, dvs. främst Belgien och Västtyskland. Zinksligen från Boliden AB:s gruvor levereras till det delägda företaget Det Norske Zinkkompani. Den svavelkisslig som produceras vid Falu gruva användes vid svavelsyrefabriken i Falun och de från fabriken erhållna kisbränderna med hämatitinhåll blandas med magnetitlig i och för kulsinterframställning på platsen.

Transporterna avseende malmer och malmprodukter är omfattande och förenade med höga kostnader. Från de 5 gruvor som saknar egna anrikningsverk transporteras malmen till ifrågakvarnande centrala verk, vilket i samtliga fall sker med lastbil. För dessa transporter varierar avstånden mellan 3 och 75 km. Vägars och broars bärighet maximerar fordonens nyttiga last till ca 22 ton. Från anrikningsverken transporteras sligerna till Rönnskär och hamnarna Gävle och Västerås med vanligen lastbil och järnväg i kombination, vilket kräver omlastningar. Kostnaderna för dessa transporter varierar betydligt och torde utgöra 10–35 kr per ton slig.

Mellansvenska liksom norrländska sulfidmalmsgruvors produktion och avsättning

Tabell 16. Sveriges slig- och metallbalanser avseende koppar, bly och zink, 1968.

	Koppar	Bly	Zink
<i>Slig (1 000 ton^a)</i>			
Produktion	18,2	70,1	75,7
Import	7,9	—	—
Export	0,3	27,6	70,1
Förbrukning ^c	25,8	42,5	5,6 ^d
<i>Metall (1 000 ton^b)</i>			
Produktion	46,7 ^e	61,0 ^e	—
därav ur svensk slig	18,0 ^f	42,5	—
Import	68,7	4,9	35,0
Export	27,5	12,7	0,4
Förbrukning ^c	87,9	53,2	34,6

^a 1 000 ton analyserat metallinnehåll.

^b 1 000 ton obearbetad (raffinerad) metall.

^c Beräknad inhemsk förbrukning inkl. lagerändringar (produktion + import - export).

^d Lagerändring.

^e Produktion ur såväl slig som skrot.

^f Därav 2,0 t. ton från Aitikgruvan.

bör ses mot bakgrund av Sveriges slig- och metallbalanser avseende koppar, bly och zink. Sålunda är den inhemska produktionen av kopparslig otillräcklig för den kopparmetallframställning som förekommer inom landet och 1968 utgjorde importöverskottet avseende sligernas metallinnehåll 7,6 t. ton eller ca 30 procent av metallinnehållet i den inhemska sligförbrukningen 25,8 t. ton. Sligexporten var därvid obetydlig (tabell 16). Ur den inhemska kopparsligen, vars analyserade metallinnehåll utgjorde 18,2 t. ton, framställdes i det närmaste lika stor kvantitet kopparmetall. Denna kvantitet motsvarade ca 40 procent av den inhemska kopparslignen och 20 procent av den inhemska kopparsligförbrukningen, vilken senare utgjorde 87,9 t. ton. Importen av koppar utgjorde 68,7 t. ton och exporten 27,5 t. ton, dvs. importöverskottet var 41,2 t. ton. Den inhemska produktionen av blyslig är däremot tillsammans med inhemskt blyskrot tillräcklig för såväl inhemska blyframställning som inhemska blyförbrukning. Betydande export sker av såväl blyslig som blymetall även om viss blyimport kan förekomma.

£/LT eller kr/kg

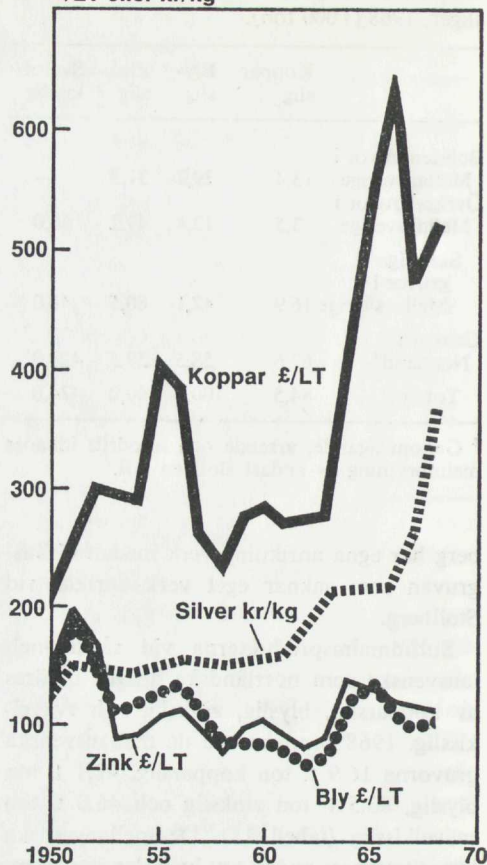


Diagram 6. Genomsnittliga årsnoteringar vid Londonbörsen avseende metallerna koppar, silver, bly och zink, 1950-1968.

1968 utgjorde den inhemska sligproduktionens metallinnehåll 70,1 t. ton, varur 42,0 t. ton bly framställdes inom landet. Ur skrot, inhemskt och importerat, framställdes 19,0 t. ton bly. Exportöverskottet avseende blymetall utgjorde 7,8 t. ton och den inhemska blyförbrukningen 53,2 t. ton. Beträffande zinkslig exporteras landets totala produktion enär inhemska metallframställning ur zinkslig ej förekommer. Metallinnehållet i den inhemska sligproduktionen, dvs. exporten, utgjorde 75,7 t. ton 1968, medan den inhemska förbrukningen, dvs. importen, utgjordes av ca 35,0 t. ton zinkmetall.

Ifrågavarande slig- och metallbalanser förklaras av flera faktorer, bl. a. av förhål-

landet att den större delen av de i Sverige hittills producerade sulfidmalmsprodukterna härrör sig från gruvor med komplexa malmer. Detta medför att de inhemska gruvornas utbud måste anpassas till inhemska och utländsk efterfrågan avseende metallerna koppar, bly och zink sammantagna. För de tre metallerna har konjunkturutvecklingen sedan början av 1950-talet varit olikartad med stegrade priser på kopparmetall och trendmässigt oförändrade priser

avseende metallerna bly och zink (diagram 6). Till detta förhållande har även produktionsomfattningen vid smältverket i Rönnskär anpassats. Andra faktorer av betydelse är kvalitets- och prisskillnader avseende inhemska och utländska sliger, handeln med skrot samt förhållandet att de inhemska förbrukarna av metall, främst förbrukarna av koppar, eftersträvar att ej vara beroende av endast en råvaruleverantör, dvs. det inhemska smältverket.

4.1 Järnmalmgruvor

4.1.1 Järnmalmgruvor i fortsatt drift och malmtillgångarnas fördelning 1975

En gruvans fortvarighet beror av ett flertal faktorer som sammanfattningsvis kan hänföras till dels gruvans malmtillgång, dels gruvans lönsamhet. Med hänsyn till dessa båda huvudslag av faktorer kan fortvarigheten för de 26 mellansvenska järnmalmgruvorna i drift per den 1.1.1969 med någorlunda säkerhet bedömas avseende perioden 1969–1974, dvs. intill tidpunkten den 1.1.1975. Sådan bedömning har skett utifrån uppgifter som inhämtats av Svenska Gruvföreningen i samband med beräkningarna av gruvornas produktionskostnader. Enligt bedömningsresultatet kan 9 gruvor komma att nedläggas under perioden. Av dessa gruvor skulle 6 komma att nedläggas på grund av sinande malmkvantitet och 3 till följd av främst otillfredsställande malmkvalitet och därigenom uppkommande brist i kostnadstäckningen, i varje fall sedan uppsluten malm utvunnits. Osäkerheten i bedömningsresultatet sammanhänger närmast med gruvornas produktionsförutsättningar och kan medföra att några av gruvorna, sannolikt högst 3, ej nedlägges förrän under 1975 eller någon tid därefter. Sådan förlängd fortvarighet kan ske genom minskning av produktionen i gruvor som bedömes bli nedlagda på grund av sinande malmtillgångar och genom rationaliseringar i gruvor som bedömes bli nedlagda till följd av bristande kostnadstäckning. Inklusive

Semla–Rudgruvan och Intrånget, i vilka järnmalmsbrytningen upphört 1968/1970, är de 9 gruvorna följande:

Bodås	Ramhäll
Forsbo	Semla–Rudgruvan
Idkerberget	Stripa
Intrånget	Ställberg
Mossgruvan	

Eftersom den tidigare undersökningsgruvan Värmlandsberg förväntas upptaga produktion under perioden, skulle enligt bedömningen 18 mellansvenska gruvor vara i drift per den 1.1.1975.

De gruvor som förväntas nedläggas är samtliga små med vardera en produktion som 1967 ej översteg 200 t. ton malmprodukter. Deras totala leveranser utgjorde ca 780 t. ton eller ca 15 procent av dåvarande 26 gruvors totalleveranser och deras andel av totalavsättningen på den inhemska marknaden respektive exportmarknaden utgjorde likaså ca 15 procent. De 6 gruvor som sannolikt kommer att nedläggas på grund av sinande malmtillgångar levererade ca 530 t. ton medan de 3 gruvor som eventuellt kommer att nedläggas till följd av bristande kostnadstäckning levererade ca 250 t. ton. Gruvorna som kan komma att nedläggas på grund av sinande malmtillgångar har enligt produktionskostnadsberäkningarna avseende 1967 tillhört olika lönsamhetsklasser och åtminstone hälften av deras sammanlagda produktion torde ha hänfört sig till gruvor vilkas malmvärden överstigit de totala produktionskostnaderna i sådan ut-

Tabell 17. Järnmalmstillgångar i Mellansverige, 1967, 1969 och 1975.

Period/tidpunkt	Driftsgruvor			Malmtillgångar Mton						Summa totalt att redovisa
	Antal vid periodens början	Under perioden		Driftsgruvor			Under-sökn. Summa gruvor	Ut-vunna	Av förda	
		Nedlagda	Upptagna	Uppslutna	Uppskattade					
per 1.1.1967	35	—	—	357	507	864	112	—	—	976
1967–1968	—	9	—	./95	./81	./176	+152	24	—	
per 1.1.1969	26	—	—	262	426	688	264	24	—	976
1969–1974	—	9	1	./89	./9	./98	+13	80	5	
per 1.1.1975	18	—	—	173	417	590	277	104	5	976

sträckning att prospekteringar och reinvesteringar varit möjliga. I samtliga dessa 6 gruvor har malmen låg fosforhalt.

Enligt malminventeringen per den 1.1. 1967 befanns tillgångarna i dåvarande drifts- och undersökningsgruvor utgöra 976 milj. ton. Om hänsyn ej tages till de malmkvantiteter som efter inventeringen tillförts eller framledes tillföres gruvorna genom undersökningsarbeten, kommer ifrågakvarande tillgångar att minska på grund av dels fortsatt malmbrytning, dels nedläggning av gruvor med kvarvarande malmtillgångar. Sålunda utgjorde minskningen 1967–1969 totalt 24 milj. ton, vilken kvantitet dock hänföres sig endast till malmbrytningen under perioden eftersom samtliga då nedlagda gruvor bedömdes kunna utgöra undersökningsgruvor i och för framtida drift. Per den 1.1.1969 utgjorde de totala malmtillgångarna följaktligen 952 milj. ton, ehuru efter en ej obetydlig kvantitetsöverföring till undersökningsgruvorna (3.1.3). Med ledning av beräknad malmbrytning 1969–1974 och med antagande att under denna period nämnda 9 gruvor kommer att nedläggas liksom 1 gruva upptagas, kan den fortsatta minskningen av de inventerade malmtillgångarna grovt uppskattas för tiden fram till 1975. Per den 1.1.1975 skulle enligt uppskattningen återstoden av ifrågakvarande malmtillgångar utgöra 867 milj. ton, varav 590 milj. ton hänföres till då förutsatta 18 driftsgruvor medan 277 milj. ton hänföres

till undersökningsgruvorna (tabell 17). Detta innebär en minskning av 1969 års totala tillgångar med 85 milj. ton, varav 80 milj. ton genom malmbrytning och endast 5 milj. ton genom att malm kvarlämnas i de antagna nedläggningsgruvorna. I driftsgruvorna minskar de totala tillgångarna med 98 milj. ton, men på grund av att 13 milj. ton av denna kvantitet hänföres till gruvor som efter nedläggning kan bedömas som undersökningsgruvor, utgör totalminskningen för samtliga gruvkategorier nämnda 85 milj. ton. Totalminskningen mellan 1967 och 1975 skulle därmed uppgå till 109 milj. ton eller 11 procent av tillgångarna enligt malminventeringen 1967. I enlighet med denna redovisning blir den kvantitativa förändringen således av mindre omfattning och betydelse. Däremot blir de kvalitativa förändringarna av större betydelse, främst på grund av att en allt större del av de inventerade tillgångarna överföres till undersökningsgruvor vilkas eventuella framtida bearbetning ej kan bedömas. 1967 utgjorde undersökningsgruvornas tillgångar 112 milj. ton eller 11 procent av totaltillgångarna, medan motsvarande kvantitet 1975 skulle utgöra 277 milj. ton eller 32 procent av inventeringens då kvarvarande tillgångar. Beträffande driftsgruvornas redovisade tillgångsminskning från 864 milj. ton 1967 till 590 milj. ton 1975, skulle den kvalitativa förändringen bl. a. innebära att den uppslutna malmens andel minskar.

Utöver kvarvarande malmtillgångar en-

Tabell 18. Produktion av råmalm och direkt användbara malmprodukter vid mellansvenska järnmalmsgruvor, 1975.

Malmtyp	Råmalm Mton från antal driftsgruvor			Mton Malmprodukter 1975			
	1967 26 st. ^a	1968 26 st. ^a	1975 18 st.	Utbyte ^b %	Låg fosfor	Hög fosfor	Summa
Apatitjärn	4,9	6,1	6,9	60	1,55	2,55	4,10
Kvartsjärn	3,8	3,5	4,0	33	1,30	—	1,30
Skarn och kalk	1,5	1,3	1,3	30	0,40	—	0,40
Manganförande	1,6	1,6	2,5	40	1,00	—	1,00
Totalt	11,8	12,5	14,7	46	4,25	2,55	6,80

^a Gruvor i drift 1.1.1969.

^b Malmprodukt i procent av råmalm.

ligt 1967 års inventering kommer de totala tillgångarna 1975 att utgöras även av sådan malm som genom undersökningsarbeten uppskattas och senare uppslutes. Enligt erfarenheter under senaste årtionden har i bearbetade mellansvenska järnmalmsgruvor ny malm kunnat konstateras i ungefär samma takt och omfattning som uppsluten malm brutits och uppskattad malm uppsluttits. Därest detta förhållande skulle gälla även för tiden 1967–1975 skulle de totala malmtillgångarna 1975 vara i det närmaste lika stora som vid inventeringstillfället 1967, ca 970 milj. ton, ehuru då efter kvalitativa förändringar. Ett sådant gynnsamt läge bör dock jämföras med ett mindre gynnsamt, exempelvis det läge som skulle inträffa om efter 1967 ny malm påträffas i en kvantitet som utgör hälften av den samtidigt brutna malmkvantiteten och om endast hälften av undersökningsgruvornas malmkvantiteter senare befinnes brytvärda. I ett sådant läge skulle de totala tillgångarna 1975 utgöras av ca 780 milj. ton, varav 18 procent i undersökningsgruvor.

Uppskattningen av järnmalmstillgångarna i mellansvenska gruvor avseende år 1975 visar att ur kortsiktigt perspektiv malmbrytning och gruvnedläggningar medför en tämligen ringa förändring av tillgången på malm. År 1975 torde gruvornas då undersökta malmtillgångar med dåvarande produktionsomfattning medge brytning under ytterligare 50–65 år. Avseende

särskilda malmtyper blir brytningens fortvarighet dock kortare eller längre, sannolikt kortare för fosforrika malmer och längre avseende ifrågavarande fosforfattiga malmer. Ett långsiktigt perspektiv måste emellertid avse den totala mellansvenska malmbalansen som består av även obearbetade utmål.

För de mellansvenska järnverken sammantagna kan möjlig tillförsel av malmprodukter från mellansvenska gruvor bedömas som god för överskådlig tid. Senare års ringa ianspråktagande av obearbetade utmål liksom begränsade prospekteringsverksamhet avseende järnmalm i Mellansverige bör ses mot denna bakgrund. Vid alternativ brytning av bearbetade och obearbetade utmål torde även framledes de bearbetade utmålen prefereras, bl. a. beroende på att dessa utmål genom förefintliga anläggningar och annan kapitalutrustning är mindre investeringskrävande. Nya fyndigheter kan förväntas bli bearbetade om vissa enskilda järnverk bedömer de egna, delägda eller arrenderade gruvornas malmtillgångar otillräckliga och/eller otillfredsställande för säker och rationell malmförsörjning.

4.1.2 Järnmalmsgruvornas produktion och avsättning 1975

För år 1975 har de mellansvenska järnmalmsgruvornas produktion och inhemska avsättning beräknats och deras export uppskattats. Därvid har produktionen beräknats

Tabell 19. Tackjärnsproduktion och järnmalmsförbrukning vid mellansvenska järnverk, 1975 (1 000 ton).

	P-halt i tackjärn, %			Annat tackjärn	Summa
	<0,03	0,03-0,2	1,8		
Tackjärnsproduktion	400	1 290	1 035	75	2 800
Malmprodukter					
Tackjärn, 1515 kg/t	605	1 950	1 570	115	4 240
Järnsvamp	175	—	—	—	175
Färskningsmalm	30	260	—	—	290
Summa malmprodukter	810	2 210	1 570	115	4 705
Malmprodukter, fördelning					
Grupp <0,012 % P	810	—	—	—	810
Grupp 0,015-0,040 % P	—	2 210	—	115	2 325
Grupp 0,3-1,0 % P	—	—	1 570	—	1 570
Summa malmprodukter	810	2 210	1 570	115	4 705

med ledning av från Svenska Gruvför-
eningens medlemsföretag inhämtade uppgif-
ter, vilka avstämts mot beräkningarna av-
seende den inhemska avsättningen och upp-
skattningarna avseende exporten. Vid be-
räkningarna av den inhemska avsättningen
har materialet utgjorts av främst de kalky-
ler avseende den inhemska malmförbruk-
ningen 1975 som utförts inom Jernkonto-
rets strukturkommitté.

Enligt beräkningarna förväntas produ-
ktionen av råmalm öka med ca 25 procent,
från 11,8 milj. ton 1967 till 14,7 milj. ton
1975 (tabell 18).¹ Därvid ökar årsbryt-
ningen av de fosforrika apatitmalmerna
med 41 procent, från 4,9 till 6,9 milj. ton,
medan årsbrytningen av de fosforfattiga
malmtyperna ökar med 13 procent, från 6,9
till 7,8 milj. ton. Genom att en stor del
av apatitmalmerna kommer att höganrikas
och därmed avfosforeras minskar emellertid
årsproduktionen av fosforhöga malmpro-
dukter med 13 procent, från ca 2,9 till ca
2,6 milj. ton.² Motsvarande ökar produktio-
nen av fosforlåga malmprodukter med 71
procent, från ca 2,5 till ca 4,3 milj. ton.
I enlighet härmed kommer de av apatitmal-
mer producerade lågfosforprodukterna att
utgöra ca 1,6 milj. ton 1975. Den totala
kvantiteten malmprodukter ökar enligt be-
räkningarna från ca 5,4 milj. ton 1967 till
ca 6,8 milj. ton 1975, dvs. med 26 procent.

Den inhemska malmförbrukningen år
1975 har beräknats utifrån malmbehovet
för produktion av tackjärn och järnsvamp
ävensom behovet av färskningsmalm. Den
ojämförbarligt största delen av malmbeho-
vet utgöres av malm för tackjärnsproduk-
tion och enligt de kalkyler som utförts
inom Jernkontorets strukturkommitté kom-
mer den vid mellansvenska hyttor produ-
cerade tackjärnkvantiteten att uppgå till
2 800 t. ton 1975 (bilaga 1). För denna
produktion har behovet av malmpro-
dukter beräknats till 4 240 t. ton (tabell
19). Härtill kommer 175 t. ton för järn-
svampframställning och 290 t. ton för
färskning varigenom det totala behovet
vid mellansvenska malmförbrukningsställen
skulle uppgå till 4 705 t. ton 1975. Den in-
hemska förbrukningen 1967 av malm från
de 26 gruvorna i drift 1969 omfattande
2 800 t. ton (tabell 7), skulle således öka
med 68 procent.

Fördelas den beräknade inhemska malm-
förbrukningen 1975 på produkttyper, upp-
skattas kvantiteten styckemalm och kross-
malm till 500 t. ton, vilket i jämförelse med
beräknad förbrukning 1970 innebär en ök-
ning med 25 procent. Tillskottet, 100 t. ton,

¹ Produktionen 1967 avser gruvor i drift
1.1.1969.

² Med hög fosforhalt avses här 0,3-1,0 pro-
cent.

Tabell 20. Produktion, inhemsk förbrukning och export av mellansvensk järnmalm, 1975 (1 000 ton).

	Malmens P-halt, %			Summa
	<0,012	0,015–0,040	0,3–1,0	
Produktion	2 450	1 850	2 550	6 850
För tackjärn 0,03 % P, svamp, färskning	810	—	—	810
För tackjärn 0,2 % P, färskning	915	1 210	200	2 325
För tackjärn 1,8 % P	—	—	1 570	1 570
Summa förbrukning	1 725	1 210	1 770	4 705
Över för export	725	640	780	2 145

torde i ej oväsentlig del utgöras av kalibrerad styckemalm, dvs. styckemalm med hög järnhalt som tvättats och krossats till klen gods inom ett begränsat styckestorleksområde. 1970–1975 kan kvantiteten grovslig och mull antagas vara tämligen oförändrad, ca 2 700 t. ton, medan däremot kvantiteten finslig förväntas öka från 600 till 1 500 t. ton. Av det totala malmförbrukningstillskottet 1970–1975, 1 000 t. ton, skulle finsligen sålunda utgöra 900 t. ton eller 90 procent. Finslig användes för framställning av kulsinter samt kallbundna sligkolor och den anmärkningsvärda förbrukningsökningen får närmast ses mot bakgrund av förväntad produktion av kallbundna sligkolor. Under 1960-talets senare år förekom denna produktion i begränsad omfattning och delvis som försöksverksamhet.

Den beräknade inhemska malmförbrukningen 1975 kan fördelas även på produktkvaliteter efter fosforhalt. Vid fördelningen har klasserna för malmprodukternas fosforhalt valts att motsvara klasserna för tackjärnets fosforhalt. I enlighet härmed är fosforinnehållet mindre än 0,012 procent i malmprodukter med låg fosforhalt, 0,015–0,040 procent i malmprodukter med medelhög fosforhalt och 0,3–1,0 procent i malmprodukter med hög fosforhalt. 1975 uppskattas behovet av malmprodukter vara fördelat på 810 t. ton med låg fosforhalt, 2 325 t. ton med medelhög fosforhalt och 1 570 t. ton med hög fosforhalt (tabell 19). I jämförelse med beräknat behov för 1970

utgör då ökningen 14, 28 respektive 33 procent. Liksom tidigare kommer emellertid gruvorna ej att producera ifrågavarande kvaliteter i enlighet med kvantitativt behov, som i stället tillgodoses genom malmblandning, avfosforering etc. Fördelas den inhemska förbrukningen 1975 på de malmprodukter som gruvorna kan leverera, uppskattas förbrukningen till 1 725 t. ton med låg fosforhalt, 1 210 t. ton med medelhög fosforhalt och 1 770 t. ton med hög fosforhalt (tabell 20). 1967 utgjorde förbrukningen 1 446, 195 respektive 1 159 t. ton, varför ökningen fram till 1975 skulle utgöra 19 procent avseende malmprodukter med låg fosforhalt och 53 procent avseende malmprodukter med hög fosforhalt. Beträffande malmprodukter med medelhög fosforhalt skulle förbrukningen bli 6 gånger större.

Om den för 1975 beräknade produktionen av malmprodukter, 6 850 t. ton, jämföres med den beräknade inhemska förbrukningen, 4 705 t. ton, erhålles ett produktionsöverskott på 2 145 t. ton som närmast kan betraktas som ett kvantitativt uttryck för de uppskattningar som gjorts avseende såväl produktionskapacitet som exportavsättning. Enligt dessa uppskattningar skulle exporten 1975 komma att omfatta samtliga tre kvaliteter avseende fosforhalt (tabell 20). I jämförelse med exportförhållandena 1967 skulle exporten av malmprodukter med låg fosforhalt minska från 868 till 725 t. ton, medan exporten av malmprodukter med hög fosforhalt skulle minska från 1 766 till

Tabell 21. Produktion, inhemsk förbrukning och export av mellansvensk järnmalm fördelad på grupper av gruvägnande/malmförbrukande företag, 1975 (1 000 ton).

	Malmens P-halt, %			Summa
	<0,012	0,015-0,040	0,3-1,0	
<i>Stora-Grängesgruppen</i>				
Produktion	750	1 850	2 550	5 150
Förbrukning	875	990	1 770	3 635
Export, försäljning	./125	860	780	1 515
<i>Övriga järnverk</i>				
Produktion	1 700	—	—	1 700
Förbrukning	850	220	—	1 070
Export, försäljning	850	./220	—	630
Summa förbrukning	1 725	1 210	1 770	4 705

780 t. ton. Exporten av malmprodukter med medelhög fosforhalt, som 1967 var obefintlig, förväntas utgöra 640 t. ton 1975. Den totala exporten från de 26 gruvorna bedömes 1967-1975 minska med 19 procent, från 2 634 till nämnda 2 145 t. ton.

Beräkningarna avseende år 1975 har innefattat uppdelning av såväl gruvornas produktion som järnverkens förbrukning och malmexport på dels enheter tillhörande Stora Kopparbergs Bergslags AB och Trafik AB Grängesberg-Oxelösund, dels övriga ägare av gruvor och järnverk (tabell 21). Uppdelningen visar bl. a. att Stora-Grängesgruppen eventuellt kommer att förbruka 125 t. ton malmprodukter av låg fosforhalt utöver vad de egna gruvorna beräknas producera. Motsvarande förhållanden kan för övriga järnverk leda till en brist på 220 t. ton malmprodukter av medelhög fosforhalt. För båda grupperna beräknas såväl produktions- som förbrukningsökningen 1967-1975 bli markerad avseende malmprodukter av medelhög fosforhalt.

Sammanfattningsvis kommer enligt beräkningarna de mellansvenska järnmalmgruvornas produktion av malmprodukter att mellan 1967 och 1975 öka från 5,43 till 6,85 milj. ton, dvs. med 26 procent (tabell 22). Produktionen av malmprodukter med låg fosforhalt ökar 6 procent, från 2,31 till 2,45 milj. ton, medan produktionen av malmprodukter med hög fosforhalt minskar 13 procent, från 2,93 till 2,55 milj.

ton. Beträffande malmprodukter av medelhög fosforhalt ökar produktionen från 0,20 till 1,85 milj. ton. Gruvornas inhemska avsättning kommer att öka från 2,80 till 4,71 milj. ton, dvs. med 68 procent, medan exporten kommer att minska 19 procent, från 2,63 till 2,15 milj. ton. För Stora-Grängesgruppen ökar gruvornas produktion 31 procent till 5,15 milj. ton och den inhemska avsättningen 82 procent till 3,64 milj. ton, medan exporten minskar 22 procent till 1,52 milj. ton. För gruppen av övriga gruvor ökar produktionen 13 procent till 1,70 milj. ton och den inhemska avsättningen 33 procent till 1,07 milj. ton, medan exporten minskar 10 procent till 0,63 milj. ton.

År 1975 har 18 gruvor antagits vara i drift (4.1.1). I enlighet härmed kommer förändringarna att avse ej endast antagna nedläggningsgruvor utan även dessa 18 gruvor vilka 1967 hade en mindre produktion och avsättning än vad som ovan angivits för samtliga gruvor och vilka 1975 kommer att svara för den totala järnmalmproduktionen i Mellansverige. En beräkning avseende de 18 gruvorna utvisar att deras produktion 1967-1975 kommer att öka från 4,65 till 6,85 milj. ton, dvs. med 47 procent. Deras avsättning på den inhemska marknaden ökar 97 procent, från 2,39 till 4,71 milj. ton, medan deras avsättning på exportmarknaden minskar 5 procent, från 2,26 till 2,15 milj. ton. Antagna gruvnedläggningar kommer att påverka Stora-Grängesgruppen en-

Tabell 22. Leveranser av malmprodukter från mellansvenska järnmalmsgruvor med fördelning på grupper av ägande företag och marknader, 1967 och 1975 (1 000 ton).

	Totala leveranser			Inhemsk marknad			Exportmarknad		
	1967	1975	För- ändr. %	1967	1975	För- ändr. %	1967	1975	För- ändr. %
Stora-Grängesgruvor	3 933	5 150	31	1 998	3 635	82	1 935	1 515	-22
Övriga gruvor	1 501	1 700	13	802	1 070	33	699	630	-10
Samtliga gruvor	5 434	6 850	26	2 800	4 705	68	2 634	2 145	-19

Anm.: För 1967 avses leveranser från gruvor i drift 1.1.1969. Hänsyn har ej tagits till förhållandet att 125–220 t. ton beräknas utbytas mellan grupperna.

dast obetydligt. För gruppen av övriga gruvor beräknas produktionen att öka från 0,75 till 1,70 milj. ton. Deras avsättning på den inhemska marknaden beräknas öka från 0,41 till 1,07 milj. ton, varför utrymme för export kan öka från 0,34 till 0,63 milj. ton, dvs. med 85 procent.

I redovisad beräkning av den inhemska malmförbrukningen har hänsyn ej tagits till den brist på inhemska järnråvaror för stålframställningen som enligt Jernkontorets strukturkommitté kommer att förefinnas fram till 1975. Bristen, som i princip kan täckas genom ökad produktion av tackjärn och järnsvamp och/eller import av tackjärn och stålskrot, skulle enligt kommitténs kalkyler avseende hela landet uppgå till 800 t. ton 1975. Även tidigare och senast under 1960-talets samtliga år har sådan brist förefunnits, varvid täckning skett genom import av tackjärn och stålskrot i varierande omfattning. 1966 utgjorde importen av järnråvaror 640 t. ton. Jernkontorets strukturkommitté rekommenderar vissa åtgärder i syfte att minska nuvarande omfattning av stålskrotimporten, men under den i sammanhanget korta tid som återstår fram till 1975 synes importen av stålskrot liksom importen av tackjärn ej kunna begränsas till förmån för inhemska järnråvaror. Beträffande de inhemska järnråvarorna torde utbudet av stålskrot ej avsevärt kunna ökas, medan däremot utbudet av tackjärn torde kunna ökas vad gäller såväl masugnskapacitet som malmproduktionkapacitet. Att ökad tack-

järns- och järnsvampproduktion dock ej synes kunna substituera någon betydande del av nämnda import beror närmast av rådande prisförhållanden och erforderliga tilläggsinvesteringar för järnverkens kapacitetsökning. Därest utbudet av inhemskt stålskrot ej underskattats torde 1975 års brist på inhemska järnråvaror komma att täckas genom import av ca 500 t. ton stålskrot och ca 300 t. ton tackjärn. I relation till det för stålframställningen totala järnråvarubehovet skulle därmed importen enligt strukturkommittén utgöra 12 procent, dvs. importandelen skulle bli av samma storlek som 1966.

Angiven kvantitet mellansvenska malmprodukter för export 1975 har framräknats som skillnaden mellan uppskattad produktionskapacitet och beräknad inhemska förbrukning, varvid uppskattningen av produktionskapaciteten baserats på uppgifter från de enskilda gruvorna som kalkylerat 1975 års avsättning på såväl den inhemska marknaden som exportmarknaden. I den mån gruvorna ej kunnat bedöma förändringarna fram till 1975 avseende exportens marknadsförutsättningar, kommer den angivna totalkvantiteten 2 145 t. ton att vara för- enad med viss osäkerhet. En generell bedömning av avsättningsmöjligheterna för denna kvantitet bör inbegripa bl. a. den moderering av det internationella utbudsöverskottet som synes ha ägt rum mellan 1968 och 1970. Därvid har ökad efterfrågan medfört prishöjningar i sådan utsträck-

Tabell 23. Personal verksam vid mellansvenska järnmalmgruvor 1969, fördelad på gruvor i drift 1969 och 1975.

Gruvor i drift per 1.1.1969	Kollektivanställd personal						Summa under och ovan jord	Övrig per- sonal	Summa all personal		
	Under jord			Ovan jord					Totalt	varav kvinnor	För- del- ning %
	Dir. pro- duk- tion	Rep. ser- vice	Summa	Dir. pro- duk- tion	Rep. ser- vice	Summa					
A. (4 gruvor)	404	87	491	80	251	331	822	205	1 027	85	34,5
B. (12 gruvor)	456	236	692	219	392	611	1 303	220	1 523	67	51,2
C. (10 gruvor)	138	50	188	80	102	182	370	56	426	15	14,3
Summa (26 gru- vor)	998	373	1 371	379	745	1 124	2 495	481	2 976	167	100,0
./, 1969-1974 (8 st)	161	86	247	88	131	219	466	76	542	30	18,2
Återstår 1975	837	287	1 124	291	614	905	2 029	405	2 434	137	81,8

ning att 1970 torde komma att utgöra ett högkonjunkturår för malmexporten. Fortvarigheten för detta konjunkturläge kan ej bedömas, men erfarenhetsmässigt synes det osannolikt att en sådan konjunktur kan fortsätta under hela perioden 1970-1974. Under perioden förekommande sämre konjunkturår i föreningen med de faktorer som hittills verkat återhållande på mellansvensk malmexport kan medföra avsättningssvårigheter för åtminstone en mindre del av ifrågasvarande exportkvantitet (jfr bilaga 2). Vad gäller exporten av malmprodukter med hög fosforhalt som angivits till 780 t. ton 1975, bedömes avsättningssvårigheterna som ringa. Motiveringen härför är den markerade exportminskningen från 1 766 t. ton 1967 samt förhållandet att avnämarna för den år 1975 återstående exporten dels efterfrågar ifrågasvarande fosforhalt, dels uppskattar malmens goda mekaniska och metallurgiska egenskaper och därför bedömes som säkra avnämare. Beträffande exporten av övriga malmprodukter, som på de utländska marknaderna klassificeras som lågfosforprodukter, synes en mindre del av kvantiteten 1 365 t. ton kunna möta vissa avsättningssvårigheter. Detta kan komma att gälla såväl produkter av medelhög fosforhalt som produkter av låg fosforhalt. Avsättningssvårigheterna skulle närmast beröra sådana malmprodukter som i mineraltek-

niska eller metallurgiska avseenden saknar speciella egenskaper, bl. a. styckemalm med låg hållfasthet och svårsintrade koncentrat.

Bedömning kan ej ske huruvida den avsättningsfördel som under 1960-talet tillräknats kallbundna sligkolor kommer att bestå. I den mån avnämarna ökar egen kapacitet avseende traditionell sintring eller uppför egna verk för framställning av kallbundna sligkolor kommer denna fördel att minska. Likaså skulle avsättningssvårigheterna kunna beröra malmprodukter med föroreningar ävensom malmprodukter vilka saknar de egenskaper som erfordras eller fördrages vid framställning av speciella järn- och stål-kvaliteter.

4.1.3 Järnmalmgruvornas sysselsättning 1975

Vid de mellansvenska järnmalmgruvorna var de sysselsattas antal per den 1.1.1969 totalt 2 976, varav 2 495 utgjorde kollektivanställd personal (tabell 23). Av den kollektivanställda personalen arbetade 1 371 under jord och 1 124 ovan jord. 1 377 kollektivanställda arbetade i direkt produktion, medan 1 118 var sysselsatta med reparationservice. I gruvor med svag lönsamhet (grupp C) arbetade 370, dvs. 15 procent av samtliga gruvors kollektivanställda. De för perioden 1969-1974 an-

tagna nedläggningsgruvorna sysselsatte 466 kollektivanställda och 76 av övriga kategorier per den 1.1.1969.

Av de antagna nedläggningsgruvorna har Semla-Rudgruvan och Intrånget inställt järnmalmsbrytningen 1968-1970. Vad gäller de 35 kollektivanställda vid Intrånget torde huvuddelen kunna beredas anställning vid närliggande gruvor och järnverk utan byte av bostadsort, medan flertalet övriga synes kunna beredas annan sysselsättning. Eftersom gruvan sysselsatt en relativt hög kvot av äldre arbetskraft torde några erhålla beredskapsarbete eller eventuellt förtidspensioneras. Beträffande Semla-Rudgruvan har järnmalmsbrytningen efterföljts av dolomitbrytning i sådan omfattning att de 40 kollektivanställda erhållit fortsatt sysselsättning.

Vid övriga 7 antagna nedläggningsgruvor beräknas sysselsättningsbortfallet vid nedläggningstillfället komma att beröra totalt ca 275 kollektivanställda, delvis till följd av viss produktionsminskning under återstående drifttid. Bodås och Forsbo bedömes komma att nedläggas under första delen av perioden 1971-1974, medan nedläggning av Idkerberget, Mossgruvan och Ställberg beräknas ske under senare delen av perioden. Beträffande Ramhäll och Stripa är fortsatt drift under 1975 eller någon tid där-efter ej osannolik. Av berörda 275 kollektivanställda hänföres till Bodås 70, Forsbo 30, Idkerberget 50, Mossgruvan 15, Ställberg 40, Ramhäll 30 och Stripa 40. För dessa arbetstagare kan nedläggningarna medföra ej obetydliga individuella svårigheter, men mot bakgrund av de sysselsätt-

ningsförändringar som i övrigt sker i berörda län kan nedläggningarna ej anses ha sådan omfattning att regelmässig omplacering försvåras. Enligt erfarenheter från gruvnedläggningarna under 1960-talet har ca 90 procent av de friställda kunnat beredas ny anställning. Övriga har utgjorts av äldre arbetskraft och/eller lokalt bunden arbetskraft samt personal som haft fysiska, psykiska eller sociala arbetshinder.

4.2 Sulfidmalmsgruvor

Under 1960-talet har sulfidmalmsgruvor upptagits men ej nedlagts i Mellansverige och någon nedläggning under perioden 1970-1974 bedömes ej ske.

Gruvornas sammantagna produktionsvolym har sedan början av 1960-talet varit tämligen konstant. Förekomsten av komplexa malmer har medfört att gruvornas utbud anpassats efter inhemska och utländska efterfrågan på såväl koppar som bly och zink, vilka metaller ej haft likartad konjunkturutveckling. Härtill kommer gruvägarnas överväganden avseende brytnings-takten i de förhållandevis små gruvorna, vilket återhållit utbudet. De inhemska metallköparnas strävan att ha även andra leverantörer än smältverket i Rönnskär kan ha utgjort en av de faktorer som återhållit efterfrågan. Under tiden fram till 1975 torde produktionsvolymen ej minska utan snarast öka till följd av ökad produktion vid en av Boliden AB:s gruvor. Ökad efterfrågan på koppar torde närmast medföra ökad produktion vid norrländska gruvor, särskilt vid koppargruvan Aitik.

5 Utredningens överväganden och förslag

5.1 *Allmänt*

För järnmalmproduktionen har 1960-talets lågkonjunkturlägen med låga malmpriser, åtföljande gruvnedläggningar och friställande av arbetskraft efterföljts av en markerad förbättring under senare år. Även för sulfidmalmsproduktionen har utvecklingen under senare år varit gynnsam. Utredningen har undersökt den mellansvenska gruvindustrins läge (kapitel 3) och dess utsikter i första hand inför 1970-talet (kapitel 4). Avsättningsmöjligheterna för såväl järn- som sulfidmalmsprodukter synes enligt föreliggande prognoser förbli gynnsamma under avsevärd tid, beträffande järnmalmprodukterna på grund av ökad inhemsk förbrukning. Till följd av gruvnäringens förbättrade utsikter i kombination med en gynnsam strukturutveckling har utredningens överväganden väsentligen kommit att avse sådana åtgärder som på längre sikt främjar den mellansvenska gruvindustrins rationella utveckling och därmed dess sysselsättning.

5.2 *Struktur*

Som tidigare framgått är de mellansvenska gruvornas ägarstruktur splittrad (3.2.3 och 3.6.1) men gruvornas leveranser är dock obundna av ägandeförhållandena (3.3.2 och 3.6.3). Båda dessa slag av struktur undergår förändringar sedan ett flertal år. Beträffande ägarstrukturen har allt fler järn- och sulfidmalmsgruvor kommit att tillhöra företag som själva förbrukar eller exporte-

rar större delen av de egna gruvornas malmprodukter och i mitten på 1970-talet förväntas järnmalmgruvorna komma att endast undantagsvis tillhöra ägare utan egen malmförbrukning. I förening med andra verk samma faktorer torde ägarstrukturens fortsatta förändring komma att förstärka tidigare tendenser till samarbete i olika former, dels teknisk-ekonomiskt samarbete mellan respektive ägares egna järnverk och gruvor, dels samarbete mellan de olika ägarna av dessa järnverk och gruvor.

Teknisk-ekonomisk samordning mellan järnverk och gruvor tillhörande samma ägare har i varierande utsträckning alltid förekommit och detta samarbete har under senare år tilltagit, främst genom ömsesidig anpassning mellan gruvornas malmbehandlingsmöjligheter och järnverkets metallurgiska krav. Samarbetet mellan olika ägare av såväl järnverk som gruvor har likaså tilltagit, främst i och för malmleveranser från andra gruvor än de egna. Vanligen föranledes sådant samarbete av att malm från andra gruvor än de egna kan ge kvalitets- och kostnadsmässiga fördelar för det egna järnverket samtidigt som de egna gruvornas produktion kan avsättas på inhemsk eller utländsk marknad. Eftersom detta samarbete främst berör malmleveranserna är det närmast fråga om samarbete mellan de malmförbrukande järnverken.

Samarbetet i fråga om järnverkens malmförsörjning förekommer i olika former.

Vanligast är malmleveransavtal, förekommande som antingen köpeavtal eller bytesavtal, samt arrendeavtal i fråga om driftsgruvor. Även köp av driftsgruva eller vilande gruva förekommer. Beträffande obearbetade utmål sker i väsentlig omfattning utmålsbyten som syftar till arrondering. Valet av samarbetsform beror främst av dels de kvalitativa och kostnadsmässiga fördelar som parterna tillmåter varandras malmer, dels omfattningen av de egna malmtillgångarna samt i viss mån också de egna gruvornas produktionskapacitet i befintliga anläggningar.

Att ägare av såväl järnverk som gruvor sällan försäljer driftsgruva eller vilande gruva förklaras av flera faktorer, bl. a. storleken av de för järnverkets framtida försörjning beräknade malmtillgångarna i egna gruvor. Även i de fall där malmtillgångarna bedömes som tillräckliga under avsevärd tid tillkommer svårigheten att finansiellt värdera ifrågavarande gruva och dess anläggningar, i synnerhet som nya malmfynd liksom teknisk och marknadsmässig utveckling snabbt kan förändra sådan värdering. Man kan ej heller bortse från förhållandet att blotta innehavet av gruvor med viss malmtillgång ger fördelar avseende bl. a. malmpris vid förhandlingar om leveranser från andra gruvor. Utredningen vill dock i sammanhanget understryka den betydelse en överlåtelse av äganderätten till en gruva kan ha för ett företags vilja och möjligheter att genomföra omfattande investeringar för en långsiktig brytning.

Flera exempel på nuvarande tillämpning av nämnda samarbetsformer kan anges. Beträffande avtal om köp av malmprodukter föreligger sedan 1968 ett 5-årigt avtal mellan AB Svenska Kullagerfabriken (Hofors) och Stora Kopparbergs Bergslags AB innebärande sligleveranser till Hofors järnverk från Vintjärn och Ramhäll. Genom avtalet erhåller Hofors järnverk lämplig svartmalmsslig samtidigt som Ramhällsgruvans totala produktionskapacitet tages i anspråk. Vad gäller avtal om byte av malmprodukter är avtalet mellan Grängesbergsbolaget och Stora Kopparbergs Bergslags AB det mest

betydelsefulla. Malmbytesavtalet, som tillkommit inom ett generellt samarbetsavtal 1968, medger ett Domnarvets järnverk tillföres fosforrik malm från Grängesbergsgruvan, medan Oxelösunds järnverk tillföres speciellt anrikade sliger med låg fosforhalt från Blötberget och Risbergsfältet. Dessutom får Oxelösunds järnverk och Stråssa kulsinterverk de totala leveranserna från Håksberg liksom hela Stora Kopparbergs andel av sligleveranserna från Dannemora. I fråga om arrendering av driftsgruvor gäller avtal varigenom AB Statsgruvors gruva Mimer arrenderas av Surahammars Bruks AB sedan 1964 och Uddeholms AB:s gruva Riddarhyttan arrenderas av Fagersta Bruks AB under 10 år fr. o. m. 1970. Mimer utarrenderades i ett läge då exportavsättningen av den siliciösa malmen försvårades, medan Riddarhyttan utarrenderades till följd av att ägarföretaget ej förbrukade ifrågavarande malm. Vid Spännarhyttan befanns Mimergruvans malm kunna utnyttjas i malmblandningar och för Fagersta järnverk var malmen från närbelägna Riddarhyttan av lämplig kvalitet. Exempel på köp av driftsgruva utgör Stora Kopparbergs Bergslags AB:s köp 1969 av AB Statsgruvors gruva Håksberg. Dessförinnan hade Stora Kopparberg arrenderat gruvan sedan 1965. Utmålsbyten som syftar till arrondering har förekommit inom olika områden, bl. a. i zonen mellan Grängesberg i söder och Idkerberget i norr. Inom detta område innehade under 1950-talet Stora Kopparbergs Bergslags AB, AB Statsgruvor och Ställbergsbolagen ett stort antal utmål med splittrad fördelning. Under hänsynstagande till företagens driftsgruvor inom området har med moderna hjälpmedel kompletterande fältprospekteringar utförts, vilka för rationellt genomförande krävt ett samarbete som resulterat i avgränsade prospekteringsområden för respektive företag. I samband därmed har genomgripande utmålsbyten ägt rum.

Enligt utredningens åsikt kan samarbetet mellan olika ägare av såväl järnverk som gruvor väl förenas med det teknisk-ekonomiska samarbetet mellan respektive järnverk och de egna gruvorna. I regel levere-

ras endast en del av de egna gruvornas produktion till främmande järnverk och i de fall en gruvas totala produktion levereras till ett främmande järnverk sker omfattande teknisk samordning. Tänkbara olägenheter av att produktion och förbrukning i samarbetet tilldelas olika parter uppvägs av samarbetets fördelar avseende malmkvalitet och malmpris samt leveransernas kontinuitet under den tid samarbetsavtalet varar. Därest leveranserna mellan olika ägare av såväl järnverk som gruvor vore baserade på endast tillfälliga köp och försäljningar av malmprodukter skulle betydande planerings- och svårigheter förefinnas vid såväl järnverken som gruvorna. Flertalet samarbetsavtal avser emellertid snävt avgränsade frågor och vanligen är de avtalsslutande parterna endast två. Principiellt skulle därför sådant samarbete kunna innebära lösning av endast en fråga bland flera som kanske borde beröra fler företag. Enligt utredningens åsikt synes dock hittills tillämpade samarbetsavtal ej ha medfört olägenheter. Ej heller synes samarbetsavtalen i nämnvärd omfattning ha begränsat icke deltagande företags dispositioner. De samarbetsavtal som hittills ingåtts finner utredningen därför vara av väsentlig betydelse för de mellansvenska järnmalmgruvorna.

Enligt utredningens mening bör möjligheterna för ytterligare samarbete mellan ägare av mellansvenska gruvor fortgående prövas. Utredningen konstaterar med tillfredsställelse att ett strukturutskott inom Jernkontoret upprättats. På förslag av Jernkontorets strukturkommitté beslöt Jernkontorets fullmäktige i maj 1969 att upprätta ett permanent strukturutskott i och för dels fortlöpande informations- och prognosverksamhet inom Jernkontoret beträffande kapacitetsutveckling samt produktions- och efterfrågetendenser, dels återkommande rapporter och diskussioner av det sammanställda materialet i syfte att främja samråd och informationsutbyte mellan företagen om investeringar och i förekommande fall nedläggningar. Från Jernkontorets sida har man uttalat att strukturutskottets verksamhet självfallet inte kommer att inskränkas till

frågor som gäller stålindustrin i snäv bemärkelse. Sålunda avser man bl. a. att med Svenska Gruvföreningen och dess experter behandla exempelvis sådana för stålindustrin betydelsefulla råvaruproblem som sammanhänger med verksamheten vid de med järnverken integrerade mellansvenska järnmalmgruvorna. Utredningen fäster stor vikt vid det nya samarbetsorganet och dess syften och vill framhålla betydelsen av att möjligheterna till samarbete tillvaratages, särskilt i fråga om framtida dispositioner av delägda gruvor, såväl driftsgruvor som vilande gruvor.

I detta sammanhang vill utredningen erinra om att gruvrättsutredningen i sitt 1969 avgivna betänkande »Ny gruvlag» (SOU 1969: 10) föreslagit regler i syfte att främja ett enhetligt utnyttjande av närliggande utmål med olika ägare. Enligt förslaget skall i dylika situationer Kungl. Maj:t kunna berättiga en av gruvrättsinnehavarna att inlösa de andras utmål. Inlösen skall enligt förslaget kunna ske även i andra fall om det anses synnerligen betydelsefullt från allmän synpunkt, t. ex. i fråga om sysselsättningen, att viss fyndighet undersöks eller utnyttjas bättre än tidigare samt att därigenom även väsentliga teknisk-ekonomiska fördelar vinnas. I sådana fall erfordras dock riksdagens samtycke till inlösen. Om förslaget genomföres i ifrågavarande delar erhålles enligt gruvutredningen ett instrument för att påskynda tillkomsten av samarbetsavtal eller överenskommelser om överlåtelse eller utarrendering av gruvrättigheter som kan leda till upptagande av gruvdrift såväl på oarbetade utmål som i vilande gruvor.

Beträffande malmproduktionens teknisk-ekonomiska frågor sker ett omfattande och betydelsefullt samarbete inom och genom Svenska Gruvföreningen. Detta samarbete avser forskning och standardisering, ekonomisk-organisatoriska frågor, utbildning och rekrytering, arbetsmiljö och arbetarskydd samt katastrofberedskap. I anslutning till Svenska Gruvföreningen arbetar föreningen Gruvornas Arbetsstudie- och Konsultverksamhet (GAK), till vilken samtliga mellansvenska gruvföretag är anslutna. GAK till-

godoser sådana speciella tjänster som gruvindustrin kräver eller önskar och som normalt ej tillhandahålles av moderbolagens specialistfunktioner eller av konsultföretag. Alltsedan föreningens tillkomst 1946 har verksamheten breddats till att nu omfatta: arbetsstudier, utbildning och instruktion, konsultation i fråga om gruvgeologi, gruvmätning, gruvventilation samt arbetsmiljö och arbetarskydd.

5.3 Inhemsk malmförsörjning

De mellansvenska järnmalmgruvornas produktion är av utomordentligt stor betydelse för den inhemska järn- och stålindustrins råvaruförsörjning. Med det geografiska läge flertalet malmbaserade järnverk har skulle andra malmförsörjningsalternativ vara synnerligen kostnadskrävande. De mellansvenska sulfidmalmsgruvornas produktion ger väsentliga råvarubidrag till den inhemska basmetallframställningen.

Enligt utredningens prognoser (kapitel 4) kommer den mellansvenska förbrukningen av järnmalmprodukter att uppgå till 4,7 milj. ton 1975, vilket innebär en betydande ökning. Nuvarande mellansvenska järnmalmförbrukning beräknas komma att fördubblas efter 12—15 år. Mot bakgrund härav är det angeläget att den inhemska malmförsörjningen säkerställes genom en rationell utveckling för mellansvensk gruvindustri. Som framgått av det föregående räknar utredningen med att en sådan utveckling kommer att främjas genom ett fortsatt intensifierat samarbete i strukturellt avseende inom den ifrågakvarande industrin. De insatser som — utöver berörda lagstiftningsåtgärder — för närvarande bör övervägas från samhällets sida för att säkerställa malmförsörjningen för de inhemska järn- och metallverken avser enligt utredningens mening i första hand åtgärder i fråga om prospekterings förutsättningar och malmproduktionens teknik. Uppmärksamhet bör även ägnas möjligheterna att genom medverkan av myndigheterna rationalisera malmtransporterna.

I viss utsträckning utgör stålskrot en med mellansvensk järnmalm konkurrerande rå-

vara. Det inom landet fallande skrotet bör — icke minst ur miljösynpunkt — nyttiggöras vid järnverken. Den skrotbaserade svenska järnindustrin förbrukar emellertid mer skrot, än vad som faller inom landet. Jernkontorets strukturkommitté beräknar att kvantiteten importskrot kan komma att uppgå till 500 t. ton 1975. De flesta europeiska länder har exportförbud på skrot för att tillförsäkra det egna landets järnindustri denna råvara. Det är egentligen endast USA som uppträder som skrotxportör. Ett ensidigt upphävande av det svenska exportförbudet skulle vålla den svenska järnhanteringen stora svårigheter, framför allt genom att det för specialståltillverkningen nödvändiga rena skrotet skulle gå ur landet. Utredningen ansluter sig därför till Jernkontorets strukturkommittés åsikt att ett upphävande av det svenska exportförbudet måste följas av ett generellt slopande av skrotxportförbuden åtminstone inom EFTA. Utredningen anser också att man bör sträva efter att uppnå balans mellan skrotfallet inom landet och skrotförbrukningen. Det dyra importskrotet bör i viss utsträckning kunna ersättas av malmbaserat tackjärn. Detta är emellertid en omställning som kräver tid. Den ovissa koks-försörjningen kan även komma att påverka omställningen.

5.3.1 Prospektering m. m.

Tillgången på järnmalm i befintliga gruvor i Mellansverige medger *nuvarande* produktionsomfattning ännu många år (jfr 4.1.1). Härtill kommer eventuellt brytvärd malm i undersökningsgruvor (inkl. vilande gruvor, dvs. nedlagda gruvor med kvarvarande malm) och inom obearbetade utmål. För en rationell framtida malmförsörjning kräves bästa möjliga kännedom om alla dessa malmtillgångar i såväl kvantitativt som kvalitativt avseende. Ytterligare ökning av den mellansvenska malmbasen beror av framtida prospektering.

I princip är prospektering att betrakta som en kostnadskrävande uppbyggnad av råvarulager. I enlighet härmed beror prospekteringsverksamhetens omfattning under olika perioder av dels de gruvägande företa-

gens tillgångar på uppsluten och uppskattad malm i driftsgruvorna, dels företagens bedömningar avseende de någorlunda kända potentiella malmreserverna i driftsgruvor, undersökningsgruvor och obearbetade utmål. Vanligen eftersträvar det gruvägande företaget att bibehålla eller utöka sin malmbas under avvägning mellan å ena sidan kostnader för tillgodogörande av de någorlunda kända potentiella malmreserverna, å andra sidan prospekteringskostnader och kostnader för efterföljande malmbrytning, malmbehandling m. m. av eventuellt nyupptäckta kvantiteter. Därvid sker bedömning av alternativa möjligheter avseende såväl kvantiteter som kvaliteter ävensom bedömning av alternativens viktigare kostnadsslag, dvs. förutom produktionskostnad även transportkostnad och investeringskostnad. I den mån företagens malmbas utökas genom uppskattning av ny malm i driftsgruvor kan i regel befintliga anläggningar till stor del utnyttjas och i de fall malmen i vilande gruvor ånyo blir brytvärd kan vissa fördelar erhållas framför brytning inom obearbetade utmål.

De gruvägande företagen i Mellansverige är i mycket olika behov av malmprospektering under de närmaste 10—20 åren. Detta gäller i synnerhet järnmalm. Visserligen kan konstateras att även företag med i förhållande till nuvarande behov relativt god tillgång på järnmalm bedriver viss prospektering, men för det mellansvenska området i dess helhet har järnmalmsprospekteringen avtagit under senare år och för närvarande är verksamheten av begränsad omfattning. Sulfidmalmsprospekterings omfattning torde i jämförelse härmed vara större i vad gäller kostnadsmässiga insatser. Flera faktorer har verkat återhållande på järnmalmsprospekteringen. Sålunda har hittillsvarande kvantiteter av relativt lättillgängliga malmer av lämpliga kvaliteter i befintliga gruvor och inom obearbetade utmål verkat återhållande liksom även förändrad brytnings- och behandlingsteknik varigenom tidigare ej brytvärda malmer kunnat tillgodogöras. Eftersom sannolikheten att finna ytterligare ytterligt belägen malm numera torde vara liten,

måste fortsatt prospektering ske efter malmer på större djup och därför till högre kostnader. 1960-talets ogynnsamma konjunkturen har ej medgivit sådana kostnader. Härtill kommer att djupprospektering förutsätter en med moderna metoder utförd berggrundskartering som ger en tredimensionell bild av berggrunden ned till ca 200 m djup. I vissa fall har företagen själva utfört karteringsarbete i mindre omfattning men i allmänhet har företagen avväntat tillkomsten av den av Sveriges geologiska undersökning planerade nya berggrundskartan för Mellansverige. Otillfredsställande prospekteringsmetoder avseende djup större än 200 m utgör ytterligare en faktor som återhållit främst järnmalmsprospekteringen.

Utredningen vill framhålla betydelsen av att den mellansvenska malmbasen genom prospektering förblir av sådan omfattning att i första hand de mellansvenska järnverkens framtida malmbehov kan säkerställas. Malmbasen bör närmast anpassas utifrån förhållandet att de malmförädlade industrierna för närvarande synes ha en volymmässig utvecklingstakt innebärande en fördubbling vart 15:e år. Likaså vill utredningen understryka att betydande tid åtgår både för prospektering och undersökningsarbeten innan tillredningsarbeten i och för produktion kan ske.

Den framtida prospekterings inriktning bör bedömas utifrån förhållandet att flertalet nu kända malmförekomster i Mellansverige har hittats före detta sekels början (bilaga 3). Under 1900-talet och särskilt efter andra världskriget har emellertid tillgångarna i ifrågasattande malmiträkter utökats betydligt, i synnerhet beträffande järnmalm, och vanligen har tillskotten funnits i anslutning till redan befintliga gruvor. Det kan ifrågasättas i vilken omfattning ny malm kan finnas i nära anslutning till nu befintliga gruvor. Genom fortgående arbeten har de olika nivåerna i gruvorna blivit effektivt karterade och undersökta. Hittillsvarande avsänkning varierar mellan olika gruvor och för närvarande torde järnmalmsgruvornas genomsnittliga djup utgöra närmare 600 m. I

jämförelse härmed torde sulfidmalmsgruvorna genomsnittligt ha nått något mindre djup. Även om det finns skäl för antagandet att järnmalmernas totala area är tämligen konstant mellan dagytan och 1 000 m djup, innebär detta ej att de olika malmkropparna var för sig fortsätter ned till detta djup. I de flesta fall utspetsar malmkropparna på mindre djup och avlöses av nya malmkroppar på mer eller mindre långt avstånd. Av de malmkroppar som ej når dagytan har sannolikt endast ett mindre antal påträffats utanför bearbetade gruvor. En av de väsentligaste uppgifterna för framtida prospektering blir därför att finna fler sådana malmkroppar. Beträffande dagytans snitt visar de senaste 30—40 årens undersökningar att den mellansvenska berggrunden blivit effektivt genomletad åtminstone i fråga om magnetiska malmer.

Med nuvarande metoder kan berggrunden systematiskt och rationellt prospekteras ned till endast ringa djup. Redan för djup större än ett par hundra meter kan ej ens större malmförekomster påvisas med geofysiska metoder, varför provtagningar och kemisk analys kräver synnerligen kostnadskrävande djupborrningar. Prospektering på större djup är därför begränsad till de mindre områden där kartering gett tillfredsställande kännedom om berggrundens djupare sammansättning.

Berggrundskartor

1880—1882 utgavs den av A. E. Törnebohm utarbetade berggrundskartan över Mellersta Sveriges Bergslag, som haft stor betydelse för såväl malmgeologisk forskning som prospektering i Mellansverige. Över vissa områden har senare kartor tillkommit, men över andra områden saknas fortfarande nya kartor (bilaga 3). Enligt instruktionen för Sveriges geologiska undersökning (SGU), som inrättades 1858, är en av verkets främsta uppgifter att framställa geologiska kartor över landet, men fortfarande saknas sådan sammanställning av mellansvenska berggrundskartor som kunnat ersätta den av Törnebohm utarbetade kartan. Härtill kommer att de kartor över vissa om-

råden som under senare år utgivits av SGU ej uppfyller de krav som man måste ställa på en karta som skall vara underlag för framtida djupprospektering.

Inom SGU har framställningen av en ny berggrundskarta för hela landet planerats och delvis påbörjats. Kartan, som skall utges i skala 1:50 000 och avse även sådana djupförhållanden vilka med moderna karteringsmetoder kan registreras, synes komma att ge ett tillfredsställande prospekteringsunderlag. Med SGU:s nuvarande resurser fördelade på skilda uppgifter synes emellertid framställningen av den mellansvenska kartdelen komma att taga avsevärd tid i anspråk. För närvarande avser det i Mellansverige igångsatta karteringsarbetet såväl jordarts- som berggrundsförhållanden. Enligt planerna karteras expansiva tätortsområden i första hand.

Enligt utredningens mening bör framställningen av en modern och ändamålsenlig berggrundskarta över Mellansverige anpassas till angelägenheten av snar utökning av mellansvensk malmprospektering. Utredningen föreslår att SGU får i uppdrag att utarbeta ett program i och för snar utgivning av den åsyftade berggrundskartan över Mellansverige. Kartan bör redigeras som en separat berggrundskarta. För de kartdelar som avser sannolika malmtrakter bör framställningstiden ej få överstiga 10 år. Utredningen förväntar sig att de utmålsägande företagen i och för karteringsarbetets underlättande ställer material avseende utförda karterings- och prospekteringsarbeten till SGU:s förfogande.

Geofysisk forskning

Framtida enskilda prospekteringsinsatser i Mellansverige kan liksom hittills avse såväl större eller mindre områden som ett eller flera slag av malm. Ofta kan prospektering med fördel bedrivas efter flera malmer samtidigt. Detta gäller såväl järn- och sulfidmalmer som vissa malmer innehållande ferrolegeringsmetaller. Förekomsten av malmer innehållande vanadin och titan samt i viss mån malmer innehållande mangan ger sig således till känna på samma sätt som järn-

malmer. På motsvarande sätt indikeras i allmänhet även malmer innehållande nickel, krom och kobolt med samma metoder som användes i fråga om sulfidmalmer. För malmer innehållande volfram och molybden användes dessutom speciella metoder. Metoderna för prospektering efter alla dessa malmer är dels geofysiska, dels geokemiska. De viktigaste geofysiska metoderna utgöres av magnetiska, gravimetriska och elektriska metoder (bilaga 3). I allmänhet användes flera metoder samtidigt för att därmed säkrare dels påvisa malmförekomst, dels beräkna omfattning och egenskaper beträffande påvisad malm. I sistnämnda avseende kan även provborrningar i och för kemisk analys inräknas i prospekteringsarbetet.

Med avseende på den mellansvenska berggrundens djup har de olika malmerna prospekterats i olika utsträckning och de tillämpbara metoderna utnyttjats i olika omfattning. Berggrundens djup kan med grov förenkling indelas i tre zoner: dagytan innefattande 20 m djup, ett mellanskikt omfattande 20—200 m djup och större djup. I dagytan torde järnmalmprospekteringen kunna anses som avslutad, medan ytterligare sulfidmalmsprospektering med moderna gravimetriska, elektriska och geokemiska metoder återstår. Inom zonen 20—200 m har såväl järn- som sulfidmalmsprospektering utförts men betydande prospekteringsarbete återstår, beträffande järnmalm med magnetiska och gravimetriska metoder samt vad gäller sulfidmalm med dessa och elektriska metoder. För djup ned till ca 200 m finnes sålunda mer eller mindre utvecklade metoder och instrument för prospekteringsarbetet som i första hand ned till detta djup väsentligen skulle underlättas av en ny berggrundskarta. Vad gäller djup från 200 m till åtminstone 800 m saknas däremot någorlunda säkra metoder. Genom känd teknik kan endast i gynnsamma fall malm påvisas och vid eventuella indikationer om förekommande malm kan godtagbar beräkning av malmens omfattning och egenskaper ske endast efter synnerligen kostnadskrävande djupborrningar.

I och för ett rationellt uppsökande av i

bergunden djupare liggande malmer erfordras utveckling av främst geofysiska metoder, instrument och utrustningar, vilket förutsätter forskning i tillämpad geofysik. Vid svenska universitet och högskolor bedrivs ej grundläggande forskning i ämnet och detta förhållande torde för avsevärd tid ej kunna kompenseras av forskningsresultat från andra länder. I flertalet industriellt utvecklade länder avser de aktuella geovetenskapliga problemen berggrundens ytligare skikt.

1965 års geoutredning, som 1968 till universitetskanslern avgivit sitt betänkande »Geovetenskaplig utbildning och forskning», har granskat forskningsresurserna inom hela det geovetenskapliga fältet och föreslagit samordning och komplettering av de totala resurserna vid universitet och högskolor. Enligt förslagen skall vid Tekniska högskolan en högre tjänst inrättas för bl. a. ämnet tillämpad geofysik. Gruvutredningen föreslår i anslutning härtill att betydande resurser snarast tillföres ämnet tillämpad geofysik, bl. a. genom inrättande av en högre tjänst vid någon av de nuvarande eller planerade tekniska högskolorna.

Med sina förslag i syfte att ge bättre förutsättningar för svensk och i synnerhet mellansvensk malmprospektering förväntar sig utredningen att berörda företag samordnar sina prospekteringsinsatser så att de sammantagna prospekteringsresurserna användes ändamålsenligt. Detta gäller särskilt förekommande djupborrningsprogram.

5.3.2 Malmproduktion

Mellansvensk gruvindustri bearbetar redan nu relativt djupt liggande malmer och i vissa fall har malmerna ringa metallinnehåll. Dessa och andra faktorer medför kostnader som till väsentlig del måste kompenseras genom rationaliseringar och i samband därmed tillämpning av effektivare produktionsteknik. Fortgående utveckling av för mellansvenska gruvor lämplig bergbrytnings- och malmbehandlingsteknik är därför av stor betydelse. Tillämpad forskning är med stöd av grundforskning ägnad att åstadkomma sådant utvecklingsarbete.

Tillämpad forskning

Inom gruvindustrin bedrivs omfattande forskning avseende för industrin väsentliga problem och ämnesområden. Verksamheten kan till övervägande del betecknas som tillämpad forskning även om vissa grundforskningsuppgifter med nödvändighet förekommer. I princip utgöres forskningsarbetet av dels sådan forskning och utveckling som i överensstämmelse med respektive företags intressen är snävare målinriktad, dels sådan forskning som för gruvindustrin är av allmänt intresse och som är samordnad av Svenska Gruvföreningen. För närvarande torde de totala kostnaderna uppgå till årligen ca 10 milj. kr., varav ca 1,6 milj. kr. avseende den forskning som avrapporteras genom Svenska Gruvföreningens samarbetsorgan.

Av Svenska Gruvföreningen samordnad forskning är organiserad i kommittéer med vardera ett ämnesområde av följande: 1) geologi med geofysik och geokemi, 2) bergbrytning, 3) gruvmaskinella anordningar, 4) mineralberedning samt 5) arbetarskydd och arbetsmiljö. Kommittéerna föreslår forskningsuppgifter inom respektive ämnesområde och övervakar verksamheten i de för olika uppgifter tillsatta arbetskommittéerna. Forskningsarbetet utföres huvudsakligen vid föreningens medlemsföretag och i övrigt vid forskningsinstitutioner, företrädesvis vid Tekniska högskolans sektion för bergsvetenskap. I allmänhet eftersträvas sådan begränsning av de enskilda forskningsuppgifterna att arbetet kan fullföljas under relativt kort tid, ej gärna mer än tre år. Resultaten delges medlemsföretagen genom underhands- och slutrapporter. Finansieringen av nuvarande årsbudget, nämnda ca 1,6 milj. kr., sker genom disposition av medlemsföretagens resurser av personal och material motsvarande 750 000 kr., uttaxering från medlemsföretagen med 600 000 kr. och bidrag från fonder med 250 000 kr.

I och för vidgad och mer grundläggande bergteknisk forskning och utveckling har Svenska Gruvföreningen undersökt och funnit möjligheter för samarbete med andra branscher och intressenter med bergteknisk

anknytning, bl. a. byggnadsindustrin, tillverkare av förnödenheter och konsulter. Samarbetet skulle därvid ske inom ramen för ett bergtekniskt institut, för vars etablering förutsättningarna har utretts av Ingeniörsvetenskapsakademien (IVA)¹. Enligt utredningen skulle finansieringen kunna ske genom insatser från dels de gruvägande företagen och de övriga intressenterna inom näringslivet, dels styrelsen för teknisk utveckling. Därest det planerade bergtekniska institutet etablerades skulle forskningen avseende bergbrytning och gruvmaskinella anordningar ej som hittills administreras av Svenska Gruvföreningen. Av övrig forskning som nu administreras av föreningen avses även forskning inom mineralteknik, prospekteringsteknik samt geologi med geofysik och geokemi på längre sikt komma att ingå i det planerade bergtekniska institutet.

Behovet av bergteknisk forskning, i synnerhet vad gäller bergbrytning, aktualiseras på allt fler områden. Gruvindustrin, som idag bryter ca 20 milj. m³ berg per år, ökar snabbt uttagen samtidigt som brytningen går mot större djup. Förutom ökade brytningskostnader medför detta ökade krav på arbetsmetodernas säkerhet. Byggnadsindustrin och övrig anläggningsindustri, som bryter ca 24 milj. m³ berg per år, ökar likaså snabbt brytningen. För sistnämnda industri föranledes den ökade bergbrytningen av urbaniserings krav på nybyggen i städerna, tunnlar, trafikleder m. m. Likaså ökar bergbrytningen genom ett växande behov av bergrum, bl. a. för atomkraftverk. Utvecklingen inom såväl gruvindustrin som annan industri kräver därför effektivare och säkrare bergbrytningsteknik. Forskning och utveckling avseende bergtekniska problem förekommer vid ca 30 företag och institutioner, men för hela verksamhetsfältet finns inget permanent organ för samordning av insatser, informationsutbyte etc.

Enligt IVA:s utredning skall uppgifterna

¹ Ingeniörsvetenskapsakademien, Utredning av förutsättningarna för och möjligheterna till att bilda ett bergtekniskt institut, Stockholm den 31 maj 1968 (stencil). Rev. uppl. nov. 1968.

för ett bergtekniskt institut utgöra: att planera tillämpad bergteknisk forskning på lång sikt, att stödja och samordna forskning genom fördelning av medel till den institution eller det företag, som effektivast kan slutföra en viss forskningsuppgift eller systemanalys eller genomföra ett visst forskningsprogram, att främja informationsutbytet mellan grundforskning — tillämpad forskning och näringsliv även med sikte på en internationell marknad samt att verka för standardisering och normering av metoder och system. Forskningen bör enligt IVA:s utredning inriktas på sådana problem som inom den närmaste framtiden (5 år) påfordrar lösning i och för praktisk tillämpning. Under de första verksamhetsåren, som avser bergbrytning, skulle institutet ägna uppmärksamhet åt följande arbetsområden: 1) analys av nya utvecklingslinjer för uttagning av berg, 2) studium av bergets sönderbrytning, 3) metoder att förstärka berg, 4) val och utformning av metoder att bryta berg i gruvor och anläggningsarbeten med hänsyn till bergets egenskaper och använd brytningsmetod, 5) studium av bergsprängningsteknik för exploatering av bostadsområden och 6) metoder att driva tunnlar utan sprängning. Inom angivna arbetsområden är för gruvindustrin bl. a. följande enskilda forskningsuppgifter aktuella: metoder för hållfasthetsberäkning av berg (Finite Element Theory), sönderbrytningsförlopp vid borring och sprängning (i och för kontrollerat styckefall, jfr bilaga 4), gravitationsflöde hos sprängmassor och lösa material, bärförmåga och sönderbrytning av bergpartier samt studium av inträffande bergas.

Kostnaderna för ett bergtekniskt institut, som enligt IVA:s utredning skulle kunna bestridas av näringslivets intressenter och styrelsen för teknisk utveckling, har för de första verksamhetsåren beräknats till totalt 1 450 000 kr. per år.

Efter utredningens granskning av den mellansvenska gruvindustrins aktuella forskningsbehov avseende såväl bergbrytning som annan bergteknisk verksamhet finner utredningen det angeläget att förestående betydelsefulla forskningsarbete samordnas

inom ramen för ett bergtekniskt institut. Utredningen föreslår därför att staten medverkar till att ett bergtekniskt institut snarast kommer till stånd och ger ett i förhållande till näringslivets insatser väsentligt stöd.

Grundforskning

För gruvindustrins verksamhet och i synnerhet dess tillämpade forskning är fortgående grundforskning generellt av stort värde och i vissa fall en förutsättning. Genom brister i hittillsvarande grundforskning synes gruvindustrins teknikgrenar ha varit hänvisade till systematiserat empiriskt kunskapsmaterial i större utsträckning än andra teknikgrenar, vilket torde ha verkat återhållande på den tillämpade forskningen och därmed den praktiska verksamheten. I detta sammanhang är de för gruvindustrin väsentliga grundforskningsområdena bergmekanik och teknisk mineralogi. Vid Tekniska högskolan bedrivs forskning inom enbart vissa delar av dessa ämnen. Ytterligare forskningsresurser för ifrågavarande ämnen skulle i förening med avsedd förstärkning av tillämpad forskning medföra: effektivare teknik för bergbrytning, särskild underjordsbrytning (bilaga 4) samt effektivare teknik för utvunna råvarors upparbetning till malm- och andra mineralprodukter (bilaga 5).

I Sverige är tekniken för bergbrytning förhållandevis väl utvecklad, men kunskaperna är otillfredsställande beträffande de bergmekaniska svaghetsfenomen, tryck och spänningar, som uppträder i berggrunden särskilt på större djup. Bergmekanisk forskning åsyftande bestämning av dessa tryck och spänningar till storlek och riktning kan väsentligt bidra till såväl effektivare som säkrare bergbrytning, i synnerhet som rationella brytningsförfaranden söker utnyttja bergets egna krafter. Genom utökad bergmekanisk forskning skulle annan bergteknisk forskning komma att stödjas, bl. a. i fråga om koncentrerad brytning, kontrollerat styckefall, kontroll av malmutbyte och gråbergsinblandning samt ekonomisk mekanisering eller processtyrning (bilaga 4).

För framtida utveckling av mineralbehandling- och mineralberedningstekniken är

forskning inom ämnet teknisk mineralogi en förutsättning. Framställning av en modern mineralprodukt innebär att råvaran nedbrytes till korn eller partiklar som separeras i sina olika beståndsdelar. I vissa fall bindes beståndsdelarna samman till åsyftad produkt genom kemiska eller metallurgiska processer. Anrikningsmetoder och metallurgiska processer har utvecklats framgångsrikt i Sverige, men för fortsatt utveckling av dessa metoder och processer erfordras nu mer omfattande forskning avseende råvarornas fysiska och kemiska egenskaper. Inom ämnet teknisk mineralogi skulle forskning innebära vidgad kunskap om bl. a. mineralens atomära och kristallografiska struktur samt sambandet mellan ytenergier, vätnings-, bindnings- och reaktionsförhållanden. Ifrågavarande forskning skulle stödja utvecklingen av den mineralteknik som närmast gäller anriknings- och agglomereringsprocessernas effektivisering i och för högre utbyten och övergång från sintring till kallbindning (bilaga 5).

Utredningen vill särskilt framhålla den betydelse fortsatt utveckling av mineraltekniken kan få för vilande järnmalmsgruvor i Mellansverige. I flera av de under perioden 1967—1969 nedlagda järnmalmsgruvorna kan kvarvarande malm under vissa förutsättningar bli ånyo brytvärd. Tre av ifrågavarande gruvor, Norberg, Pershyttan och Striberg, innehåller avsevärda kvantiteter siliciösa malmer, dvs. kvartsrandiga blodstensmalmer med ringa eller ingen magnetihalt. Malmerna ger en styckemalmsprodukt med relativt låg järnhalt, ca 52 procent, varjämte anrikning ger dåligt utbyte. Den våtmekaniska anrikningen kräver långtgående malning och sligen blir finkornig och därför svårsintrad. Utveckling av metoderna för flotationsanrikning, tillämpning av de nya sintringsmetoderna med kallbindning och häremot svarande anläggningar skulle emellertid kunna medföra att malmen i någon eller några av dessa gruvor blir brytvärd.

1965 års geoutredning har i sitt betänkande (jfr 5.3.1) föreslagit att en högre tjänst i vardera ämnet bergmekanik och teknisk mineralogi inrättas vid Tekniska

högskolan. Utredningen anser att synnerligen angelägna forskningsuppgifter förestår inom båda dessa ämnen och föreslår att ifrågavarande tjänster snarast inrättas vid någon av de nuvarande eller planerade tekniska högskolorna.

5.3.3 Malmtransporter

Transportkostnaderna utgör en viktig faktor för den inhemska malmförsörjningen. Malmprodukter utgör ur transportsynpunkt lågvärdigt gods och för flertalet mellan-svenska transporter, såväl med järnväg som lastbil, utgör transportkostnaderna 20—30 procent av malmprodukternas värde (3.3.3). Möjligheterna att uppnå större rationaliseringsvinster synes emellertid vara begränsade (bilaga 6). Vissa möjligheter torde dock föreligga beträffande landsvägstransporter. För dessa transporter begränsas fordonens framförande av broars och vägars bärighet, varvid enligt vägtrafikförordningen gäller bl. a. största tillåtna axel- och boggitryck samt fordonsbruttovikter. Genom lokala trafikföreskrifter meddelade med stöd av 61 § vägtrafikförordningen medges från den 1.4. 1969 största tillåtna fordonsbruttovikter som väsentligt överstiger de dittills tillåtna. Därigenom har transportörerna anvisats möjligheter att genom ombyggnad av fordonen, bl. a. avseende axelavstånd, öka fordonens bruttovikter inom särskilt angivna gränser. Inom det vägnät som är upplåtet för 10 ton axeltryck och 16 ton boggitryck, dvs. det vägnät för tyngre trafik som i allmänhet utnyttjas för mellansvenska malmtransporter, skulle sålunda största bruttovikt om 51,4 ton medgivas vid 22 m avstånd mellan första och sista axel. För närvarande torde endast i undantagsfall så stor bruttovikt utnyttjas vid mellansvenska malmtransporter.

Det synes angeläget att de företag som med lastbil transporterar malm i Mellansverige samverkar för att i görligaste mån anpassa fordonen till ett större ekonomiskt utnyttjande av vägarna. Utredningen är emellertid medveten om att vissa svårigheter härför kan föreligga och rekommenderar därför ett intensifierat samarbete mellan vägmyndigheter och malmtransportörer i och för

underlättande av de transporter som endast obetydligt kan effektiviseras genom ombyggnad av fordonen. I vissa sådana fall skulle dispenser medföra rationellare transporter. Malmtransporter sker mellan bestämda lastnings- och lossningsplatser vilket medger tillfredsställande kontroll av att meddelade villkor för transporter efterföljes.

5.4 *Sysselsättning*

Inom gruvindustrin måste man liksom i fråga om annan industri som bearbetar ändliga naturtillgångar räkna med lokal produktionsinställelse när tillgångarna uttömts. För de vid gruvorna sysselsatta är därför det sätt på vilket gruvan förr eller senare nedlägges av stor betydelse, i synnerhet som gruvan oftast utgör det enda företaget i orten som bereder större sysselsättning.

Gruvnedläggning föranledes av sinande malmtillgång och/eller brist i kostnadstäckning, eventuellt till följd av ogynnsamma avsättningsmöjligheter. Vid sinande malmtillgång måste gruvan under alla förhållanden läggas ned, medan vid brist i kostnadstäckning ägaren avgör om bristen är godtagbar för längre eller kortare tid. Det är utred-

ningens mening att vare sig gruvnedläggning föranledes av sinande malmtillgång eller av ej godtagbar brist i kostnadstäckningen sådan planering sker att vid produktionens upphörande de vid gruvan anställda kan beredas andra sysselsättningar så snabbt som möjligt. I allmänhet kan arbetskraften friställas i tre faser: genom minskad produktion, driftsinställelse och iordningställande av arbetsplatsen. Utredningen konstaterar att de företag som på senare tid nedlagt mellansvenska gruvor strävat att iakttaga dessa och andra möjligheter. Därutöver har ansträngningar gjorts för att i görligaste mån bereda den friställda arbetskraften sysselsättning vid annan verksamhet inom respektive företag, vare sig denna verksamhet utgjorts av malmproduktion eller ej. Vad gäller arbetsmarknadsorganens hittillsvarande insatser, som underlättats av goda konjunkturen, måste uppnådda resultat anses som goda. Den koncentrationstendens som tar sig uttryck i att gruvorna i allt större utsträckning äges av de malmförbrukande företagen med deras relativt stora möjligheter till omplacering av arbetskraften kan förutsättas komma att ge de anställda ökad trygghet.

Bilaga 1 De svenska järnverkens produktion och råvarubehov fram till 1975

Utarbetad av Ivar Bohm

Den av Jernkontoret 1967 tillsatta strukturkommittén har bland andra uppgifter även studerat de grundläggande frågorna rörande landets kommande stålkonsumtion samt den framtida troliga stålproduktionen, med huvudvikt lagd på handelsjärntillverkningen. Det av kommittén insamlade och bearbetade materialet har i tillämpliga delar använts för efterföljande framställning över de svenska järnverkens kommande produktion och råvarubehov fram till 1975.

1. Järnverkens produktionsplaner fram till 1975

1.1 Sveriges järnkonsumtion

Stålkonsumtionen i landet, både handelsjärn och specialstål, har av kommittén uppskattats till 4,9 M ton år 1975. Stålproduktionen beräknas samma år bli 5,0 M ton och exportöverskottet 0,1 M ton (tabell 1).

Tabell 1. Sveriges järnbalans 1965 och 1975. Handelsfärdigt stål (milj. ton).

	1965	1975
Produktion	3,3	5,0
Import	1,3	1,5
Summa tillgång	4,6	6,5
Export	0,9	1,6
Konsumtion	3,7	4,9
Summa användning	4,6	6,5

Av särskild betydelse för det följande är stålkonsumtionen i landet, som är källa till en betydande del av stålskrotfallet.

1.2 Planerad götståls- och tackjärnsproduktion

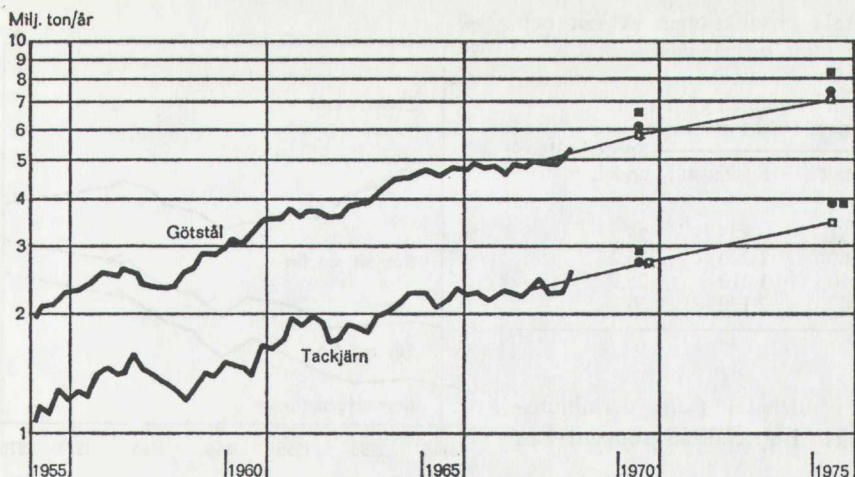
De svenska järnverken har vid olika tidpunkter lämnat produktionsplaner, vilka utgjort underlag för bedömning av den framtida produktionen för landets järnhantering totalt. En sammanställning av planerna för götståls- och tackjärnsproduktion vid olika tidpunkter återfinns i tabell 2 och figur 1.

Kommittén räknar i det följande med siffrorna från oktober 1967. Av intresse kan

Tabell 2. Verklig och planerad götståls- och tackjärnsproduktion (1000 ton).

	1960	1965	1970	1975
<i>Götstål^a</i>				
Verklig produktion	3 218	4 725	—	—
Planer 1960	—	4 500	5 500	—
Planer 1964	—	—	6 500	8 100
Planer maj 1967	—	—	5 900	7 300
Planer okt. 1967	—	—	5 800	7 050
	1960	1965	1970	1975
<i>Tackjärn</i>				
Verklig produktion	1 511	2 287	—	—
Planer 1960	—	2 100	2 500	—
Planer 1964	—	—	2 900	3 800
Planer maj 1967	—	—	2 750	3 800
Planer okt. 1967	—	—	2 700	3 450

^a Götstål = Göt, gjutna ämnen samt stål för gjutgods.



Figur 1. Produktionen av tackjärn och götstål 1955–1975. ■ brukens planer enl. enkät 1964, ● brukens planer enl. enkät maj 1967, □ brukens planer enl. enkät okt. 1967 (kurvorna säsongkorrigerade).

vara att se hur den planerade produktionen kommer att fördela sig på olika stora företag. I tabell 3 har en gruppering gjorts efter företagens faktiska götstålsproduktion 1968. Planerna är hämtade ur enkäten i oktober 1967, och både handelsjärnverk och specialstålverk är medtagna.

Det framgår av tabellen att de 6 största företagen av totalt 23 och med 12 verk av 31 svarar för ca 70% av götstålsproduktionen. De svarar dessutom för praktiskt taget hela tackjärnsproduktionen.

Enligt Järnverksföreningens statistik ut-

gör specialstålsproduktionen ca 26% av den totala produktionen av göt och gjutna ämnen. I tabell 4 finns siffror för några år under 60-talet samt brukens prognoser.

Sveriges produktion av göt och gjutna ämnen beräknas sålunda öka från 4,7 Mt 1966 till 7,0 Mt 1975. Under samma tidsperiod räknas med en ökning av specialstålsproduktionen från 1,3 till 2,1 Mt göt (tabell 4). 1975 skulle alltså 30% av den svenska götproduktionen utgöras av specialstål.

En tendens till ökad tillverkning av kva-

Tabell 3. Verklig och planerad götståls- och tackjärnsproduktion. Storleksgrupperad.

Storleksklass (Götstålsprod., 1 000 ton)	Antal		Götstålsprod., 1 000 t		Tackjärnsprod., 1 000 t	
	Företag ^a	Verk	1968	1975	1968	1975
I. > 500	3	3	2 420	3 180	} 530 ^c	} 790 ^c
II. 500–250	3	9	1 235	1 680		
III. 250–100	6	7	915	1 435		
IV. 100–50	5	6	375	525		
V. < 50	6 ^b	6	140	230		
Totalt	23	31	5 085	7 050	2 490	3 435

^a Som ett företag betraktas vardera Fagersta Bruks AB; AB Motala Verkstad-Björneborg Jernverks AB; SKF Stål; Surahammars Bruks AB-Kohlswa Jernverk AB och Uddeholms AB.

^b Fristående stålgiuterier är ej medtagna.

^c Även fristående hyttor.

Tabell 4. Totala produktionen av göt och gjutna ämnen samt specialstålsandel.

År	Prod. av göt och gjutna ämnen, 1 000 ton		Specialstålsandel, %
	Totalt	Specialstål	
1960	3 154	825	26,2
1965	4 660	1 220	26,2
1968	5 040	1 310	25,9
1975	7 000	2 120	30

litetsbetonat handelsstål (som definitionsmässigt ej ingår i specialstålsgruppen) kan konstateras.

1.3 Stålproduktionens fördelning på metallurgiska processer

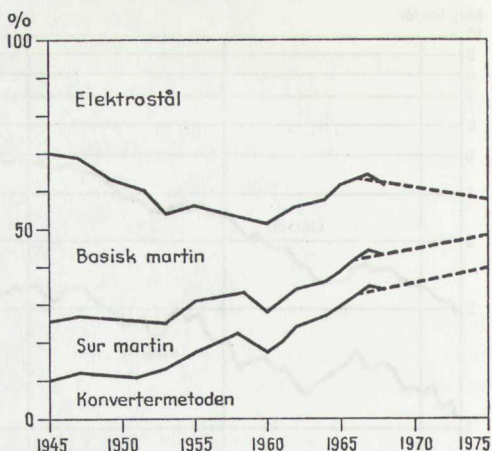
Stålproduktionens fördelning på processer enligt brukens uppgifter hösten 1967 framgår av tabell 5. Till jämförelse har medtagits 1965 års siffror.

I fig. 2 visas de olika stålprocessernas andel i den totala götstålproduktionen. Man ser hur martinmetoden allt mer minskar i betydelse och att minskningen särskilt drabbar den basiska martinprocessen, medan den sura martinprocessen håller sin position. Av konvertermetoderna har thomasprocessen nu spelat ut sin roll och ersatts av LD- och Kaldoprocesserna.

Andelen elektrostaål i den svenska götproduktionen är i jämförelse med de stora industriländerna mycket hög. Sålunda utgjorde elektrostaålet 1965 mellan 8,4 och 12,8% i USA, USSR, Västtyskland, Storbritannien och Frankrike, 20,3% i Japan

Tabell 5. Götstålproduktionsfördelning på processer 1965 och 1975.

Stålprocess	1965		1975	
	t ton	%	t ton	%
Syrgaskonv.	1 401	29,7	2 750	39,3
Sur martin	464	9,8	575	8,2
Bas. martin	1 058	22,4	725	10,4
Ljusbågsugnar	1 627	38,1	2 700	42,1
Högfrekv. ugnar	175		250	
Summa	4 725	100,0	7 000	100,0



Figur 2. Götstålproduktionens fördelning på processer 1945-1975.

och 38,1% i Sverige. År 1975 beräknas andelen bli 16,5% i USA, 12% i Montanunionen, 17% i Storbritannien, 15% i Japan och 42,1% i Sverige (tabell 5).

Ser man på tillverkningen av legerade stål (Stahleisenkalender 1968) erhålles samma bild (1966 utgjordes i Montanunionen 5,4, Storbritannien 7,3, Japan 10,7, USA 11,2 och Sverige 20,9% av legerade stål).

1.4 Utbytet av handelsfärdigt varmbearbetat stål ur götstål

Fram till 1965 göts praktiskt taget all götmetall till göt för vidare bearbetning till ämnen och handelsfärdigt varmbearbetat stål. Överslagsvis räknade man med 70% i utbyte av handelsfärdigt stål, inkl. rensat stålsgjutgods, ur göt. I verkligheten var utbytet något högre, åren 1962-1968 enligt Järnverksföreningens statistik 71%. Enligt uppgift från bruken, som dock är mycket osäkra, kommer den stränggjutna kvantiteten att öka avsevärt. Någon större förändring av utbytet väntas emellertid icke eftersom stränggjutningens utbyteshöjande effekt motverkas av en övergång till mer förädlade produkter med lägre utbyte.

I detta sammanhang förtjänar påpekas att utbytena av handelsfärdigt stål i vissa utländska stålproducerande länder (Montan-

unionen, Storbritannien, USA, Japan) uppvisar avsevärt högre och mycket varierande värden, t. ex. för Japan 77–80% Montanunionen ca 78%, USA 73–78%. Detta beror till en del i bristfälligheter i statistiken, olika definitioner på handelsfärdigt stål, olikheter i valsprogrammen samt olika andel specialstål i produktionen. Sverige har den högsta andelen specialstål av ifrågavarande länder.

2 Den metallurgiska utvecklingen

I detta avsnitt behandlas de metallurgiska processerna med speciell hänsyn till deras behov av järnråvaror.

2.1 Tackjärnsframställning

1968 tillverkades i landet 2,5 M ton tackjärn, det mesta i form av blästerkokstackjärn och resten såsom elektrokokstackjärn (65 t. ton) och syntetiskt tackjärn (49 t. ton). Det tillverkade tackjärnet var till den ojämförligt största delen avsett för stålframställning och härav gick 80% i flytande form till stålugnarna. Endast 30 t. ton var gjuteritackjärn.

Tillverkningen av träkolstackjärn upphörde 1966. För specialstålverkens del har träkolstackjärnet ersatts av svavelrenat kokstäckjärn.

Beskickningsmaterialen

Bortsett från den lilla kvantiteten syntetiskt tackjärn, där skrot användes som råvara, framställes allt tackjärn ur malmprodukter — såsom styckemalmer, sliger och mull, varjämte mindre mängder glödspån och kisbränder kommer till användning. Då sligerna äro för finkorniga för att direkt användas i masugn, måste de överföras i porös styckeform genom sintring eller agglomerering.

Sintring och agglomerering

Gemensamt för sintringsmetoderna är att sligen upphetas till hög temperatur i oxiderande atmosfär, varvid man även vinner att sligens svavelhalt avlägsnas.

Sugsintringsmetoderna — panssintring och bandsintring — är f. n. de viktigaste. Värme tillföres processen genom förbränning av ca 5% pulverformigt bränsle i sligblandningen. De erhållna sinterkakorna krossas i för masugnen lämplig grovlek.

Vid sugsintring kan de mest skilda slag av beskickningsmaterial sintras samman såsom finkrossade styckemalmer, kalksten och järnhaltiga slagger (thomasslagg) samt sliger, mullmalmer och glödspån. Alltför finkornigt gods eller alltför hög hämatithalt i blandningen är till nackdel för produktion och sinterkvalitet. Ej alltför finkorniga magnetitsliger är lättast att sintra.

Kulsintringsmetoden lämpar sig bäst för finkorniga magnetitsliger. Sligen rullas till kulor av 12–20 mm storlek och de råa kulorna bränns i schaktugn eller på band till hårda, porösa kulor eller pellets. Vid kulsintringen användes högt anrikade, järnrika sliger. Då processen är starkt beroende av den använda sligens egenskaper är den oftast bunden till gruvor med viss lämplig slig. Den saknar sugsintringsmetodernas flexibilitet ifråga om råvaruval.

Agglomerering med bindemedel är en gammal metod att överföra pulverformiga styckemalmer till för masugnen lämpad storlek. Under senare år har i Sverige framkommit två nya utvecklingslinjer inom agglomereringstekniken: kulrullning av slig med cement och hårdnande vid atmosfärtryck samt kulrullning av slig med kalk, slagg eller cement och ånghårdning. Enligt den förstnämnda principen skall nu ett klinkerpelletsverk byggas i Grängesberg. Det kommer att arbeta med finmald höganrikad magnetitslig med låg P-halt.

Dessa agglomereringsförfaranden kommer att erbjuda flera fördelar framför de vanliga sintringsmetoderna: anläggnings- och driftskostnaderna blir lägre, hämatitslig är lika lätt att agglomerera som magnetitslig och kraven på sligens kornighet är små.

En lämplig fördelning av till buds stående sliger mellan pann- och bandsintring, kulsintring och agglomerering borde ge optimala arbetsbetingelser för varje process och leda till en sänkt beskickningskostnad i stort.

Tabell 6. Beskickningens sammansättning (kg).

	1956-58	1964-65
Styckemalm, på masugnen	135	45
Slig i kulsintern, på masugnen		55
Slig och mull i pann- och bandsintern	1 505	1 365
Krossmalm i pann- och bandsintern		75
Glödspån i pann- och bandsintern	10	25
S:a malmprodukter	1 650	1 565
Kalksten, m. m. på masugnen	70	20
Kalksten, slagg m. m. i pann- och bandsintern	230	250
S:a råmaterial pr t tackjärn	1950	1835
Tackjärns- % av malmprodukter	60,6 %	63,9 %
Tackjärns- % av s:a gods	51,2 %	54,4 %

Kalibrerad styckemalm

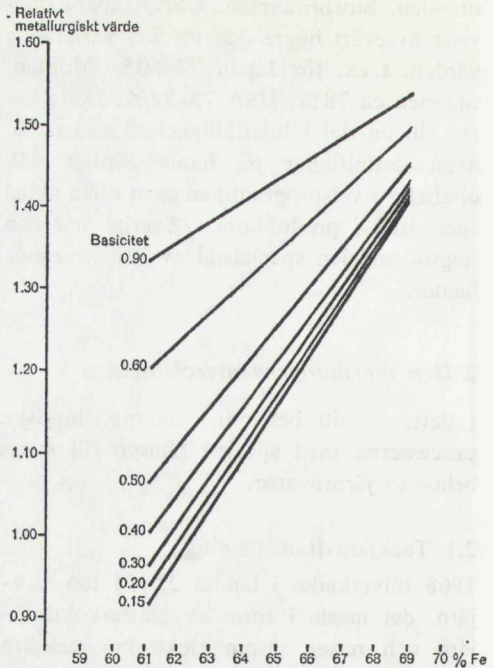
Styckemalmens reducerbarhet är starkt beroende av styckestorleken och sjunker med stigande storlek. För styckemalm med tillräckligt hög Fe-halt och lämplig analys i övrigt kan det därför bli billigare för hyttan att denna malm krossas och siktas ned till en storlek av säg 8-20 mm, än att den anrikas och sintras. Den bortskottade finandelen måste dock sintras. Bortser man från apatitjärnmalmerna, står större mängder härför lämplig malm ej till förfogande.

Masugnsbeskickningens sammansättning

Ur Sveriges Officiella Statistik, Bergshantering, har beskickningens medelsammansättning beräknats för masugnsproduktionen av tackjärn ur malm. Tackjärn ur på masugnen uppsatta metalliska råvaror och syntetiskt tackjärn har alltså ej inräknats. Tidigare har författaren beräknat masugnsbeskickningen i medeltal för åren 1956-58; dessa siffror medtagas nu till jämförelse med motsvarande för åren 1964-65.

Masugnsbeskickningen i medeltal per ton tackjärn framgår av tabell 6.

Det framgår av siffrorna att andelen di-



Figur 3. Relativt metallurgiskt värde vid olika järnhalt och basicitet hos fosforfattiga sliger. Förutsättningar: 5,3 m masugn, produktionskapacitet 300 t. ton tackjärn per år, tackjärnskostnad 200 kr per ton, basicitet Ca : SiO₂, ingen hänsyn till relationen Fe₃O₄ : Fe₂O₃. Relativt metallurgiskt värde för vald basllig 1.00.

rekt uppsatt styckemalm på masugnen minskat och att kulsintern vunnit insteg. Utbytet av tackjärn ur malmprodukter resp. ur gods har ökat, vilket visar att beskickningen blivit järnrikare under den studerade perioden.

Malmprodukternas relativa värde

Malmprodukternas relativa värde för masugnsdriften har beräknats för ett antal mellansvenska styckemalm och sliger. Värdet är i hög grad beroende på produktens Fe-halt, bergartshalt och basicitet, proportionerna Fe₃O₄ : Fe₂O₃, P-halt och styckestorlek samt hur de kan förbehandlas vid sintring. Värdet för fosforfattiga sliger är grafiskt återgivet i fig. 3.

Masugnsdriften i blästerkoksmasugn

Ehuru masugnsprocessen under senare tid gjort stora framsteg både i in- och utlandet,

återstår ännu avsevärda besparingar att göra genom förbättring av masugnstekniken. Nedan lämnas en förteckning på åtgärder, vilka var för sig eller i kombination kan användas för att minska bränsleåtgång och höja produktionen:

Rikare beskickning, klasserad beskickning och klasserad koks. Sinter med hög resp. låg basicitet i blandning, optimerad uppsättning.

Ökad oljetillförsel, som ersätter koks.

Utökad masugnsvolym, höjt masugnstryck och höjd bläster temperatur.

Syrgastillförsel i blästern.

Datastyrd masugnsdrift.

Ovannämnda åtgärder medverkar närmast till att minska koksåtgången per ton tackjärn. Då masugnens produktionsförmåga i ton tackjärn per dygn är direkt beroende av den förbrända koksmängden i stället, betyder en minskning av koksåtgången en ökning av dygnsproduktionen.

En minskning av koksåtgången vid stål-tackjärn ned till 430 kg/t 1975 vid en samtidig oljeförbrukning av 60 kg/t anses ej orimlig.¹

Tackjärnstillverkning enligt andra metoder

Tillverkning av tackjärn i elmasugn eller framställning av syntetiskt tackjärn kommer ej att spela större roll för landets järnförsörjning och har endast lokalt intresse.

Att framställa tackjärn direkt ur slig med användande av billigt bränsle skulle innebära stora besparingar, men de driftstekniska svårigheterna är så stora att tills dato ingen metod framkommit, som kan tänkas att inom den närmaste framtiden kunna konkurrera med blästerkoksmasugnen.

2.2 Järnsvampsprocesserna

De i Sverige använda järnsvampmetoderna — Höganäs och Wiberg-Söderfors — är tekniskt begränsade till en liten tillverkningskala med hög tillverkningskostnad. Den tillverkade kvantiteten, 1966 171 t. ton, går i huvudsak till specialståltillverkning.

Råvaran för processerna utgöres av hög-

anrikade finkorniga magnetitliger med en Fe-halt av 68–70%. I Höganäsprocessen användes sligen direkt, i Wibergsprocessen efter kulsintring.

I utlandet finns ett växande intresse för järnsvamp, ett otal metoder har föreslagits, en del verk är i drift och andra projekteras, men ingen process har väl ännu kommit så långt att den i ett industriland kan konkurrera med masugnsprocessen.

Förutsättningarna för tillverkning av billig järnsvamp är att processen med lämplig järnrik malm skall kunna arbeta i stor driftskala, att den är enkel i utförandet och driftsäker, att bränsleåtgången är låg och att billiga bränslen kan användas. Processer har utvecklats med tanke på sådana bränslen som koksstybb, stenkols- och brunkolsstybb, eldningsolja och naturgas. De båda sistnämnda bränslena uppfyller knappast kravet på enkelhet i anläggningen. Den troligen bästa lösningen är reduktion av kulsinter med styckformigt bränsle i rullugn. Icke heller denna process är ännu tekniskt färdig, men följs med uppmärksamhet av den svenska järnhanteringen.

2.3 Götstålsprocesserna

1968 tillverkades i landet nära 5,1 milj. ton götstål, som fördelar sig på de olika stålprocesserna enl. följande:

thomas	47,5 t. ton
kaldo och LD	1 678,7
sur martin	466,5
bas. martin	914,2
bas. ljusbågsugn	1 796,2
induktionsugn	192,0
S:a	5 095,1

Av denna kvantitet erhöles i form av

göt	4 456,3 t. ton
gjutna ämnen	582,6
stål för gjutgods	56,2

De metalliska råvarorna för götståltillverkningen utgöres av tackjärn, järnsvamp, stålskrot, gjutjärnsskrot, ferrolegeringar och legeringsmetaller.

Det metallurgiska tillverknings-schemat innefattar följande moment: nedsmältning,

¹ 1958 var koksåtgången 660 kg/ton tackjärn, 1965 560 kg koks + 10 kg olja.

färskning, raffinering, desoxidation och legering samt ev. vakuumbehandling.

I de fall insatsen består av kallt material börjar stålprocessen med nedsmältning (martin- och elektrostålugnar).

Färskning sker i det flytande stålbadet genom oxidation av insatsens halter av kol, kisel och mangan. Oxidationen sker med luftsyre i thomas, ren syrgas i kaldog och LD och färskmalm jämte ev. syrgas i martin- och ljusbågsugnar.

Raffinering består av nedbringande av insatsens halter av fosfor och svavel till önskvärd nivå. Detta går endast i basiskt infodrade ugnar genom behandling med bränd kalk och flussmedel — thomas, kaldog, LD, bas. martin, bas. ljusbågsugn.

Desoxidation och legering sker mot slutet av stålprocessen, då stålets halter av kisel och mangan justeras (alla processer) och speciella legeringsämnen tillsätts vid specialståltillverkning i sur martin, ljusbågsugn och induktionsugn. Den senare användes mest för nedsmältning och legering.

Vakuumbehandling av det ur stålugnen erhållna flytande stålet kan, när det gäller stål med höga kvalitetskrav, ske enligt olika metoder, av vilka ASEA-SKF-metoden är speciellt intressant för svenska förhållanden.

Konvertermetoderna

Bessemerprocessen upphörde under 1960-talet och thomasprocessen är ställd på avskrivning. De ha snabbt undanträngts av nya konverterförfaranden, där det flytande tackjärnets färskning sker med ren syrgas i stället för med luft.

Vid syrgasfärskning blir värmeekonomien förbättrad och stora kvantiteter stålskrot eller malm kan tillsättas i konvertern. Stålutbytet blir högre än vid de äldre processerna och stålqualiteten jämförbar med basisk martin eller elektrostål.

Tackjärnet. Vid bessemerprocessen (sur infodring) användes ett tackjärn med låga fosfor- och svavelhalter. Thomasprocessen är bunden till ett tackjärn med 1,8% P-thomastackjärn. Detta tackjärn kan användas i kaldoprocessen och i LD-varianten LDAC. LD-processen kan använda tackjärn

med upp till 0,2 à 0,3% P. Kaldoprocessen är ej bunden till någon speciell tackjärnstyp.

Insatsen. I kaldougnen kan man smälta upp till 400 kg skrot per t göt, i LD 300 kg och i vanlig thomas obetydliga mängder. Väljer man malm som kylmedel kan man t. ex. i kaldog använda 150 kg/t.

I efterföljande kalkyler för de rena syrgaskonvertermetoderna räknas med följande medelinsats 1975: tackjärn 960 kg, stålskrot 115 kg och legeringar 10 kg eller tillsammans 1 085 kg metallisk insats per ton götstål. Därtill kommer 90 kg rika järnmalmsprodukter som kylmedel per ton.

Martinprocesserna

Den *sura martinprocessen* är beroende av tackjärn och järnsvamp med mycket låga P- och S-halter. Köpt stålskrot användes ej utan endast eget cirkulerande skrot av känd analys. Det sura martinstålet är ännu i flera fall oslagbart i kvalitativt hänseende och en viss ökning av produktionen förutses fram till 1975.

Insatsen, 1 100 kg/t, består 1975 av 550 kg tackjärn per t. götstål och resten är järnsvamp, cirkulerande skrot och legeringar. Färskmalmbehovet är 16 kg malmprodukter (kulsinter) per t. götstål.

Vid den *basiska martinprocessen*, avsedd för ordinärt stål, är kraven på insatsmaterialen ej höga. Utslagsgivande är oftast priset. Från att ha varit den dominerande metoden förlorar den nu allt mer terräng i konkurrens med syrgaskonvertrar och ljusbågsugnar. En fördel med den basiska martinugnen är dess flexibilitet med avseende på insatsen. Teoretiskt sett kan från 100% tackjärn till 100% skrot användas. För en viss given ugnsutrustning är flexibiliteten mindre.

1975 beräknas totala metalliska insatsen bli 1 120 kg per ton stål, varav 310 kg tackjärn, något gjutjärnsskrot och resten eget och köpt stålskrot samt legeringar.

Elektrostålprocesserna

Ljusbågsugnarna, som är basiskt infodrade, lämpar sig bäst för skrotsmältning, enär de-

ras färskningsförmåga är begränsad. De ägnar sig särskilt för raffinering- och desoxidations- och legeringsoperationer och har därför stor användning för framställning av specialstål. På senare år har stora med kraftiga ugnstransformatorer utrustade ugnar fått allt större betydelse för tillverkning av ordinärt stål.

Insatsen, 1 100 kg/t stål består vid specialstålverken av tackjärn, järnsvamp och specialstålskrot, vid handelsjärnverken av tackjärn, gjutjärnsskrot och stålskrot. I genomsnitt räknas med 100 kg tackjärn per ton stål. Färskmalmsbehovet är 16 kg/t.

Högfrekvensugnarna används i allmänhet för framställning av legerade stål. Det metallurgiska förloppet består av smältning, legering och desoxidation. Insatsen, 1 080 kg/t. stål består uteslutande av högvärdigt skrot och legeringar.

3 Järnskrot som metallurgisk järnråvara

Skrot faller vid all framställning och bearbetning av stål och järngjutgods. Detta skrot har oftast känt ursprung och känd analys. Vid kassation av konsumtions- och kapitalvaror av stål och gjutjärn faller betydande kvantiteter skrot, oftast okänt till ursprung och kvalitet. Tillvaratagandet av skrotet är av utomordentlig betydelse för de järnframställande industrierna.

3.1 Stålskrotet

Skrotnomenklatur

Med köpskrot menas av järnverket inköpt stålskrot; häri innefattas alltså ej gjutjärnsskrot.

Eget cirkulerande skrot faller vid varmbearbetning i det egna verket, alltså fram till varmbearbetat handelsfärdigt stål.

Verkstadsskrot faller antingen vid kallbearbetning i det egna verkets manufakturavdelningar eller koncernföretag samt vid övriga verkstadsföretag eller byggnadsplatser.

Uppsamlings-skrot, i dagligt tal köpskrot, faller vid utrangering av gamla järnföremål.

Fallande skrotmängder

Eget cirkulerande skrot är beroende av utbytet av handelsfärdigt stål ur göt och ligger vid de svenska verken vid 25–30% av götproduktionen. Det egna cirkulerande skrotet förbrukas i huvudsak inom det egna verket och ingår icke i skrotbalansen för handelsfärdigt stål.

Verkstadsskrotet har under de sista 10 åren utgjort ca 14,5% av landets järnkonsumtion av handelsfärdigt stål men beräknas så småningom att sjunka.

Uppsamlings-skrotet har en »medellivslängd» av ca 30 år. Härmed menas egentligen åldern hos ett föremål av stål, från det det tas i bruk till dess det skrotas.

Med kännedom om landets järnkonsumtion för 20 år sedan och vissa erfarenhets-siffror rörande återvinningsgraden kan dagens skrotfall beräknas. Skrotfallet 1975 beräknas alltså ur stålkonsumtionen 1955.

Fig. 4 visar grafiskt det beräknade skrotfallet fram till 1980.¹

Sveriges stålskrotförbrukning

Stålskrot förbrukas vid tackjärns- och ståltillverkning, järngjuterier och ferrolegeringsverk. Stålverken är den största förbrukaren. Då det svenska stålskrotfallet ej räcker till för landets behov har de svenska stålverken under en lång följd av år täckt en del av sitt stålskrotbehov genom import. Övriga förbrukare har helt baserat sig på svenskt stålskrot.

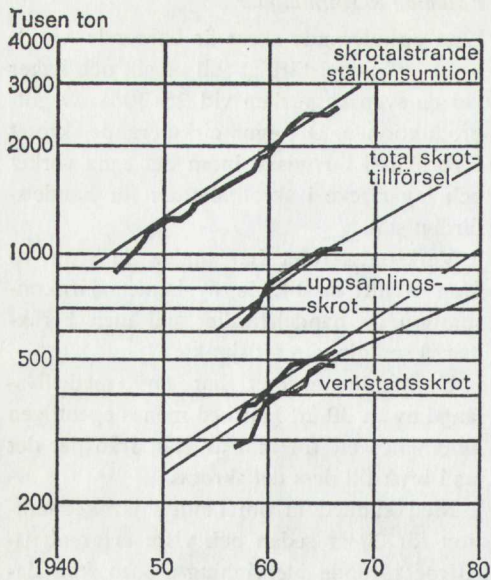
Importerat stålskrot

Av länder som exporterat skrot till Sverige under 1960-talet märkas Danmark, England, Irland, Portugal, Montanunionländer, Östtyskland, Sovjetunionen och USA. På lång sikt torde USA vara den pålitligaste skrotleverantören. Genom långa frakter blir detta skrot dyrt.

3.2 Gjutjärnsskrotet

Järngjuteriernas produktion kan uppdelas i två väsentligt skilda grupper: stålverkskokiller och övrigt järngjutgods. Då stålverks-

¹ Det framtida skrotfallet har beräknats av S. Verner-Carlsson.



Figur 4. Skrotalstrande stålkonsumtion och stålskrotfallet (exkl. cirkulationsskrot) i Sverige.

kokillerna tillverkas av enbart tackjärn och efter förbrukning återgår i stålugnarnas insats, räknas de ej till gjutjärnsskrotet. Detta faller vid bearbetning av övriga gjutgods och vid kassation av äldre dylikt gods. På grund av bristfällig statistik kan något samband mellan konsumtion och skrotfall ej presteras. Gjutjärnsskrotet är i allmänhet av dålig kvalitet.

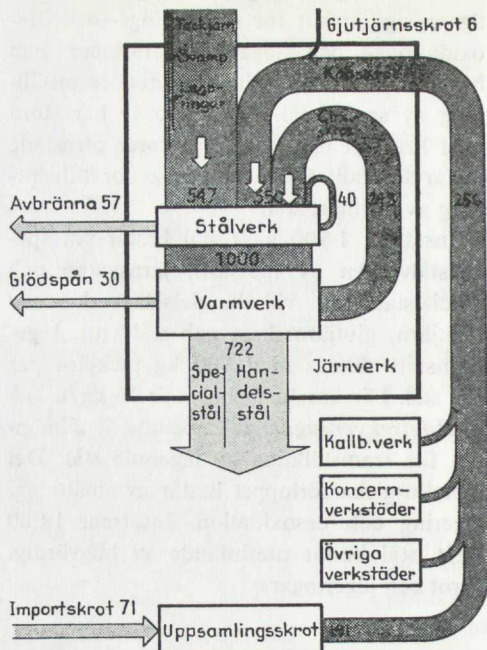
4 Beräkning av behovet av metalliska råvaror 1975

4.1 Metalliska råvaror för stålverken

Med kännedom om insatt vikt per ton göt, tackjärnsbehovet för varje process, erfaren-

Tabell 7. Råvarubehov för handelsfärdigt stål (1 000 ton).

Metallisk råvara	1975
Tackjärn	3 460
Gjutjärnsskrot	40
Stålskrot, köpt	1 790
Järnsvamp	160
Legeringar	210
Summa	5 660
Avbränna	610
Handelsfärdigt stål	5 050



Figurens siffror avser kilogram

Figur 5. Flödesdiagram över järnverkens beräknade materialförbrukning 1975, räknat på 1 000 kg götstål.

hetsiffror rörande avbränna och skrotfall i stålverk och varmbearbetningsavdelningar samt utbytet av handelsfärdigt stål ur göt kan råvarubehovet beräknas för landets totala stålproduktion, i tabell 7 räknat direkt på den framställda kvantiteten varmbearbetat handelsfärdigt stål. Det egna cirkulerande skrotet, som återgår i tillverkningen, är alltså ej medräknat. Jämför här med flödesdiagrammet i figur 5.

Stålverkens behov av färskningsmalm

Förutom metalliska råvaror åtgår för stålprocesserna olika slag av färskningsmalm — styckemalm, slig, kulsinter — varav behovet räknas bli 320 t. ton år 1975.

4.2 Metalliska råvaror för syntetiskt tackjärn, järngjuterier och legeringsverk

Syntetiskt tackjärn

Syntetiskt tackjärn tillverkas av metalliska råvaror — gjutjärnsskrot och stålskrot — i annan ugn än masugn.

Tabell 8. Råvarubehov för syntetiskt tackjärn (1 000 ton).

Metallisk råvara	1975
Produktion av synt. tackjärn	95
Härför gjutjärnsskrot	35
Härför stålskrot	60

Den beräknade tillverkningen av syntetiskt tackjärn och förbrukningen härför av gjutjärnsskrot och stålskrot framgår av tabell 8.

Järngjuterierna

Järngjuteriernas produktion av järngjutgods inkl. aducergods beräknas 1975 bli 720 t. ton. Härav utgör kokiller för göttillverkning 160 t. ton, vilka emellertid till största delen förbrukas i ståltillverkningen som tackjärn. För »övrigt gjutgods» eller rensat järngjutgods exkl. kokiller blir förbrukningen av metalliska råvaror enligt tabell 9.

Legeringsverken

Legeringsverkens stålskrotbehov är i förhållande till stålverkens obetydligt. Skulle deras förbrukning öka i samma takt som hittills, blir den 1975 20 t. ton stålskrot per år.

4.3 Tackjärns- och stålskrotbalanser för Sverige

I tabell 10 och 11 sammanfattas beräkningarna över tillgång och förbrukning av tackjärn och stålskrot i landet 1975.

4.4 Behov av gjutjärnsskrot i Sverige

För gjutjärnsskrotet saknas uppgifter om det årliga skrotfallet. Import och export är obetydliga. Underlag för en gjutjärnsskrotbalans

Tabell 9. Råvarubehov för järngjuterier (1 000 ton).

Metallisk råvara	1975
Produktion av övrigt gjutgods	560
Härför tackjärn	320
Härför stålskrot	125
Härför gjutjärnsskrot	155

Tabell 10. Tackjärnsbalans för Sverige 1975 (1 000 ton).

	1975
Masugnstäckjärn vid bruken	3 385
Syntetiskt tackjärn	95
Brist/import el. ökad prod.	300
S:a tillförsel	3 780
Förbrukning vid stålverken	3 460
Förbrukning vid gjuterier	320
Export	—
S:a förbrukning	3 780

saknas. Troligt är dock att behovet kan täckas inom landet, varom ej måste bristen täckas med tackjärn eller stålskrot.

5 Bristen på metalliska råvaror 1975

Tabell 10 visar att den förutsedda tackjärnproduktionen ej räcker för att täcka landets behov utan att det blir nödvändigt att täcka bristen genom ökad produktion eller import. Syrgaskonvertrarna täcker helt sitt behov av eget flytande tackjärn och den sura martinen måste ha tackjärn med extra låg P-halt. Importtackjärnet hänvisas därför till basisk martin och ljusbågsugnar samt till gjuteriändamål.

Stålskrotbalansen visar en brist, som måste täckas genom import av stålskrot eller till en del genom höjning av tackjärnsinsatsen vid de basiska ugnarna.

Den totala bristen på järnråvaror — tackjärn och stålskrot — inom landet blir 1975 ca 800 t. ton.

Tabell 11. Stålskrotbalans för Sverige 1975 (1 000 ton).

	1975
Svenskt köpskrotfall,	1 550
Importerat skrot	495
S:a tillförsel	1 995
Förbrukning vid stålverken	1 790
Förbrukning för syntetiskt tackjärn	60
Förbrukning vid järngjuterier	125
Förbrukning vid legeringsverk	20
S:a förbrukning	1 995

Till jämförelse kan nämnas att under 10-årsperioden 1959–68 importerades i medeltal 415 t. ton tackjärn + skrot per år, med maximum 640 t. ton 1966, motsvarande 13% av detta års götproduktion. 1960 var detta procenttal 16. Medeltal för perioden 1959–68 var 10. Om man anser att detta värde vore »normalt», borde importen av tackjärn och stålskrot 1975 ligga vid 700 t. ton. Järnråvaruimporten kommer enligt kalkylerna att 1975 utgöra 10% av götstålsproduktionen.

När man diskuterar hur råvarubristen, 800 t. ton 1975, skall täckas — denna diskussion gäller generellt hela 70-talet eller ännu längre fram, fastän 1975 här gäller som ett konkret exempel — bör först anmärkas att tillförseln av inhemskt stålskrot i framtiden troligen uppskattats något för lågt. Detta gäller verkstadsskrotet som under de sista 10 åren utgjort 14,5% av Sveriges konsumtion av handelsfärdigt stål men som satts till 13,5% 1975. Detta betyder att det inhemska stålskrotfallet 1975 uppskattats 50 000 ton lägre än vad nuvarande skrotfall ger anledning beräkna.

Bortser vi emellertid från denna eventuella underskattning av det inhemska stålskrotfallet kan råvarubristen 1975 specificeras på följande sätt:

gjuteritackjärn	215 t. ton
basiskt martintackjärn	85
stålskrot	495
S:a brist	795

Gjuteritackjärnet

Gjuteriernas tackjärnsbehov för »övrigt gjutgods», alltså ej stålverkskokiller, beräknas 1975 till 320 t. ton (tabell 9). Produktionen av masugnsblåst gjuteritackjärn har av bruken angivits till 75 t. ton 1975 och produktionen av syntetiskt tackjärn — av stålskrot — vid gjuterierna uppskattats till 30 t. ton. Under 1960-talets senare del har produktionen av det masugnsblåsta gjuteritackjärnet gått ned avsevärt (1963 151 t. ton, 1968 30 t. ton) och tillverkningen sker nu vid 3 mindre och en större masugn. Konkurrensen med det billigare importerade gjuteritackjärnet gör en ökad inhemsk pro-

duktion osannolik, varför gjuteriernas brist på tackjärn — 1975 215 t. ton — får räknas bli täckt genom import. En viss ökning av gjuteriernas egen tillverkning av syntetiskt tackjärn är tänkbar, men den minskar i så fall tillgången på stålskrot.

Tackjärn för ståltillverkning

Då gjuteriernas råvarubrist 1975 — 215 t. ton — beräknas bli täckt genom import återstår i den totala balansen en brist för stålverken av 580 t. ton, som utgöres av 85 t. ton basiskt martintackjärn och 495 t. ton stålskrot. Stålverken får nämligen ensamma stå för hela skrotimporten, enär övriga förbrukare använder svenskt stålskrot.

Ser vi på bristsituationen ur metallurgisk synpunkt är läget i stort sett följande.

Syrgaskonverterverken tillverkar sitt eget behov av flytande och kallt tackjärn.

De *sura martinverken* använder svenskt lågfosfortackjärn, kallt eller flytande och en mindre mängd järnsvamp. Inget köpskrot ingår normalt i insatsen. Ett viss utbyte av tackjärn mot järnsvamp är möjligt men ytterst en ekonomisk fråga.

De *basiska martinverken*. En stor fördel med den basiska martinprocessen är, att man inom vissa gränser beroende på den tekniska utrustningen kan välja den ur ekonomisk synpunkt vid varje tidpunkt lämpligaste proportionen tackjärn och skrot. På tackjärnets och skrotets kvalitet ställes normalt inga högre krav och importtackjärn och köpskrot kan användas.

Tackjärnsinsatsen i kg/ton basiska martingöt har under 1960-talet varierat mellan 240 och 360 och i prognosen för 1975 räknar verken med 310 kg/ton. Om tackjärnsinsatsen 1975 ökas till 360 kg eller med 50 kg/ton göt, motsvarar detta en ökning av tackjärnsförbrukningen med 36 t. ton per år och en motsvarande minskning av stålskrotbehovet. En ökning av tackjärnsinsatsen till 450 kg/ton, vilket med nuvarande ugnsutrustning är en orealistiskt hög siffra, skulle motsvara ca 100 t. ton mer tackjärn i insatsen och en minskad förbrukning av 100 t. ton stålskrot.

Vid *elektrostålverken* planeras en tillverk-

Tabell 12. Tackjärnsproduktion i södra Sverige (1 000 ton).

P-halt, %	<0,03	0,03- 0,1	0,1- 1,0	>1,0	Annat ^a	S:a
1975	400	540	750	1 035	75	2 800

^a Annat tackjärn än för ståltillverkning, t. ex. gjuteritackjärn.

ning av 2 950 t. ton år 1975 varav 259 t. ton från högfrequensugnar och 2 700 t. ton i ljusbågsugnar. Av ljusbågsugnarnas produktion beräknas ungefär hälften utgöras av ordinärt stål.

Högfrequensugnarna förbrukar inget tackjärn. Ljusbågsugnarnas insats består till största delen av stålskrot samt tackjärn, gjutjärnsskrot och järnsvamp.

1967 ingick i ljusbågsugnarnas insats 100 kg tackjärn, 80 kg gjutjärnsskrot och 30 kg järnsvamp per ton göt. Ungefär hälften av tackjärnet ingick därvid som förblåst thomasmetall. Specialstålchargerna hade ungefär samma tackjärnsprocent men avsevärt lägre insats av gjutjärnsskrot och avsevärt högre av järnsvamp. En förutsedd minskning av produktionen duplexmetall kommer därför att fram till 1975 minska tackjärnsbehovet per ton ljusbågsstål. Trots detta räknar verken med 100 kg tackjärn per ton göt år 1975. Det bedöms här som mindre sannolikt att en ytterligare ökning av tackjärnsinsatsen i ljusbågsugnarna kommer att ske.

Sammanfattningsvis kan man alltså räkna med att allra högst 50–100 000 ton importerat stålskrot ur teknisk-ekonomisk synpunkt skall kunna ersättas med tackjärn, inhemskt eller importerat, vid det tänkta götprogrammet.

Järnsvamp för ståltillverkning

Den hittillsvarande rätt obetydliga svenska järnsvampsproduktionen är avsedd för specialstålverken och export. Denna svamp är alltför dyr för att kunna ersätta importerat stålskrot.

Kunde en svensk tillverkning av billig järnsvamp enligt någon av de nu diskuterade

Tabell 13. Tackjärn ur malm samt malmprodukter härför (1 000 ton).

	1965	1975
Tackjärn ur malm ^a	1 713	2 800
Styckemalm, krossmalm	231	300
Grovslig	2 275	2 660
Finslig	130	1 280
Glödspån	54	100
S:a malmprodukter	2 690	4 340
Avgår glödspån	54	100
Från gruvorna	2 636	4 240

^a Det tackjärn som kommer av skrot har frånräknats.

nya metoderna komma till stånd skulle detta avsevärt förbättra landets järnbalans. Tekniska svårigheter att i ljusbågsugnar använda stora mängder järnsvamp finnes ej. Man vågar dock knappast räkna med en dylik produktion före 1975.

6 Tackjärns- och malmprognoser för södra Sverige

Med hänsyn till de mellansvenska gruvornas problem är det lämpligt att upprätta tackjärns- och malmprognoser endast för södra Sverige. Produktionsuppgifter och prognosvärden för Norrbottens län har därför frånräknats motsvarande siffror för landet i dess helhet. Norrbottens län är beträffande tackjärn och malm självförsörjande.

Efterföljande beräkningar baserar sig på uppgifter från bruken hösten 1967.

6.1 Tackjärnsproduktion

Förutsedd masugnsproduktion fördelad på olika tackjärnskvaliteter framgår av tabell 12.

6.2 Södra Sveriges järnmalsbehov

Malm för tackjärn

Malmprodukternas järnhalt har, som tidigare visats, under de senaste 10 åren oavbrutet ökat. Medan man 1958 förbrukade 1 650 kg malmprodukter per ton tackjärn, var förbrukningen 1965 1 570 kg och man

Tabell 14. Malmbehov i södra Sverige för tackjärn ur masugn, järnsvamp och färskning (1 000 ton).

Järnprodukt	1975
Tackjärn ur masugn	4 240
Järnsvamp	175
Färskning	290
Summa	4 705

kan räkna med en ytterligare minskning ned till 1 550 kg år 1975. Beträffande styckemalm räknar man med en viss ökning av kalibrerad styckemalm, dvs. en styckemalm med hög järnhalt tvättad och krossad till ett klenst och begränsat styckestorleksområde. Krossmalm ingår som bäddmaterial i pannsintringsverken. Finsligen användes för kulsintring eller för kallbundna sligkuler.

I tabell 13 har beräknats det totala malmbehovet för tackjärn i södra Sverige. In-

tressant är att konstatera att det ökade malmbehovet till huvudsaklig del beräknas bli täckt av finslig.

Finslig för järnsvamp

Någon större ändring i järnsvampsproduktionen är ej förutsedd. Sligbehovet beräknas bli 175 t. ton 1975.

Malmprodukter för färskning

Förbrukningen av färskmalm för ståltillverkningen fördelad på styckemalm, slig och sinter — i huvudsak kulsinter — beräknas bli 290 t. ton 1975.

Totala malmbehovet

Summa malmbehov för tackjärn, järnsvamp och färskning framgår av tabell 14 och utgör 1975 i runt tal 4,7 Mton. Av dess malmprodukter fördelar sig behovet 1975 på 0,8 Mton med lägsta P-halt (0,012%), 2,3 Mton på låg- och medelfosforhalter och 1,6 Mton på högfosformalmer.

Bilaga 2 Järnmalmsexporten från de mellansvenska gruvorna

Utarbetad av en expertgrupp inom Svenska Gruvföreningen

Sverige är sedan slutet av förra århundradet en av världens största järnmalmsexportörer. Även om kvantitetsutvecklingen visar växlingar mellan goda och mindre goda år alltefter konjunkturutvecklingen inom järn- och stålindustrin i de större avnämjarländerna, har trenden dock varit klart uppåtgående under den här närmare studerade tioårsperioden fr. o. m. 1959 och framåt. (Diagram 1 – tabell 1).

Huvudparten av exporten och framför allt exportökningen kommer från gruvorna i Lappland, vilket framgår av diagrammen 1a och 1b. Mot periodens slut har lapplandsmalmen sålunda kommit att svara för närmare 90 % av den svenska totalexporten (1968 88 %), medan andelen vid periodens början uppgick till något mer än 80 % (1960 81,6 %).

Exporten av järnmalm från Mellansverige nådde sin högsta kvantitet 1964 med 4 225 000 ton malmprodukter. Sedan dess har kvantiteterna sjunkit fram till 1968, då en viss återhämtning kunde noteras. Den mellansvenska järnmalmsexportens utveckling har därmed i stort sett sammanfallit med utvecklingen av den totala svenska järnexporten. Ett markerat undantag utgör emellertid ökningen under året 1968, som för lapplandsmalmen och därmed också den svenska totala malmexporten innebär en exportkvantitet som tidigare aldrig uppnåtts, medan den mellansvenska exporten visserligen visar en ökning 1968 men dock inte nådde upp till 1964/65 års kvantiteter.

En närmare studie av olika malmer och olika exporterande företag visar, att återhämtningen 1968 för den mellansvenska järnmalmsexporten nära nog helt kan hänföras till fosformalmer och manganhaltiga malmer, resp. koncentreras till Grängesbergsbolaget och Dannemora gruvor.

I diagram 1 a och b samt tabell 1 har Grängesbergsbolagets exportkvantitet redovisats för sig. Av det redovisade materialet framgår, att Grängesbergsbolaget svarar för ca hälften av den mellansvenska exporten fram t. o. m. 1964 — med smärre variationer över och under 50 % — men att nämnda bolag fr. o. m. 1965 har kommit att stå för en större del av exporten än tidigare. Detta förhållande har accentuerats 1968 trots exportökningen från Dannemora. Resterande mellansvensk export har ökat något mellan åren 1967 och 1968 med vissa förskjutningar olika gruvor emellan.

Här bör uppmärksammas, att Grängesbergsbolaget genom Oxelösunds Järnverk samtidigt är en av de stora malmkonsumenterna i Mellansverige och att bolaget därmed har vissa valmöjligheter mellan att exportera ökade kvantiteter och minska konsumtionen av egen malm respektive att avstå från viss export och öka konsumtionen av egen malm. Vilken väg bolaget därvid väljer påverkar i sin tur till viss grad övriga gruvors avsättningsmöjligheter till Oxelösunds Järnverk resp. behov att sälja på exportmarknaden.

De mellansvenska gruvorna visar inte en

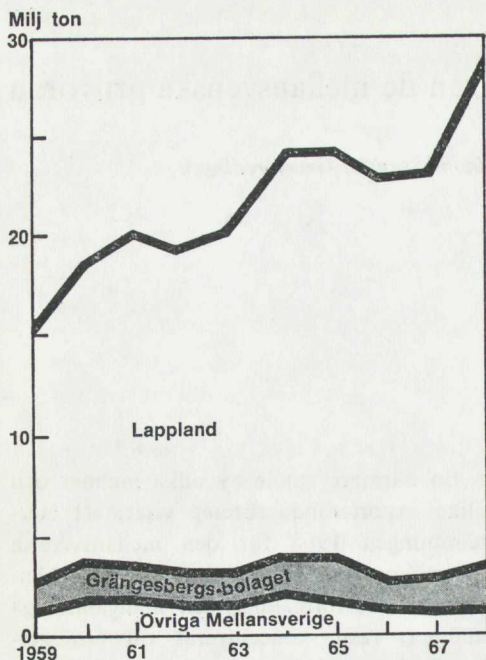


Diagram 1a. Sveriges järnmalmsexport 1959-68

enhetlig utvecklingsbild vad beträffar aktiviteten på exportmarknaden. Några gruvor har sålunda ökat sin export särskilt under ett högkonjunkturår som 1968, medan andra gruvor uppvisar en minskad export eller helt upphört som exportgruvor. År 1959 exporterades järnmalm från 10 gruvor, varibland endast några få kunde betecknas som mer typiska exportgruvor medan andra avsatte endast marginalkvantiteter på export. Samma förhållande gällde 1963. Nämnade år förekom export från 11 gruvor

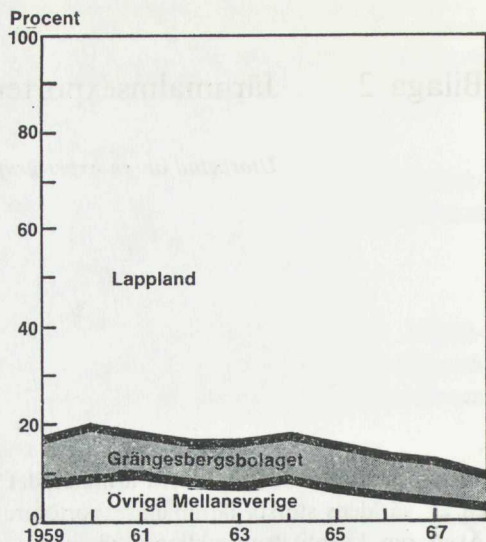


Diagram 1b. Sveriges järnmalmsexport 1959-68, procentuell fördeln.

i Mellansverige, och antalet gruvor med mer än 2/3 av produktionen på exportmarknaderna uppgick till 7.

Under tiden fram t. o. m. 1968 har antalet gruvor arbetande huvudsakligen på export sjunkit till 5, medan viss marginalexport förekom från ytterligare 4 gruvor.

1 Förändringar av malmmarknaden i Europa

Minskningen av exporten har till största delen berott på ändrade avsättningsförhållanden på exportmarknaden och endast i undantagsfall har andra faktorer inverkat.

Tabell 1. Sveriges järnmalmsexport 1959-1968 (1 000 ton).

År	Totalt	Grängsbergsbolaget	Övriga mellansvenska gruvor	LKAB	Övriga (Tuolluvaara)
1959	15 469	1 300	1 282	12 546	341
1960	19 716	1 717	1 921	15 421	657
1961	20 250	1 552	1 963	16 223	512
1962	19 397	1 584	1 549	15 832	432
1963	20 256	1 698	1 518	16 537	503
1964	24 344	2 081	2 144	19 592	527
1965	24 461	2 039	1 722	20 140	560
1966	22 286	1 725	1 172	18 893	496
1967	23 096	1 918	948	19 597	633
1968 prel.	28 775	2 377	1 110	24 450	838

Tabell 2. Ståltillverkningen i Västtyskland och England procentuellt fördelad på processer.

År	Thomas	Martin	Elektro	Syrgas- blåst
<i>Västtyskland</i>				
1950-54	46,2	49,8	3,0	
1955-59	45,9	47,8	5,3	0,7
1960-64	39,7	45,8	7,5	6,8
1965	29,4	42,9	8,5	19,1
1966	27,7	39,0	8,7	24,5
1967	23,0	37,0	8,5	31,5
<i>England</i>				
1950-54	5,1	87,2	5,1	
1955-59	5,2	87,1	5,9	0,7
1960-64	6,8	78,9	8,5	4,6
1965	2,1	63,7	12,7	20,2
1966	0,1	59,1	13,7	26,1
1967	0,0	57,1	14,3	27,6

Förändrade stålframställningsmetoder

Ståltillverkning i Europa följde under årtionden ett tämligen oförändrat mönster med en ståltillverkning baserad på thomas- och martinmetoderna, som från 1930-talet i ökad omfattning kompletterades med elektroståltillverkning. För tillverkningen av thomasstål och den typ av Martin-stål som tillverkades vid många verk i Storbritannien användes järnmalm med relativt höga fosforhalter, medan övrig ståltillverkning baserades på tackjärn framställt ur lågfosforhaltig järnmalm. Denna hämtades dels från inhemska malmtillgångar, dels från relativt näraliggande exportgruvor, då främst i Skandinavien, Spanien och Nordafrika. Som komplement till tackjärnet utnyttjades varierande kvantiteter skrot i huvudsakligen Martin- och elektroståltillverkningen.

Under senare hälften av 1950-talet började en genomgripande omställningsperiod för såväl Europas som övriga världens ståltillverkning. Detta gällde såväl tillämpade metoder som utnyttjade råvaror.

På metodsidan tillkom användningen av syrgas i en rad på olika håll utexperimenterade konverterprocesser. Den variant som hittills vunnit störst utbredning är den s. k. LD-metoden. Fördelen med denna konverterprocess är framför allt, att investerings-

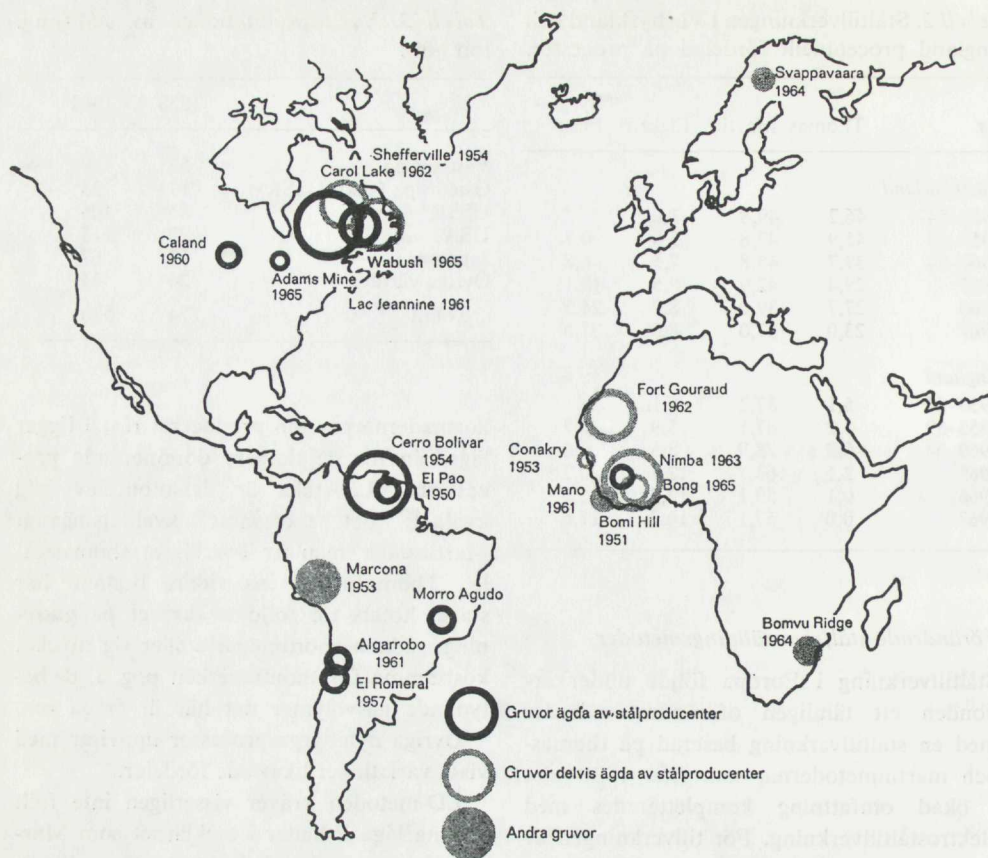
Tabell 3. Världsproduktionen av stål (milj. ton göt).

	1958	1968
Västeuropa	87	149
Östeuropa (exkl. USSR)	17	35
USSR	55	106
USA	79	118
Japan	12	67
Övriga världen	24	55
Totalt	274	530

kostnaderna per ton producerat råstål ligger lägre än för de tidigare dominerande processerna. LD-stålet är dessutom av hög kvalitet; det motsvarar kvalitetsmässigt Martinstålet men är överlägset thomasstålet. Thomasprocessens vidare bestånd har starkt hotats till följd av kravet på gasrening; sådana anordningar ställer sig mycket kostsamma för thomasverken p. g. a. de betydande gasvolymerna det här är fråga om.

Övriga nya syrgasprocesser uppvisar med vissa variationer likartade fördelar.

LD-metoden kräver visserligen inte fullt samma låga P-halter i tackjärnet som Martinstålet men måste betraktas som en låg-P-process. Kapacitetsökningen på LD-sidan har därmed skapat ett ökat behov av lågfosforhaltig järnmalm. Samtidigt har produktionen av thomasstål — den mest typiska processen för framställning av stål ur fosforhaltigt tackjärn — gått tillbaka inte endast relativt utan även i absoluta tal. Behovet av fosforhaltiga järnmalmer har emellertid därmed inte bortfallit, eftersom en variant till LD-processen, den s. k. LDAC-processen, som bygger på fosforhaltigt tackjärn, kommit att tillämpas på många håll i Europa; efterfrågesituationen har dock så till vida modererats för de fosforhaltiga malmerna som dessa LDAC-anläggningar även har möjlighet att utnyttjas för fosforlåga råvaror, vilket icke var fallet beträffande thomasprocessen. Fosformalmerna har därmed numera kommit att stå i ett mer direkt utbytbarsförhållande — dvs. konkurrensförhållande — till fosforlåga malmer.



Karta 1. Nya gruvor sedan 1950 med leveranskapacitet större än en miljon ton.

Ökad järnmalmkonsumtion på världsmarknaden

Under den senaste tioårsperioden har Europas götstålproduktion (exkl. Sovjet) ökat med ca 80 milj. ton och världens råstålproduktion totalt med mer än 250 milj. ton enligt tabell 3.

Världens konsumtion av järnmalm har under samma tidsperiod ökat med drygt 200 milj. ton till ca 630 milj. ton. Denna konsumtionsökning har möjliggjorts dels genom ökad produktion i redan tidigare arbetande gruvor, dels — och framför allt — genom utbud från nya gruvor, som tagits i bruk under 1950- och 1960-talen (karta 1).

Den knapphet på järnmalm, som rådde under mitten av 1950-talet, förbyttes småningom i ett överutbud. Denna företeelse

belyses klarast av prisutvecklingen på järnmalm (diagram 10), där ett högsta prisläge nåddes i slutet av 1950-talet (1958), varefter priscurvan successivt sjunkit.

Överutbudssituationen följdes av prispress och gav köparna möjligheter att ställa allt högre krav på god kemisk analys och god mekanisk beskaffenhet hos de utnyttjade malmerna. Många gruvor kunde inte längre klara dessa pris- och/eller kvalitetskrav. Detta gällde inte endast äldre exportgruvor utan även ett stort antal gruvor i de stålproducerande länderna, däribland också verksägda gruvor. Vidstående diagram visar sålunda produktionsutvecklingen för järnmalm i Västtyskland, Frankrike och Storbritannien.

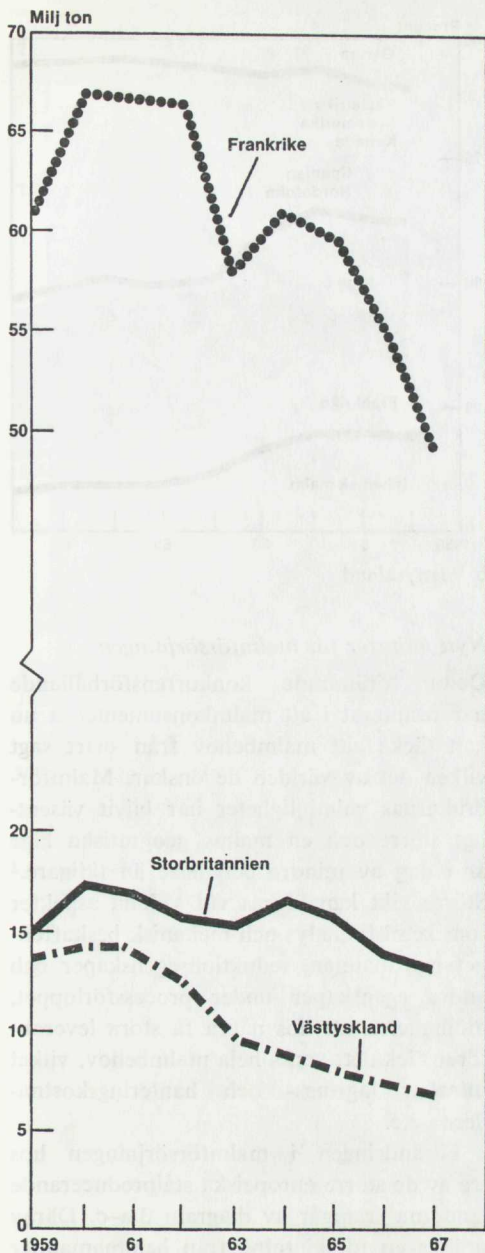


Diagram 2. Järnmalmproduktionen i Västtyskland, Frankrike och Storbritannien.

Sänkta sjöfrakter

Leveranser till konkurrenskraftiga priser från i förhållande till konsumtionsområdena mer avlägset liggande järnmalmleverantörer har blivit möjliga inte minst till följd av den tekniska utvecklingen på sjötransport-

Tabell 4. Ungefärliga frakter för malm till Rotterdam (dollar per ton).

Utskeppningshamn	1959	1964	Början 1969
Narvik, Norge	1,85	1,40	1,00
Oxelösund, Sverige	1,65	1,35	1,00
Hargshamn, Sverige	2,75	2,15	1,60
Seven Islands, Canada	2,25	2,40	1,70
Monrovia/Buchanan, Liberia	3,80	3,10	2,00
Vitória/Tubarão, Brasilien	5,20	4,60	2,25
Dampier, Australien	—	—	~3,50

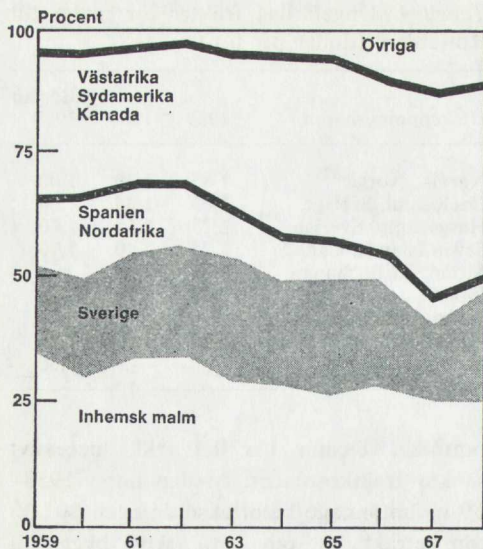
området. Denna har lett till successivt sänkta fraktkostnader. Medan ännu 1958–59 malmtonnage i storleksordningen 30 000 ton betraktades som stora fartyg byggs nu världen över malmfartyg i storleksordningen 70 000–100 000 ton. Även tonnage i större klasser hör inte längre till sällsyntheterna. Så t. ex. förfogar Grängesbergbolaget sedan mars 1969 över två 106 000-tonnare, och malmleveranser till Japan från latinamerikanska gruvor sker redan nu i viss utsträckning på 127 000-tonnare.

Denna revolution på transportteknikens område har resulterat i mycket lägre frakter än för tio år sedan. Tabell 4 visar några representativa exempel på denna fraktutveckling med Rotterdam som mottagarhamn.

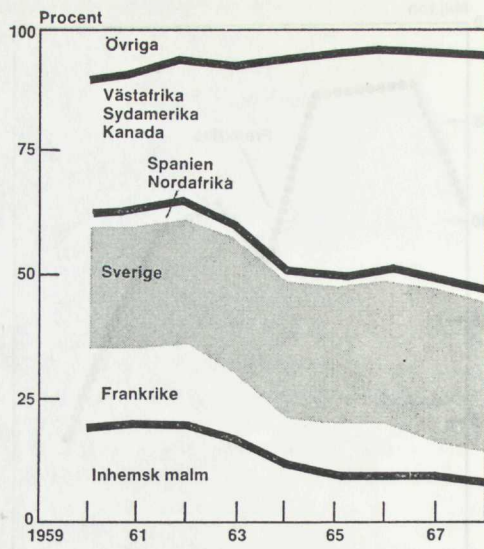
Tabell 5. Malmfrakter per ton och 100 sjömil till Rotterdam.

Utskeppningshamn	Sjömil	Frakt/ton malm ^a \$	Frakt per ton och 100 sjömil ø
Narvik, Norge	1 150	1,00	8,7
Oxelösund, Sverige	755	1,00	13,2
	(Kiel)		
Hargshamn, Sverige	900	1,60	17,8
Seven Islands, Canada	2 900	1,70	5,9
Buchanan, Liberia	3 380	2,00	5,9
Tubarão, Brasilien	5 050	2,25	4,5
Dampier, Australien	11 400	3,50	2,9
Port Etienne, Mauret.	2 300	1,50	6,5

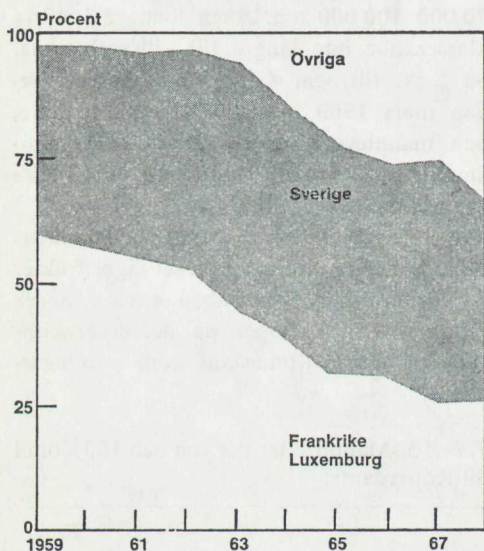
^a Vid början av 1969.



a Storbritannien



b Västtyskland



c Belgien

Diagram 3 a-c. Järnmalmsförsörjning. Procentuell fördelning på ursprungsländer beräknad på järninnehållet i levererad malm.

Frakttuppgifterna för 1969 visar att kostnaderna för transport av malm inte är proportionella mot transportavståndet.

Dagens stora malmleverantörer förfogar över hamnanläggningar och utrustningsanordningar, som möjliggör lastning av stortonnage. I de fall hamnarna har för låg kapacitet är utbyggnad planerad eller redan igångsatt.

Nytt mönster för malmsförsörjningen

Detta förändrade konkurrensförhållande har resulterat i att malmskonsumenterna nu kan täcka sitt malmbehov från snart sagt vilken del av världen de önskar. Malmsförbrukarnas valmöjligheter har blivit väsentligt större och en malms geografiska läge är i dag av mindre betydelse än tidigare.¹ Större vikt kan läggas vid sådana aspekter som kemisk analys och mekanisk beskaffenhet hos malmen, reduktionssegenskaper och andra egenskaper under processförloppet, möjligheten att hos några få stora leverantörer täcka ett verks hela malmbehov, vilket minskar lagrings- och hanteringskostnaderna etc.

Förändringen i malmsförsörjningen hos tre av de större europeiska stålproducerande länderna framgår av diagram 3 a-c. Därav utläses en förskjutning från hemmalmer mot en ökad andel högjärnhaltiga importmalmer samt en ökad andel transoceana malmer, delvis på bekostnad av mer närliggande malmer. Sålunda har såväl i Storbritannien som i Västtyskland andelen spanska och nordafrikanska malmer sjunkit kraftigt. Även den totala andelen svensk

¹ Av avgörande betydelse är emellertid fyndighetens läge i förhållande till utskepningshamnen.

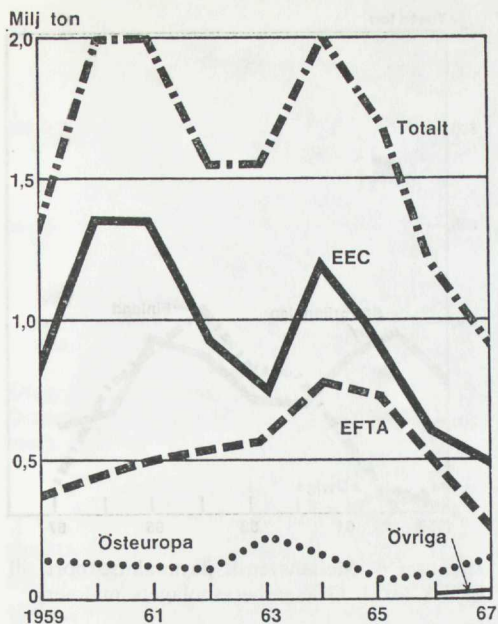


Diagram 4 a. Mellansvenska gruvors export av järnmalm (exkl. Grängesbergbolagets malmer).

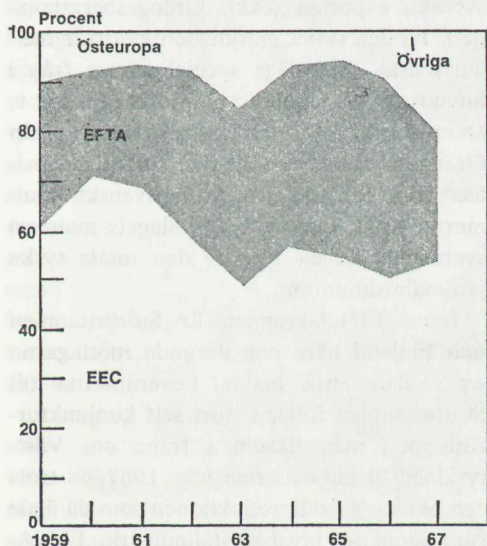


Diagram 4 b. Procentuell fördelning av den mellansvenska järnmalmsexporten (exkl. Grängesbergbolagets malmer).

malm har gått tillbaka i Storbritannien, och andelen fransk malm i den belgiska och västtyska malmförsörjningen har sjunkit starkt under 1960-talet. Diagrammen ger en

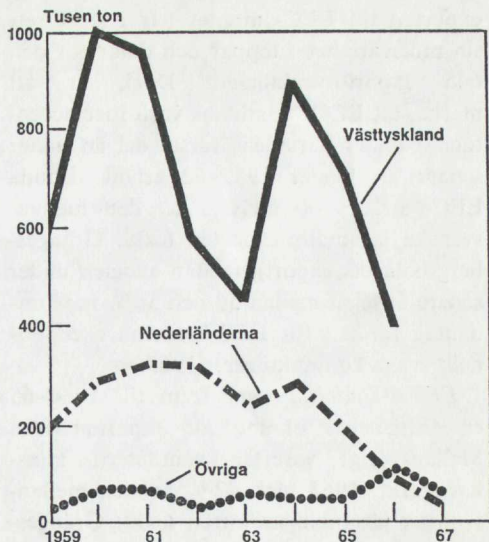


Diagram 5. Mellansvensk järnmalmsexport till EEC (exkl. Grängesbergbolagets malmer).

bild av hur de i de flesta fallen nya, stora malmproducenterna med högjärnhaltiga malmprodukter i Västafrika, Sydamerika och Canada uppnått betydande marknadsandelar i Europa liksom på andra håll i världen.

Det ändrade prismönstret på den europeiska järnmalmemarknaden behandlas närmare i anslutning till prisutvecklingen för den svenska exportmalmen.

2 Den mellansvenska malmexporten

Denna ändrade marknadssituation är bakgrunden till den mellansvenska malmexportens utveckling under senare år.

Avnämrländer

Exporten under åren 1959–1968 från de mellansvenska gruvorna har illustrerats i diagram 1 a och b. Fördelningen på mottagarområden under samma tioårsperiod framgår av diagram 4 a och b. Här har valts att behandla Grängesbergbolaget separat. Diagrammen avser sålunda Mellansverige exkl. Grängesbergbolagets malmer.

EEC-området är den störste köparen av mellansvensk malm och dominerar därmed totalutvecklingen. Toppår och bottenår för

exporten till EEC-området har i stort sett sin motsvarighet i toppar och dalar för den tala exportutvecklingen. Dock är att märka, att EECs dominans varit mer accentuerad under periodens första del än under senare år. Under 1959–62 erhöll sålunda EEC-området 60 à 70 % av den mellansvenska järnmalmsexporten (exkl. Grängesbergsbolagets export), medan andelen under senare år legat mellan 50 och 56 % med undantag för det för EEC-länderna exceptionellt svaga konjunkturåret 1963.

EFTA-länderna visar fram till 1964–65 en fortgående ökning av importen från Mellansverige, varefter kvantiteterna minskat starkt. 1965 gick 42 % av den mellansvenska järnmalmsexporten (exkl. Grängesbergsbolagets malmer) till EFTA-länderna. Denna topp sammanfaller bl. a. med ett utpräglat högkonjunkturår i Storbritannien.

Östeuropa står som mottagare för så gott som all övrig export. Endast smärre kvantiteter har gått till mottagare utanför de här behandlade tre huvudgrupperna — en helt obetydlig export under tidigare år men med en viss ökning under de allra senare åren, då malm för vissa speciella ändamål utanför stålindustrin levererats. Exporten till Östeuropa visar en motsatt bild än den övriga exporten, och utvecklingsförloppet sammanfaller sålunda icke med den totala exportutvecklingen. De högsta kvantiteterna och den högsta procentuella andelen av den mellansvenska exporten (exkl. leveranser från Grängesbergsbolaget) har sålunda nåtts 1963 och under de två tre senaste åren, när exporten till EEC och EFTA sjunkit.

En närmare studie av EEC som mottagar-grupp visar, att Västtyskland och Nederländerna köpt den övervägande delen. Nederländerna har emellertid under de senaste åren så gott som helt upphört att köpa mellansvensk malm i och med att Håksbergs-gruvans kontrakt med de holländska köparna upphörde. Utvecklingen av leveranserna till Västtyskland sammanfaller i stort med den tyska konjunkturutvecklingen inom stålindustrin med boomår 1960 och 1964 och ett markerat svagt år 1963. Den starka produktionsuppgången för stål i

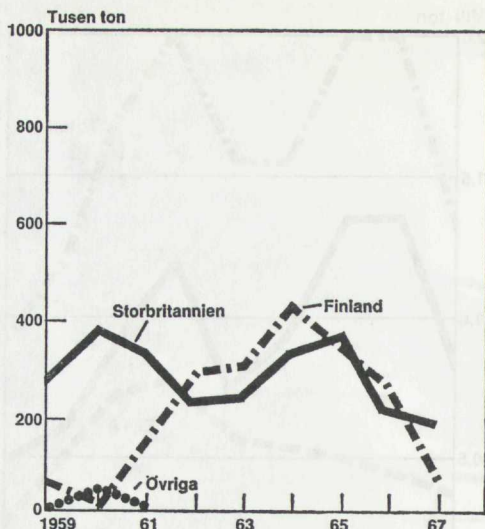


Diagram 6. Mellansvensk järnmalmsexport till EFTA (exkl. Grängesbergsbolagets malmer).

Västtyskland 1968 har dock inte följts av en motsvarande uppgång av den mellansvenska exporten (exkl. Grängesbergsbolagets). På den tyska marknaden kvarstår mellansvenska fosforlåga specialmalmer från i huvudsak två malmleverantörer (Stripa + Dannemora) förutom fosformalm från Grängesbergs exportfält och fosforlåga pellets från Stråssa. De mellansvenska malmerna (exkl. Grängesbergsbolagets malmer) svarar nu för ca 1 % av den totala tyska järnmalmsimporten.

Inom EFTA-gruppen är Storbritannien och Finland nära nog de enda mottagarna av mellansvensk malm. Leveranserna till Storbritannien följer i stort sett konjunktur-förloppet, men liksom i fråga om Västtyskland ökade exporten icke 1967/68 trots den ökning av stålproduktionen som då ägde rum inom den brittiska stålindustrin. EFTA-leveranserna nådde de högsta kvantiteterna 1964/65, när dels den brittiska stålindustrin hade sina hittills bästa produktionsår, dels sligleveranserna till Finland nådde sin hittills största omfattning. Dessa leveranser får ses i samband med de svenska intressena i tackjärnsverket i Koverhar i södra Finland. Även Finland har dock under senare år dragit fördel av världsmarknads

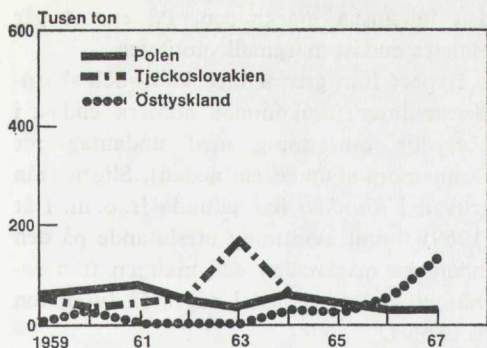


Diagram 7. Mellansvensk järnmalmsexport till Östeuropa (exkl. Grängesbergssbolagets malmer).

sänkta frakter och låga malmpriser och utnyttjat mer avlägset liggande malmlieferanter.

Som tidigare nämnts har exporten till Östeuropa haft ett annat utvecklingsförlopp än totalexporten, dock utan att någon egentlig trend kan spåras. Inte heller har en enhetlig fördelning mellan mottagarländerna uppvisats. Sålunda har Tjeckoslovakien, som under periodens första del var en betydande köpare, nu helt upphört att utnyttja mellansvensk malm av lågfosfortyp. Däremot har den östtyska stålindustrin under periodens senare del uppträtt som köpare av främst manganhaltig malm. Leveranserna till Polen har under de senaste åren bestått uteslutande av sinter förutom leveranser av fosformalm från Grängesbergs exportfält (se nedan).

I ovanstående beskrivning av exportfördelningen har den mellansvenska exporten behandlats exklusivt Grängesbergssbolagets malmer. Förfaringssättet kan motiveras med att nämnda bolag intar en särställning bland de mellansvenska malmexportörerna, dels p. g. a. sin storlek, dels och främst p. g. a. att den alldeles övervägande delen av bolagets exportmalm består av malm med sådan fosforhalt att den rubriceras som fosforhaltig malm.

Grängesbergssbolagets järnmalmsexport fördelad på mottagarländer visas i diagram 8.

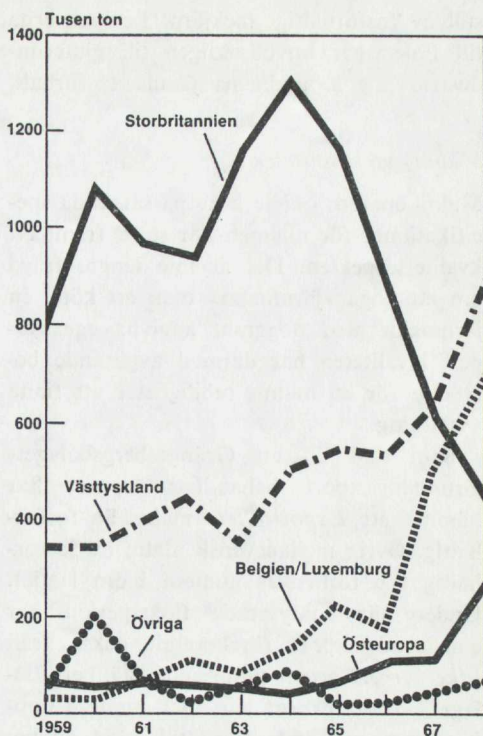


Diagram 8. Grängesbergssbolagets järnmalmsexport 1959-68.

Anmärkningsvärd är här förskjutningen från den brittiska marknaden mot EEC-områdets två stora fosformalkskunder, Belgien och Västtyskland. Fram till 1966/67 var Storbritannien den största avnämaren, men 1968 uppvisar leveranserna till såväl Västtyskland som Belgien högre kvantiteter. Denna tendens kvarstår även för 1969.

Västtyskland är därmed den största marknaden för Grängesbergssbolagets malm liksom för övriga mellansvenska malmer och för den lappländska malmen. Sortimentet är huvudsakligen sammansatt av fosforhaltiga kvaliteter, men också den helt övervägande delen av de lågfosforhaltiga pellets, som säljs på export från Grängesbergssbolagets gruva i Stråssa, avsätts i Västtyskland (Saar). Grängesbergssbolagets leveranser till Belgien består helt av fosformalm.

På den östeuropeiska marknaden har Grängesmalmen hittills haft en förankring vid det tjeckiska verk, som ännu tillverkar

stål av fosforhaltigt tackjärn. Leveranserna till Polen går huvudsakligen till gjuteriindustrin p. g. a. malmens jämna fosforhalt.

Malmtyper/kvaliteter

Malmköparens ökade krav på särskilda specifikationer för malmen har starkt framhävt kvalitetsaspekten. Det är inte längre fråga om att köpa »järnmalm» utan att köpa en järnmalm med noggrant angivna egenskaper. Kvaliteten har därmed avgörande betydelse för en malms möjligheter att finna avsättning.

Som skäl till att Grängesbergsbolagets järnmalmsexport behandlats separat har nämnts att *Exportfältets* malm är fosforhaltig. Övrig mellansvensk malm av fosforhaltig typ förbrukas numera inom landet. Under här analyserade tioårsperiod har emellertid export förekommit också från *Idkerbergets gruva* tillhörande Stållbergsbolaget. Denna export har dock numera upphört men var ända fram till 1964 av betydande omfattning (350 000 ton/år 1964).

Grängesbergsbolaget säljer på export från Exportfältet såväl styckemalm som avsiktad mull i en ungefärlig proportion 75:25 (1968). Köparens val mellan styckemalm och fines är beroende av hans tekniska utrustning för krossning, siktning och sintring av malmen.

Stripa-malmen, tillhörig Stållbergsbolaget, är en lågfosforhaltig kvartsjärnmalm med efter nuvarande begrepp låg järnhalt i styckemalmen, men den röner uppskattning som specialmalm bl. a. p. g. a. sin extremt höga silicahalt. Nuvarande avsättning på exportmarknaden utgörs till ca 3/4 av styckemalm och 1/4 av slig med en järnhalt i klass med övriga internationella sliger. Gruvans hela produktion exporteras.

Andra kvartsjärnmalmer som exporteras är *Forsbo-fines* med högt järninnehåll och mycket låg fosforhalt, och *Bäckegruvans* produkter (Riddarhyttan-Uddeholm). Av slig från sistnämnda gruva tillverkas en sinter (anläggning av Kantorp-typ) som t. o. m. 1968 fann avsättning i bl. a. Östeuropa (Polen). Forsbo-fines avsätts huvudsakligen på

den inhemska marknaden. På export går numera endast marginalkvantiteter.

Export från gruvor med kalk- och skarnjärnsmalmer förekommer numera endast i obetydlig omfattning med undantag för Dannemora-malmen (se nedan). Sligen från gruvan i *Ramhäll* har sålunda fr. o. m. i år (1969) funnit avsättning uteslutande på den inhemska marknaden och malmen från *Intrånget* avsätts endast i några få tusen ton på export.

Av den manganförande malmen intar *Dannemora-malmen* en helt dominerande ställning i det svenska exportsortimentet. I Storbritannien och på den europeiska kontinenten avsätts styckemalmer, medan exporten till Koverhar, Finland, utgörs av slig.

Av övriga manganhaltiga järnmalmer exporteras numera från *Stållberg* endast relativt obetydliga kvantiteter, medan exporten från *Bastkärn* upphört.

Exporten av mellansvensk malm (exkl. Grängesbergsbolagets malmer) utgörs till ca 70 % av styckemalmer. Andelen mull och koncentrat täcker resterande del med undantag för några få procent sinter/briketter. Diagram 9 a–b visar att nuläget i stort sammanfaller med situationsbilden i början av den analyserade perioden. Under mellanperioden har sligleveranserna visat en stark uppgång med kulmen 1964 och därefter en i stort sett lika stark nedgång. Maximiläget sammanfaller med högkonjunkturen inom den europeiska stålindustrin 1964/65, vilket emellertid endast är en bidragande orsak till kvantitetstoppen. Huvudanledningen är dels det då ännu gällande kontraktet rörande Håksberg-slig till Nederländerna, dels sligleveranserna till Koverhar från några av de mellansvenska gruvorna. Av nuvarande sligexport går fortfarande ca hälften till Finland. Beträffande sinter och briketter har under senare år endast Riddarhytte-sinter levererats, medan tidigare produkter av bl. a. kisbränder (Oskarshamn, Reymersholm etc.) upphörde under början av 1960-talet.

Att den europeiska marknaden, med undantag för Finland, till övervägande del står som mottagare för s. k. styckemalmer

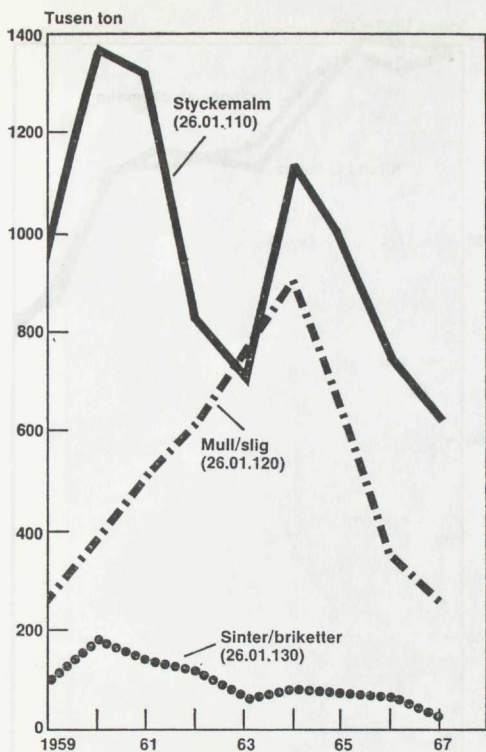


Diagram 9 a. Mellansvensk järnmalmsexport uppdelad efter mekanisk beskaffenhet (exkl. Grängesbergslagens malm), 1 000 ton.

(26.01.110) sammanhänger med de goda möjligheterna att avsätta sliger på den svenska hemmamarknaden. I den svenska tackjärnsframställningen används nämligen så gott som enbart sintrad slig; styckemalm används endast i undantagsfall.

På exportmarknaden har som tidigare nämnts under 1960-talet rått en överutbudssituation som varit mest accentuerad beträffande fosforfåga muller och slig. Stora transoceaniska leverantörer har här utövat en stor prispress. Köparnas möjligheter att använda avsiktad mull/koncentrat har givetvis varit helt beroende av verkens tillgång till sintringskapacitet. Spegelbilden till detta är att vissa förbrukare efterfrågat styckigt material, eftersom de saknat eller icke haft tillräckliga sintringsmöjligheter. I en marknad som totalt uppvisat ett överutbud av järnmalm har sålunda tidvis viss knapphet förelegat på gott styckigt material. Detta

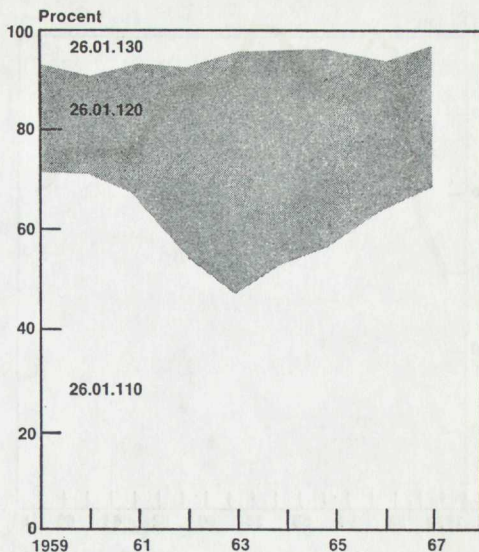


Diagram 9 b. Mellansvensk järnmalmsexport efter mekanisk beskaffenhet (exkl. Grängesbergslagens malm), procentuell fördelning.

kan också utläsas av prisutvecklingen. Ett utpräglat styckigt material är pellets (kulsinter) som saluförts på exportmarknaden i smärre kvantiteter från mitten av 1950-talet och under senare år i mer betydande omfattning. Den tidvisa knappheten på styckigt material och produktens i övrigt höga kvalitet motiverade ett högt pris. Nu har emellertid utbudet successivt ökat och därmed har även efterfrågan på pellets delvis mättats, vilket resulterat i en klar prissänkningstendens. För Mellansveriges del säljs exportpellets endast från Grängesbergslagens anläggningar i Stråssa. Dessa pellets är av mycket ren kvalitet och används därför för vissa specialändamål. Största avnämaren på exportmarknaden är Saar.

Prisutvecklingen

Prisutvecklingen på världsmarknaden för järnmalm är svår att följa. Under senare år har järnmalmsmarknaden blivit alltmer sofistikerad och olikheter i kemisk analys och mekanisk beskaffenhet hos olika malmprodukter har kommit att inverka på priset på ett långt mer nyanserat sätt än tidigare.

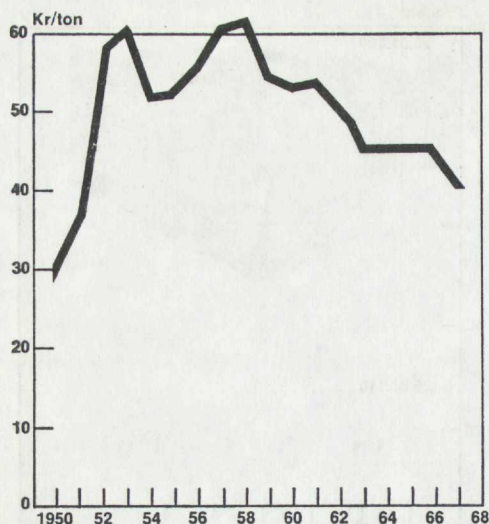


Diagram 10. Exportpris på svensk järnmalm.

Eftersom marknaden under den här analyserade tioårsperioden 1959–68 utvecklats till en klar överutbudssituation har denna marknadsförändring på sina håll framtvingat långtgående kvalitetsförbättringar. Det är därför svårt att finna lämpliga prisserier som kan ligga till grund för en mer detaljerad analys, och detta så mycket mer som några officiella index eller priser inte publiceras inom branschen.

En priskurva (diagram 10) för den totala svenska järnmalmsexporten (fritt gränsen) ger dock en viss bild av det allmänna utvecklingsförloppet med världsmarknadpriserna i ett högsta läge 1957–58 och därefter en successiv sänkning dock med markerade språng vissa år. Priskurvan är emellertid i sina detaljer icke fullt rättvisande, så till vida som den ej tar hänsyn till kvalitetsförändringarna och ej heller till exportsortimentets ändrade kvalitetssammansättning, t. ex. den större andelen pellets.

Diagram 11 a visar utvecklingskurvan för Kiruna D-malm och Grängesberg-styckemalm under tiden 1959–68, med genomsnittspriset fob 1958/59 som bas. Dessa båda malmer är de två mest representativa fosformalmerna på marknaden.

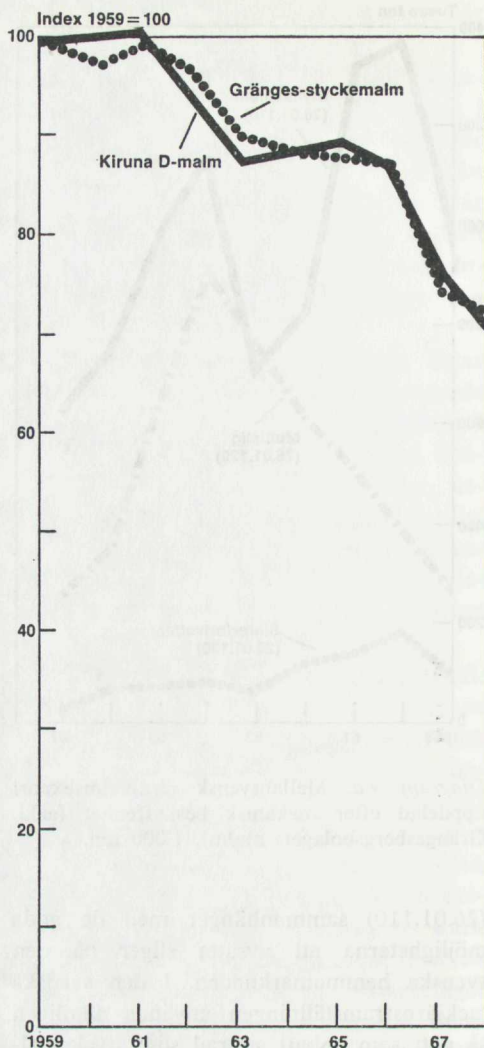


Diagram 11 a. Prisutvecklingen för Grängesberg-styckemalm och Kiruna D-malm (fob).

Diagram 11 b visar prisutvecklingen för lågfosforhaltiga s. k. run-of-minemalmer. Indexserien är baserad på fob-priserna, och valet av de i beräkningen ingående malmer har skett med hänsyn till önskan att få hela tidsperioden representerad av samma malmer utan större kvalitetsförskjutningar. De valda malmer kan emellertid anses som representativa för marknaden.

I diagram 11 c visas fines/koncentrat-

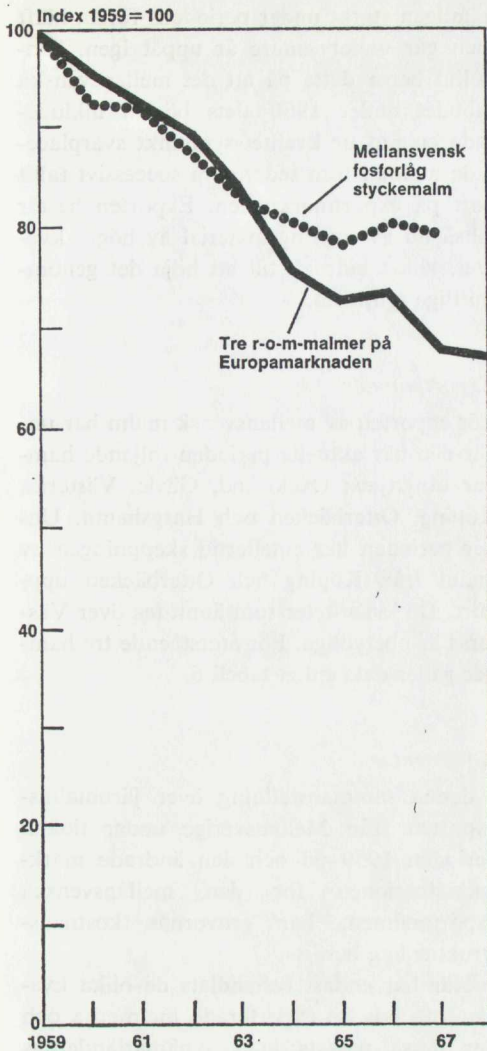


Diagram 11 b. Prisutvecklingen för mellansvensk fosforläg styckemalm jämfört med sammanvägda priset på tre r-o-m-malmer på europamarknaden (fob).

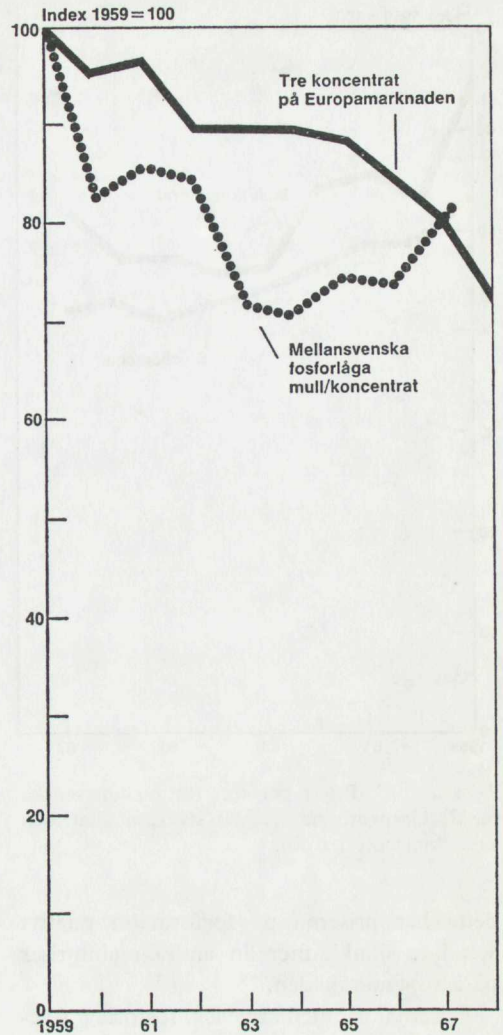


Diagram 11 c. Prisutvecklingen för mellansvenska fosforläga muller och koncentrat jämfört med sammanvägda priset på tre koncentrat på europamarknaden (fob).

prisernas utveckling i en likaledes av tre kvaliteter sammansatt indexserie.

I de båda sistnämnda diagrammen har även inlagts prisutvecklingen för mellansvensk malm (exkl. Grängesbergsbolagets malm) så som de redovisas i SOS: Handel under de statistiska numren 26.01.110 och 26.01.120. Dessa genomsnittspriser anges också i faktiska tal i separat diagram (12).

Prisutvecklingen för mellansvensk fosfor-

malm (diagram 11 a), här representerad av Grängesbergs styckemalm, har mycket nära följt priskurvan för världsmarknadens ledande fosformalm Kiruna-D-malm. På grund av processförändringarna inom stål-tillverkningen har fosformalmerna under den här analyserade perioden måst anpassas till den övriga malmmarknaden mera direkt än tidigare. Sålunda sänktes fosformalmernas priser hösten 1966 med ca 12%. Trots

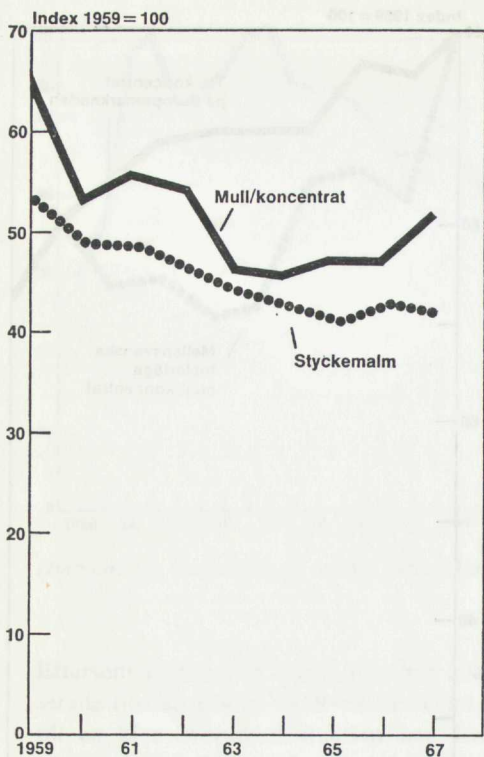


Diagram 12. Priset per ton för mellansvenska (exkl. Grängesbergbolaget) styckemalmer och mull/koncentrat (fob).

detta har priserna på fosformalm relativt sett inte sjunkit mer än andra malmpriser på europamarknaden.

Priserna på mellansvensk fosforlägg styckemalm (diagram 11 b) har sänkts förhållandevis mindre än priserna på världsmarknadens ledande fosforlägga malmkvaliteter. Detta torde främst bero på att den mellansvenska malmen är utpräglat styckig, något som köparna satt värde på, eftersom de i många fall haft begränsad sikt- och sintningskapacitet.

Världsmarknaden för järnmalm har starkt präglats av det stora utbudet av fines under hela 1960-talet. Detta har lett till en allmänt fallande pristendens för sintringsmaterial (diagram 12). Denna tendens sammanfaller i stort med malmprisutvecklingen i dess helhet. Priset för mellansvenska fosforlägga fines har däremot utvecklats på annat sätt. Den mellansvenska priskurvan faller

nämigen starkt under periodens första hälft men går under senare år uppåt igen. Sannolikt beror detta på att det mellansvenska utbudet under 1960-talets början inkluderade en rad ur kvalitetssynpunkt svårplacerade malmer som sedermera successivt fallit bort på exportmarknaden. Exporten består alltså nu av sintringsmaterial av högre kvalitet, vilket bidragit till att höja det genomsnittliga tonpriset.

Exporthamnar

För exporten av mellansvensk malm har under den här aktuella perioden följande hamnar utnyttjats: Oxelösund, Gävle, Västerås, Köping, Otterbäcken och Hargshamn. Under perioden har emellertid skeppningen av malm från Köping och Otterbäcken upphört. De kvantiteter som ännu tas över Västerås är obetydliga. För återstående tre hamnar gäller data enligt tabell 6.

Kommentar

I denna sammanställning över järnmalmsexporten från Mellansverige under tioårsperioden 1959–68 och den ändrade marknadssituationen för den mellansvenska exportmalmen, har gruvornas kostnadsstruktur inte berörts.

Här har endast behandlats de olika kvaliteterna hos de exporterade malmerna och hur dessa passats in i avnämrländernas malmförsörjningsmönster.

Detta försörjningsmönster är i dag ett annat än för tio år sedan till följd av ändrade ståltillverkningsprocesser och ökad tillgång på malm av hög kvalitet genom nytillkommet stort malmutbud från gruvor i Canada, Latinamerika, Västafrika och även från mer fjärran belägna gruvor, exempelvis i Australien och Indien.

Vidare har belysts hur malmpriserna av liknande skäl — processförändringar, riktigt utbud och låga sjöfrakter — starkt presats under den analyserade tioårsperioden. Här har också antytts behovet av stora exporthamnar för dagens och i synnerhet morgondagens stora malmtonnage.

Tabell 6. Mellansvenska exporthamnar för järnmalm.

Namn	Gruvor	Djupgående tonnage	Teoretisk lastningskapacitet	Lagerkapacitet	1968 års skeppning	Skeppnings-säsong
Oxelösund	Grängesbergsbolaget Ställberg Stripa Norberg ^a Kantor ^a Idkerberget ^a	13,2 m segelled 13,7 m kajdjup 60 000	4 000 t/h	800 000 ton	3,0 mt	året runt
Hargshamn	Dannemora Ramhäll	8,7 m segelled 11,0 m kajdjup 15-20 000	1 000 t/h	150 000 ton	0,4 mt	året runt
Gävle		9,1 m 18 000	500 t/h	100 000 ton	>0,1 mt ^b	11 mån/år

^a Ej längre någon export. ^b Inkl. sulfidmalmer.

Kommentarer: Oxelösund: Generellt lastning med 2 skift. Under trafiktoppar 3 skift.

Hargshamn: Åtar sig viss lagring åt kunderna. Kort avropstid pga. relativ närhet till konsumenterna.

Förändringarna av balansen mellan efterfrågan på och utbudet av järnmalm och den därmed följande prisutvecklingen på exportmarknaden för järnmalm ger i sig en förklaring till de svårigheter som den mellansvenska malmen haft att hävda sig i de fall där exportminskningen inte sammanhänger med att malmen tagits i anspråk inom den svenska järn- och stålindustrin.

3 Den mellansvenska järnmalmens framtid på exportmarknaden

Den svenska järn- och stålindustrins behov av järnmalm kan väntas komma att öka under de närmaste åren. Import av järnmalm från transoceanaländer till Sverige torde komma i fråga endast för rena kustverk och kan för närvarande icke beräknas få någon större omfattning; det kommer närmast att röra sig om enstaka laster. Där emot kan vissa kvantiteter lapplandsmalm komma att levereras via Luleå till mellansvenska kustverk.

Den övervägande delen av det växande järnmalmensbehovet i Mellansverige kommer att täckas med malm från mellansvenska gruvor. Det är därför rimligt att anta att den malmkvantitet som står till förfogande för export från dessa gruvor kommer att minska i framtiden.

Oavsett hur stor den för export från Mellansverige tillgängliga järnmalmskvantiteten kommer att bli, måste det anses riktigt att här söka ge en bild av hur den framtida malmexportmarknaden i stort kommer att te sig.

Olika internationella organisationer och prognosinstitut har sökt bedöma det framtida malmbehovet och det malmutbud som kan tänkas komma att stå till förfogande för världens stålindustri. Hittills har sådana undersökningar entydigt visat, att mer än tillräckliga mängder malm kommer att utbjudas under den tidsperiod prognoserna omfattar, oftast tiden fram till 1975. Storleken av det beräknade överutbudet varierar dock hos olika bedömare. Vissa prognoser gör sålunda gällande att det kan uppstå en knapphet på speciella malmkvaliteter, även om Fe-utbudet i sin helhet kommer att vara tillräckligt stort. Under senaste tid har också ifrågasatts om inte världsmarknadens låga malmpriser hämmat prospektering och nyetablering samt möjligen i viss utsträckning även tilläggsinvesteringar i redan producerande gruvor, och detta i sådan omfattning att en viss åtstramning av malmmarknaden skulle kunna inträda i samband med ett eller annat högkonjunkturår under 1970-talets första hälft.

Det kan inte råda något tvivel om att världens stålproduktion och därmed även behovet av järnmalm kommer att fortsätta att öka under överskådlig tid dels som följd av ökande ekonomiska resurser inom världssamhället, dels på grund av befolkningsökningen.

Allmänt gäller att malmmarknaden under 1950- och 1960-talen tenderat att bli en världsmarknad till följd av den mycket snabba utvecklingen på sjötransportsidan, som minskat kostnadsskillnaderna mellan att skeppa järnmalm från långt avlägset belägna hamnar resp. från näraliggande utskeppningshamnar. Ur malmmarknadssynpunkt har det dock alltjämt stor betydelse i vilka regioner denna stålproduktionsökning kommer att ske.

Den väntade produktionsökningen i Japan och övriga Fjärran Östern lockar fram ett nyutbud främst inom Stilla Havsområdet och kring Indiska Oceanen. En trolig ökning av u-ländernas stålproduktion kommer till stor del att baseras på inhemska råvaror, som annars inte skulle komma att tillvaratas under överskådlig tid. En ökning inom Sovjetunionens asiatiska delar påverkar i mindre grad det europeiska malmförsörjningsmönstret än om ökningen sker i den europeiska delen. För den svenska järnmalmsexportens vidkommande är det av viss betydelse om den fortsatta tillväxttakten av stålproduktionen skulle bli starkare i Europa än i USA, även om malmkällorna för dessa områden numera är nära nog desamma.

Även om ökningstakten kan komma att variera mellan ovan nämnda regioner, kan också den europeiska stålproduktionen beräknas öka om ock med varierande takt i rytm med kommande konjunkturväxlingar.

Med hänsyn till nu aktuella tendenser på malmmarknaden och till de attityder som malmkonsumenterna i Europa visat under senare år synes följande starkt förenklade bild av malmmarknaden kunna tecknas för exempelvis kommande tioårsperiod.

De västeuropeiska stålverken kommer att i ökad omfattning söka basera sin malmförsörjning på malm från stora leverantörer och därmed minska det antal malm-

kvaliteter som måste hanteras och lagras. Kravet på homogen beskickning och därmed små analys- och andra kvalitetsvariationer kommer att skärpas i samma takt som järn- och stålindustrin övergår till automatisk databehandling vid masugnsdriften. Malmköparna kommer att sträva efter att minska fraktkostnaderna genom att öka tonnagestorleken och genom att effektivisera lossningen av malmen. Malmproducenterna blir tvungna att i ökad grad ta hänsyn till dessa tendenser.

Samma utvecklingstrend kommer att gälla även för Östeuropa, vars geografiska läge och ekonomiska struktur dock ger upphov till en något annorlunda problematik.

Endast få mellansvenska malmer kan exporteras i sådana kvantiteter att de volymmässigt passar in på den ovan tecknade, framtida västeuropeiska marknaden. Detta gäller även om råmalm från gruvor, som ligger nära varandra, centralt skulle kunna upparbetas till en enhetlig produkt. Bedömningen av de mellansvenska malmernas möjligheter på exportmarknaden måste därför ske från andra utgångspunkter än ovan angivits; man bör dock vara medveten om att tendensen att använda allt större fartyg leder till att lossningshamnarna får en sådan utrustning att de föga lämpar sig för småtonnage; varje köparverk måste därför ha särskilda skäl för att vara berett att hantera malmer som levereras endast i små kvantiteter. Sådana skäl kommer främst att kunna hävdas beträffande järnmalmer med speciella kvalitetsegenskaper.

Mellansvensk malm av fosforhaltig kvalitet med även i övrigt goda egenskaper kan väntas finna viss avsättning på den europeiska kontinenten som komplement till, men också i konkurrens med, minettmalmerna och de fosforhaltiga lapplandsmalmerna.

Mellansvensk malm av lågfosforkvalitet möter på exportmarknaden konkurrens från ett stort utbud av likartade malmer. Trots detta bör den kunna hävda sin plats men i så fall endast i den mån den kan uppvisa någon särskilt eftertraktad metallurgisk egenskap som uppväger nackdelen av att

den utbjuds i små kvantiteter. Det är sålunda troligt att lämpligt krossad, rensiktad styckemalm med goda metallurgiska egenskaper kommer att förbli efterfrågad, främst hos malmförbrukare som helt saknar eller har begränsad krossnings-, siktning- och sintringskapacitet. Antalet sådana verk kan dock väntas komma att minska.

Om sådana lågfosformalmer dessutom uppvisar låga halter av föroreningar och/eller om de har kemiska komponenter som gör malmen särskilt lämpad för vissa speciella järn- och stålqualiteter, innebär detta bättre konkurrensförmåga. Närheten till konsumenterna kan dessutom innebära en viss fördel ur servicesynpunkt, och vissa nackdelar bl. a. i lagerhänseende kan möjligen elimineras genom att leverantören övertar lagerhållningen företrädesvis vid isfri hamn och garanterar prompta eller kontinuerliga leveranser.

Geografiskt sett har den mellansvenska järnmalmen en prioriterad ställning inom östersjöområdet. Detta accentueras av att lossningshamnarna inom detta område ännu inte är utbyggda för stortonnage. Trots detta förekommer emellertid redan idag en avsevärd järnmalmsexport från transoceaniska gruvor till östersjöländerna och detta inte bara till länder med bilaterala handelssystem utan även till Finland.

Östersjöländernas naturliga järnmalmle-

verantörer måste dock vara de mellansvenska och de norrbottniska gruvorna. Den svenska malmens möjligheter att stärka sin ställning i Östeuropa beror dock helt på hur den handelspolitiska utvecklingen blir; det är icke möjligt att nu förutsäga när en ev. ändring av de nuvarande handelsbegränsningarna kan väntas inträda.

Sammanfattningsvis kan sägas att det sannolikt i framtiden kommer att finnas utrymme i den västeuropeiska malmförsörjningen för vissa mellansvenska kvalitetsmalmer. De gruvor som har exporthamnar vid Östersjön är dessutom givetvis de geografiskt sett mest naturliga leverantörerna till östersjöländerna.

Endast relativt få mellansvenska malmer passar dock in i detta mönster och därför kommer såvitt nu kan bedömas, antalet järnmalmsexporterande gruvor i Mellansverige att minska till mindre än halvdussinet. Detta bortfall av exportmöjligheter kan dock väntas bli helt eller delvis kompenserat av en ökad avsättning — kanske till bättre priser — på den inhemska marknaden.

Frågan om hur man på längre sikt skall kunna säkerställa den mellansvenska järn- och stålindustrins malmförsörjning på ett rationellt och kvalitetsmässigt tillfredsställande sätt kommer sannolikt att under de närmaste åren att tilldra sig större intresse än problemen kring exportmöjligheterna för järnmalmen.

Bilaga 3 Prospektering i Mellansverige — bakgrund, förutsättningar och önskemål

Utarbetad av Erland Grip och Sture Werner

1 Inledning

Malmer förekommer inte regellöst fördelade i jordskorpan utan följer var och en efter sin art vissa bergartsserier och tektoniska strukturer. I det svenska urberget är malmerna nästan helt bundna till ytligt bildade bergarter som senare genom nedsänkning till djupare och varmare zoner och under bergskedjeveckning blivit mer eller mindre starkt omvandlade. I Mellansverige ligger stora stråk av sådana vulkaniska och sedimentära bergarter liksom simmande i andra, s. k. djupbergarter, vilka uppstått ur magmor som trängt upp och stelnat i kallare berggrund eller fått sin grova struktur genom omkristallisering av någon ytbergart. Den malmförande serien eller leptitformationen som den kallas i Bergslagen visar en i växlande grad framträdande lagringsstruktur och såväl järnmalmer som sulfidmalmer följer med förkärlek vissa av dessa lager och bildar på många håll långa stråk som kan följas miltals i raka eller vindlande band. Ibland är den geologiska bilden av berggrunden ganska enkel, men ofta kompliceras den av veckningar och förkastningar och kanske dessutom av intruderade djupbergarter.

Rena sedimentbergarter, särskilt skiffer, intar också stora delar av Mellansverige. Den mäktigaste serien av sådana ligger över leptitformationen i lagerföljden. Malmerna når upp till denna sedimentserie eller ett

stycke upp i dess undre delar men inte gärna längre.

Horisonter lämpliga för malmbildningar är sålunda vissa bergartslager eller gränsvytan mellan dem och särskilt när där dessutom finns samlande strukturer såsom dämmande skikt, veckningar av olika slag, över-skärande skiffrigheter och särskilt för sulfidmalmer dessutom lämpligt avstånd från en malmbringande intrusivbergart. Den temperatur som härskat i olika delar av berggrunden vid tiden för malmbildningen är också en faktor av största betydelse, liksom även då rådande tryckförhållanden.

2 Historik

Redan vid tiden för Kristi födelse framställde man järn i Mellansverige ur de där allmänt förekommande sjö- och myrmalmerna, och dessa utgjorde den förnämsta råvaran för järnframställning ända in på 1200-talet då man började använda järnmalm ur fast klyft. Vid sidan av bergmalmerna spelade sjö- och myrmalmerna ändå en viss roll ända in på 1900-talet.

Ädlare malmer började brytas och bearbetas i Mellansverige under 1000-talet. Falu koppargruva var med säkerhet i drift under senare delen av detta sekel och Garpenberg var i drift under 1300-talet men kan vara äldre. Under 1300-talet började man också bryta flera silvergruvor såsom Östra och Västra Silvberg och möjligen

också Lövås. Då rådde ett stort uppsving för bergshanteringen i Mellansverige inte bara i fråga om koppar och silvermalmer utan också i fråga om järnmalmer.

Under 1400-talet och framför allt under Gustav Vasas tid på 1500-talet togs många förekomster upp till brytning t. ex. kopparmalmen Håkansboda och Riddarhyttan och silvermalmen Sala och Ryllshyttan. Gustav Vasa visade ett mycket stort intresse för bergshanteringen och dess utveckling och gav den sitt hela stöd.

Karl IX var liksom fadern livligt intresserad av bergsbruk och framför allt för brytning och smältning av ädlare malmer. Han vidtog också åtgärder för att man skulle finna mer malm och sände för detta ändamål ut särskilda malmletare, först i Bergslagen men sedan också i andra delar av landet. Ett stort antal förekomster hittades under denna tid, varav den viktigaste var Nya Kopparberget eller Ljusnarsberg, som fortfarande är i drift ehuru i blygsam skala.

Genom Gustav II Adolf grundades år 1630 en bergsöverstyrelse som sedermera fick namnet Bergskollegium. Denna institution verkade för mer målmedvetet och bättre organiserat arbete inom bergshanteringen och malmletningen. En fast stab av malmletare anställdes och ställdes under bergmästarnas direkta uppsikt. Dessa malmletare skulle årligen avlämna rapporter till Bergskollegium och deras verksamhet kom även att omfatta andra göromål såsom att undervisa allmogen i gruvlagstiftningens grunder, att för varje år besiktiga och beskriva någon ny begränsad trakt med avseende på berg, vatten och skog och att sända in mineralprov med berättelse över nya fynd till vederbörande bergmästare. Dessa statliga malmletarbefattningar fanns kvar ett par hundra år. De flesta av dem drogs sedan in år 1812, men i Norrbotten fanns sysslan kvar ända till år 1853. Vid sidan av den statligt organiserade malmletningen har naturligtvis under alla tider även förekommit privat malmletning. Det är svårt att få ett riktigt begrepp om dess omfattning under gångna tider, men det är sannolikt att varje gruvföretag i första hand

lät genomleta den närmaste omgivningen kring sina gruvor och sedan kanske också sina mer avlägsna marker.

Den systematiska malmletningen från såväl statligt som privat håll hade till följd att ett stort antal mineralförekomster uppdagades och undersöktes även om i Bergslagen de mera betydande förekomsterna redan var hittade.

Ett antal stora gruvföretag har mer eller mindre kampanjevis utfört malmletning även i större skala, och särskilt efter första världskriget började en omfattande prospektering i olika delar av landet utom från statlig även från privat sida. Bl. a. började då Boliden-företagets stort upplagda prospektering som alltjämt fortgår och till väsentlig del även berört mellersta och södra Sverige.

Under århundraden var man vid malmletning hänvisad till att undersöka de delar av berggrunden som gick i dagen i form av hållar eller hade blottats på annat sätt. De jordtäckta delarna däremot, som utgjorde den allra största delen av landet, kunde man svårigen komma åt. I slutet av 1600-talet uppfanns emellertid ett malmletningsinstrument som skulle få den allra största betydelse för prospekteringen och det var gruvkompassen, en kompass i vilken nålen är rörlig inte bara i horisontal utan också i vertikal led. Gruvkompassen gav utslag över malmförekomster även där de var helt jordtäckta och med dess hjälp kunde man följa malmförande stråk och blotta dem genom grävning där dragen var som starkast eller det i övrigt befanns lämpligt. Med detta enkla instrument som snart fick vidsträckt användning har de flesta magnetiska malmer här i landet påträffats.

Under de senaste femtio åren har skett en mycket snabb utveckling av malmletningsinstrument och metodik och de nya och förbättrade metoderna har också kommit till användning i Mellansverige. Varje nyhet i fråga om instrument och metod har medfört förnyade och koncentrerade prospekteringar — gruvkompass, Tibergs väg och magnetometrar — för att nämna några magnetiska instrument. En verklig malm-

letningsrush började i Bergslagen några år efter andra världskriget. Den omedelbara anledningen till detta var att man genom de då nya flygmagnetiska mätningarna fått en metod att snabbt och till billigt pris övermäta stora områden. Därmed är vi inne på moderna malmletningsmetoder och dessa kommer att behandlas utförligt längre fram.

3 Modern malmletning

3.1 Geologiska metoder

Den enklaste och säkerligen den ursprungligaste av alla malmletningsmetoder är att gå omkring och leta efter malmanledningar i alla blottningar av fast berg som finns i en trakt. Fortfarande är detta något som inte bör försummas när man börjar en malmletning i ett nytt område men i Mellansverige är utsikterna att finna ett utgående av en riktig malm numera inte så stora.

Det är emellertid inte nödvändigt att finna riktig malm i en håll. Svagare mineraliseringar är många gånger också av stort värde och kan, liksom s. k. omvandlingsbergarter ge viktiga upplysningar om var en malm kan vara att söka. Malmer brukar vanligen vara omgivna av en mer eller mindre vid zon av omvandlingsbergarter. De kan vara av många olika slag, var och en utmärkande för en viss malmtyp eller ett visst område. Skarnbergarter omkring såväl järn- som sulfidmalmsförekomster är sålunda vanliga i Bergslagen och kisförekomster kan också vara omgivna av sericit- och kloritkvartsiter. Omvandlingsområdena uppstår oftast en yta som är flera gånger så stor som själva malmens utgående och därför är de också lättare att spåra upp.

Även andra bergarter i hållarna kan ge malmletaren viktiga upplysningar. Finner han granit är utsikterna till malmfynd små medan vulkaniska bergarter, särskilt sådana som på ett eller annat sätt är deformerade, ger betydligt gynnsammare förutsättningar.

Geologiska kartor

I samband med undersökningen av blottat berg kan man lämpligen också studera de

lösa jordlagren ty de kan ge upplysningar om underliggande berggrund. De kan innehålla brottsstycken inte bara av bergarterna där utan ibland också av malmer.

Om besiktningarna ger vid handen att malmförekomster är att vänta inom området i fråga så bör en berggrundskartering utföras. På lämpligt topografiskt underlag inritas alla hållar och med färger eller symboler markeras olika bergarter och riktningarna för bandning, skiffriighet, stänglighet, veckaxlar m. m. Med ledning av de så registrerade observationerna kan en berggrundskarta sedan konstrueras. Denna utgör ett mycket viktigt underlag för vidare prospektering. Malmerna är bundna till vissa bergarter och strukturer och med ledning av kartan kan man då se var man bör koncentrera fortsatta arbeten. Särskilt i starkt jordtäckta områden kan det ofta vara vanskligt att efter ett glest observationsnät någorlunda säkert konstruera fram bergartsgränser och då kan geofysiska mätningar ge viktiga ledlinjer. På magnetisk eller elektrisk väg kan en del bergarter såsom grönstenar och skiffrar ofta i detalj följas, men därom mera i kapitlet om geofysisk malmletning. Redan nu bör dock sägas att vid en modern berggrundskartering geofysiska metoder alltid bör användas tillsammans med de geologiska.

Malmblock

En karta över jordarterna i malmmisstänkta områden är ofta till god hjälp. Lösa malmblock i moränen har mycket ofta givit de första anvisningarna om att malm finns i trakten. Redan på 1700-talet kände man till att malmblock gav värdefulla uppgifter om förekomster i deras närhet och en av den tidens stora bergsmän, Daniel Tilas, har också i skrift påpekat detta.

Under de första årens malmletningar i Västerbotten fann man snart att malmblocken i moränen kunde ge mycket viktiga anvisningar för prospekteringen. En särskild blockletningsmetodik utvecklades och förfinades sedan alltmer med åren. Om man hittar ett malmblock så söker man efter fler i närheten och man finner också van-

ligen sådana. Man lägger noggrant in dem på en karta där de då i regel samlar sig i en sträng eller svans som är utdragen i den riktning inlandsisen en gång drivit fram över landet. Den riktningen har för övrigt också registrerats i berghällar och kan anlås på där befintliga isräfflor.

Blockletningen som användes med framgång även i Mellansverige har blivit en så viktig gren av malmletningen att speciellt härför utvalda och tränade personer anställts av såväl SGU som privata företag och bildar en särskild yrkesgrupp. Blockletning kanske vid sidan av många känsliga geofysiska metoder förefaller primitiv och ålderdomlig, men faktum är att den alltjämt utgör en av malmletningens allra viktigaste hjälpmedel.

För att rätt utnyttja de blockfynd som gjorts under blockletningarna gör man samtidigt gärna upp en jordartskarta. En sådan kan ofta förklara oregelbundenheter och avbrott i framletade blocksvansar och även ge upplysningar om berggrundens topografi.

Geologi från luften

Fotogeologi är ännu ett hjälpmedel vid malmletningen. Genom att studera vertikalt tagna fotobilder i stereoskop kan man finna många drag av geologiskt intresse såsom bergartsgränser, tektoniska linjer och jordartsfördelning. Hela Sverige är numera flygfotograferat av Rikets Allmänna Kartverk och flygbilder kan erhållas därifrån. En fotogeologisk studie är ett gott komplement till andra undersökningar och bör därför inte försummas. Fotobilden utgör också ett utmärkt underlag för inläggning av olika fältobservationer och är därför redan i och för sig ett nyttigt hjälpmedel för malmletaren.

Geologi under jord

Malmletning utföres inte bara ovan jord utan också i gruvorna. För att en underjordsprospektering skall bli framgångsrik fordras att gruvan karteras och undersökes geologiskt mycket omsorgsfullt. De geologiska undersökningarna i gruvorna har inte bara betydelse för prospektering i omedel-

bar närhet av redan kända malmkroppar utan ger också viktiga anvisningar och underlag till analogislut för den malmetaren som arbetar ovan jord. Genom geologisk kartering av gruvan har man fått en rymdbild av berggrunden i det parti som berörs av underjordsarbetena, men den bilden kan också stå som modell för trakten omkring. Fältgeologen har lättare att göra sig en rymdbild också av denna, vilket är av största vikt när han söker efter djupare belägna malmer.

Mikrogeologi

Vid kartering och undersökning i fält kan geologen inte alltid entydigt bestämma alla de bergarter och mineral som han påträffar. Han måste ta prover och göra mikroskopiska undersökningar och kanske också analyser när han kommer hem. Det gäller inte bara att sätta rätt namn på bergarterna utan också att studera deras variationer och eventuella omvandlingar. En preparator skär med diamantsåg ut en tunn skiva av bergarten. Den fästes på en glasskiva och slipas ner ända till 0,02 mm tjocklek. Så fästes en tunn glasskiva med ett särskilt harts på preparatet och den mikroskopiska undersökningen i genomfallande polariserat ljus kan börja. De olika mineralen i bergarten kan bestämmas till art och sammansättning och genom mineralornens form och utseende kan man dra slutsatser om bergartens bildningssätt och senare öden. Om man skall undersöka ogenomskinliga malmprover så poleras en yta ytterst slät och blank och man betraktar den i reflekterat ljus under mikroskopet. Även då kan de olika mineralen bestämmas och man finner bl. a. på vilka mineral de olika metallerna fördelar sig.

Trots känsliga instrument såsom mikroskop med flera hundra gånger förstoring och flygkameror som fotograferar från flera tusen meter höjd är hammaren och ett sunt förnuft fortfarande fältgeologens förnämsta hjälpmedel. »Mente et malleo» med förstånd och hammare, står sedan snart hundra år tillbaka som valspråk för den vart fjärde år sammanträdande inter-

nationella geologkongressen. Det ligger mycket i de orden och däri innefattas då även att malmgeologen bör utnyttja alla hjälpmedel som står till buds och samarbeta med specialister på närliggande ämnesområden såsom geofysik och geokemi.

3.2 Geofysiska metoder

De i naturen förekommande malmfyndigheterna skiljer sig väsentligt från omgivande bergarter med avseende på en eller flera fundamentala fysikaliska egenskaper som magnetisering, specifik vikt, elektrisk ledningsförmåga, elastiska egenskaper och radioaktiv strålning. Detta förhållande har utnyttjats för utveckling av ett stort antal fysikaliska mättningsförfaranden för lokalisering och närmare undersökning av malmförekomster. Alltefter de egenskaper som utnyttjas talar man om magnetiska, gravimetriska, elektriska, seismiska och radioaktiva metoder.

Magnetiska metoder

Malmernas och bergarternas magnetiska egenskaper bestäms i helt dominerande utsträckning av deras innehåll av magnetit (Fe_3O_4) och magnetkis (FeS), vilka mineral båda är ferromagnetiska. Magnetit är malmmineralet i huvudparten av vårt lands järnmalmer, de s. k. svartmalmen eller magnetitmalmen, och förekommer dessutom i större eller mindre mängd som accessoriskt mineral i våra kristallina bergarter. Magnetkis uppträder ofta i s. k. sulfidmalmer — ädla malmer med metallerna bundna till sulfidmineral som kopparkis (CuFeS_2), zinkblände (ZnS), blyglans (PbS) — och är även ett vanligt accessoriskt bergartsmineral särskilt inom sulfidmalmsregionernas grafitförande skifferserier.

Magnetitmalmer kan betraktas som stora magneter, vilkas magnetfält i malmens närhet har en styrka av samma storleksordning som det normala jordmagnetiska fältet. Det är därför lätt att lokalisera magnetitmalmer med hjälp av magnetiska mätningar på marken om malmkroppens övre del går upp nära jordytan. Som kommer att framgå av ett senare avsnitt är det i dag också möjligt

att lokalisera magnetitmalmer, som ligger på betydande djup. Sulfidmalmer kan däremot som regel icke lokaliseras enbart med hjälp av magnetiska mätningar även om man mycket ofta erhåller magnetiska »störningsfält» över dessa, om de når nära markytan. Svårigheterna ligger framför allt däri att det vanligen uppträder ett flertal andra magnetiska störningsområden (anomalier) av liknande typ och intensitet, varför den magnetiska anomalin i sig själv icke är något säkrare indicium för att det anstår en sulfidmalm.

Magnetiska mätningar kan också ge allmänna geologiska informationer som möjliggör en mera detaljerad och tillförlitlig kartering. Olikheter i bergartlagrens magnetisering till följd av varierande magnetithalter ger upphov till störningsfält, som på en magnetisk karta ofta framträder som väl avgränsade anomali-stråk eller anomali-objekt, varur stupnings- och strykningsriktningar, bergartsgränser och förkastningar samt veckstrukturer som synklinaler och antiklinaler kan avläsas.

Man har historiskt belägg för att magnetiska mätningar användes i Bergslagen redan på 1600-talet av så kallade malmletare vid eftersökande av järnmalmsförekomster. De instrument som då användes torde varit föregångare till den under 1700- och 1800-talen mycket använda gruvkompassen. Under senare hälften av 1800-talet framkom i Sverige den s. k. Thalén-Tiberg-magnetometern, som möjliggjorde mera systematiska undersökningar för uppletning och närmare studium av järnmalmsfyndigheter. Detta instrument som i viss utsträckning ännu användes — speciellt vid mätningar nere i gruvornas ortsystem — har haft stor betydelse för gruvhanteringen i Bergslagen. Genom systematiskt upplagda mätningar som utförts i uppstakade rutsystem på marken har man kunnat lokalisera och ibland även uppskatta malmareorna av förefintliga magnetitmalmer med utgående i bergytan. Genom mätningar i gruvornas ortsystem har man lokaliserat nya malmkroppar som icke når tillräckligt nära markytan för att kunna indikeras ur ovanjordsmätningarna.

Alla dessa mätningar har gjorts och bearbetats efter ett väl standardiserat och enhetligt system och presenteras på kartor av god kvalitet. Detta kartmaterial, som fortfarande är synnerligen värdefullt för prospektering och malmvärderingar i Bergslagen, torde i allt väsentligt finnas arkiverat vid gruvförvaltningarna i Bergslagen.

I början av 1920-talet tillkom den första precisionsmagnetometern (Schmidt-vågen) för noggranna magnetiska mätningar och den har senare följts av andra konstruktioner. Medan man med Thalén-Tiberg-instrumentet kan mäta med en noggrannhet som svarar mot ungefär 0,5 % av det normala jordmagnetiska fältet (0,5 gauss) är mät-noggrannheten för en modern magnetometer ungefär 100 gånger större och har bringats till den noggrannhetsgräns som är praktiskt möjlig att utnyttja. Genom införandet av de nya instrumenten har man väsentligt ökat möjligheterna att lokalisera djupbelägna magnetitmalmer och magnetiskt kartera och utreda utbredning och karaktär av geologiska strukturer.

Efter det senaste världskriget har framkommit tekniskt avancerad instrumentering och metodik för magnetiska mätningar från flygplan. Detta har öppnat praktiskt taget obegränsade möjligheter att utföra magnetiska översiktsmätningar för prospektering och geologisk kartering. I ett flertal länder pågår i dag eller har redan avslutats systematiska flygmagnetiska karteringar syftande till att framställa landsomfattande magnetiska kartverk. Dessa är avsedda att tjäna som underlag både för allmän geologisk kartering och forskningsverksamhet och för malmprospektering och andra speciella verksamhetsområden inom näringslivet t. ex. projektering av anläggningsarbeten.

I slutet av 1940-talet inleddes i Bergslagen en intensiv malmletning från luften. Mätningarna utfördes av flera olika företag, med olika apparatur och för många olika uppdragsgivare. Hela den malmförande delen av Mellansverige är nu magnetiskt och delvis också elektriskt och radiometriskt mätt från luften. Ett flertal nya malmförekomster påvisades genom dessa undersök-

ningar. För framställning av en sammanhängande magnetisk kartbild av Bergslagens berggrund är emellertid dessa mätningar ej särskilt väl ägnade även om de skulle ställas till förfogande av alla de olika uppdragsgivarna. Mätningarna är utförda för speciella malmletningsändamål, flyghöjd och linjeavstånd varierar starkt och flera olika mätmetoder har använts.

En hel nymätning bör av dessa skäl utföras och som mall för en sådan skulle kunna stå en flygmagnetisk kartering som i samband med den pågående järnmalmsinventeringen i Norrbottens län kartbladsvis utföres av SGU i skala 1: 50 000. Mätningarna göres i form av kontinuerliga registreringar längs ett system av parallella linjer som flygs på en höjd av ca 30 m över marken och med ett linjeavstånd av 200 meter. Flyglinjerna lägges parallellt med kartbladens ostvästliga eller nord-sydliga kanter allteftersom den ena eller andra av dessa riktningar går mera vinkelrätt mot den förhärskande strykningsriktningen hos bergartslagren inom kartbladet. Den låga flyghöjden och de tätt lagda flyglinjerna tillåter uppritandet av en mycket detaljrik magnetisk kartbild som visat sig vara synnerligen väl avpassad för prospektering under svenska förhållanden.

Sedan ett tiotal år tillbaka finnes också s. k. borrhålmagnetometrar för magnetiska mätningar i diamantborrhål. Dessa instrument har fått en allt större användning såväl för den rena prospekteringen som vid undersökningsarbeten i samband med gruvdrift. De kan förväntas bli av särskilt stor betydelse för de alltmer aktuella djupundersökningarna med mycket långa borrhål.

Gravimetriska metoder

Såväl järnmalmer som sulfidmalmer har i regel en högre spec. vikt än omgivande bergarter. Vid tyngdkraftsmätningar på markytan ovanför en malmkropp erhåller man därför ett något högre värde på tyngdkraften än normalt, varvid storleken av det tillkommande störningsfältet är proportionell mot skillnaden i spec. vikt mellan

malmmaterialiet och den omgivande bergarten. För järnmalmer med brytvärda halter varierar nämnda spec. viktskillnad från 1–2,5 för fattiga till mycket rika malmer. För sulfidmalmer av svavelkistyp är motsvarande spec. vikt-differens ung 0,5–2. Sulfidmalmer med litet kisinnehåll som t. ex. kopparhårdmalmer och molybdenförekomster har en spec. vikt som vanligtvis endast är obetydligt högre än sidobergarten. Dessa sistnämnda malmtyper kan därför vara omöjliga att lokalisera med hjälp av tyngdkraftsmätningar.

Sedan de moderna gravimetrarna kom fram före andra världskriget har tyngdkraftsmätningar kommit till allt större användning för uppletning och undersökning av malmkroppar. Från början utnyttjades gravimetermätningar huvudsakligen vid sulfidmalmsprospektering och speciellt i syfte att granska och värdera elektriska indikationer och avgöra om dessa var orsakade av malmer av svavelkistyp med relativt hög spec. vikt eller t. ex. värdelösa grafitförande skiffrar vilkas spec. vikt ej väsentligt avviker från omgivningen. Numera används emellertid gravimetermätningar i lika stor utsträckning för uppletning och undersökning av järnmalmer. Detta har inneburit att man dels fått möjlighet att lokalisera magnetifria blodstensmalmer som icke ger upphov till några magnetiska anomalier, dels kunnat införa nya metoder för kvantitativa malmberäkningar. Bl. a. pågående järnmalmsundersökningar i Kirunaområdet har visat att införandet av gravimetermätningar inneburit ett stort framsteg. Under de senaste 10 åren har t. ex. inom detta område lokaliserats flera blodstensmalmer av betydande dimensioner, som endast kunnat indikeras med hjälp av gravimetermätningar. Malmberäkningar på grundval av gravimetermätningar som utförts på senare uppbörade fyndigheter (Leveäniemi, Kaunisvaara) har givit belägg för att tillförlitliga malmuppskattningar kan utföras på detta sätt. I vissa fall (t. ex. Leveäniemi) är det möjligt att direkt uppskatta en fyndighets hela malmtonnage. I andra fall (t. ex. Kaunisvaara) måste man inskränka sig till att be-

räkna malmtonnaget per sänkmeter för malmens översta del.

Liksom förhållandet är vid magnetiska mätningar så är användningen av tyngdkraftsmätningar icke begränsad enbart till lokalisering och undersökning av malmfyndigheter utan gravimeterundersökningar kan även ge ett viktigt underlag för studier av olika bergarters utbredning och geologiska strukturers uppbyggnad. Så är det t. ex. lätt att särskilja mellan utbredningen av sura och basiska bergarter vilkas spec. vikt som regel skiljer sig ganska markant (sura bergarter 2,6–2,7, basiska bergarter 2,8–3,1). Men det kan även vara möjligt när det gäller stora objekt att skilja ut olika typer av sura bergartsled även om spec. vikt-skillnaden för dessa endast skulle uppgå till några hundradelar. Man har flera exempel på gravimeterundersökningar för rent allmänt geologiskt ändamål där man t. ex. kunnat kartera utbredningen och tjockleken av granittäcken eller förekomsten av granitpluggar samt kunnat studera byggnaden av anti- och synklinaler. Det har visat sig att kombinationen av magnetiska och gravimetriska mätningar ofta i hög grad ökar säkerheten och omfånget av undersökningsresultaten. Man använder sig därför i allt större utsträckning av sådana kombinerade mätningar.

Tyngdkraftsmätningar är betydligt dyrare att utföra än magnetiska och elektriska mätningar. Detta beror till stor del på att man vid gravimetermätningar även måste bestämma observationspunkternas höjd och position med stor noggrannhet vilket drar en större kostnad än själva gravimetermätningarna.

Med en modern gravimeter kan man mäta tyngdkraftsfältet med en noggrannhet av en hundradels milligal vilket i runt tal svarar mot en hundra miljondel av det normala tyngdkraftsfältets styrka. Då tyngdkraftsfältet på markytan avtager med 30 hundradels milligal per meter i vertikal led, bör observationspunkternas höjd bestämmas med en noggrannhet av ungefär 1 cm för att höjdkorrekturen skall kunna beräknas med önskvärd noggrannhet. Vidare varierar

det normala tyngdkraftsfältet med latituden. I Sverige ökar tyngdkraftsfältet åt norr med ett belopp som i runt tal svarar mot 0,07 milligal per hundra meter. Man måste således känna observationspunkternas läge på något tiotal meter när, för att kunna bestämma latitudkorrektionen med samma noggrannhet som det avlästa värdet på tyngdkraften. Man har vidare att ta hänsyn till omgivande terrängformationers inverkan på tyngdkraften. Allt detta medför ett väsentligt merarbete utöver det som själva tyngdkraftsmätningen kräver.

Elektriska metoder

De flesta malmmineral i våra sulfidmalmer som kopparkis, svavelkis, blyglans, magnetitkis och arsenikkis är mycket goda elektriska ledare. Detsamma gäller även magnetit. Undantag från regeln är dock zinkblände och järnglans (hematit) som båda är att betrakta som isolatorer när de uppträder i absolut ren form. Ett flertal manganmineral som braunit, hausmanit, manganit är också mycket dåliga elektriska ledare. Grafit som uppträder i form av grafitförande skiffrar av stor utbredning inom våra sulfidmalmförande regioner har däremot en mycket god elektrisk ledningsförmåga. Berggrundsmineralen i övrigt kan betraktas som isolatorer. Den kristallina berggrundens elektriska ledningsförmåga bestäms därför i första hand av vatteninnehållet och i vattnet lösta salter och är således i hög grad en funktion av porvolymen.

Malmernas elektriska ledningsförmåga är icke enbart en funktion av innehållet av malmmineral utan också av sättet för malmmineralens fördelning. De flesta typer av kismalmer, som förekommer i vårt land, har en mycket god elektrisk ledningsförmåga. Vissa extrema typer av s. k. kopparkårdmalmer liksom molybden- och volframförekomster utgör dock undantag från denna regel trots att malmmineralen i sig själva har hög elektrisk ledningsförmåga. Blodstensmalmernas elektriska ledningsförmåga är av samma storleksordning som omgivande bergarters medan magnetitmalmerna är relativt dåliga ledare om järnhal-

ten understiger 30% men konduktiviteten ökar snabbt med växande Fe-halt ovanför denna gräns.

De elektriska metodernas utveckling har haft en avgörande betydelse för prospekteringen efter sulfidmalmer, då som vi tidigare sett dessa som regel icke kan lokaliseras enbart med hjälp av magnetiska mätningar. Det finns ett stort antal varianter av elektriska undersökningsmetoder vilka lämpligen kan indelas i tre huvudgrupper nämligen: 1. metoder, där man använder sig av naturliga elektriska strömmar, 2. konduktiva metoder, där man tillför ström till marken genom i marken nedsatta strömelektroder och 3. induktiva metoder, där man inducerar elektriska strömmar i de ledande kropparna med hjälp av på marken utlagda strömslingor. Till den första gruppen hör den s. k. egenpotentialmetoden, som grundar sig på det förhållandet att en kismalm som utsätts för kemisk vittring med inverkan av luft och grundvatten ger upphov till en elektrisk ström genom malmkroppen och berggrunden däromkring och i princip verkar som ett elektriskt batteri. Genom att uppmäta spänningsfördelningen i markytan kan man lokalisera malmkroppen och sluta sig till dess belägenhet. Denna metod användes för första gången i början på detta sekel på Balkan där nya malmkroppar kunde lokaliseras. Metoden har dock visat sig mindre användbar i de svenska sulfidmalmfälten då det ofta inträffar att betingelserna för uppkomsten av de naturliga strömmarna kring malmkropparna icke föreligger.

De först utvecklade metoderna under grupp 2 och 3 utexperimenterades i Skelleftefältet och fick sedan under hand spridning över hela världen. År 1918 kunde bergsingenjören Hans Lundberg lokalisera kismalmfyndigheten Kristineberg med hjälp av elektriska mätningar enligt den s. k. »ekvipotentialinjemetoden». Sex år senare upptäcktes Bolidenmalmen på grundval av elektriska indikationer som erhållits med en av bergsingenjör Karl Sundberg utarbetad induktiv malmletningsmetod, där primärfältet alstrades av en i terrängen utlagd rek-

tangulär trådslinga med kilometerlånga sidor, som matades med växelström (ung. 500 per./sek.). Man kan betrakta dessa av Lundberg och Sundberg utvecklade elektriska metoder som huvudrepresentanter för grupp 2 resp. grupp 3 av vilka senare tillkomna metoder utgör större eller mindre variationer. Beträffande de konduktiva metoderna bör dock observeras att det under de senaste åren tillkommit en principiellt ny grupp som bygger på inducerad polarisation. En av metodutvecklingarna innebär att en kraftig ström under kort tid (strömpuls av fixerad längd: 5–30 sek. användes) sändes genom marken varvid polarisationsspänningar bildas vid malmernas begränsningsytor eller vid malmineralen. Sedan strömmen brutits mäts urladdningsförloppet genom uppmätning av spänningen mellan i marken nedsatta potentialelektroder. Enligt ett annat förfaringssätt använder man sig av växelström i stället för strömpulser, och mäter spänningen mellan potentialelektroderna vid två olika frekvenser (periodtal 0,5 och 10 t. ex.).

Vad beträffar induktiva metoder så har man under senare år börjat använda sändningarna från s. k. Vlf-stationer (långvågiga radiostationer) som primärfält i det att man på marken uppmäter de elektromagnetiska störningsfält som orsakas av de strömmar som radiostationernas sändarfält inducerar i malmkropparna. Det finns också naturliga elektromagnetiska fält som utbreder sig över jordytan och härrör från tropiska åskväder och dylikt. I detta fall är det fråga om en elektromagnetisk strålning som täcker ett stort frekvensområde. Man söker i detta fall mäta upp det störande elektromagnetiska fältet från malmen som härrör från en eller flera utvalda frekvenser.

De induktiva metoderna har visat sig mest användbara för svenska förhållanden. Vissa malmtyper som äro mycket dåliga ledare kan dock icke indikeras med hjälp av induktiva metoder. I dessa fall kan man ofta med fördel använda vissa varianter av konduktiva metoder däri inbegripet inducerad polarisation. När det har gällt att söka utveckla instrumentering för mätningar

från flygplan har man av naturliga skäl varit hänvisad till induktiva metoder. Det finns i dag flera sådana metoder och instrumenteringar utvecklade. Själva flygningarna och registreringarna tillgår på likartat sätt som vid magnetiska flygmätningar och det är numera ganska vanligt, att man gör samtidiga magnetiska och elektriska mätningar från samma flygplan.

Seismiska metoder

De seismiska metoderna bygger på användningen av elastiska (seismiska) vågor för undersökning av jordlager och berggrund. Då fortplantningshastigheten för dessa vågor är olika i olika jord- och bergarter, till följd av variationer i deras elastiska egenskaper, kommer de seismiska vågorna att brytas och reflekteras vid gränssytor mellan skikt med olika gånghastigheter. För dessa fenomen gäller samma lagar som tillämpas inom optiken för vanligt ljus. Man kan därför använda sig av begreppen »seismiska strålar» och »seismisk strålgång» i samma mening som man talar om ljusstrålar och strålgången för ljusstrålar vid behandling av ljusets brytning och reflexion.

Vid mätningar utsändes seismiska vågor från en »skottpunkt» genom avfyrande av dynamitladdningar och markvibrationerna upptages och registreras med hjälp av geofoner som placeras på vissa på marken utvalda punkter. För de fall då endast en horisontell gränssyta existerar och gånghastigheten är större i den underliggande bergarten än i den överliggande, kan geofonerna träffas av seismiska vågor som följer tre olika strålgångar, nämligen:

1. den räta linjen från skottpunkten till geofonen som representerar den direkta utvägens väg.

2. den brutna linje som anger vägen för den mot gränsskiktet reflekterade våg som utgår från skottpunkten och träffar geofonen.

3. den av tre räta delsträckor bestående strålgång som anger vägen för den stråle med kortaste gångtid som utgår från skottpunkten och brytes vid gränsskiktet paral-

lett med detta och efter en viss vägsträcka går upp till geofonen.

Om geofonen befinner sig nära skottpunkten anländer den direkta vågen (1) först. Ökas geofonens avstånd till skottpunkten kommer man emellertid förr eller senare till en punkt där den brutna vågen (3), som har en högre hastighet under sin väg i det undre skiktet, kommer samtidigt med (1) och bortom denna punkt kommer den tidigare. Detta förhållande utnyttjas vid den s. k. refraktionsmetoden, som bygger på en bestämning av gångtiderna till de olika geofonerna för den först anlända vågen. Ur dessa uppgifter kan gånghastigheterna i de olika skikten liksom djupen till gränzytorna bestämmas.

Refraktionsmetoden användes i stor utsträckning före 1930 vid oljeprospektering men har efter hand blivit alltmer tillbakaträngd av den s. k. reflexionsmetoden. Djupet till gränzytan emellan två bergartsformationer bestäms i detta fall genom uppmätning av gångtiden för en seismisk våg som alstras vid jordytan och vid gränzytan reflekteras tillbaka mot geofonen. Den reflekterade vågen anländer emellertid senare till geofonen än den direktgående ytvågen (1). För att reflexionen skall kunna upptäckas på registreringen fordras därför, att vibrationer i markytan som framkallas av övriga vågor till större delen hunnit dö bort innan reflexionsvågen anländer. Av denna anledning kan man vanligen icke bestämma avståndet till skikt som ligger på mindre djup än ca 500 meter. För flera uppgifter inom ingenjörsgEOFYSIK och anläggningsteknik som t. ex. jorddjupsbestämningar och berggrundsundersökningar i samband med projekteringsarbeten går därför endast refraktionsmetoden att använda.

Medan de seismiska metoderna är av fundamental betydelse för oljeprospekteringen har de hittills i vårt land icke kommit till någon egentlig användning inom malmprospektering om man bortser från sådana sidoordnade saker som bestämning av jorddjup i samband med planering av jordavrymningar över malmförekomster eller diamantborrningar från dagen. Ett visst ut-

vecklingsarbete har dock bedrivits, speciellt av den tyska firman Seismos, för att få fram seismiska metoder för lokalisering av malmer. Några verkligt betydelsefulla framsteg synes dock ännu icke ha gjorts.

I flera länder, speciellt i Ryssland, användes seismiska metoder för undersökning av de stora geologiska strukturerna inom malmförande regioner. Dessa undersökningar är mycket kostsamma och det är av denna anledning svårt att bedöma i vad mån dylika seismiska strukturundersökningar kan ekonomiskt motiveras för en djupprospektering i Bergslagen.

Radiometriska mätningar

Utvecklingen av geofysiska metoder för radiometriska mätningar blev aktuell i samband med att efterfrågan uppstod på uranmetall för driften av atomreaktorer. De radioaktiva metodernas användbarhet är emellertid icke begränsad till mätningar efter uranmalmer utan kan i vissa fall användas med framgång för geologiska undersökningar och strukturundersökningar.

Den radioaktiva strålningen uppstår vid spontant sönderfall av vissa ämnens atomkärnor varvid man skiljer mellan tre typer av strålning, nämligen: alfastrålning, som utgöres av heliumkärnor, betastrålning, som är en elektronstrålning och gammastrålning, som är en energistrålning i form av fotoner. Det är endast gammastrålningen som är av betydelse för mätningarna i fält, då såväl alfa- som betastrålningarna har en mycket liten genomträngningsförmåga och snabbt absorberas redan vid passagen genom luften eller tunna vattenhinnor. Den i naturen förekommande radioaktiva gammastrålningen härrör från några få radioaktiva sönderfallskedjor från isotoper av neptunium, uran och thorium samt från kaliumisotopen (K^{40}) och en del sällsynta jordarter.

Vid radiometriska mätningar på marken eller från flygplan användes numera huvudsakligen s. k. scintillometrar. Själva detektorenheten utgöres vanligen av en talliumaktiverad natriumjodidkristall som uppfångar infallande fotoner varvid fotonernas

energi omvandlas i ljusblixtar. Ljuset faller på fotoceller i en fotomultiplikator och omvandlas till elektriska spänningspulser vilkas antal registreras. Vid mera avancerade utrustningar s. k. gammaspекtrometer, som börjat användas vid mätningar från flygplan, kan man göra en uppdelning av spänningspulserna efter deras amplituder och därmed också gruppera de infallande fotonerna efter deras energi i ett antal olika energiintervall (kanaler) som registreras. Man erhåller på detta sätt en bild av gammastrålningens energispektrum.

Även gammastrålningen har en snävt begränsad genomträngningsförmåga; ett moräntäcke eller ett vattenskikt av någon meters tjocklek absorberar nästan all den gammastrålning som kommer underifrån. Man kan i stort sett säga att den gammastrålning man mäter ovanför markytan härrör från de 2–3 översta decimeterna av jordtacket eller berggrunden. Att man likväl kan ha möjligheten att upptäcka en uranmalm under ett tjockt jordtäcke med hjälp av strålningsmätningar hänger samman med att dels malmmaterial i form av block, grus och finare partiklar kan ha förts upp till markytan, dels att radioaktivt material har lösts upp i vatten och på så sätt nått upp nära markytan.

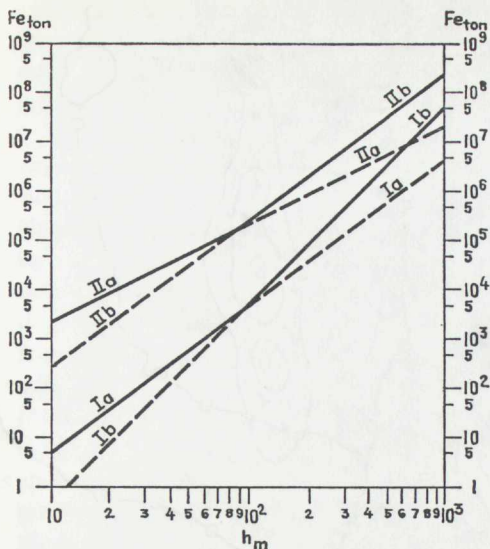
Av vad ovan sagts kan man förvänta, vilket också är fallet, att gammastrålningen försvinner över sjöar och att den är starkt reducerad över myrar och vattensjuka områden. Över blottade berghällar blir å andra sidan strålningen ofta högre än över jordtäckta områden. Nästan alla bergarter har en viss radioaktivitet varvid kaliumrika bergarter, till följd av den radioaktiva isotopen K^{40} , som regel är mera radioaktiva än kaliumfattiga. Sura och kalirika bergarter som graniter och gnejser uppvisar därför en högre strålningsintensitet än basiska bergarter som grönstenar och gabbror. Det skulle alltså i och för sig kunna vara tänkbart att radiometriska mätningar skulle kunna ge värdefulla informationer för den geologiska karteringen. Inom vissa unga sedimentområden har man också funnit att den geologiska bilden framträder mycket

tydligt i de radiometriska mätningarna. I vårt land, där förhållandena i hög grad kompliceras genom ett inhomogent jordtäcke, är utsikterna att använda sig av radiometriska mätningar som underlag för den geologiska karteringen säkert mycket begränsade. Det är dock att förvänta att erfarenheten på detta område väsentligt kommer att ökas under de kommande åren som följd av att systematiska radiometriska mätningar sedan 1967 utföres av SGU i Norrbottens län samtidigt med flygmagnetiska registreringar.

Djuppenetrering och upplösningsförmåga vid magnetiska och gravimetriska malmundersökningar

Magnetiska och gravimetriska mätningar användes, som framgått av det föregående, både för att indikera och för att kvantitativt värdera malmfyndigheter. Speciellt för uppletning av malmer på stort djup, men även rent generellt för tolkningen av mätningar från flygplan, på marken och i borrhål, är det av stor vikt att klargöra på hur stort avstånd man har möjlighet att indikera förefintliga malmer. När det gäller järnmalmer, kan detta problem sägas vara liktydigt med att ange de minimumkvantiteter järn en malmkropp måste innehålla vid varierande avstånd från »mätplanet» eller »mätlinjen» för att kunna indikeras med magnetiska resp. gravimetriska mätningar.

När mätningar utföres med moderna magnetometrar och gravimetrar, är det icke i första hand mätnoggrannheten som begränsar möjligheterna att konstatera närvaron och den detaljerade konfigurationen av en malmanomali, utan det förhållandet, att denna kan döljas eller deformeras av andra anomalier (störningar), som exempelvis orsakas av en magnetitföring i den omgivande berggrunden eller en viss variation i dess spec. vikt. Den allmänna störningsnivå (»noiset»), som förefinnes på grund av dylika förhållanden, är av högst olika amplitud inom skilda undersökningsområden. Förutsättningarna att indikera förefintliga djupmalmer kan därför växla väsentligt



Figur 1. Minimikvantitet indikerbar metallmängd vid olika djup (h_m).

Magnetisk mätning

Ia: max.-anom. = 100 γ $Fe_{ton} = 4,40 \times 10^{-3} h_m^3$
 Ib: max.-grad. = 1 γ/m $Fe_{ton} = 4,67 \times 10^{-5} h_m^3$

Gravimeter-mätning

IIa: max.-anom. = 10⁻⁴gal $Fe_{ton} = 22,0 h_m^3$
 IIb: max.-grad. = 10⁻⁶gal/m $Fe_{ton} = 0,257 h_m^3$

Svavelkis: $S_{ton} = 0,76 Fe_{ton}$. Kopparkis: $Cu_{ton} = 0,67 Fe_{ton}$. Zinkblände: $Zn_{ton} = 1,31 Fe_{ton}$. Blyglans: $Pb_{ton} = 0,91 Fe_{ton}$.

mellan olika områden och t. ex. vara betydligt gynnsammare i ett fall än i ett annat.

För att kunna bedöma möjligheten att lokalisera en malmkropp med hjälp av magnetiska eller gravimetriska metoder är det, som ovan sagts, nödvändigt att ange vissa villkor, som den aktuella anomalien måste uppfylla med avseende på styrka och form för att den skall kunna upptäckas. Det har visat sig att man dels behöver ange det minsta värde som anomalins totala störningsamplitud (skillnaden mellan maximivärde och minimivärdet) måste ha, dels stipulera att förändringen av anomalistyrkan (fältgradienten), där denna är som högst, skall uppgå till ett visst minimibelopp. En utförligare behandling av detta problem har givits av S. Werner, »Geofysiken i gruvindustrins tjänst» (meddelande från Svenska Gruvföreningen, häfte 7, volym 6, 1961).

I figur 1 återges ett diagram från denna publikation som visar vilken minimikvantitet järn som en malm måste innehålla för att kunna indikeras på marken genom magnetiska och gravimetriska mätningar vid olika djup ner till malmens centrum. Förutsättningarna beträffande störningsamplitud och max. fältgradient anges i figurtexten. Malmkroppen tänkes befinna sig inom en sfär med medelpunkten förlagd i malmmineraliseringens tyndpunkt och sfärens radie förutsättes icke överstiga halva avståndet mellan malmens mittpunkt och markytan.

De heldragna linjerna Ia och IIa i diagrammet hänför sig till villkoren beträffande störningarnas amplitud. Linjerna Ib och IIb hänför sig till villkoren beträffande fältgradienten. Eftersom villkoren (a) och (b) måste vara uppfyllda samtidigt är det de heldragna delarna av linjerna Ia, Ib och IIa Ib som anger den för indikeringen erforderliga minimikvantiteten Fe.

Av diagrammet framgår att en magnetitmalmsförekomst kan upptäckas på betydligt större djup genom magnetiska mätningar än genom tyngdkraftsmätningar. För en malmförekomst med ett Fe-tonnage av exempelvis 100 000 ton, blir det högsta magnetiska indikeringsdjupet ca 200 m, medan gränsen för indikeringen vid tyngdkraftsmätningar ligger vid ett medeldjup av 60–70 m. Är Fe-kvantiteten 1 milj. ton blir motsvarande tillåtna maximivärde för malmkroppens djupläge 380 resp. 170 m. För 10 milj. ton Fe kan man avläsa djupvärden på i runt tal 700 resp. 350 m och för 50 milj. ton Fe djupvärdena 1 000 m och 600 m.

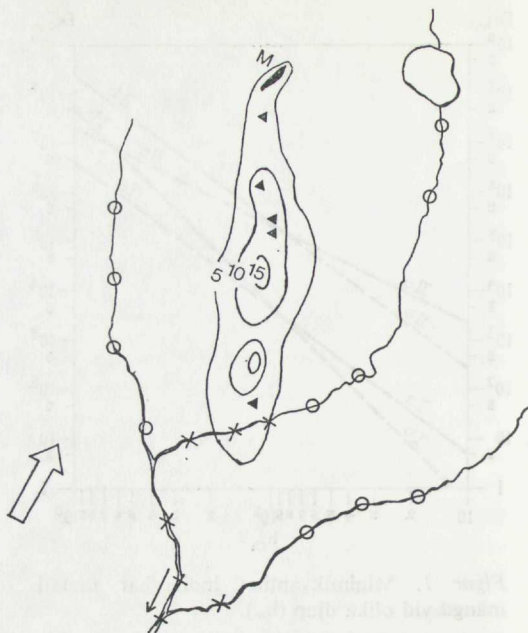
3.3 Geokemiska metoder

Sedan huvuddragen av elementens fördelning i jordskorpan klarlagts genom Goldschmidts och Vernadskys grundläggande arbeten under de första åren av detta sekel och grunden därigenom skapats för geokemisk malmletning började sådan användas i Sverige under 1930-talet. Positiva resultat nåddes i början av 1940-talet när man bl. a. på rent geokemiska grunder kunde visa att Harmsarvets lilla silverförekomst NW om

Falun till sitt ursprung var bunden till ett granodioritmassiv i närheten.

Den geokemiska prospekteringen är starkt beroende av känsliga men snabba och billiga analysmetoder och det dröjde in på 1950-talet innan lämpliga sådana hade utvecklats. Då kom emellertid geokemisk prospektering i reguljär drift och har sedan utvecklats till att bli ett värdefullt komplement till andra malmletningsmetoder.

Man kan skilja på två olika typer av geokemisk prospektering. I ena fallet studerar man de geokemiska förhållandena, dvs. elementfördelningen inom ett större eller mindre parti av berggrunden och kan därav dra slutsatser om i vilken riktning man kan vänta sig eventuella anrikningar av malmmineral. I andra fall studerar man elementfördelningen i lösa avlagringar, t. ex. i bäcksediment eller i morän. I vattensystem från en mineralförekomst kan vissa element ha fällts ut i sedimenten och genom att följa ett vattensystem uppströms och analysera sedimentprover på vissa metaller kan man i gynnsamma fall leta sig fram till förekomsten. Större intresse för vårt land har emellertid geokemiska moränundersökningar, som på ett utmärkt sätt kompletterar blockletningarna. Vid denna form av geokemisk prospektering brukar man ta jordprover efter ett rutnät i terrängen. Ett vanligt avstånd mellan provtagningspunkterna brukar vara 40 m. Jordproven tas upp genom grävning eller borring från ett lämpligt djup som kan variera men brukar hålla sig omkring 0,5 m. Förhöjda metallhalter i moränen kan ha orsakats av diffusion från en vittrande mineralförekomst i berggrunden direkt under provtagningsplatsen, men i regel härrör sådana förhöjningar från malm- eller impregnationsblock av större eller mindre dimensioner, kanske bara grus- eller sandkorn som sönderdelats genom vittring, varefter metallerna i lösningar vandrat ut i omgivningen och fixerats där. Sulfidmalmsblock vittrar lätt sönder när de ligger i jordytan och en blockletning kan ibland ge magert resultat även över ett område som ligger i isriktningen från en malmförekomst. I sådana



Figur 2. Principskiss över geokemisk malmletning. Man har här provtagit bäcksediment upp för ett vattendrag och därvid fått metallöverskott på de med \times markerade lokalerna, men endast normala värden i de med 0 markerade provpunkterna. I den trakt där indikationerna slutar har man fortsatt undersökningen med provtagning av moränen efter ett rutsystem med 40 m mellan provtagningspunkterna. En tydlig isriktningen utdragen oregelbundenhet har därvid kommit fram och den sammanfaller med en gles blocksvans där malmblocken markerats med trianglar. Indikationssystemet pekar mot malmförekomsten M som så småningom närmare lokaliseras på geofysisk väg för att sedan borrar upp.

fall kan en geokemisk undersökning vara värdefull och kan ofta ge goda indikationer som motsvarar en blocksvans i form och utsträckning (jfr figur 2).

Analyserna kan man göra i fält men numera brukar man skicka in jordproverna till ett laboratorium med större resurser, som snabbt och till låg kostnad kan behandla ett stort antal prover. På en karta förs sedan provens halter av de olika metallerna in vid respektive provningsplats. Därefter kan kurvor för lika halter uppritas och man kan utläsa var anomala värden föreligger och hur de är fördelade.

Sedan man fått känsliga och billiga analysmetoder har även undersökningar medelst geokemi i fast klyft börjat utföras i prospekterings syfte. Mineralförekomster är i regel omgivna av ett mer eller mindre tjockt skal av s. k. omvandlingsbergarter. Redan detta förhållande har malmetaren länge utnyttjat för att lokalisera förekomster, men på senare tid har man gått längre och studerat elementfördelningen i omvandlingshöljet. En zonerings som ibland kan framträda för blotta ögat visar sig klarare och mer detaljerad i fråga om elementens fördelning i olika zoner. Halten av somliga element ökar från malmen och utåt medan andra minskar. Här har man fått ett hjälpmedel när det gäller att avgöra i vilken riktning en förekomst är att söka. Ännu har visserligen ingen malm här i landet hittats med denna metod, men de hittills vunna resultaten lovar gott för framtiden, framför allt för djupprospekterings del. Ytterligare underlag torde emellertid behövas. Man kan förvänta en del som resultat av pågående »mineralogisk-kemisk studie över vissa mellansvenska järnmalm» som initierats av Gruvforskningen och som för närvarande utföres på SGU. När man använder geokemiska malmetningsmetoder får man en mängd data som skall behandlas innan resultatet av undersökningen kan presenteras på ett överskådligt och slutgiltigt sätt. Både för uträkning och uppritning används därvid datamaskin allt mer och mer.

Geokemisk malmetning är ingen universalmetod som utesluter andra metoder, men den är ett gott hjälpmedel som på ett värdefullt vis kompletterar geologiska och geofysiska undersökningar och man kan vänta sig en rask utveckling av denna prospekteringsgren allteftersom erfarenheten växer.

3.4 Geokronologi

Ännu ett hjälpmedel som indirekt kan få betydelse för prospekteringen är åldersbestämning av bergarter på radioaktiv väg. Den absoluta åldern på olika bergartsled kan uppmätas och man kan få bekräftelse på de bestämningar som under den geolo-

giska karteringen gjorts av de relativa åldersförhållandena mellan bergartsleden, men som av olika skäl, bl. a. bristande blottningar av kontaktzoner, kan vara mycket osäker.

År 1965 anslag Malmfonden 1,1 milj. kr för inrättande och drift under en tid av tre år av ett geokronologiskt laboratorium med huvudsaklig uppgift att göra radiometrisk-geologiska åldersbestämningar på svenska bergarter. En stort upplagd sådan undersökning av det svenska urberget har sedan påbörjats under ledning av t. f. professorn vid Riksmuseets Mineralogiska avdelning fil. dr Eric Welin. Man har börjat i Norrbotten och drar sig därifrån söder ut. Undersökning av Bergslagens bergarter skulle bli aktuell redan om ett eller ett par år om anslag beviljas i erforderlig omfattning. Vid åldersbestämningarna använder man nu K/Ar-metoden men bereder sig att som komplement också använda andra metoder och då i första hand U/Pb-metoden.

1965 års geoutredning skriver i sitt betänkande »Geovetenskaplig utbildning och forskning»: »Då ett fortsatt och även utökat behov av geokronologiska bestämningar med säkerhet kvarstår efter anslags-tidens utgång, och då isotopegeologiska undersökningar rent allmänt kan ge mycket värdefulla bidrag till studiet av bl. a. minero- och petrogenetiska problem inklusive malmgenetiska frågeställningar (t. ex. rörande djupprospektering), är Geoutredningen av den uppfattningen att den nu pågående verksamheten i framtiden måste ges en fast organisation och möjlighet till expansion.» I detta syfte har också Styrelsen för det Geokronologiska laboratoriet i en skrivelse till Malmfonden av den 11 oktober 1966 föreslagit inrättandet av ett separat och permanent geokronologiskt laboratorium exempelvis inom Frescatiområdet. Om detta har sedan universiteten, KTH, Riksmuseet, SGU och Svenska Gruvföreningen yttrat sig i positiva ordalag.

Det bör tilläggas att det inte minst för prospekteringen i Mellansverige vore lyckligt om ett permanent geokronologiskt institut kom till stånd och om detta fick till-

räckliga anslag för kontinuerligt arbete så att ordinarie personal kunde anställas och inrätta sig för längre tids forskning.

4 Resultat av malmletning och gruvundersökning

Under den malmletning som sedan medeltiden bedrivits i Mellansverige har ett mycket stort antal malmförekomster av mycket växlande storlek och beskaffenhet påträffats. Både järnmalms- och ädelmalmsförekomster var kända och under brytning redan under 1200- och 1300-talen och i några fall ännu tidigare och många av de största förekomsterna var kända redan då.

I äldre tid var fordringarna på malmens kvalitet mycket högre än i våra dagar. Malmkroppens storlek var däremot inte så viktig. Små men rika förekomster var att föredra framför stora och fattiga. Malmens uppträdande borde vara sådant att den kunde brytas lätt. Stort vattentillflöde hade man svårt att behärska och sådant gjorde i många fall att en gruva ödelades. Inras kunde också verka hindrande men vanligen behärskade man svagheter i berget förvånansvärt bra. Eftersom handskrädning ända fram till slutet av 1800-talet var den enda metod för anrikning man kände borde den malm man angrep vara så rik som möjligt då såväl brytnings- som skrädningskostnader var höga. Eftersom den årliga malmproduktionen var så låg kunde däremot småförekomster med fördel utnyttjas.

Under 1300-talet var den totala järnmalmsbrytningen i Bergslagen endast 13 000 ton per år och årsproduktionen steg endast sakta fram till början av 1600-talet då den var 27 000 t. Sedan ökade den raskare men var under 1700-talet inte mer än 153 000 t och var efter en topp i början av 1800-talet under perioden 1833–1910 i genomsnitt 773 000 ton per år i Mellansverige. Med denna låga avverkning som först under 1800-talet visade en kraftig stegring räckte även ganska små förekomster ofta i många år, ja till och med i århundraden. För bergsbrukets fortsatta bestånd var det därför i regel inte någon brådska med att finna nya

malmförekomster för att ersätta andra, då en ökad produktion av flera skäl ofta inte kunde komma i fråga. Däremot var det lockande att söka finna rikare förekomster och detta gällde nog framför allt koppar- och silvermalmer som var mycket eftertraktade.

Särskilt under de senaste 50 åren har bergshanteringen genomgått en mycket snabb utveckling. Mekaniserade brytningsmetoder med stora maskinella insatser förutsätter större och väl samlade malmkroppar, men ger i gengäld en så mycket billigare brytning att även fattigare malmer kan utnyttjas. Samtidigt har avnämarens krav på malmprodukterna ökat så att även de malmer som tidigare ansetts vara rika tarvar en upparbetning. Malmbehandlingsmetoderna har därför utvecklats för att ur såväl rikare som fattigare råmalmer med gott utbyte — dvs. med ringa förluster — framställa högklassiga malmprodukter med hög metallhalt och låga halter av föroreningar.

Belysande för utvecklingen är antalet med malmfångst i Bergslagen bearbetade gruvor vid olika tidpunkter jämfört med dessa gruvors totala malmproduktion motsvarande år.

År	Järnmalm, antal gruvor	S:a prod., 1000 t	Sulfidmalm, antal gruvor	S:a prod., 1000 t
1861	511	425	23	ca 130
1873	646	823	16	ca 90
1910	229	2 037		
1911	242	2 153	26	278
1960	68	5 510	11	933
1965	57	6 442	9	918

På hundra år har sålunda järnmalmsgruvornas antal minskat till en tiondedel medan den sammanlagda produktionen ökat omkring 10 gånger, således en ökning av malmproduktionen med i genomsnitt 100 gånger per gruva i drift.

Under första hälften av 1870-talet rådde en ovanligt hög aktivitet inom järnhanteringen. Bl. a. togs då ca 10 gånger fler inmutningar än åren före och efter.

Sulfidmalmsgruvorna i Mellansverige har

gått samma väg som järngruvorna, smågruvor har lagts ner och ett fåtal som samtidigt hör till de största lever vidare och har i allmänhet ökat produktionen. Nu finns i Mellansverige endast 9 st. sulfidmalmsgruvor i drift och tillsammans ger de ca 918 000 ton malm per år (1965).

Bristen på metaller och råvaror efter första världskriget medförde ökat intresse för malmletning och sådan började snart och i allt större omfattning att utföras. Ännu mera fart tog prospekteringen efter andra världskriget då nya malmletningsmetoder och särskilt sådana med flygburna instrument hade framkommit. Hela Mellansveriges malmförande formation blev nu hastigt undersökt med magnetiska mätningar och över stora områden gjordes också elektriska och radiometrisk mätningar. Ett flertal nya malmförekomster hittades under dessa arbeten varav åtminstone ett par har kommit i drift. Även i anslutning till redan kända förekomster upptäcktes helt nya malmkroppar eller befanns de kända kropparna vara större än vad man tidigare funnit.

Det helt övervägande antalet malmförekomster i Mellansverige har som förut nämnts hittats före detta sekels början och i många fall långt tidigare. Malmreserverna, särskilt på järnmalmsidan har emellertid ökat mycket starkt under detta sekel och framför allt efter sista världskriget. Den huvudsakliga orsaken därtill är de intensiva gruvundersökningar som bedrivits under de senaste årtiondena. De malmtilskott man funnit ligger i de allra flesta fall i anslutning till redan befintliga gruvor och bildar fortsättning av redan kända malmkroppar eller utgör nya sådana parallellt med eller i strykings- eller stupningsriktningen från de gamla. Under gruvundersökningarna har man diamantborrat från dagen, sänkt schakt och drivit undersökningsorter på olika nivåer. Från schaktpåhugg och orter har man sedan gjort diamantborringar horisontellt åt sidorna och eventuellt också snett uppåt och nedåt. På detta vis har olika nivåer i gruvorna blivit effektivt undersökta och

geologiskt karterade. Man har kunnat följa redan kända malmer och man har hittat andra förut okända kroppar och man har kunnat beräkna malmtillgångarna.

Under senaste 30–40 årens undersökningar har det visat sig att dagytans snitt av berggrunden blivit mycket effektivt genomletad redan under äldre tid och att de allra flesta flygindikationer som de nya mätningarna gav orsakades av redan kända förekomster. Särskilt under senare tids prospektering har en strävan varit att söka finna djupare belägna malmer. I några fall har detta lyckats direkt genom markundersökningar men de största nya tillskotten har kommit genom underjordsprospektering. All prospektering men framför allt djupprospektering hämmas genom bristen på detaljerade och tillförlitliga geologiska kartor och profiler. Nu har de prospekterande företagen själva fått göra sådan kartering, men avsaknaden av detaljerade berggrundskartor över större områden gör att översikten och de geologiska sammanhangen inte kommer fram.

Enligt en utredning av Svenska Gruvföreningen daterad den 9.7.1965 var totalkostnaden för prospektering ovan och under jord i södra och mellersta Sverige under tioårsperioden 1955–64 167 Mkr. Härav föll 20 % på ovanjordsprospektering och 80 % på prospektering under jord (=gruvundersökning). — En underjordsprospektering är alltid dyrbar. För att en sådan skall kunna bedrivas med framgång och på effektivaste vis måste man först ha skapat sig en rymsbild av områdets geologi, och för detta ändamål fordras återigen noggranna berggrundskartor, inte bara över ett snävt tilltaget undersökningsområde utan över vidare fält. — Tillförlitliga geologiska kartor är utom för malmletning även väl behövliga för många andra ändamål t. ex. vid planering av kraftverk och andra större industriella byggnader, kommunikationsleder, tätare bebyggelser och militära anläggningar. För näringslivet i övrigt behövs goda geologiska kartor för lant- och skogsbruk, hydrologiska utredningar m. m.

Genom alla gruvarbeten och diamantborrningar som gjorts i Mellansverige har man fått en inblick i hur malmerna artar sig nedåt. En statistisk undersökning gjord av B. Högbom 1915 visade att järnmalmernas längd efter fältstupningsriktningen var 3,55 gånger så lång som deras horisontala längd (medeltal för 222 gruvor). Undersökningen är behäftad med en del osäkerhetsmoment men den visar dock tendensen.

De djupaste malmsnitt man har i Bergslagen ligger nu på över 1 000 m, men de är mycket få. Härifrån och uppåt räknat blir tillgången på blottningar och malm allt rikligare och man har haft goda tillfällen att studera malmers och bergarters förhållanden i vertikal led. Ingenting tyder på att de geologiska förhållandena radikalt skulle förändras från nuvarande dagsnitt till ett horisontalsnitt på t. ex. 1 000 m djup och man torde kunna räkna med att den totala arean för såväl sulfidmalmer som järnmalmer håller sig ganska oförändrad åtminstone ned till denna nivå.

Hittills har totalt brutits ca 320 Mt järnmalm i Bergslagen och enligt Gruvföreningens malminventering per 1.1.1967 uppskattades de kvarvarande järnmalms-tillgångarna i Bergslagen till 976 Mt med ca 38 % Fe.

Geijer-Magnusson uppskattade 1944 järnmalms-tillgångarna i Bergslagen till 350 Mt, varvid malmerna tillsammans skulle ha en area av 510 000 kvm. Malmerna skulle då ha ett djupgående av i medeltal 200 m under nuvarande brytningsnivå. All tidigare brytning (före 1944) har totalt givit närmare 200 Mt malm, vilket motsvarar en total avsänkning av knappt 100 m. Sedan 1944 har ytterligare ca 130 Mt brutits, vilket motsvarar en genomsnittlig avsänkning av ca 75 m. Genom hittills utförd brytning har alltså skett en total avsänkning av ca 175 m. Uppskattade malmtillgångar per den 1.1.1967 var som förut nämnts 976 Mt, vilket skulle motsvara en avsänkning av ytterligare 450 m, dvs. man skulle då vara nere på ett djup av 625 m om man räknar

med samma area, 510 000 kvm, som Geijer-Magnusson kommit fram till. Genom senare malmfynd har emellertid denna area ökat, varför totaldjupet torde bli mindre än 600 m.

När man antar att den totala malmarean är oförändrad mellan dagytan och 1 000-m-nivån så innebär detta icke att de olika malmkropparna var för sig skulle fortsätta till detta djup. Det gör de i de flesta fall inte, utan de malmkroppar som utspetsar avlöses av nya kroppar i närheten eller ibland längre bort. Endast ett litet antal helt självständigt uppträdande malmkroppar som ej når dagytan har hittills påträffats och det är en av de väsentligaste uppgifterna för en framtida prospektering att söka reda på flera sådana. För detta ändamål fordras en så fullständig kännedom om berggrunden och dess strukturer som möjligt och framför allt sammanställningar i form av berggrundskartor i relativt stor skala, 1:50 000 eller större. Ur dessa kan man sedan skapa sig den nödvändiga rymbilden av berggrunden.

Tillgångarna på sulfidmalm i Bergslagen är betydligt mindre än av järnmalm. Den ursprungliga kända sulfidmalmskvantiteten var ca 80 Mt varav ca 20 Mt finns kvar (järnmalm ursprungligen ca 1 300 Mt varav 976 Mt kvar). Liksom järnmalmerna, och i vissa fall i ännu högre grad, har många sulfidmalmskroppar ett betydande djupgående och somliga bildar långa, smala linjaler med mer eller mindre brant fältstupning. Som framgår av ovan anförda siffror har avverkningen i sulfidmalmsgruvorna relativt sett varit betydligt hårdare än i järnmalmsgruvorna, och i genomsnitt har avsänkningen nått större djup. En bidragande orsak till detta torde ha varit att det är svårare att lokalisera sulfidmalmer än magnetiska järnmalmer och att man är ännu mer beroende av ett gott geologiskt kartunderlag — vilket saknas — vid sulfidmalmsletning än vid järnmalmsletning.

6 Geologiska kartor

Genom de direkta malmsletningsmetoder som beskrivits ovan kan man systematiskt

leta igenom större eller mindre områden och räkna med att finna alla väsentliga malmförekomster i eller nära berggrundens yta. Djupare belägna malmer däremot är svårare att upptäcka, och malmer liggande djupare ner än ett par hundra meter kan knappast påvisas med geofysiska metoder även om förekomsterna är stora. Ju djupare man syftar dess viktigare är det att man utnyttjar alla data som kommer fram under geoundersökningar. Framför allt gäller det att med hjälp av allt observationsmaterial göra sig en rymdbild av berggrunden så att man med så stor säkerhet som möjligt kan sätta in de dyrbara och tidskrävande djupundersökningarna på rätta ställen.

I Mellansverige har berggrundens ytskikt under århundraden undersökts men däremot saknas underlag för en stor strukturanalys av berggrunden genom den rådande bristen på geologiskt kartunderlag. De områden som geologiskt detaljkarterats är för små och spridda för att kunna utnyttjas till en strukturanalys i stort och för konstruktion av en rymdbild av berggrunden.

En rationell och effektiv prospektering fordrar ett förstklassigt geologiskt kartunderlag och vi skall i det följande granska hur det för närvarande förhåller sig med sådant i Mellansverige.

En av de viktigaste förutsättningarna för en framgångsrik prospektering liksom för flera andra ändamål är en god kännedom om traktens geologi och en god berggrundskarta som på ett överskådligt sätt återger de förhållanden som varit bestämmande för malmernas läge och karaktär. Tidigt insåg man detta inom bergshanteringen där de gamla gruvkarlarna på sitt vis måste ha varit kunniga malmgeologer med en utomordentligt fin känsla för malmens sätt att uppträda framför allt i den egna gruvan och i dess närmaste omgivning. Spår av detta finner man ofta när man studerar gamla gruvkartor eller under jord med förundran ser hur den gamle gruvkarlen kunnat följa malmen i alla dess vindlingar även om den varit störd av förkastningar eller tvära veck.

Inom Jernkontoret, den institution vars speciella uppgift är att främja den svenska järnhanteringens utveckling, insåg man tidigt vikten av att få fram geologiska kartor över Bergslagen och redan år 1838 beslöt Bruks societeten att låta göra en geologisk undersökning av landet, företrädesvis över dess malmförande delar. En sådan undersökning påbörjades också samma år och fortgick under ledning av bergshauptmannen af Forselles ända till år 1850 då hela södra och mellersta Sverige ända upp till nordligaste Jämtland var kartlagt. Sammanställning gjordes sedan i skala 1: 400 000 och fördelades på 18 kartblad.

Jernkontoret bekostade sedan geologiska detaljundersökningar av vissa mellansvenska gruvfält intill år 1858 då Sveriges Geologiska Undersökning inrättades.

Jernkontoret har också senare i många olika etapper lämnat bidrag till geologiska detaljundersökningar och utredningar i Bergslagen. För att alla dessa skulle kunna inordnas i sitt rätta sammanhang och därigenom kunna tolkas och utnyttjas på ett bättre sätt och för att skapa bättre underlag för malmletning och planering av gruvdrift beslöt Jernkontoret år 1875 efter förslag av bergmästaren A. Sjögren att låta utarbeta en ny berggrundskarta över Mellersta Sveriges Bergslag. Arbetet anförtroddes åt bergsingenjören A. E. Törnebohm, ett som det senare visade sig synnerligen lyckligt val. Fältarbetena utfördes snabbt och systematiskt under sex somrar, konceptkarta upprättades i skala 1: 200 000 och indelad i nio blad, trycktes sedan i skala 1: 250 000. Under åren 1880–82 kom såväl kartor som kartbladsbeskrivningar ut från trycket. Törnebohms karta över Mellersta Sveriges Bergslag har blivit ett klassiskt verk och har haft en mycket stor betydelse för såväl malmgeologisk forskning som malmletning i Bergslagen.

I vissa områden har kartor senare kommit till, men över andra delar saknar vi nya kartor och vi saknar en modern sammanställning som skulle kunna ersätta Törnebohms nu snart 100 år gamla kartverk.

Sveriges Geologiska Undersökning, som

inrättades år 1858, och vars uppgift enligt instruktionerna framför allt varit att framställa geologiska kartor över landet, har över Mellansverige lagt upp flera kartverk, men utgivningstakten har varit låg och fortfarande saknas som förut nämnts geologiska kartor över stora områden.

Det område i Mellansverige som är av särskilt intresse ur malmsynpunkt täckes av följande 28 kartblad i RAKs nya topografiska kartverk från N mot S: 13 E-I, 12 E-J, 11 E-K, 10 E-L, 9 E-M. Varje kartblad i skala 1: 50 000 täcker som bekant $50 \times 50 \text{ km} = 2\,500 \text{ kvkm}$ och utges i 4 delblad. Hela området är sålunda 700 kvmil. Större delen av detta område har karterats av SGU i skala 1: 50 000 varvid 4 geologiska kartblad inrymmer inom ett topografiskt blad av det gamla verket Generalstabens karta över Sverige i 1: 100 000. Dessa geologiska blad (SGU Ser Aa) är kombinerade jord- och bergartskartor. Sammanlagt har SGU inom det aktuella området utgivit 73 sådana kartblad, varav 2 kommit ut i ny upplaga. Utgivningsåren för kartbladen framgår av följande uppställning:

År	1860	70	80	90	1900	10	20	30	40	50	60
Antal											
bl. ser.											
Aa	28	19	5	0	5	1	1	6	7	1	0

57 st av de 73 kartbladen är utgångna, men 2 har ersatts av nyeditioner. Tillsammans med dessa två nya blad finns sålunda endast 18 geologiska kartblad från det aktuella området tillgängliga i handeln.

De kombinerade jord- och bergartskartorna kan vara bra för många ändamål, men de är mycket svårlästa särskilt vad berggrunden beträffar. För malmletningsändamål är rena berggrundskartor där alla hällar markerats vida att föredra. Ett utmärkt exempel utgör det av SGU nyligen och närmast för eget malmletningsändamål utgivna Kirunabladet i 1: 50 000. Den typen har länge men förgäves efterlysts för Mellansverige. Där skulle behövas 28 sådana kartblad, vart och ett i fyra delar, för att täcka det ur malmsynpunkt mest intressanta området.

En berggrundskarta över Kopparbergs

län som SGU gav ut 1964 har skalan 1: 200 000. Den ger en översikt över länets berggrund, men ger inte mycket av detaljer som skulle kunna vara till hjälp vid malmletningen. — Motsvarande karta över Gävleborgs län i samma skala utkom år 1967. På denna är bergarterna inom leptitserien betydligt mer uppdelade och tektoniska observationer förekommer rikligare. Båda dessa förhållanden gör kartan mer användbar. Över den malmrikaste delen av området finns dessutom en specialkarta i skala 1: 75 000, och den börjar i utförande närma sig vad man skulle önska över hela den malmförande delen av Mellansverige. Skalan är dock ännu något för liten för att kartan skulle kunna rymma alla önskvärda beteckningar, bl. a. markering för hällar.

Genom båda berggrundskartorna över Kopparbergs och Gävleborgs län har läget ifråga om geologiska kartor i Mellansverige betydligt förbättrats och kunskapen om berggrunden avsevärt ökats. En stor nackdel med kartorna är dock att de svårigen låter sig hopfogas. Gränsen mellan de båda länen är naggig och färgbeteckningarna för samma bergarter ej överensstämmande. I fråga om dessa liksom om andra länskartor måste framhållas, såsom tidigare vid flera tillfällen gjorts genom Svenska Gruvföreringen, det olämpliga i att geologiska kartor göres länsvis och med de oregelbundna konturer som blir följderna. Det är omöjligt att passa ihop två länskartor utan att klippa sönder dem. Länsgränserna faller ofta inom de mest intressanta områdena som härigenom blir sönderskurna så att den geologiska kartbilden, vilken borde vara det väsentliga, blir fördärvad. Detta gäller för två av våra viktigaste malmprovinser nämligen för både Bergslagen och Skelleftefältet. Det riktiga vore naturligtvis att följa den topografiska kartans indelning och utge rektangel- eller med nuvarande indelning kvadratblad.

En annan översiktskarta bör också nämnas för fullständighetens skull och det är den 1957 utkomna »Karta över Sveriges berggrund» i 1: 1milj. För Bergslagens del har kartan för liten skala för att vara direkt användbar vid malmletning, men den visar

den malmförande formationens förhållande till andra och omgivande delar av landet vilket är av visst värde.

Utom de ovan nämnda geologiska kartorna med beskrivningar har genom SGU utgivits ett 60-tal avhandlingar och uppsatser rörande Mellansveriges berggrund och malmgeologi. I dessa finns ett mycket stort antal detaljkartor och profiler, de flesta i svart-vitt, men många också i färg. För att rätt kunna utnyttjas och inordnas i sitt rätta sammanhang fordrar dessa detaljundersökningar, såsom Brukssocieteten förutsåg redan för 100 år sedan, ett gott geologiskt kartunderlag över hela Mellansverige, men speciellt över den malmförande formationen. — Även i Geologiska Föreningens Förhandlingar finns ett värdefullt material i form av uppsatser med kartor och skisser som behandlar mellansvenska malmer och berggrunden omkring dem.

Slutligen måste också nämnas den skatt av gruvkartor som finns i Sverige. Varje gruvföretag har genom århundraden varit skyldigt att kartlägga sina gruvor under jord och att hålla dessa kartor aktuella. Ett exemplar av den sålunda upprättade geologiska och topografiska kartan skall förvaras hos Bergsbyrån inom Kungl. Kommerskollegium. På många gruvkartor, särskilt de äldre, finner man inte så mycket av geologiska observationer, men malmens form och uthållighet nedåt och i horisontal led ger ändå viktiga upplysningar om geologiska strukturer och om malmernas sätt att uppträda i trakten i fråga.

7 Önskemål

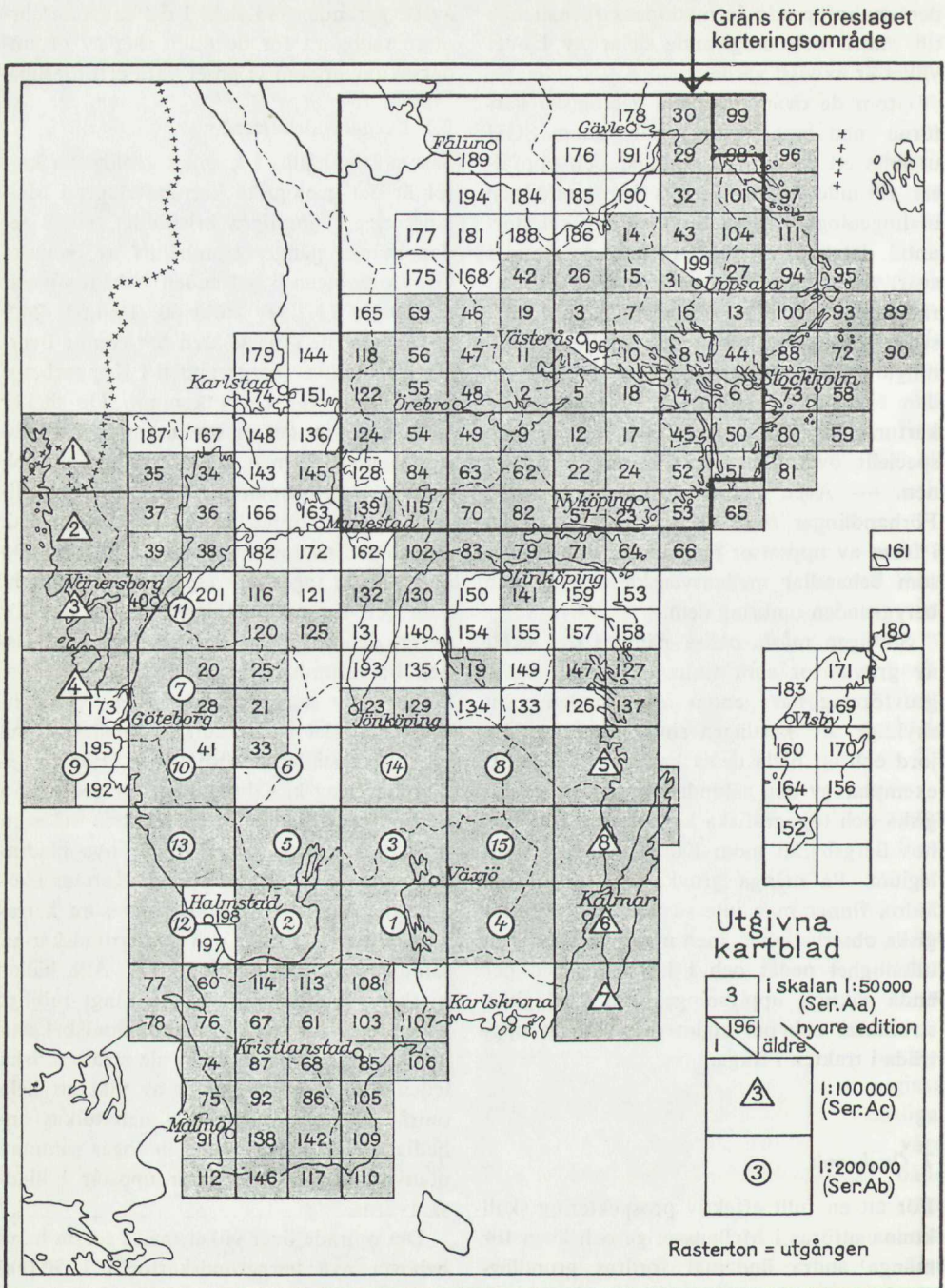
För att en fullt effektiv prospektering skall kunna utföras i Mellansverige och även för många andra ändamål fordras grundläggande regionala undersökningar som skall syfta till att ge en så god översiktsbild som möjligt över berggrundens sammansättning och byggnad. Eftersom dagytan under århundradens malmletning blivit tämligen väl genomsokt bör en framtida prospektering särskilt rikta sig mot djupare liggande delar

av berggrunden. Vi skall i det följande närmare redogöra för de olika slag av geoundersökningar som vi anser vara erforderliga.

7.1 Berggrundskartering

Såsom framhållits i kapitlet geologiska kartor är det geologiska kartunderlaget i Mellansverige synnerligen bristfälligt, vilket redan många gånger framhållits av Svenska Gruvföreningen i yttranden och remissvar (31.10.52, 11.2.59, 26.11.60, 19.4.63, 24.9.63). Under de senaste åren har tvenne översiktskartor över berggrunden i Kopparbergs och Gävleborgs län utkommit. De täcker stora delar av det ur malmsynpunkt intressanta området, men skalan är för liten och särskilt leptitformationens bergarter ej tillräckligt långt uppdelade i stratigrafiska led. De gamla geologiska kartorna i 1: 50 000 är praktiskt taget helt utgångna ur bokhandeln och för malmletningsändamål har för övrigt denna typ av kombinerade jordarts- och berggrundskartor aldrig varit lämplig. En helt ny berggrundskartering i Mellansverige är det enda radikala medlet att nå ett tillfredsställande förhållande. För en sådan kartering kan det system för geologiska kartor som tillämpas i Norrbotten stå som modell. Kartorna följer RAKs nya bladindelning med kvadratiska blad. Kartans ekonomiska blad i 1: 10 000 tjänar som karteringsunderlag i fält och berggrundskartan sammanställs sedan i 1: 50 000. Alla hällar markeras och man söker så långt möjligt nå fram till en stratigrafisk-tektonisk karta med så stor uppdelning av de stratigrafiska leden som möjligt. Det är av vikt att hela området betraktas enhetligt och tolkas enhetligt så att kartbladen kan fogas samman utan att några divergenser uppstår i bladskarvarna.

Det område över vilket man i första hand behöver nya berggrundskartor i 1: 50 000 täckes av följande topografiska kartblad enligt RAKs nya indelningsplan räknade från N mot S: 13 E-I, 12 E-J, 11 E-J, 10 E-J, 9 E-I. Summa 28×4 kartblad i skala 1: 50 000 täckande en yta av 700 kvmil (jfr figur 3). Nya topografiska kartblad finns redan över större delen av området och reste-



Kartblad i ser. Aa, Ac, Ab

Figur 3. Bladindelingskarta över Sveriges geologiska undersöknings kartblad över södra och mellersta Sverige 1966.

rande blad beräknas utkomma i rask takt. Ett utmärkt topografiskt kartunderlag för geologisk kartläggning finns sålunda numera och bristande sådant kan inte längre anföras som skäl för att uppskjuta karteringen.

I samband med den geologiska karteringen bör naturligtvis prover av berggrunden insamlas på sedvanligt vis och underkastas mikroskopisk undersökning i erforderlig omfattning. Utvalda och representativa prover bör också undersökas kemiskt varvid även spårelementen beaktas. I detta sammanhang bör också alla förefintliga äldre bergartsanalyser granskas och efter eventuell omräkning efter moderna linjer utnyttjas för att ytterligare komplettera bilden av berggrunden.

Vid upprättandet av den geologiska kartan bör även de åldersbestämningar användas som efter hand kommer fram vid den av Malmfonden bekostade och av fil. dr Eric Welin ledda stora geokronologiska undersökningen av det svenska urberget. Utöver de planerade bestämningarna kanske ytterligare en del sådana erfordras för Bergslagen med tanke på de speciella geologiska problemen där.

7. 2 Geofysiska undersökningar

Vid en beskrivning av de för en djupmalmsprospektering i Bergslagen behövliga geofysiska undersökningarna av regional och översiktlig karaktär är det lämpligt att följa den tidsmässiga ordningsföljd i vilken dessa bör utföras. Man har då först att särskilja den grupp undersökningar för vilka mätresultaten bör föreligga i bearbetat skick (ev. kartform) innan den geologiska karteringen påbörjas. Denna grupp bör omfatta magnetiska, elektriska och radiometriska flygmätningar samt översiktliga gravimetermätningar. Under det geologiska karteringsarbetet kommer efter hand att inställa sig ett behov av framför allt magnetiska och elektriska markmätningar för undersökningar av utvalda geologiska nyckelområden och eventuellt också en del seismiska undersökningar för lösning av vissa delproblem. Härtill kommer önskvärldheten av ett

program för temperaturmätningar och bestämningar av bergarternas värmeledningsförmåga. Dessa senare mätningar behöver dock icke göras tidsbundna i förhållande till övriga undersökningar.

Magnetiska, elektriska och radiometriska flygmätningar

De magnetiska och radiometriska flygmätningarna bör täcka hela det område som är planerat att karteras geologiskt. Mätningarna bör utföras enligt det system som nu användes av SGU i Norrbottens län och som tidigare beskrivits (3.2). Flytningarna bör således utföras på en höjd av 30 till 40 m över marken och efter ett system av parallella linjer i öst-västlig eller nord-sydlig riktning på ett linjeavstånd av 200 m. Vid de magnetiska mätningarna skall det jordmagnetiska fältets totalintensitet registreras och de radiometriska mätningarna bör utföras med en gamma-spektrometer och omfatta registrering av samma kanaler som mätes vid SGU:s flygmätningar. På grundval av registreringarna upprättas magnetiska och radiometriska kartor i skala 1:50 000 med samma bladindelning som för den ovan behandlade geologiska karteringen. Dessa kartor bör kunna infogas i de kartbladsserier över geofysiska flygmätningar som efter hand kommer att utges av SGU. För de magnetiska kartornas utformning föreligger redan normer som fastslagits i samband med utgivandet av de första geologiska och flygmagnetiska kartorna (Kirunabladet i SGU. Ser Af nr 1-4). Det kan förutses att de geologiska kartbladsserierna i skala 1:50 000 som producerats över södra och mellersta Sverige framdeles kommer att kompletteras med flygmagnetiska kartor av det slag som nu börjat utges över Norrbottens län.

För utformningen av de radiometriska kartorna finns ännu icke några fastlagda normer. De problem som rör de radiometriska mätningarna samt bearbetningen och kartframställningen av dessa har emellertid tagits upp till behandling vid SGU i samband med dess nyligen startade prospektering efter uran. Av vad tidigare sagts

är det naturligt att man för undersökningarna i Bergslagen väljer samma system för de radiometriska kartorna som det, vilket efter hand kommer att fastställas för SGUs mätningar av detta slag.

Elektriska flygmätningar behöver kanske endast utföras över vissa delar av det område som omfattas av de magnetiska och radiometriska mätningarna. För de elektriska mätningarna finns att välja mellan flera metoder och typer av instrumentutrustningar. En grupp av dessa metoder kräver låg flyghöjd, då dess räckvidd är begränsad till ett avstånd mindre än 100 m från flygplanet. I det avseendet skulle således den flyghöjd som användes för de magnetiska och radiometriska mätningarna vara lämplig. Andra metoder kräver rent tekniskt sett en större flyghöjd (över 80 m) än den som är lämplig för övriga flygmätningar. Vid bl. a. SGU pågår emellertid arbeten för att söka utveckla metoder enligt nya principer som förväntas medföra vissa väsentliga framsteg beträffande möjligheterna till större »djupkänning» och ett friare val av flyghöjd. Det är av dessa anledningar svårt att nu framlägga en bestämd plan för de elektriska flygmätningarna. Så länge frågan om lämpligt val av mätmetod och instrumentering inte fått någon slutlig lösning torde det vara bäst att förskjuta utförandet av elektriska flygmätningar till den tidpunkt då de geologiska karteringsarbetena redan pågår inom ett kartblad. Man har då bästa förutsättningarna att avgöra vilken av existerande mätmetoder som är den lämpligaste för de aktuella undersökningarna samt att göra en riktig avgränsning av mätområdena.

Gravimetermätningar

För att kunna fylla sitt ändamål bör de gravimetriska översiktsmätningarna utsträckas över hela det område som upptages av den geologiska kartan samt ha en punkttäthet av i genomsnitt en observationspunkt per kvkm, dvs. sammanlagt omfatta ca 70 000 tyngdkraftsbestämningar. Mätningarna bör i första hand utföras längs befintliga vägar och i terrängen utmärkta linjer såsom rågångar och elektriska ledningar för

att mätningarna, speciellt avvägningarna, skall kunna utföras snabbt och till rimliga kostnader. Det blir därför inte fråga om att göra en jämn punktfördelning över kartbladsområdena. Man väljer i första hand ut sådana lätt tillgängliga mätsträckor som övertvårar rådande geologiska strykningriktningar och placerar observationspunkterna relativt tätt (500 m) längs dessa mätlinjer. Det faller sig vidare naturligt att göra en sådan fördelning av antalet observationspunkter mellan de olika kartbladen och skilda områden på dessa att terränger med monotona geologiska förhållanden beläggs med glesare observationsnät än de geologiskt mera komplexa områdena.

Mätningarna bör anknytas till RAKs gravimeternät. Mätresultaten bearbetas på sedvanligt sätt och framställs som kartor över terrängkorrigerad Bouguer-anomali. Dessa kartor bör bl. a. framställas i skala 1: 50 000 och med den för övriga kartor fastställda kartbladsindelningen. Det bör övervägas om dessa kartor skall tryckas omedelbart efter färdigställandet eller om man eventuellt bör invänta sådana gravimetermätningar, som kan förväntas tillkomma under det fortsatta prospekteringsarbetet.

Med tanke på kostnaderna för erforderliga höjdbestämmingar finns det anledning överväga vilka krav på noggrannhet som kan anses motiverade för de observationspunkter som ingår i översiktsmätningarna. Speciellt vid mätningar i obanad terräng kan det innebära väsentliga kostnadsbesparingar om man kan acceptera den noggrannhet på höjdbestämmingarna som erhålles om RAK utför dem på fotogrammetrisk väg ur föreliggande flygfotomaterial.

Magnetiska och elektriska markmätningar

Vid det geologiska karteringsarbetet kommer det med all säkerhet att dyka upp områden, där geologen stöter på svårigheter i form av stora jordtäkta områden m. m. och där de utförda geofysiska regionalmätningarna är otillräckliga för att ge behövliga informationer. I synnerhet i de fall då området betraktas som ett geologiskt »nyc-

kelområde» kan det finnas anledning att redan i detta skede utföra i första hand magnetiska och elektriska detaljmätningar på marken för att t. ex. kunna klarlägga stratigrafien genom att följa upp vissa magnetiska och elektriska ledhorisonter, fastställda stupnings- och veckningsförhållanden och eventuellt uppdaga förkastningar och dylikt. Det kan också tänkas bli aktuellt att efter hand komplettera dessa undersökningar med vissa gravimetriska och seismiska mätningar.

Det ligger i sakens natur att undersökningar av ovan angivet slag måste planläggas efter hand som de geologiska problemen aktualiseras och att man har svårt att redan nu förutse det totala behovet av sådana mätningar.

Seismiska mätningar

Det är svårt att nu avgöra i vilken omfattning man kommer att finna det befogat att använda seismiska metoder för geologiska strukturundersökningar. Anledningen härtill är framför allt att vi har mycket liten erfarenhet på detta område i Sverige. Medan man — som tidigare nämnts — i t. ex. Ryssland utför mycket omfattande seismiska mätningar i områden med geologi liknande Bergslagens i syfte att klarlägga de storstrukturella geologiska förhållandena, så har det inte utförts någon jämförbar undersökning i vårt land. Till problemet hör också att sådana seismiska mätningar är mycket kostnadskrävande. Det naturliga synes därför vara att man som en första etapp tänker sig utföra vissa seismiska försöksmätningar. Dessa mätningar kan lämpligen göras längs en eller ett par profilinjer som går över utvalda områden där man känner de geologiska strukturerna någorlunda väl. Erfarenheterna från dessa försöksmätningar får bli vägledande för beslutet om eventuellt fortsatta arbeten och deras omfattning.

Temperaturmätningar

Studiet av temperaturförhållanden och värmeströmningar i berggrunden har hittills varit mycket eftersatt i vårt land. Det har

emellertid påvisats att sådana studier bl. a. kan få betydelse även i malmetningssammanhang och då speciellt vid undersökning av djupmalmer. De mest omfattande undersökningar av temperaturgradienterna i berggrunden som utförts i vårt land har gjorts av Boliden AB i prospekterings syfte. Undersökningarna omfattar mätningar i ett stort antal djupa diamantborrhål belägna inom Skelleftefältet. Vidare kan nämnas att det inom Svenska Gruvföreningens Gruvforskning föreligger planer på att ta upp nya forskningar inom detta område. Det finns således anledning att ta med temperaturmätningar som ett led i de förberedande arbetena för »djupprospektering» i Bergslagen. Härtill bör läggas bestämningar av bergarternas specifika värmeledningsförmåga för att göra möjligt att bedöma värmeströmningarna i berggrunden.

8 Strukturanalys av den mellansvenska berggrunden

Sedan de skisserade geologiska och geofysiska undersökningarna över Mellansverige utförts är tiden mogen att göra en strukturanalys. Förarbeten för denna utföres lämpligen redan i samband med kartläggningsarbetena men för den slutliga sammanställningen måste allt material utnyttjas. Denna strukturanalys skall syfta till att få fram en så riktig bild av berggrunden som möjligt både i horisontal och vertikal led. Den geologiska utvecklingen i området måste klarläggas och bildningen av olika bergarter och malmer förklaras och sättas in i rätta sammanhang. När allt detta är gjort har man fått en verkligt god grund att bygga vidare på framför allt vid prospektering i djupled.

9 Genomförande

Som förut framhållits är en modern geologisk undersökning och kartering av Mellansverige nödvändig av flera skäl, bl. a. för att man skall kunna göra sig en rymsbild av områdets geologiska byggnad och utföra en strukturanalys av densamma.

Stommen för alla vidare arbeten borde vara en god berggrundskarta i skala 1:50 000 grundad på hel geologisk nykartering och geofysisk kartering från luften kompletterad med markmätningar. Önskvärdheten av en sådan karta har framförts många gånger förut särskilt av Svenska Gruvföreningen som funnit bristen på geologiskt kartunderlag »rent skrämmande». Förr eller senare måste en sådan karta komma till stånd och det är särskilt med tanke på gruvnäringen angeläget att SGU snarast ges resurser att upprätta en sådan, påbörja fältarbetena och bedriva dem i en sådan takt att hela kartan kan bli färdig inom rimlig tid.

Först när den geologiska kartbilden är klar och kompletterad med resultaten från geokemiska undersökningar och med observationer från mätningar av ålders-, tyngd- och temperaturfördelning i berggrunden finns det nödvändiga underlaget för systematisk djupprospektering.

Fram till detta stadium vore det naturligt att staten genom SGU svarade för undersökningarna, vilka på sikt är av fundamental betydelse inte endast för gruvhanteringen utan även för andra näringsgrenar och för centrala samhällsfunktioner. Däremot vore det olyckligt om SGU samtidigt med karteringen skulle bedriva malmletning. Framställningen av den geologiska kartan borde vara en helt fristående uppgift, och om staten sedan skulle bedriva malmletning borde det vara på samma villkor som det privata näringslivet, t. ex. genom ett statligt företag.

När sedan frågan kommer till själva djupprospekteringen blir problemet kinkigare. Alla malmförekomster i Mellansverige är belagda med utmål och dessa bildar ofta långa sammanhängande komplex längs de malmförande stråken. Som framgår av tidigare kapitel kan man vänta sig att den totala arean för de mellansvenska malmerna håller sig någorlunda konstant från dagytan och ned till 1 000 m eller mera. Därmed är

inte sagt att de enskilda malmkropparna har detta djupgående, för det har de i regel inte, men om en malmkropp spetsar ut så kan man vänta sig en annan i stället. Läget för sådana nya malmkroppar är djupprospekterings sak att fastställa. Sannolikheten talar för att åtminstone huvudparten av djupmalmerna kommer att ligga nära redan kända förekomster och kanske i de flesta fall på redan utmålslagt område. Det är av vikt att man vid djupprospekteringen söker utnyttja alla tillgängliga, på större djup belägna schakt, orter och diamantborrhål för alla former av prospekteringsarbeten.

Varje djupprospektering måste därför ske av gruvrättsinnehavaren eller med dennes medgivande. Men om en effektiv letning efter djupmalmer skall utföras så måste den ske i stort. För översiktens skull vore det då önskvärt med en gemensam ledning för djupprospekteringen i Mellansverige även om själva prospekteringen bekostades av de olika gruvägarna. För att nya detaljerade berggrundskartor över Mellansverige till fullo skall kunna utnyttjas för djupprospektering kanske en särskild organisation bör inrättas och få egen prospekteringspersonal med särskild inriktning på geologisk, geofysisk och geokemisk djupprospektering. Ett annat men sämre alternativ är att sådan personal inlånas från statliga institutioner eller privata firmor.

När nya prospekteringsmetoder framkommit har detta ofta fört med sig ett uppsving i malmletningen med ett intensivt utnyttjande av det nya hjälpmedlet i nya prospekteringskampanjer. Så var t. ex. fallet med de nya metoder för geofysisk malmletning från luften som kom i bruk strax efter senaste världskriget. De orsakade särskilt i Bergslagen en malmletning av aldrig förut skådad omfattning. En ny berggrundskarta i stor skala över Mellansverige skulle säkerligen ge en motsvarande impuls och framför allt stimulera till prospektering efter djupare liggande malmkroppar.

Bilaga 4 Underjordsbrytning i mellansvenska gruvor, teknik, forskning och utveckling

Utarbetad av Ingvar Janelid

I det följande lämnas synpunkter på nuvarande situation beträffande teknik, forskning och utveckling för de svenska gruvorna med tanke på vilka möjligheter det finns att påverka den framtida utvecklingen.

1 Produktionsenhetens inverkan för malm

Man måste från början ha klart för sig, att det kan råda mycket stor skillnad mellan produktionskostnader och kapacitet per manskraft vid dagbrott respektive underjordsgruvor liksom vid olika årskapaciteter. För att ge en uppfattning om kapacitetens inverkan vid i övrigt lika förhållanden kan följande grova relativa kostnadsjämförelse göras och där den lägsta produktionskostnaden i stort dagbrott satts = 1:

	Årsbrytning	
	Mer än 1 Mt	Ca ½ Mt
Dagbrott	1	1-2
Underjordsgruvor	3-5	5-10

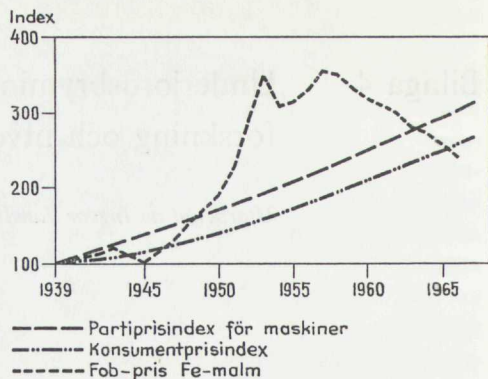
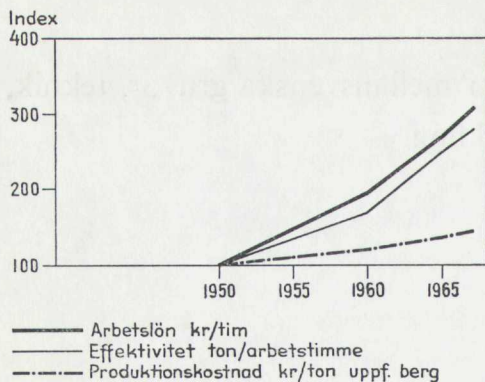
Vid brytning i dagbrott har givetvis malmens hårdhet ur borrhings- och sprängningssynpunkt stor betydelse, men ännu större inverkan kan erforderlig gråbergsbrytning ha. När den nödvändiga gråbergsbrytningen i ett dagbrott blir alltför omfattande, kan det vara ekonomiskt att

övergå till underjordsbrytning. Så är t. ex. fallet nu i Kiruna. Den ekonomiska gränsen för gråbergsbrytning varierar i hög grad beroende på en rad faktorer men är av storleksordningen 1 : 5 och 1 : 10 (volymförhållandet malm-gråberg). I exceptionella fall, t. ex. antracitgruvor i USA, har brytningsförhållandet kol:ofyndigt uppgått till så högt värde som 1 : 30. Brytning av kol kan eller skall ej jämföras med malmbrytning.

Även vid underjordsbrytning varierar produktionskostnaderna och kapaciteten i mycket hög grad vid samma årskapacitet beroende på malmens och bergets hållfasthet, malmkroppens form och läge, malmkvalitet etc. Bl. a. nyss angivna faktorer bestämmer, vilken brytningsmetod som är möjlig. Brytningskostnaderna kan vid en viss årskapacitet vid ogynnsamma förhållanden mycket snart vara dubbelt så höga som vid de mest gynnsamma, varför några generella angivelser ej är möjliga.

Ovannämnda förhållanden bör hållas i minnet, när man i fortsättningen diskuterar möjligheter att påverka utvecklingen och framförallt om en jämförelse göres mellan olika gruvor.

I det följande kommer jag enbart att ägna mig åt underjordsbrytning i Sverige. Vid stora moderna utländska dagbrott har man idag nått en teknik, som troligen inte kommer att i princip ändras under överskådlig tid (10-15 år).



Figur 1. Kostnads- och effektivitetsutveckling för underjordsbrytning vid 15 medelstora gruvor.

2 Kostnader och effekter vid underjordsbrytning

Kostnads- och effektutvecklingen (fig. 1) för underjordsarbetet inom gruvindustrin exemplifieras med uppgifter från ca 15 medelstora svenska gruvor för tiden 1950 t. o. m. 1965. Uppgifterna utgör alltså inget medeltal för hela Sveriges gruvindustri. Som jämförelse har medtagits konsumentprisindex, partiprisindex för maskiner och fobpriser för järnmalm med 1939 som basår. I exemplet har arbetslönerna ökat mest, från index 100 till 270. Effektiviteten i ton per arbetstimme har haft nästan samma ökning, men genom mekanisering och rationalisering har produktionskostnaderna under samma tidsperiod endast ökat från 100 till 135. Denna senare siffra anger tyvärr inte hela sanningen, eftersom nyanläggningar och dylika kostnader ej inräknats i driftskostnaderna. Man har dock hittills i stort sett kunnat hålla kostnadsutvecklingen stängden.

En detaljkännedom om kostnadsfördelningen är nödvändig för att rationaliseringsåtgärder skall kunna vidtagas och få önskad effekt.

För att även klargöra *proportionen mellan olika kostnadsposter* vid underjordsbrytning hänvisas till tabell i figur 2. Exempel A respektive B representerar gruvor med olika brytningsmaskiner och olika maskinutrustning och därmed kapitalkostnad. Som synes utgör »maskiner och material» den

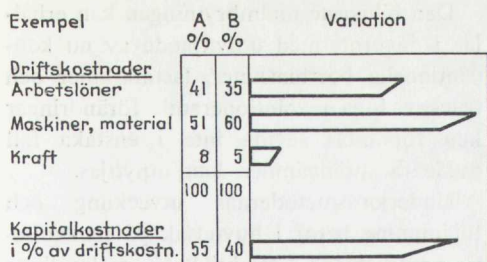
största posten och mekanisering har som bekant medfört att maskinunderhåll och reparationer blir en allt viktigare faktor. Denna kostnadspost anser jag inte kan minskas i någon större omfattning annat än genom stora, robusta maskiner med i princip minsta möjliga kontakt med och rörelse i förhållande till bergmaterialet. Exempel på detta sistnämnda är en stor grävmaskin, där egentligen endast skopan kommer i beröring med berget.

Kraftkostnaden är låg och man skulle i princip inte behöva vara rädd att öka denna, men sannolikt står underhålls- och reparationskostnaderna, som inte bör öka, i viss proportion till kraftförbrukningen.

Kapitalkostnaderna utgör en avsevärd andel, men är mycket varierande vid små respektive stora gruvor samt beroende av utnyttjningsfaktorn. I USA finns dagbrott, där man kör 20 skift per vecka och regelbundet endast har 1 skift per vecka för större reparationer. När måste treskift införas i svenska gruvor för att klara konkurrensen?

Arbetskostnaden är i exemplet figur 2 35–41%. I högmekaniserade gruvor är dessa siffror lägre på grund av högre kapacitet per manskift, men om gruvorna är alltför små, ökar kostnaderna för maskiner och materiel mycket snabbt.

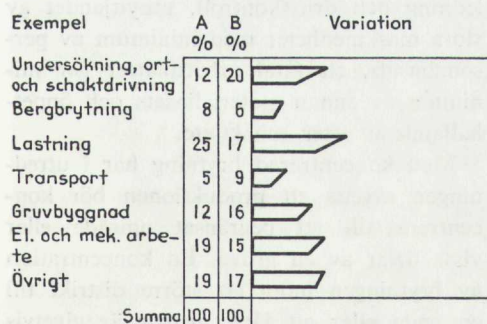
Arbetsfördelningen under jord beror givetvis på brytningsmetod och mekaniseringsgrad. Ett exempel visas i figur 3 från



Figur 2. Kostnadsfördelning vid underjordsbrytning (medeltal från ett antal gruvor).

två olika svenska gruvor. Härav framgår att tiden är ganska lika fördelad på flera arbetsoperationer. Det hjälper alltså inte att förbättra enbart borring eller lastning. Man måste göra något mer radikalt. Självva bergbrytningen utgör en liten del i det hela, vilket ger en tydlig anvisning om att det är tillredningsarbeten samt principerna för utlastning och transport som skall angripas. En avsevärd förbättring kan troligen endast uppnås genom stora etagehöjder, fåtal utfraktsnivåer, koncentrerad brytning med ett fåtal borrhingsplatser och stora sprängningar. Dessa synpunkter stämmer inte med principerna för skivrasbrytning där man har många angreppspunkter och små sprängningar, men här har man i stället fördelen av ett enhetligt standardiserat förfarande.

Reparationsarbeten och »övrigt» utgör en alltför stor del av totala arbetsinsatsen. En koncentrerad brytning med utnyttjande av största möjliga maskiner måste vara en god riktlinje.



Figur 3. Exempel på arbetstidsfördelning vid underjordsbrytning.

	Igensättn.- brytn., %	Rum- och pelar- brytn., %	Skiv- ras- brytn., %	Skiv- pall- brytn., %
Arbetslöner	40	38	37	35
Maskiner, material	55	56	54	58
Kraft	5	6	9	7
	100	100	100	100

Figur 4. Exempel på kostnadsfördelning under jord vid olika brytningsmetoder.

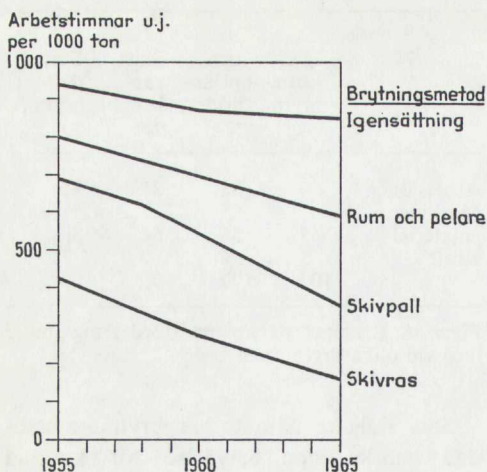
Som tidigare nämnts har brytningsmetoden ganska stor betydelse för kostnad respektive kapacitet per manskipt. Tyvärr är valmöjligheten av brytningsmetod ofta begränsad beroende på lokala förhållanden. Det gäller att kunna välja den i princip billigaste metoden, som ger högt malmutbyte utan att avkall ges på säkerhetssynpunkterna.

Som exempel visas i figur 4 hur driftskostnaderna fördelar sig vid de fyra i Sverige mest förekommande brytningsmetoderna. Av tabellen framgår att andelen arbetslöner är lägst vid skivras och skivpall även om skillnaden är liten och ej helt signifikant. Igensättningsbrytning är ur brytningssynpunkt den kostsammaste, men kan fram till färdig produkt vara mest ekonomisk genom selektivitet och högt malmutbyte. Om siffrorna i figuren varit uttryckta i kr/ton i stället för % skulle en betydande skillnad ha uppstått till förmån för skivras och skivpall.

Som orientering lämnas en kort beskrivning över när olika brytningsmetoder lämpligen användes.

Igensättningsbrytning användes framför allt vid sulfidmalmer, där man inte önskar inblandning av gråberg i malmen på grund av åtföljande höga malnings- och anrikningskostnader. Vid fullständig igensättning sker heller inget inras av ovanför malmen liggande markområden.

Skivpallbrytning användes vid brantstående malmer av begränsad mäktighet, där såväl malm som sidoberg har så pass god hållfasthet att utbrutna rum ej rasar ihop.



Figur 5. Brytningseffektens utveckling 1955–1965.

Rum- och pelarbrytning användes vid flacka malmer, där även malm och sidoberg har god hållfasthet.

Skivrasbrytning är den i Sverige mest använda metoden vid järnmalsbrytning och kan i princip användas under mycket skiftande förhållanden. Nackdelarna är framför allt vissa malmförluster och gråbergsinblandning i uppfordrad malm.

Blocksbrytning kan användas vid stora malmkroppar, där malmen har så pass låg hållfasthet att den själv brytes sönder vid underminering.

För att demonstrera hur brytningseffekterna utvecklats under senare år visas ett diagram figur 5. Härav framgår att den största relativa effektökningen har skett för de metoder som lättast kan mekaniseras, nämligen skivras- och skivpallbrytning. Samtidigt sker arbetet vid dessa metoder i rum eller orter av begränsad storlek, där problemen med berghållfasthet och bergtryck lättast kan kontrolleras.

3 Sammanfattning beträffande nuvarande teknik

En kort sammanfattning av vad som här ovan nämnts och som bör gälla för närmaste överskådliga tid är följande:

Den billigaste malmbrytningen kan erhållas i dagbrott med utnyttjande av nu konventionella bormaskiner, lastmaskiner och truckar. Inga revolutionerande förändringar kan förväntas såvida inte i enstaka fall nukleära sprängämnen kan utnyttjas.

Underjordsmetodernas utveckling och tillämpning beror i huvudsak på mekaniseringsmöjligheter, selektivitet, malmutbyte och berghållfasthet. En viktig faktor i planeringen är koncentrerad brytning, vilken är en förutsättning för mekanisering med stora maskinenheter. Kravet på selektivitet i brytningen kommer från den fortsatta malmbehandlingen. Det eftersträfvade malmutbytet beror på malmvärdet. Den kanske mest avgörande faktorn är dock berghållfastheten som bestämmer hur stora arbetsrum inom brytningsområdet som kan tillåtas. Att svårigheterna ökar med en gruvavsänkning är uppenbart och framtida metoder måste avpassas därefter.

För att kunna höja effektiviteten och sänka produktionskostnaderna vid gruvbrytning måste man enligt min uppfattning tillämpa följande huvudprinciper:

- Koncentrerad brytning i varje gruva
- Kontrollerat styckefall
- Kontroll av malmutbyte och gråbergsinblandning
- Ekonomisk mekanisering
- Processtyrning

Dessa punkter kan kommenteras enligt följande:

Den *koncentrerade malmbrytningen* är nödvändig ur många synpunkter: för arbetsledning och driftskontroll, utnyttjandet av stora maskinenheter med minimum av personalinsats, ett fåtal arbetsplatser ger minimum av annan materialinsats och öppet hållande av orter, schakt etc.

Med koncentrerad brytning har i utredningen avsetts att produktionen bör koncentreras till ett begränsat område eller vissa delar av en gruva. En koncentration av brytningen inom ett större distrikt till en enda eller ett fåtal gruvor är givetvis av stor betydelse men har inte medtagits i min bedömning. Här finns nämligen

många andra aspekter, som inte är av brytningsteknisk karaktär.

Till att börja med betraktas en *enstaka gruva* med ett uppfordringsschakt och viss årsproduktion. Tidigare har man av praktiska skäl behövt ett relativt stort antal arbetsplatser, eftersom bormaskiner, lastmaskiner etc. haft relativt liten kapacitet. Arbetsorganisationen har varit individuell, och man har inte inriktat sig på större grupparbeten. Även vid relativt små malmkroppar bör det numera finnas möjlighet att utnyttja stora, mekaniska borrhaggregat och stora lastmaskiner, kanske i många fall även med spårlos drift. Lastningsutrymmen och ortdimensioner bör kunna vara av samma dimensioner som i en mycket stor gruva, och det reella problemet blir då en organisations- och planeringsfråga. »Motståndet» mot omläggning till en sådan koncentrerad brytning är troligen, att man redan har en maskinutrustning, som är bra, och som man inte kan sälja, och man vill inte göra nyinvesteringar.

Jag har den uppfattningen, att om man utan förbehåll kunde planera för en rationell och koncentrerad brytning, skulle brytningskostnaderna enbart av denna orsak avsevärt kunna sänkas i jämförelse med vad en genomsnittsgruva av samma storlek nu har.

Frageställningen blir något annorlunda, om man betraktar ett i samma regi bearbetat *gruvfält* med t. ex. flera små schaktanläggningar. Här är det helt uppenbart, att en betydande vinst kan uppstå såväl tekniskt som ekonomiskt, om transporter av malm, material, personal etc. koncentreras. Som exempel kan nämnas att så har skett i Ridderhytte-fältet och så borde kunna ske i Norbergs-fältet.

Kontrollerat styckefall vid primärsprängningar är en förutsättning för t. ex. automatiserad lastning och krävs även för val av mest ekonomiska maskiner för lastning, transport, krossning etc. Även enstaka skut sänker i hög grad kapacitetet och effektiv arbetstid.

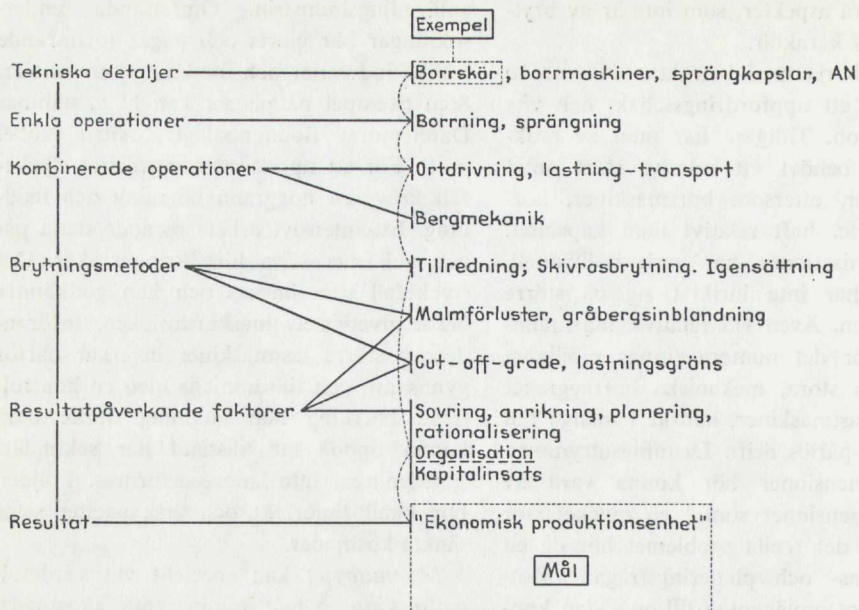
Kontrollerat styckefall har diskuterats i många sammanhang såväl inom gruv- som

anläggningsindustrin. Omfattande undersökningar har gjorts och pågår fortfarande i olika industrier och forskningskommittéer. Som exempel på platser kan bl. a. nämnas Dannemora, Bolidenbolaget, Nitro Nobel m. fl. För att uppnå ett kontrollerat stycke-fall krävs en noggrann borrhning och laddning. Ett intensivt arbete rörande detta pågår, och successiva förbättringar sker. Det stycke-fall som önskas och kan godkännas beror givetvis av maskinstorleken. Införandet av större lastmaskiner inverkar därför gynnsamt, och tillsammans med en kontrollerad borrhning och laddning borde man kunna uppnå ett tillstånd där sekundärsprängningar inte längre erfordras. Följden blir ökad timeffekt och årskapacitet samt sänkta kostnader.

Malmutbytet kan speciellt vid värdefull malm vara en helt dominerande »kostnadsfaktor». Den »marginalkvantitet» malm som kan uttagas belastas endast med marginalkostnaden för lastning, transport och uppfordring.

Kontroll av malmförlust och gråbergsinblandning är särskilt aktuell vid skivrasbrytning. Här har stora forsknings- och undersökningsarbeten utförts, och för närvarande pågår ett fullskaleförsök, som planerats i samarbete mellan Institutionen för gruvbrytning, KTH och Gruvforskningen. Själva försöket utföres i Timmergruvan, Grängesberg, där man välvilligt ställt plats till förfogande. Ekonomiska bidrag erhålles även från Grängesberg och LKAB. Totala kostnaden rör sig om mer än 1/4 Mkr.

Som framhållits i min tidigare PM är värdet av mer kontrollerade förhållanden mycket stort. Som tidigare nämnts rör sig malmförlusterna om 10–20% och gråbergsinblandningen om 15–25%. En bättre kännedom om gravitationsflödet i sprängt berg skulle ge möjlighet såväl till betydligt bättre planering av tillredningsarbeten som till slutlig borrhning, sprängning och utlastning av malmen. Jag kan inte nog understryka betydelsen av pågående undersökningar och anser, att de dels kommit igång för sent, dels i för liten omfattning. Det ekonomiska värdet kan vara mycket stort, och enligt



Figur 6. Följdriktig forskning.

min uppfattning är en förbättring vid skivrasbrytning i mindre gruvor av storleksordningen 10–20 % möjlig.

Med ekonomisk mekanisering och processstyrning avses att riktigt avväga investeringar i nya maskiner och utrustningar, så att dessa varken blev för enkla eller för dyrbara. Några generella bedömningar eller beräkningar kan ej ske, utan problemen får behandlas tillsammans med borrning, lastning och transportfrågor.

4 Ny teknik, forskning och utveckling

Mot bakgrunden av vad som ovan framförts diskuteras här nedan de möjligheter som jag anser finns för att höja effektiviteten och sänka produktionskostnaderna genom vidareutveckling av maskinutrustning, principer och metoder.

För att överskådligt visa vilken lång kedja av på varann inverkan faktorer som finns i gruvbrytning hänvisas till bild figur 6.

Enligt inprickat exempel med ett förbättrat borrskår (hårdmetall) har detta haft följande inverkan.

1. Flerfaldigt högre borrsjunkning.
2. Lättare borrmaskiner och mindre mängd borrstål.
3. Snabbare ortdrivning och därmed ändrad tillredningsteknik.
4. Nya brytningsmetoder med bl. a. långa borrhål.
5. Mer koncentrerad brytning.

För bergborrning under jord fortgår givetvis en intensiv utveckling hos de stora maskintillverkarna, bl. a. Atlas Copco, och förbättrade maskiner är förutsedda med högre borrsjunkning men framförallt mekanisering och delvis automatisering av borrhningsarbetet. Utnyttjandet av sådan ny maskinutrustning i små gruvor är begränsat med hänsyn till utnyttjningsgrad och därmed kapitalkostnad.

Användning av långhålsborrning är begränsad vid små liksom vid mycket oregelbundna malmkroppar, men här finns fortfarande säkert möjligheter till bättre utnyttjande. Den successivt förbättrade borrhningstekniken har i hög grad påverkat brytningsmetoder. I USA har ett ingående studium skett av tänkbara borrhningsmeto-

der i samband med oljeborrning och omfattande forskningsarbete beträffande mekaniska, termiska och kemiska metoder. Dessa har även diskuterats i Sverige, men hitintills har inga nya lösningar kommit fram för underjordsborrning med borrhål mindre än ca 50 mm. Ansträngningarna här har i stället inriktats på att försöka utnyttja den nu kända tekniken på mest effektiva sätt.

Fullborrning av tunnlar, horisontalorter och stigorter har under senaste åren haft en mycket snabb utveckling i länder, där man har lösa bergarter. Med nu tillgängliga borrarverktyg av stål och hårdmetall ligger den ekonomiska gränsen någonstans vid bergarter och malmer med en tryckhållfasthet mindre än 1 000 kp per cm². Svenska bergarter och malmer har i många fall en tryckhållfasthet över både 2 000 och 3 000 kp per cm². Omfattande prov har utförts i samarbete mellan Atlas Copco, Sandviken, Boliden och LKAB, men med nuvarande teknik och utrustning har metoden inte visat sig ekonomisk i svenska gruvor.

Beträffande sprängningstekniken har utvecklingen under de senaste 10 åren snabbt gått mot utnyttjande av billigt ammoniumnitrat. Sprängämnet erhålles genom att blanda ammoniumnitrat och 5,5 % olja eller i en annan typ genom blandning med TNT och vatten till s. k. slurry.

I amerikanska dagbrott är övergången till användning av ammoniumnitratbaserade sprängämnen nästan hundra procentig. Under jord är användningsmöjligheten mindre dels på grund av smalare borrhål, dels på grund av vattenproblem, vilket kräver en viss teknik och annan omsorg än vid utnyttjande av konventionella sprängämnen. Vid företag där man haft resurser att lösa sina lokala sprängningsproblem och lära upp personalen, har stora kostnadsbesparingar gjorts. Detta har skett bl. a. inom LKAB och Bolidenbolaget. Vid mindre gruvor har användningen av ammoniumnitrat på grund av vad ovan sagts mött vissa svårigheter, eftersom det krävs viss specialutbildning av personal samt noggrannhet för att misslyckanden ej skall uppstå. En klar väg mot

möjligheten till bättre utnyttjande av billiga ammoniumnitratsprängämnen är användning av grövre borrhål och koncentrerad brytning.

Utrustning för lastning och transport under jord är ur kapacitetssynpunkt begränsad till de utrymmen, som är möjliga i orter och arbetsrum och beror på bergets hållfasthet respektive malmkroppens storlek. En allvarligt begränsande faktor för utnyttjande av stora och effektiva maskiner är ändå produktionskapaciteten per skift. Tillräcklig mängd malm måste finnas tillgänglig för utlastning inom maskinutrustningens arbetsområde. Även här återkommer man till önskemålet om en koncentrerad brytning på ett fåtal platser, men detta möter svårigheter vid små och oregelbundna malmkroppar. Ett intensivt arbete pågår emellertid med att få fram lämpliga lastnings- och transportenheter såväl spårfräsa som spårbundna. Automatisering av lastning och transport under olika förhållanden är under bearbetning och har tillämpats i vissa fall. Kapitalinsatsen är hittills en hämmande faktor speciellt vid små fyndigheter.

Uppfordringen ur gruvor sker nu praktiskt taget enbart med skipar, som kan helautomatiseras när malmen grovkrossas under jord. Uppfordringstekniken är nu så pass utvecklad, att man inom överskådlig tid knappast kan vänta några avsevärda förbättringar annat än viss finjustering av vissa detaljer samt automatik.

Av vad som anförts beträffande borrarboring, sprängning, lastning, transport och uppfordring kanske man får uppfattningen, att det inte är många förbättringar att vänta. Så är icke fallet. Mycket torde ännu stå att vinna genom en rätt tillämpning av brytningsmetoderna, men detta kräver en god kännedom om bergmekaniska förhållanden och givetvis kombinationsförmåga av de olika deloperationerna.

Bergmekaniken omfattar mycket kortfattat kännedomen om hållfasthets- och sönderbrytningsprocesserna. Förutom rena materialegenskaper inverkar även tryck, tid och temperatur etc. För kompletterande uppgifter om inverkan av faktorer hänvisas

till bl. a. IVA:s meddelande nr 142, Bergmekanik.

För att kunna planera en rationell utbrytning av en malmkropp med bästa möjliga utbyte kräves god kännedom om de bergmekaniska förhållandena ur bl. a. följande hänseenden:

Rätt placering av schaktanläggning, transportorter etc.

Rätt dimensionering av schakt och arbetsrum.

Val av lämplig brytningsmetod ur säkerhets- och hållfasthets- samt utbytessynpunkt.

Om möjligt utnyttjande av bergtryck och rasegenskaper vid malmutvinningen.

Om felaktiga beslut eller åtgärder vidtages kan detta förorsaka onödiga fördyringar genom t. ex.

nödvändig flyttning av schaktanläggning, extra förstärkningsarbeten i orter och schakt etc.,

onödiga malmförluster genom kvarsättning av pelare, ras och dylikt,

onödig gråbergsinblandning i malm genom inras från tak eller väggar,

ej förutsedda ras i dagen över utbrutna områden.

Av ovan nämnda framgår att *forskning och utbildning i bergmekanik* är en förutsättning för rationell gruvplanering och brytning även med hänsyn till full säkerhet. Samma sak gäller för övrigt alla bergarter vid tunneldrivning, vattenkraftanläggningar, skyddsrum och dylikt.

Nödvändigheten av god bergmekanisk kunskap har varit uppenbar åtminstone de senaste 10 åren inom bl. a. Gruvforskningen och Bergsprängningskommittén, men tillgängliga resurser har varit alltför begränsade för att något verkligt utvecklingsarbete skall kunna bedrivas.

Läget beträffande kännedom och utnyttjande av bergmekaniken är m. a. o. ytterst bekymmersamt, eftersom inga forskningstjänster och ingen fast organisation finns. På grund av dessa förhållanden tillsattes år 1963 IVA:s *bergmekanikkommitté* för utredning av hithörande problem. En rapport avlämnades 1967 och föreslogs i denna att

en permanent organisation bildas t. ex. i form av en branschorganisation. Vid ett sammanträde på IVA den 22 november 1967, till vilket alla inom bergmekaniken berörda intressenter kallats, tillsattes en arbetskommitté, som fick i uppdrag att snabbast möjligt utreda och lämna förslag till lämplig form för forskning och utveckling inom bergmekaniken och angränsande områden.

Som bekant skedde 1968 en omorganisation beträffande fördelning av forskningsanslag, fonder etc. och koncentreras till STU. Stora förhoppningar ställdes bl. a. inom IVA:s bergmekanikkommitté, att anslag skulle erhållas till ett branschforskningsinstitut, som i utredningen benämndes »Bergtekniskt institut». Arbetet skulle i huvudsak bedrivas vid redan befintliga laboratorier och institutioner, och ett omfattande program uppgjordes såsom framgår av bilagor i utredningen.

Mot bakgrunden av de anslag som STU tilldelats är utsikterna för den närmaste framtiden mycket dystra, och någon effektiv bergmekanisk forskning kan ej startas för närvarande. Detta förhållande kommer avgjort att få en menlig inverkan på hela utvecklingen inom gruvbrytningstekniken, eftersom enskilda gruvbolag med få undantag ej har intresse att själva satsa på direkt forskningsarbete.

För min egen del betraktar jag den bergmekaniska forskningen och utvecklingen som grunden för hela utvecklingen inom brytningstekniken och kan tills vidare endast konstatera, att man tyvärr måste vänta tills anslag erhålles.

Att värdera den bergmekaniska forskningen i pengar är helt omöjligt utan en ingående analys i varje speciellt fall. Man får dock konstatera, att såväl inras i gruvor som skador på schakt och ovanjordsanläggningar förorsakats av alltför svagt bergmekaniskt kunnande. De kostnader som detta medför kan uppgå till oerhörda belopp.

Jag vill här dra en parallell med geotekniken, som är en betydligt längre utvecklad vetenskap, och vem skulle idag bygga hus, broar eller fabriker utan en noggrann geo-

teknisk undersökning! Många gruvor däremot både planeras och brytes helt utan bergmekaniska undersökningar, och detta måste totalt sett betyda avsevärt förhöjda kostnader.

Vid *Institutionen för gruvbrytning på KTH* finns för närvarande ett relativt välutrustat laboratorium för de problem som direkt hör samman med brytningsplanering, och genom viss utökning av laboratorielokaler och forskarrum kunde de flesta bergmekaniska problem bearbetas. Förhoppningen är att snarast få en toptjänst i bergmekanik med de förhållandevis ringa extra investeringar som detta medför. *Geoutredningen* har behandlat dessa frågor och kommer med rekommendationer vartill hänvisas.

Inom gruvbrytningstekniken har under senare år mycket arbete nedlagts dels på att få bättre teoretisk kunskap om tekniken vid olika brytningsmetoder, dels på den praktiska tillämpningen. Det teoretiska arbetet har skett genom laboratorie- och modellförsök, som i viss omfattning kompletterats med databehandling. För överföring av parametrar från laboratorie- och modellförsök till driftsskala återstår emellertid omfattande arbete med bl. a. undersökningar i fullstor skala. Sådana prov är förhållandevis dyrbara och kräver insatser av såväl maskiner som mätmetoder och kunnig personal. Med hänsyn till det svåra ekonomiska läge, som många gruvor befunnit sig i under senare år, har det varit svårt att få medel till att genomföra dylika undersökningar. På längre sikt kan detta inte vara riktigt, och jag är personligen övertygad om, att de belopp som nedlägges i fullskaleförsök mycket snabbt kan återvinnas genom förbättrad ekonomi i gruvbrytning.

De metoder jag i första hand syftar på är skivrasbrytning och blockrasbrytning och vissa modifieringar, där man efter borring och sprängning av malmen kan lasta ut denna under bästa möjliga kontroll med hänsyn till malmförlust och gråbergsinblandning. För närvarande sker alla beräkningar och planeringar enbart på basis av praktiska erfarenhetsvärden. En fullständig kännedom om gravitationsflödet hos sprängt

berg med de tryck och belastningar som råder i en gruva skulle möjliggöra en bättre och säkrare planering av brytningsmetoder, men tyvärr är denna fråga mycket eftersatt.

En ordentlig satsning på undersökningar i driftsskala av framför allt styckefall och gravitationsrörelse i sprängt berg med ordentlig planering och framförallt noggrann uppföljning anser jag nödvändig. Som exempel kan nämnas att vid skivrasbrytning uppstår vanligen en malmförlust av 10–20 % och en gråbergsinblandning av 15–25 %. I Sverige brytes ca 25 Mt per år med skivras och endast 1 % motsvarar 250 000 t per år, men jag är övertygad om, att åtskilliga procents förbättring kan uppnås, vilket skulle motsvara mycket stora belopp.

För att mycket kort sammanfatta det inbördes värdet av de olika berörda punkterna vill jag anföra följande. Det största omedelbara värdet ligger troligen i kontroll av malmförluster och gråbergsinblandning, medan man på längre sikt bör göra de största vinsterna genom bergmekanisk forskning och utveckling. Förbättring av maskinutrustningar, sprängämnen etc. sker successivt i intim kontakt med tillverkarna. Problemet kan här vara kapitaltillgång och vilka möjligheter företagen har att byta ut äldre maskiner mot nya, större och effektivare.

5 Sammanfattning

Min uppfattning är, att det finns möjligheter att höja effektiviteten och sänka produktionskostnaderna vid gruvbrytning genom att tillämpa de tidigare nämnda huvudprinciperna:

- Koncentrerad brytning
- Kontrollerat styckefall
- Kontroll av malmutbyte och gråbergsinblandning
- Ekonomisk mekanisering eller processtyrning

Forsknings- och utvecklingsarbetet bör tills vidare kunna fortsätta på redan in-

slagna vägar beträffande borrhning, sprängning, lastning, transport och uppfordring, men ett nytänkande och ökade insatser måste ske beträffande bergmekaniska problem och planering av brytningsmetoder.

Bergmekaniken måste nyorganiseras beträffande såväl utbildning som forskning och laboratoriemöjligheter. Topptjänst bör inrättas och erforderliga medel ställas till förfogande.

Beträffande brytningsmetoder bör laboratorie- och modellarbeten fortsätta, men det är nödvändigt att genom försök i fullstor skala få anknytning till driftsförhållanden.

Litteratur

A Föredrag

1. Brytningstekniken och dess utveckling inom svensk gruvhantering. I Janelid, Jernkonstors Annaler, volym 145, 1961.
2. Bergbrytningens utvecklingstendenser. I Janelid, Svenska Gruvföreningens meddelande 119, 1966.

B Svenska Gruvforskningens kommitté-rapporter som berör malm-brytning (ej offentliga)

1. Kostnadsfördelning vid långhålsbrytning.
2. Hållavvikelsens inverkan på brytningskostnaden vid långhålsborrning.

3. Ortsdrivningens mekanisering.
4. Kompendium i skivrasbrytning.
5. Frontrasbrytning.
6. Blockrasbrytning.
7. Gruvmekanistdagar 1965.
8. Dieseldagar i Malmberget 1967.

C IVA-meddelanden

1. Meddelande nr 30, 1959 Bergsprängning.
2. Meddelande nr 142, 1965 Bergmekanik.
3. Diskussionsmöte 1967 Bergmekanikkommittén.
4. Diskussionsmöte 1968 Bergmekanikkommittén.
5. Diskussionsmöte 1969 Bergmekanikkommittén.
6. Diskussionsmöte 1970 Bergmekanikkommittén.

D Bergsprängningskommitténs protokoll

(Ej offentliga men kan vid behov utlånas)

Protokoll från diskussionsmöten år 1955-1970.

E Publikationer (finns bl. a. på Institutionen för Gruvbrytning, KTH)

1. Surface Mining AIME N.Y. 1968.
2. Proceedings of the International Mining Congress.
3. Proceedings of the International Rock Mechanics Congress.
4. Berichte des Internationalen Büro für Bergsmechanik.

Bilaga 5 Utveckling av järnmalmsprodukter för den svenska marknaden

Utarbetad av P. G. Kihlstedt

1 Mineraltekniska utvecklingsaspekter på den mellansvenska mineralindustrin

1.1 Allmänt

Gruvindustri och mineralindustri är ej helt synonyma begrepp, i varje fall ej enligt bokstavlig tolkning. Gruvbrytning är enligt Bonniers folklexikon det arbete, varigenom nyttiga mineral lösgöres från sitt moderklyft och transporteras upp till jordytan. Den beredning som mineralen underkastas för att bilda säljbara mellanprodukter eller färdiga varor är ej begränsad enbart till gruvbrytningens produkternas direkta vidarebehandling. Den mineraltekniska industridelen omfattar alltså även andra mineral än som framkommit genom gruvbrytning, t. ex. lera, sand, grus, olja, slagg, klinker, etc., och likaledes är den endast till en mindre del lokalt sammanhängande med gruvdrift, dvs. gruvbrytning i första hand under jord. Mineralindustrin kan lämpligen indelas enligt följande:

A. Metallbärande mineral

1. Industri baserad på järnmalmer och övriga ferrometallbärande mineral
2. Industri baserad på icke-ferrometallbärande mineral (sulfidmalmsindustri, uranframställning etc.)

B. Industriella mineral

1. Sten- och ballastindustrin

2. Keramiska industrin

3. Kalk- och cementindustrin

4 Mineralbaserad byggmaterialindustri

5. Industri baserad på speciella industriella mineral (skärande, smörjande, fyllande, färgande, isolerande etc.)

6. Kemiska mineralråvarors och gödselminerals industrier (salter, svavelbärande mineral, fosfatindustri)

C. Mineralbränslen

1. Kolindustri
2. Skifferoljeindustri
3. Oljeindustri
4. Naturgasbaserad industri

I stort synes de metallbärande mineralens industrier för närvarande ha en volymmässig utvecklingstakt med fördubbling vart 15–20:e år, medan de industriella mineralens industrier fördubblas ungefär vart 10:e år. Mineralbränslena lämnas här ur räkningen såsom endast föga intressanta i utredningssammanhanget. Redan skillnaden i utvecklingstakt ger vid handen att de industriella mineralen måste starkt beaktas i bergshanteringens utvecklingsaspekter. I flertalet högindustrialiserade länder har också de industriella mineralen under efterkrigstiden passerat malmerna i betydelse.

De mineralindustrigrenar som inom närmaste åren torde vara av största intresse för Mellansverige synes mig vara:

1. Järnmalmsindustrin med legeringsmetallernas industrier
2. Sulfidmalmsindustrin
3. Makadamindustrin
4. Kalk-, cement- och byggmaterialindustrin
5. Keramiska mineralindustrin

1.2 Allmänt om mineralteknik

Något bör sägas om vad mineralberedningstekniken innebär och omfattar. Råvarorna som framkommer för beredning är som regel kristallina. De är sammansatta av mineralkristaller innehållande såväl önskade beståndsdelar som acceptabla men även av icke önskvärda beståndsdelar. De är dessutom till form, konsistens och övriga egenskaper som regel ej direkt användbara. De mineraltekniska beredningsmetoder som tillgrips för att få fram optimala mineralprodukter kan indelas i följande grupper, vilka även benämns enhetsoperationer:

Mekanisk nedbrytning

1. Krossning, inom området över ca 4 mm
2. Malning, inom området ned till ca 0,05 mm
3. Finfördelning, inom området ned till ca 0,005 mm

Avsikten är vid 1 att uppnå lämplig styckestorlek såsom för styckemalm, makadam etc. Vid 2 vill man som regel befria mineralkristallerna för anrikning eller åstadkomma bindemedel såsom cement och kalk. Finfördelning enligt 3 avser än så länge huvudsakligen filler eller färger.

Anrikning

1. Fraktionering efter partikelstorlek
2. Fraktionering efter täthet och utseende
3. Magnetisk och elektrisk anrikning
4. Flotationsanrikning
5. Lagningsbehandling

Under 1 förs siktning, klassering, vindsiktning, tvättning etc. De viktigaste metoderna enligt 2 är våtmekanisk järnmalmsanrikning medan magnetisk anrikning 3 dominerar då det gäller magnetit. Flotation enligt 4 är huvudprocessen då det gäller sulfidmalms anrikning men utvecklas hastigt som gene-

rell anrikningsprincip för alla mineral. 5 avser i första hand uran- och gulddutvinning men har även annan betydelse.

Medieseparation

1. Vätskesedimentation
2. Filtrering och torkning
3. Stoffavskiljning och utvinning

Under 1 och 3 faller framför allt mineralindustrins vatten- och luftvårdsproblem men även annan betydelsefull teknik. Avvattningen under 2 avser framför allt att bringa produkterna till transportabelt tillstånd.

Agglomerering

1. Formning och vätskebindning
2. Kristalliserande bindning och autoklavering
3. Bränning, kalcinering och sintring
4. Smältning

Under 1 hör kulrullning, gjutsandsformning etc. Under 2 faller cementgjutning, gasbetongframställning, kallbindning av järnmalm etc. Till 3 kan föras svavelkistorostning, cementframställning, kalkbränning, keramik och järnmalmsintring. 4 utgör oftast gränsprocesser mot metallurgisk och kemisk industri då mineralen helt bryts ned och övergår i metaller etc.

De nämnda enhetsoperationerna sammansätts inom de olika mineraltekniska branscherna på skilda sätt till optimalutformade mineralprocesser som frambringa produkter lämpade för metallurgiska eller kemiska industrier, där de vidarebehandlas till metaller och kemikalier, eller lämpade för väg- och husbyggnader eller för direkt användning som keramik, färg, smörjande, skärande eller isolerande material etc.

Av särskild vikt är emellertid att framhålla den betydande skillnad i olika hänseenden som råder mellan de mineralindustrier som är helt hemmamarknadsbaserade och dem som arbetar internationellt eller under trycket av utländsk konkurrens.

1.3 Mineralteknikens allmänna dynamik

Det totala arbetsmaterial som omfattas av utredningsuppdraget är så stort att jag fin-

ner det nödvändigt att söka välja ut endast sådana synpunkter, tendenser och teknikkfall som är av påfallande betydelse för utredningsarbetet. Utvecklingsdynamiken på det mineraltekniska området är så våldsam att några som helst statistiska betraktelsesätt är irrelevanta. Låt oss därför börja med några allmänna synpunkter på förändringarna och deras karaktär då det gäller mineralberedningstekniken.

1. Den kvantitativa konsumtionsutvecklingen följer som regel än så länge en exponentialkurva med ungefär konstanta fördubblingstider. Mineralindustrierna tar vanligen lång tid att byggas upp. När det samlade utbudet visar sig överstiga behovet pressas priserna. Detta sker nu i flertalet fall eftersom jordens tillgångar under några få årtionden plötsligt blivit tillgängliga för exploatering. I några fall går priserna i höjden på grund av större behov än tillgänglig produktion (t. ex. koppark).

2. Mineralberedningstekniken har i många fall drivits till en sådan rationell nivå, att personalbehovet är nära minimum. Produktionen är vanligen kontinuerlig och maskinenheterna stora. En ökning av produktionen verkar därför ej alls så kostnads-sänkande som exempelvis vid gruvdrift eller inom kemisk och metallurgisk industri. I stället är det utbyte och produktkvalitet som ekonomiskt helt dominerar. Detta innebär stort processforskningsbehov.

3. Eftersom man hela tiden engångsförbrukar mineralfyndighetens råvarutillgångar är det normalt att man successivt tillgriper fattigare och fattigare råmaterial allteftersom produktionen fortgår och ökar och av-sättningsbetingelserna ändras. Genom tillämpning av gränsvärdekalkyler blir i många fall även ursprungligen rika fyndigheter utnyttjade till sin avsevärt lägre ekonomiska gräns. Det är därför mycket viktigt att tillse att den teknisk-ekonomiska utnyttjningsnivån hålls så optimal som möjligt eftersom fyndigheten då ger bas för större produktion. Däremot är det ej lämpligt att betrakta fyndigheten som någon sorts kapitaltillgång, som vid behov kan ut-tas. Detta medför nämligen kortsiktig ut-

nyttjning och underoptimal utbyggnad. Staten bör på alla sätt uppmuntra och stödja långsiktiga utbyggnader av de aktuella mineralförekomsterna.

Möjligheterna att mer generellt påverka den allmänna utvecklingen inom mineraltekniken i landet skulle jag främst vilja framställa enligt följande:

1. En mineralstatistik upprättas, som ger korrekta och aktuella uppgifter till ledning för Sveriges mineralindustri, innehållande uppgifter om dess produktion och avsättning och aktuella överblickar som ställer dessa uppgifter i relation till världsförhållandena inom respektive mineralgren. Sådan statistik saknas helt i Sverige men finns exempelvis i Kanada.

2. Fortsatt och ökat stöd åt mineralteknisk forskning och undervisning.

3. Skattemässigt och finansomässigt stöd för optimalt utnyttjande av mineralfyndigheterna med beaktande av att lönsamheten i fortsättningen måste komma att ligga på gränsläge och att de naturliga prissvängningarna för internationellt betonade mineral fordrar resultatutjämnning över flera år.

4. Utveckling mot avpolitisering av mineralindustrifrågorna och ett befrämjande av ett fullgott samarbete mellan stat och industri, varvid förhållandena kräver större statliga forsknings-, utvecklings- och garantisationsningar än vad som gäller för industri som ej är av baskaraktär.

1.4 Allmänna mineraltekniska utvecklingstendenser

Några synpunkter på de förändringar som speciellt påverkar mineraltekniken kan sammanfattas i följande punkter:

1. *Mineralråvarans tillgänglighet och karaktär förskjuts*. En ständigt fortskridande utveckling är den mot allt fattigare råvaror med behov av större beredningsinsatser för anrikning. En hastig lokal förändring sker i Mellansverige på makadamområdet då grusåsarna försvinner eller exploateringen stoppas ur miljösynpunkt. Med förbrukningsfördubbling vart 8:e år uppstår stora behov av centrala stenbrott med utvecklad makadam- och sandproduktion.

2. *Mineralberedningens teknik och ekonomi förändras.* En förändring sker genom i vissa fall billigare stenmalningsteknik. Övergång till torranrikningsteknik vid järnmalmbehandlingen kan sänka personalbehov och kostnader. Övergång till flotation ger starkt ökade förbättringar av halter och utbyten samt minskat personalbehov. Utveckling av agglomereringstekniken för järnmalm med införande av kallbundna kulor synes öppna stora ekonomiska perspektiv. Mineralberedningsverkens instrumentering och datastyrning ger förbättrad totalekonomi.

3. *Teknik och ekonomi förändras inom efterföljande industriella behandlingsled.* Dylig förändring både föranleder och föranleds av mineraltekniska produktändringar. Exempel från järnmalmssidan är syrgasprocessernas förändrade krav på järnmalmernas fosforinnehåll. Vidare anrikningsteknikens pådrivande inflytande för att sänka masugnsbeskickningarnas slaggbildarhalt, korningsteknikens inflytande på fluosolidprocessernas användbarhet och agglomereringsteknikens inflytande på masugnarnas produktionskapacitet. Dessa exempel kan mångfaldigas och i själva verket arbetar man med en totaloptimering av behandlingstekniken från råmalm till färdig metallvara.

4. *Efterfrågan på mineralprodukterna förskjuts.* Exempel härvidlag är att hämta från alla branscher. Inom exempelvis byggmaterialindustrin sker avtagande efterfrågan för vanligt tegel till förmån för kalksandsten och lättbetong. Kolförbrukningen avtar till förmån för olja och naturgas. Sugsinterproduktionen stagnerar medan pelletproduktionen ökar.

5. *Innovationer uppträder inom mineralproduktionen.* Förhållandena är här dock helt annorlunda än inom exempelvis mekanisk industri. Mineraltekniska innovationer är relativt sällsynta. Exempel finns dock såsom syntetiska samlarreakens för selektiv flotation, som omkring år 1930 totalt rubade hela metallproduktionens ekonomi i världen. Den svenska uppfinningen av gasbetongen är ett annat exempel. Kulsintring-

en liksom nu utvecklingen av kallbundna kulor är nyare innovationer. Vissa pågående utvecklingar av sammansatta samlarreakens för oxidmalmsflotation kommer måhända att visa sig vara av innovationskaraktär.

Det sagda är avsett att visa karaktären och profilen hos de tekniska förändringar som sker inom mineralindustrin. Det visar emellertid ej de ofta mycket stora ekonomiska värden som skapas när förändrad teknik kommer till stånd inom mineralberedningen eftersom det vanligen ej är så mycket kostnadsändringar som inkomständeringar det är fråga om och eftersom tonalet normalt är mycket stort.

Efter dessa allmänna översikter skall en del speciella utvecklingsfrågor inom några för Mellansverige aktuella branscher beröras. Jag har därvid enbart medtagit sådana förhållanden som jag bedömt ha mer påfallande intresse för utredningens arbete.

1.5 Mineraltekniska utvecklingsaspekter för mellansvensk järnmalmindustri

Man har i princip två skilda områden att beakta då det gäller de mellansvenska järnmalmernas beredning, nämligen de fosforhaltiga och de fosforfattiga malmernas beredning.

De fosforhaltiga malmerna dominerar i i Grängesberg, Blötberget och Idkerberget. Från Grängesberg och Idkerberget utvinns fosforhaltig styckemalm för export till kontinenten. En ökande mängd styckemalm från Idkerberget finner även användning inom Sverige. Mull och slig av varierande fosforhalt från alla dessa gruvor går framför allt till Domnarfvets Jernverk men även i någon mån till Oxelösund och andra järnverk. Apatitjärnmalmerna är rätt grovkorniga och relativt lätt anrikade och tekniskt sett kan man genom anrikning partiellt eller fullständigt avlägsna fosforhalten i samband med att en mer eller mindre gråbergsfri magnetitlig framställs. Ur den apatithaltiga blodstensmalmen från dessa gruvor kan fosforfri slig framställas flota-

tionsvägen, men detta har ännu ej tillämpats. Med våtmekanisk anrikning erhålls däremot kvaliteter med lägre fosforhalt.

De fosforfattiga malmerna består i princip av skarnjärnmalmer, där magnetit är malmineral, och kvartsjärnmalmer, i vilka såväl blodsten som magnetit ingår. Dessa malmtyper har givit grunden till den svenska kvalitetsstålframställningen och huvuddelen av malmproduktionen har i form av slig gått till järnverken, där de pannsintras. Under en lång period har ur kvartsjärnmalmen även uttagits en styckemalm som exporterats för speciella ändamål. Denna styckemalmsexport är under avtagande. På samma sätt har en styckemalmsexport skett av fosforfri manganhaltig järnmalm. Förutsättningarna för denna export har minskats, men olika omständigheter ger Dannemoragruvan ett gott läge på denna marknad. Inom Sverige används styckeformig manganjärnmalm som slaggbildare vid järnverken. Sligframställningen ur skarnjärnmalmen gynnas av relativt goda anrikningsbetingelser, medan kvartsjärnmalmen har betydligt ogynnsammare anrikningsegenskaper.

Ett antal utvecklingar av enhetsoperationerna inom mineralberedningen är särskilt aktuella för den mellansvenska järnmalmsindustrin. Styckemalmsavskiljningen har starkt befrämjats av de nya sovringsseparatorerna med permanentmagneter, utarbetade vid Institutionen för Mineralberedning, Kungl. Tekniska Högskolan enligt Mört-sellseparatorns principer såväl för grovsovring som för finsovring. Dessa separatorer har haft stor framgång inom Luossavaara-Kiirunavaara AB, men ännu inte kommit till större användning i Mellansverige. Suspensionsanrikning och Stripaprocessen har starkt förbättrat styckemalmsavskiljningen vid blodstenshaltiga och manganhaltiga malmer. Nya utvecklingar av den våtmagnetiska separator-tekniken har kraftigt höjt utbyte och kapacitet vid den våtmagnetiska höganrikningen av magnetitmalmer. Samtidigt har stenmalning möjliggjort förbilligade malningskostnader vid nedmalning av framför allt magnetitmalmer. Genom långt

driven nedmalning kan även ur de mellansvenska apatitjärnmalmen högren magnetitlig framställas genom lakning. Nya utvecklingsmöjligheter för en billigare beredning av järnmalmer på torra vägen med torr-magnetisk separering av magnetiten och starkmagnetisk jämte elektrostatisk separering av blodstenen undersöks för närvarande inom gruvforskningen. Högeffektiva flotationsprocesser har i Sverige utvecklats för framför allt blodstensmalmen anrikning och provats i industriell skala i slutet av 1950-talet. Ett fullföljande hindrades av att flotationssligen ej passade de dominerande sugsintringsmetoderna vid de svenska verken. Flotationsmetoderna kom därför i Sverige i vanrykte, men har utomlands fortsatt att utvecklas till mycket stor produktionsvolym såväl i USA som Ryssland. Lämpliga agglomereringsmetoder finns nu i Sverige som ej hindrar flotationssligen användning. För blodstensmalmen anrikning finns även metoder med magnetiserande reduktion, vilka hittills dock ställt sig för dyrbara. I samband med apatitjärnmalmen behandling torde utvinning av apatit ur avfallen för fosfatindustrin genom flotation enligt väl utvecklade processer fortfarande vara aktuell.

Den inom järnmalmsbehandlingen kostnadsmissigt helt dominerande enhetsoperationen är agglomereringen. Sedan omkring år 1920 har slig och mull vid de svenska järnverken sintrats med sugsintring, vilket på sin tid var en mycket förnämlig utveckling som delvis bar upp stålverkens uppblomstring och expansion under 1930-talet. Efter andra världskriget kom därtill den i USA utvecklade kulsintringen till användning för agglomerering av särskilt finkorniga sliger, vilket möjliggjorde längre driven finmalning och anrikning av malmerna. I dagens läge är båda dessa metoder synnerligen dyrbara och verkar mycket återhållande på utvecklingen av den mellansvenska järnmalmsindustrin. Ur denna synpunkt har vid Institutionen för Mineralberedning, Kungl. Tekniska Högskolan, utvecklats en teknik med kallbundna sligkolor, vilken blivit framgångsrik. Utvecklingsarbetet har till

stor del bekostats av Statens Tekniska Forskningsråd och lett till flera principiellt skilda metoder. En av dessa består i att höganrikad gråbergsfri magnetitlig kulrullas med cement och får hårdna vid vanlig temperatur. Denna metod har provats i full skala av Grängesbergsbolaget och resultaten vid provsmältning av 35 000 ton sådana kulor vid Oxelösund har varit goda, varför metoden lagts till grund för pågående utbyggnad i Grängesberg. En annan metod har under tiden utvecklats vidare vid Institutionen för Mineralberedning och givit mycket goda hållfastheter. Med denna agglomereras något gråbergshaltiga sliger genom kulrullning med Ca(OH)_2 varefter snabbhärdning sker i autoklav. Med denna metod uppnås mycket höga hållfastheter och dess anläggnings- och driftskostnader är samtidigt relativt låga. De använda sligerna kan i huvudsak vara grova och därför passar metoden för de mellansvenska kvalitetsstålverkens agglomereringsbehov. Till slut är en särskild metod under utveckling vid institutionen som är avsedd för järnverk med högfosforhaltig beskickning. Vid denna går färskningsslaggen i retur, varför någon plats för kalktillsatser i princip ej finns i beskickningen. För den skall användas enligt speciellt förfarande färskningsslaggen med gott resultat som bindemedel vid agglomereringen.

Av de här i korthet nämnda nyheterna bland järnmalmsberedningens enhetsoperationer torde utvecklingen av de kallbundna kulorna ha den största ekonomiska betydelsen för förhållandena i Mellansverige eftersom möjligheter erbjuder sig att smidigt reglera sammankopplingen av mineralindustrins sligproduktion och de olika järnverkens råvarubehov utan de stora och dyrbara kulsinteranläggningar som talats om i detta sammanhang. Det syns som om en kraftig ökning av masugnproduktionen även skulle vara möjlig, vilket skulle kunna öppna vägen för högre malmandel vid den mellansvenska tackjärnsproduktionen.

Av ferrolegeringsmetallernas malmer finns för närvarande ej mycket i Mellansverige. Det torde emellertid vara på sin

plats att framhålla att utsikterna för utvinning av nickel och kobolt ur högbasiska bergarter förmodligen är underskattade, och att inom ett starkt sulfiderat område som Bergslagen finns det anledning att undersöka de ultrabasiska bergarter som uppträder. Likaledes syns manganspat uppträda i vissa bergarter i östra Bergslagen. Detta kan tänkas vara av ekonomiskt intresse eftersom manganspaten går att selektivt utvinna genom flotation. Vissa potentiella vanadintillgångar finns i många av våra titanjärnmalmer — de viktigaste av dessa, t. ex. Smålands Taberg där ett utnyttjande aktualiserats, ligger dock utanför det här behandlade området.

1.6 Synpunkter rörande den mellan-svenska sulfidmalmsindustrin

En väsentlig del av efterkrigstidens forsknings- och utvecklingsarbete på sulfidmalmsflotationens område har ju kommit till stånd i Sverige dels genom Boliden AB och dels inom Institutionen för Mineralberedning, och avancerad teknik, som tillämpas vid tillgodogörande av komplexa malmer i många delar av världen, har sitt ursprung i Sverige och utnyttjar svensk apparatur. Det kan med hänsyn därtill förmodas att dagens tekniska möjligheter på sulfidmalmsområdet är i huvudsak redan utnyttjade då det gäller den mellansvenska sulfidmalmsindustrin. Det är dock möjligt att vissa potentiella tillgångar hittills icke helt beaktats. Detta gäller särskilt de zinkbländehaltiga järnmalmer som i olika sammanhang lagts åt sidan såsom svårbearbetade och likaledes de rena svavelkismalmer som uppträder i ett stråk norr och öster om Örebro. De tekniska möjligheterna att tillgodogöra sig dylika fattiga malmer har under senare år förbättrats och en genomgång av dylika svaga sulfidmalmsimpregnationer i Mellansverige borde vara av visst intresse för att se om någon av dem kommit i bättre ekonomiskt läge.

Inför perspektivet av ett stigande uranpris skulle det vara av intresse om AB

Atomenergi gjorde en översyn av de uppslag som framkom under uranprospekteringsens år på 1950-talet. Möjligen kan anrikningsteknikens utveckling sedan dess ha förändrat situationen i något fall.

1.7 Synpunkter rörande den mellan-svenska makadamindustrin

Såsom redan framhållits förestår en mycket stor omläggning av makadam- och sandproduktionen i Mellansverige i och med att grusåsarnas tillgångar tömms och naturvårdsintressena i större omfattning beaktas. Man räknar med en storleksordning av totalproduktionen av grus och sand i Sverige om för närvarande 100 miljoner ton per år och en fördubblingsperiod om cirka 8 år. Samtidigt höjs kraven väsentligt på den framställda produkten och hanteringen förändras snabbt från småindustri till storindustri. Speciellt i närheten av de större städerna växer provisoriska industrianläggningar för makadamproduktion upp, vilket bland annat har möjliggjorts av relativt enkla investeringar och goda lånemöjligheter. För att få en bild av utvecklingen på längre sikt i Mellansverige bör man se på vad som hänt inom Göteborgsområdet och Skåne, där lämpliga grusåsar icke funnits tillgängliga. Makadambolagets anläggningar intill Göteborg kan mycket väl jämföras med den egentliga gruvindustrins största anläggningar i Mellansverige.

Till den kvalitativa utvecklingen inom makadamindustrin hör anläggningarna för tvättning och fraktionering i avsikt att utvinna optimala ballastprodukter för betonggjutning. Vidare byggs på många håll centrala verk för asfaltmassor, vilka även är av intresse såsom för framtiden viktiga mineraltekniska anläggningar.

I några fall har gruvindustrin kommit att intressera sig för makadamproduktion och tekniskt utvecklade dess möjligheter. Det förefaller emellertid som om dessa kombinationsmöjligheter mellan malm- och makadamproduktion ej på långt när är uttömda.

1.8 Synpunkter rörande den mellan-svenska kalk-, cement- och byggmaterialindustrin

Inom denna industrigren råder en hög expansionstakt samtidigt som strukturrationalisering gör sig gällande och vissa grupper av företag övergår från småindustriella till storindustriella arbetsmetoder. Ur 1967 års gruvutrednings synvinkel torde det särskilt vara utvecklingen inom Kvarntorps- och Glanshammarsområdena som intresserar, men även de egentliga kalkstensområdena med i vissa fall dolomit vid Dylta, Sala, Larsbo och Siljan är av visst intresse. Storindustrialiseringen inom byggmaterialområdet leder till stora centrala verk belägna vid råvarufyndigheterna och därvid har av olika anledningar särskilt Kvarntorpsområdet visat sig gynnsamt. En bra kvartssandsten föreligger där, vilket har betydelse för såväl kalksandstensframställningen som lättbetongframställningen, och vidare finns kalk- och skiffertillgångar av värde för byggmaterialproduktionen. En lerskiffer kan även få betydelse såsom råmaterial. Det kan förmodas att ytterligare något centrum av liknande karaktär kan framkomma inom Mellansverige för byggmaterialproduktion.

Den mineraltekniska utvecklingen på detta område pågår starkt och nyheter och kvalitetsförbättringar kommer ständigt fram. En icke oväsentlig del av utvecklingsarbetet inom Institutionen för Mineralberedning är inriktad på byggmaterialfrågor.

Kalksten och dolomit har många användningsområden, men bland de största är att utgöra råvaror för järnverken. Expansionen härvidlag är givetvis helt sammankopplad med stålindustrins utveckling. Av betydelse är sålunda att få fram lämpliga kvaliteter av såväl bränd kalk som dolomit för stålverkens speciella behov och det pågår forsknings- och undersökningsarbeten på dessa områden. Ett annat användningsområde för kalksten, som under senare år i stort sett legat nere, är för jordbruksändamål. Sedan man nu funnit att jordarna blir allt surare kan det tänkas att kalkning återupptas, varvid åter rätt betydande kalkstensmängder kan komma att förbrukas.

1.9 Synpunkter rörande framställning av keramiska mineral inom Mellansverige
Det skall till slut omnämnas att Mellansverige företer goda förutsättningar för produktion av vissa keramiska mineral, i första hand fältspat och kvarts. För närvarande pågår en rätt betydande produktion vid Forshammar och tidigare har vid Kolsva en betydande fältspatproduktion uppehållits. Den mineraltekniska utvecklingen på detta område kan öppna möjligheter för förbättrade produktionsvillkor. Vid Hällsjöbergsfyndigheten i Värmland finns en av världens största ansamlingar av kyanit och utbyggnadsplaner har upprepade gånger studerats under senare år. Världsförbrukningen är emellertid ej så stor och vissa tekniska problem måste lösas innan en produktion kan igångsättas.

2 Utveckling av järnmalm produkter för den svenska marknaden¹

2.1 Allmänt

Jernkontorets fullmäktige har i år valt att återkomma till sambandsfrågorna mellan järnmalmproduktion och stålframställning och har givit en mineraltekniker i uppdrag att ge sin syn på den nuvarande utvecklingen. Ämnet har en ständig aktualitet och jag vill citera Elfströms ord då han talade om en hyttkarls syn på malmen inför Svenska Gruvföreningen hösten 1953 [1]:

»I samband med de senaste 15 årens intensiva moderniserings-, investerings- och expansionsverksamhet inom svensk gruvindustri och svensk stålindustri har nya metoder inom gruvdriften och nya processer inom metallurgin förts fram från experimentstadiet till full praktisk skala. Härmed har problemen trängt oss mer in på livet. Vi kan inte längre betrakta dem som enbart forskningsuppgifter utan de är realiteter liksom de tekniska och ekonomiska problem som uppstår vid praktisk drift enligt dessa nya linjer.»

Nu har åter 15 år gått och viktiga metoder och processer har tillkommit och utvecklats, samtidigt som hela den svenska

järnhanteringen varit utsatt för en ekonomisk press mellan priser och kostnader som knappast var väntad år 1953. Moderniseringstakten och expansionen har emellertid även varit högre än vad man då vågade hoppas på. Det är emellertid tidstypiskt att medan Elfström ännu talade om gruv- och stålindustri har idag den generella mineraltekniken kommit in som ett viktigt mellanled och utvecklats synnerligen snabbt. Det är visserligen sant att vi i Sverige ända sedan sekelskiftet kunnat glädja oss åt internationellt betydelsefulla pionjärinsatser inom mineraltekniken, bl. a. på järnmalm-anrikningens och sintringens områden, men det är först under de senaste 15 åren som sambandet mellan de olika mineralbranscherna knutits och i olika delar av världen en gemensam vetenskaplig grund och teknologi byggts upp för hela mineralberedningen. Mycket av vad jag idag kommer att framlägga belyser just denna mineralteknikens generella idé och användbarhet.

Eftersom jag i mitt föredrag kommer att inrikta mig på principer, metoder och processer mer än på malm- och produktionsstatistik skall jag här endast kortfattat gå in på detaljer om malmbasen för den svenska marknaden. De lappländska järnmalmerna har starkt begränsad betydelse för den inhemska marknaden. En mindre del av de vid malmfälten framställda järnmalmprodukterna konsumeras inom landet, väsentligen för stålframställning vid Norrbottens Järnverk och för järnpulverframställning i Höganäs. Huvuddelen finner sin mest lönsamma marknad utanför Skandinavien, där det centrala Europa ligger fördelaktigt till för malmtransporterna. Den svenska stålframställningen försörjs i stället huvudsakligen med malmprodukter från de mellansvenska gruvorna, där produktionen domineras av de järnrika, mer eller mindre fosforhaltiga malmerna av s. k. Kirunatyp, alltså framför allt rätt lättanrikade malmer från Grängesberg och Blötberget med både

¹ Föredrag vid Jernkontorets tekniska diskussionsmöte den 5 juni 1969. Särtryck ur Jernkontorets Annaler vol. 153, 1969, s. 373-399.

magnetit och blodsten. Fortfarande har emellertid skarnjärnmalmerna stor betydelse för kvalitetsstålproduktionen, som i mycket baseras på fosforrena magnetitliger med fördelaktiga slagbildarhalter. Skarnjärnmalmförekomsterna är vanligen oregelbundna och rätt små. Bland dessa finns emellertid den stora Dannemora-malmen som på grund av sin kvalitet och geografiska belägenhet huvudsakligen säljs på export. Av kvartsjärnmalm har vi två slag, dels den grovkornigare, något omvandlade och därför lättanrikade typen i Stråssa och Håksberg, dels den mer primära kvartsrandiga malmtypen i Stripa, Striberg, Norberg. Båda typerna är blandmalmer och håller alltså både blodsten och magnetit. Vi har även betydande titanjärnmalm, vilkas existens man vanligen bortser från. Till slut produceras årligen storleksordningen 350 000 t kisbränder, en järnoxidprodukt av icke obetydligt intresse för järnhandlingen. Malmsituationen klargjordes inför denna församling för fem år sedan av Serning i hans föredrag om de mellansvenska järnmalmgruvornas speciella avsättningsproblem [2].

Med kännedom om den befintliga råvarubasen för järnmalmproduktionen och den marknadsinriktning som den svenska stålproduktionen funnit har intresset och ansatserna stegvis ökat mot en samordning för rationellt utnyttjande av den svenska järnhandlingens totala möjligheter. En blygsam början gjordes för femton år sedan, då inom ramen för Jernkontorsforskningen Cedervall och jag räknade igenom processkedjan från malm till tackjärn och jag höll mitt på dessa kalkyler grundade föredrag vid 1954 års diskussionsmöte. [3]. Särskilt framhölls där koncentralthaltens och malmbasicitetens betydelse och jag påpekade bl. a. nödvändigheten av att driva anrikningen till höga slighalter för kvartsjärnmalmerna. Fem år senare fortsatte Danielsson på samma tema i sitt föredrag om järnhandlingen och dess råvaruförsörjning vid Svenska Gruvföreningens årsmöte [4]. Han grundade sina malmvärdesberäkningar på stålpriser och totalkalkyler över järn-

verkskostnader fram till färdigt stål och jämförde de så framkomna malmvärdena med de aktuella malmpriserna. Ur dessa relationer kunde man bl. a. snabbt finna ut vilka malmproduktstyper som betalade sig bäst att exportera och vilka som ur lönsamhetssynpunkt bättre borde behållas inom landet. År 1964 höll så Stålhed sitt föredrag om järnmalmens anpassning till den metallurgiska processen [5]. Här kom huvudsakligen internationella synpunkter in, och malmvärderingsformlerna och de allmänna resonemangen grundades på den globala tekniken.

Som jag senare kommer att beröra har idag de stora järngruvbolagen och järnverken egna modeller för värderingar och programmeringar för databehandlade kalkyleringar, med vilka man snabbt kan framräkna råvaruvärden med hänsyn till den egna produktionen. De tekniska grunderna för dessa värderingar förskjuts emellertid ständigt, och vad som passar den ena produktionsprofilen passar ej den andra. Samordningssträvandena till en eftersökt totaloptimering av vår järnhandling har organiserats inom den år 1967 tillsatta Jernkontorets strukturkommitté. Dess ordförande, Håkan Abenius, framlade i år inför Järnverksföreningen en översikt över kommitténs arbetsresultat [6]. Bland mångfalden viktiga prognoser och slutsatser kan särskilt nämnas att beräkningarna ger vid handen icke endast att ett importbehov för tackjärn om åtminstone 0,3 Mt kommer att föreligga år 1975, vilket är ett relativt normalt värde, utan även att 0,5 Mt skrot kommer att fattas i balansen. Man befarar att en motsvarande import av köpskrot kommer att verka fördyrande på stålproduktionen och rekommenderar därför bl. a. förnyade ansträngningar mot en svensk tillverkning av billigare järnsvamp. Malmförsörjningen med för järnverken lämpliga inhemska malmkvaliteter anses emellertid vara helt tryggad.

Ett annat resultat av stor betydelse för strävandena mot rationellare struktur för den mellansvenska järnmalmproduktionen är överenskommelsen mellan Grängesbergs-

bolaget och Stora Kopparbergs Bergslags AB om samarbete och malmbyte, vilket bl. a. leder till att Domnarvets järnverk förses med fosforrika malmprodukter med stor andel blodsten, medan fosforfattigare liksom magnetitrikare malmer omhändertas av Oxelösundsverket eller går jämte styckemalm på export.

2.2 Forsknings- och utvecklingsarbete inom den järnmetallurgiskt inriktade mineraltekniken

Utvecklingen av den järnmetallurgiska mineraltekniken fordrar som redan antytts en avsevärt utbyggd ingenjörsvetenskaplig grund och anknytning till betydligt bredare teknologisk bas än tidigare, för att forsknings- och utvecklingsresultaten skall kunna få den genomgripande betydelse som vår järnhantering i dagens läge kräver. Denna fordran har under det senare årtiondet tillgodosetts [7, 8] genom en grundlig omläggning av forskningen och undervisningen vid Bergssektionens studielinje för gruv- och mineralteknik. Nu sker motsvarande förändring även vid Filipstads Bergsskolas berg- och mineraltekniska linje. Vidare har en omdaning kommit till stånd mot allsidigare mineralforskning inom den av Svenska Gruvföreningen bedrivna berg- och mineraltekniska forskningen, den s. k. Gruvforskningen, i första hand då inom dess ämneskommitté för mineralberedning med deltagande av representanter för alla mineralindustrier, alltså icke endast för dem som baseras på de metallbärande mineralens beredning. Till slut har det mellan Gruvforskningen och Jernkontorsforskningen överenskommit om ett närmare samarbete mellan på resp. sidor ämneskommittén för mineralberedning och ständiga utskottet för sintring och malmreduktion. Vi hoppas därigenom bl. a. bättre kunna täcka forskningsbehoven för järnmalmsprodukternas och reduktionsprocessernas optimala anpassning till varandra.

Av det följande kommer att framgå att Mineralberedningsinstitutionen alltsedan år 1962 fått mycket betydande anslagsstöd från Statens Tekniska Forskningsråd för

sitt järnmetallurgiskt inriktade mineraltekniska arbete på det grundläggande planet. Resultaten har successivt avrapporterats inom Gruvforskningen, och då nya processer börjat växa fram har från de intresserade industrierna uppdrag och anslag lämnats för utveckling av den nya teknologin. Jag känner stor tacksamhet för detta intresse och för allt det stöd som lämnats såväl inom som utom den organiserade forskningens ram.

Mycket betydande forsknings- och utvecklingsarbeten på det järnmineraltekniska området sker även internt inom de olika gruv- och bruksföretagen, och särskilt vill jag då framhålla insatserna inom Grängsbergsbolagets och LKAB:s malmbehandlingsavdelningar.

De utvecklingsresultat som jag här kommer att sammanföra och framlägga har kanske fått en särskild färg från det mångåriga samarbetet inom Gruvforskningen och Mineralberedningsinstitutionen, men jag hoppas dock allsidigheten skall vara tillfredsställande.

2.3 Järnmalmsanrikningens allmänna metodutveckling

Allmänt

Omkring sekelskiftet skedde här i Sverige en utveckling ifråga om järnmalmsanrikning och agglomerering som tillhör de stora tilldragelserna i järnhanterings internationella historia. Jag har tidigare berört dessa förhållanden [9] men påpekar dem här eftersom de givit hög utvecklingsnivå och teknisk tradition åt de järnbärande mineralens beredning i Sverige. De verk som då under ledning av Gröndal och hans kolleger byggdes vid de svenska gruvorna var i själva verket föredömligt planerade och processtekniskt långt före sin tid.

Då vi i dag söker pressa beredningskostnader och förbättra halter och utbyten har vi till vårt förfogande en bättre teknik. De största förenklingarna och kostnadsänkningarna har vi emellertid hittills vunnit genom övergång till mycket större maskinen-

heter i form av krossar, kvarnar, separatorer, etc. samt mindre arbetskrävande verkslokaler, maskinuppställningar och transportanordningar. Principiellt nya processlösningar har endast i mindre utsträckning gjort sig gällande inom järnmalmberedningen för den inhemska marknaden. I fortsättningen måste emellertid mera radikala förändringar göras med delvis nya metoder om vi skall lyckas bibehålla den gynnsamma utvecklingen. Man bör särskilt tänka processtekniskt och gå över till enhetsoperationer och processer som bättre låter sig instrumenteras och automatiseras. I det följande skall några väsentliga utvecklingsdrag från det senaste årtiondet beröras.

Malningstekniskt genombrott

En av de dominerande driftskostnadsdetaljerna vid järnmalm-anrikningen har alltid varit nedmalningen till erforderlig partikelstorleksfördelning. Detta gäller inte endast för de finkorniga anrikningsmalmen utan även för de lättanrikade grovkorniga magnetitmalmen, där man under senare år haft anledning driva upp koncentralthalterna till stor renhet. Malningskostnaderna har i synnerhet gjort sig gällande då man ansett sig behöva mala ned koncentratet till s. k. kulsinterfinhet, dvs. till en specifik yta närmare 2 000 cm²/g. Att bryta ned grova kvarts- och magnetitkristaller fordrar stora energiinsatser och ger högt slitage om malkroppar av stål används. Vid varje sådan nedbrytning har man även svårigheter att hålla nere slamproduktionen, vilket kan innebära förlustrisker. Alltsedan mitten av 1940-talet har emellertid i Sverige arbetats med utveckling av autogen- och stenmalning, där man låter malmen själv tjänstgöra som malkropp. De utformningar av dessa metoder för malmens mekaniska nedbrytning till mer eller mindre renkrossat anrikningsgods som under de senaste åren framkommit har inneburit kostnads-sänkningar med 1 à 2 kr/t malm i specifika fall [10, 8]. De innebär dessutom mycket goda möjligheter till radikala förenklingar, större handlingsfrihet och ytterligare kostnads-sänkningar. I samband med sten- och

autogenmalningens utveckling har övergång till mycket stora kvarnenheter med väsentligt bättre verkningsgrad kunnat ske.

Magnetisk och elektrostatisk anrikning

Av olika anledningar har tidigare som regel magnetitanrikningen av finkorniga produkter i Sverige genomförts i vått tillstånd under vattenspolning, vilket bl. a. innebär att vattentillsatserna ofta varit 5 à 10 gånger malmvikten. Denna typ av magnetisk anrikning är alltjämt dominerande och har under senaste åren utvecklats mot större apparatenheter med avsevärt bättre koncentrerings-, enklare flytschema och framför allt minskade slamförluster, vilket är av särskild vikt i samband med den ofta ökade finmalningen [11].

Den största förändringen på magnetitanrikningens område är emellertid det ökade intresset för torranrikning och de besparingsmöjligheter denna teknik öppnat. Vid mitten av 1950-talet utvecklades på Mineralberedningsinstitutionen den principiella konstruktion som nu kallas Sala-Mörtsell-separatoren [12], och denna princip har sedermera kommit till rätt vidsträckt användning framför allt för olika typer av malmsovring [13]. Den har där givit avsevärt höjda halter och utbyten i grövre produkter, medförande minskade behov av finmalning och finsliggsseparation [14]. Genom att denna billiga, enkla försovring kraftigt förbättrat grovgodsutbytet har produktionskapaciteterna vid många magnetitbehandlingsverk ökat och kostnaderna kunnat skäras ned. Eftersom dessa sovrings-separatorer utnyttjar centrifugalkraften går det också att vid många skarnjärnmalmer avskilja en ren styckemalm som lämpar sig för färskningsändamål, vilket är ekonomiskt fördelaktigt.

Vi har fortsatt denna linje inom Gruvforskningen under senare år och studerat våra möjligheter till fullständig torranrikning även av blandmalmer, varvid blodstensen delvis utvunnits med starkmagnetisk separation. De separatorer som därvid används har utvecklats framför allt i Tyskland och man har med dem lyckats uppnå

förhållandevis hög kapacitet [15]. Det erhållna starkmagnetiska koncentratet har slutrenats i ett elektrostatiskt anrikningssteg. Försöken har varit lyckade, men malmen måste vara torr och bör avdammas. I anslutning till detta utvecklingsarbete har den torra mineralberedningstekniken studerats, vilket icke endast kan ske vid de kontinentala järnmalmsverk som har starkmagnetisk separation, utan även vid de nya cementfabrikerna i Sverige, där man alltmer övergår till torra metoder. Fördelarna är att lägre personalbehov och högre grad av automation kan möjliggöra lägre driftskostnader vid torra metoder. Resultaten av dessa undersökningar har i viss mån minskat intresset för den magnetiserande reduktionen, då enhetsstorlek och kostnader för denna metod ej synes kunna konkurrera i dagens läge. Energiska insatser har dock gjorts av Eketorp för att få denna process tekniskt acceptabel [16].

Tyngdkraftsanrikning

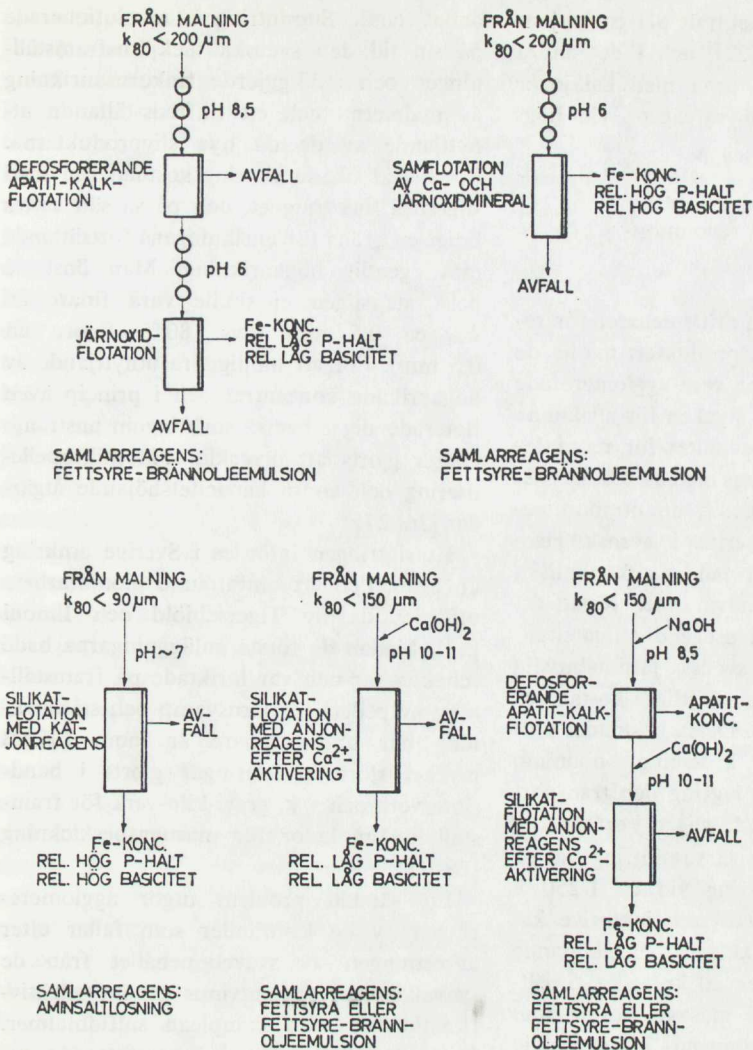
Den svagaste länken i vår nutida järnmalmsanrikning utgör utan tvivel den s. k. våtmekaniska anrikningen av de blodstenshaltiga malmerna. Vi har på sina håll kvar skakbord med låg kapacitet och stort personal- och platsbehov, men i allmänhet har man gått över till att använda de USA-utvecklade Humphrey-spiralerna, som vanligen är betydligt effektivare [17]. Då spiralernas funktion är beroende av konstant godssammansättning, matning och vattentillsats har man under senare år i allt större omfattning i Sverige övergått till att sätta spiralerna först i verket efter nedmalningen, varvid både blodsten och magnetit utvinns. Detta har förbättrat driftssituationen, men man måste tyvärr fortfarande konstatera de våtmekaniska metodernas nackdelar, att järninnehållet under ca 50 μm förloras till avfallet [18], att enhetsstorleken är liten, med exempelvis endast en genomsättning om ca 2 t/h och spiral, och att processerna är svåra att övervaka och att automatisera. Spiralanläggningarna har funnit stor användning för utvinning av blodsten ur malmerna av Ki-

runatyp. Betydligt mindre svårigheter har våra svenska utvecklingar av Stripa-rännan och suspensionsanrikningen mött. De har i stort varit lyckosamma och kommer säkerligen att i många stycken bibehållas som förkoncentreringsprocesser i den fortsatta tekniska utvecklingen.

Direkt och omvänd flotation av svenska järnmalmer

Få anrikningsprocesser har varit så omstridda som flotationsmetoderna för anrikning av järnmalmer. Anledningarna härtill är många. De har för det första betytt införandet av rätt avancerade processmetoder, med krav på omsorgsfull upplärning och kontroll på ett område där man varit van vid enkla, nästan hantverksmässiga arbetsformer. För det andra har flotationsmetoderna medfört vissa måttliga men dock påtagliga reagenskostnader. Utvärderingen av dessa gentemot de avsevärt högre utbytena och förbättrade anrikningsbetingelserna har ej varit helt klar. För det tredje har flotationskoncentraterna vid de direkta metoderna visat sig ha inverkan på den efterföljande sugsintringen, vilket allvarligt oroat sligmottagarna. Bland fördelarna med flotationsmetoderna kan emellertid nämnas låga anläggningskostnader, lågt personalbehov, mycket goda automationsmöjligheter samt stora möjligheter för selektivt avskiljande av olämpliga föroreningar och utvinning av eventuella biprodukter, såsom sulfidinhåll, apatitkoncentrat, etc.

Det finns i princip två varandra kompletterande flotationsprinciper för järnmalm (fig. 1): den direkta metoden, där man hydrofoberar och lyfter upp järnmalmsmineralen från de kvarvarande uppslammade gråbergsmineralen och alltså utvinnet ett något oljebeklätt järnmalmskoncentrat, och den omvända metoden, där man aktiverar och avfloterar gråbergsinnehållet från den kvarvarande järnmalmen. Volymmässigt är malmineral och gråbergsmineral lika företrädda i en 45-procentig järnmalm av normal svensk typ. Emellertid är den direkta metoden effektivare än den omvända, varför man översiktligt, med bortseende från



Figur 1. Flotationsprinciper för järnmalsanrikning. Uptill: Direkt flotation av järnmalm. Fe-halt i råmalm i princip lägre än ca 50%. Nedtill: Omvänd flotation av järnmalm. Fe-halt i råmalm i princip högre än ca 50%.

agglomereringssvårigheter och biprodukt-synpunkter, skulle i princip kunna bedöma malmer under ca 50% Fe lämpligare att flotera direkt medan vid halter över ca 50% Fe omvänd flotation skulle ha visst förträde.

Då det gäller den direkta flotationen har metodutvecklingen i rätt hög grad varit svensk [19, 20]. Anledningen till att den ej här hemma fått bestående praktisk tillämpning har varit besvär med sugsintringen [21]. Eljest har såväl kontinuerliga halv-

skale- som välövervakade fullskaleförsök med den s.k. emulsionsmetoden i Sverige givit goda resultat och i andra länder, såsom USA och Sovjet, har motsvarande metoder vunnit mycket omfattande praktisk tillämpning, och metoden är fortfarande starkt expanderande. Som samlarreagens används normalt någon lämplig fettsyra samt vanligen brännolja.

Den omvända flotationen kan ske enligt två alternativa förfaranden med olika typer av flotationsamblare. I det ena förfarandet

används vid ungefär neutralt pH en katjonsamlare av amintyp [22], och i det andra aktiverar man silikatytorna med kalkjoner och floterar med fettsyrareagens vid högt pH [23].

2.4 Agglomereringens revolution

Allmänt

Vid nära nog samtliga driftsmetoder för reduktion av järnmalmsprodukter måste de finkorniga koncentraterna vara agglomererade till större eller mindre stycken för att kunna ge tillräcklig gaspermeabilitet för reduktionen eller för att ej ryckas med av reduktionsgasen. Emellertid infördes de nu dominerande sintringsprocesserna i svensk järnhantering under helt andra ekonomiska förhållanden än de nuvarande. Kostnads-mässigt har vi i dag den egendomliga situationen att en mellansvensk järnmalmslig med 64% Fe genomsnittligt kostar ca 54 kr/t vid järnverket. Dessa kostnader omfattar gruvbrytning, krossning, malning, anrikning, avvattning, lagring och transport till järnverket. För att få sligen i erforderlig styckeform genomförs så sugsintring vid ca 1 400°C eller kulsintring vid ca 1 250 à 1 300°C till en kostnad som inklusive kapitalkostnader, men exklusive slaggbildande tillsatser, uppgår till ca 20 kr/t slig. Smältning och reduktion i masugn kostar som jämförelse storleksordningen 75 kr/t slig [24]. Det nämnda innebär en klar disproportion mellan de olika mineraltekniska processdelarnas kostnader i relation till deras funktion, och det har under de senaste åren föranlett oss till kraftiga ansatser för utveckling av billigare och effektivare agglomereringsmetoder, som därtill kan inverka förmånligt på masugnsreduktionen.

Agglomerering genom bränning

Eketorp har i en översiktlig sammanställning [25] beskrivit de senaste årtionedens utveckling av såväl sugsinter- som kulsintermetoderna. De förstnämnda infördes i Sverige omkring år 1920 och har här funnit mer omfattande användning än i något

annat land. Sugsintringen revolutionerade på sin tid den svenska tackjärnsframställningen och möjliggjorde finkornsanrikning av malmerna och ett tillfredsställande utnyttjande av de då nya sligprodukterna. Emellertid ökade sintringskostnaderna med sligernas finkornighet, och på så sätt sattes tidigt en gräns för anrikningens fortsättande mot egentlig höganrikning. Man önskade helst att sligen ej skulle vara finare än k_{80} ca 0,5 mm (dvs. 80% finare än 0,5 mm). För att möjliggöra utnyttjande av höganrikade koncentrat och i princip även floterade sliger har så småningom ansträngningar gjorts att utveckla s. k. mikropelletisering och andra kapacitetshöjande åtgärder [26, 27].

Kulsintringen infördes i Sverige omkring år 1950, och ett omfattande pionjärbete utfördes då av Tigerschiöld och Ilmoni [28]. Medan de första anläggningarna hade schaktugnar och var inriktade på framställning av pellets för järnsvamp och stålfärskning har under senare år inom LKAB mycket stora investeringar gjorts i bandsinterverk och s. k. grate-kiln-verk för framställning av kulor för masugnsbeskickning [29-31].

Ett särskilt problem utgör agglomereringen av de kisbränder som faller efter avrostningen av svavelinnehållet från de svavelkissliger som utvinns genom selektivflotation ur våra komplexa sulfidmalmer. Inom Bolidenbolaget har omfattande utvecklingsarbeten bedrivits för att finna bästa lösningen på brändersintringens problem. Inom Stora Kopparbergs Bergslags AB har i Falun sedan ungefär 10 år en kulsintringsprocess arbetat med gemensam agglomerering av finkornig magnetitlig och bränder [32]. En översikt över kvalitets- och sintringsproblemen för bränderna har getts av Eketorp [33].

Kallbundna kulor

Kallbundna kulor är ett begrepp som skapades vid Institutionen för mineralberedning då resultaten började framträda av det i början av 1960-talet upptagna forskningsarbetet för att utveckla bättre och billigare

agglomereringsmetoder för järnmalmsliger. Det första anslaget för detta ändamål beviljades i juni 1962 av Statens Tekniska Forskningsråd för genomförande av uppgiften »Agglomerering av mineralkoncentrat med adsorberat oljeskikt» och undersökningarna inriktades då speciellt på att få fram lämpliga metoder för bindning av direktfloterade järnmalmskoncentrat [27]. Parallellt härmed gjordes principiella studier för att söka klarlägga alla de på teknikens dåvarande ståndpunkt tänkbara bindningsmetoderna och bland dem utvälja dem som syntes mest löftesrika för järnmalmsliger. Till att börja med formades agglomeraten med brikettering och extrudering, men så småningom kom kullning helt att dominera, även då bindningssätt utnyttjades där kullningen tidigare ej tillämpats. Ett av de första framgångsrika resultaten av arbetet att göra kallbundna kulor var bindning av gråbergfri järnmalmslig med cement med efterföljande härdning i luft vid vanlig temperatur. Cementmängden som erfordrades var ca 10 viktprocent och kulkvaliteten blev god. De viktigaste resultaten avrapporterades på vanligt sätt inom Gruvforskningen och ledde till vissa industriella uppdragsprovningar [34].

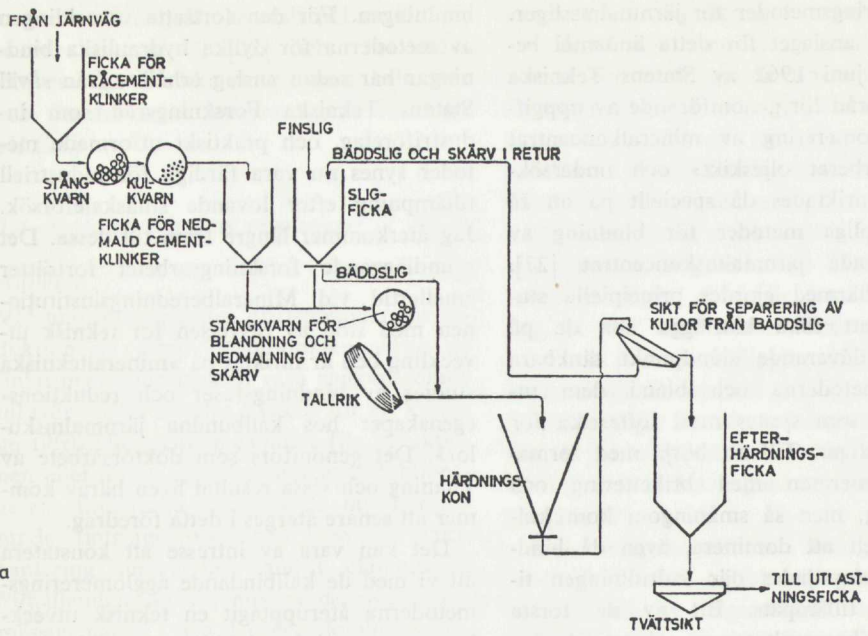
Det stod emellertid klart att våra kunskaper om de grundläggande fenomenen för kallbindningen liksom om objektiva testmetoder för deras bedömning var alltför ringa, och för den skull begärdes och erhöles från Statens Tekniska Forskningsråd år 1965 anslag för studium av »bindningsfenomen inom agglomereringen», en undersökning som avrapporterades vid Gruvforskningens agglomereringsdagar i Falun i maj 1967 [24, 35, 36]. Samtidigt lämnades från Grängesbergbolaget en första redogörelse för den metodutveckling som i Stråssa skett med avseende på cementbundna pellets av finkornig gråbergfattig slig [37].

Vid Mineralberedningsinstitutionen hade vi under tiden lyckats med det mer generellt användbara och mera avancerade ånghärdningsförfarandet, där släckt kalk, returslagg eller cement används för kalk-

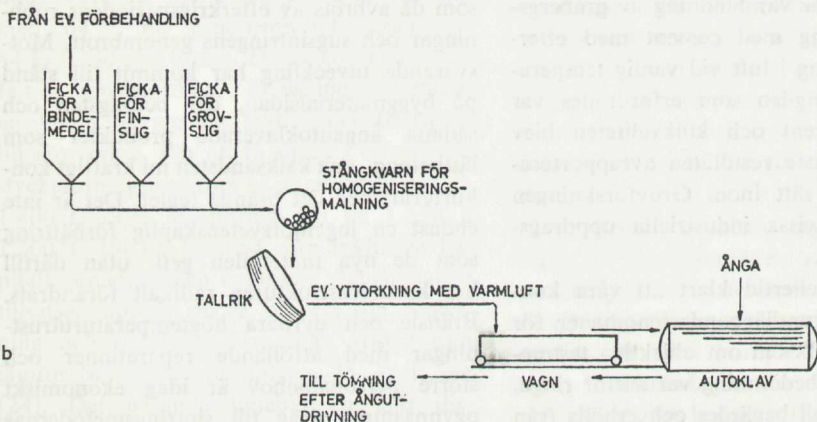
bindningen. För den fortsatta utvecklingen av metoderna för dylika hydrauliska bindningar har sedan anslag erhållits från såväl Statens Tekniska Forskningsråd som industriföretag, och praktiskt utformade metoder synes nu vara färdiga för industriell tillämpning efter lovande småskaleförsök. Jag återkommer längre fram till dessa. Det grundläggande forskningsarbetet fortsätter emellertid vid Mineralberedningsinstitutionen med stöd av Styrelsen för teknisk utveckling och är inriktat på »mineraltekniska studier av bindningsfaser och reduktions-egenskaper hos kallbundna järnmalmskulor». Det genomförs som doktorsarbete av Thaning och vissa resultat även härav kommer att senare återges i detta föredrag.

Det kan vara av intresse att konstatera att vi med de kallbindande agglomereringsmetoderna återupptagit en teknisk utveckling som var igång i början av seklet men som då avbröts av efterkrigsperiodens rubbningar och sugsintringens genombrott. Motsvarande utveckling har kommit till stånd på byggmaterialsidan, där betongsten och sådana ångautoklaverade produkter som lättbetong och kalksandsten nu kraftigt konkurrerar med det brända teglet. Det är inte endast en ingenjörsvetenskaplig förbättring som de nya materialen gett, utan därtill har kostnadsstrukturen radikalt förändrats. Bränsle och dyrbara högttemperaturutrustningar med åtföljande reparationer och större personalbehov är idag ekonomiskt ogynnsamma drag till sintringsmetodernas nackdel, och därtill kommer bättre möjligheter för automatisering samt ljusa, rena lokaler som fördel för kallbindningsmetoderna.

Vi har alltså i själva verket billiga kallbindningsmetoder utexperimenterade i halvstor skala, vilka med låga investeringskostnader ger fullgoda järnmalmsagglomerat. Dessa har visat fram bättre reduktionsegenskaper både med hänsyn till hållfasthet, reducibilitet och svällning än motsvarande sintrade produkter, och därtill kan de göras helt engående för masungsprocessen. Fig. 2 a visar principutformningen för Grängesbergsmetoden för kallbindningen. Den har



a



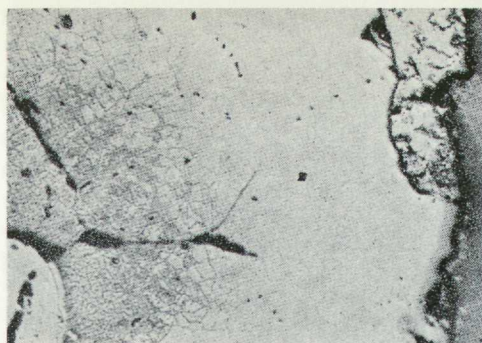
b

Figur 2. Principschema för framställning av kallbundna kulor. Uptill: Enligt Grängesbergsmetoden. Nedtill: Enligt Mineralberedningsinstitutionens autoklaveringsmetod.

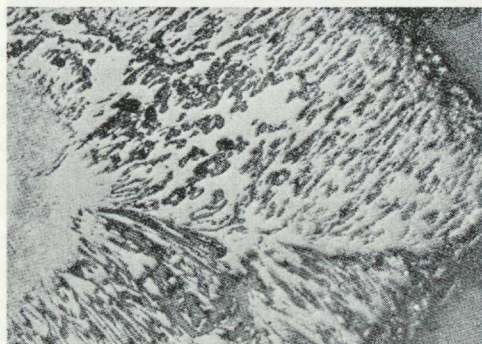
nyligen beskrivits av Serning i ett föredrag i Svenska Bergsmannaföreningen [38]. Den mycket finmalda sligen blandas med finmal cement samt återgående skärv och homogeniseringsmali i stångkvarn. Kulrullning sker i tallrik under vattentillsats, och de nyrollade kulorna bäddas i fuktig slig och upptrasporteras till lagringssilo, där kallbindning av kulorna sker vid vanlig temperatur inuti sligfuktigheten. Efter ungefär ett dygns uppehåll avtappas kul-slig-

blandningen, de hela kulorna siktas av och läggs i upplagsfickor för fortsatt härdning under 5 à 6 dygn. Slig jämte skärv återgår till kulrullningsfickorna.

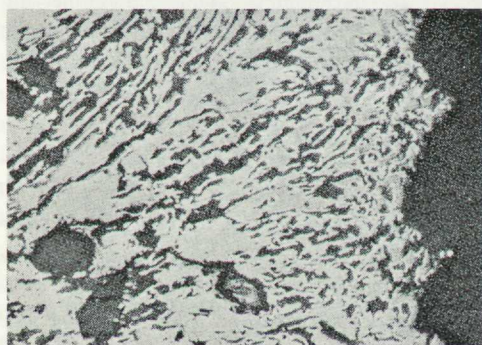
Mineralberedningsinstitutionens autoklaveringsmetod återges till sina principer i fig. 2 b. Från olika fickor utvägs och proportionernas grövre och finare sliger samt bindemedel, såsom kalk, färskningsslagg eller cement, till rätt sammansättning. Blandningen sammanmali i stångkvarn och godset



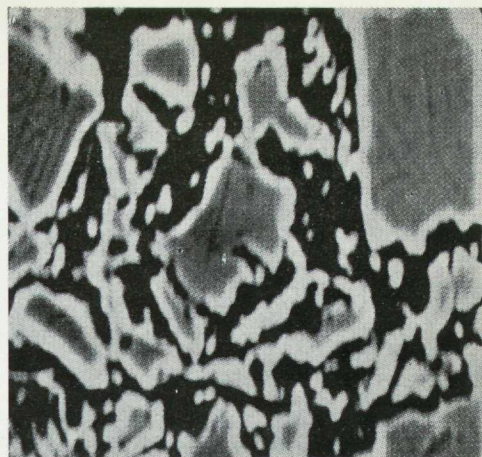
a Etsat. $\times 35$



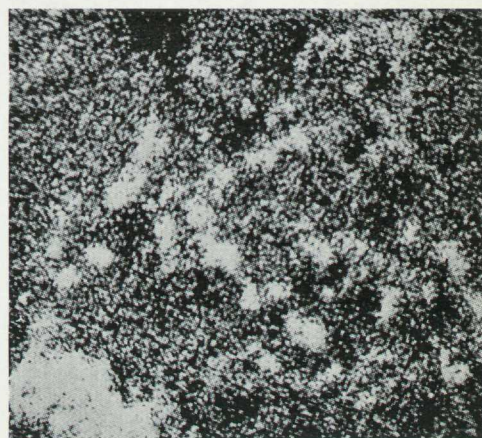
b Etsat. $\times 45$



c Oetsat. $\times 150$



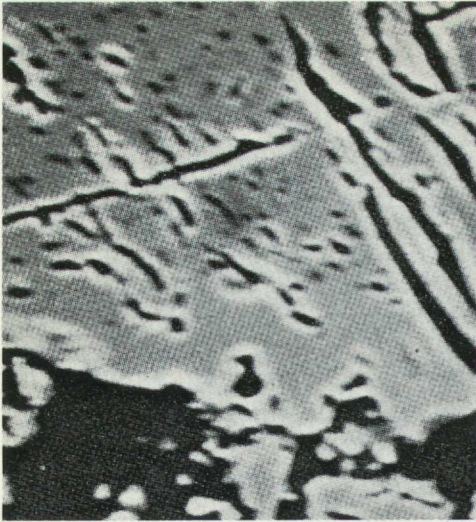
a $\times 700$



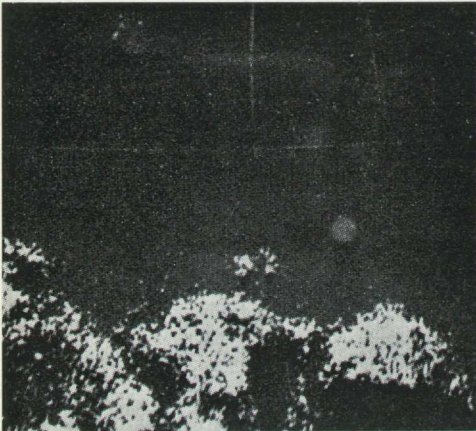
b $\times 700$

Figur 13. Kallbundna magnetitklor, ångauto-klaverade med kalktillsats och reducerade i CO-CO₂ till wüstit vid 1000°C. a) Negativ elektronabsorptionsbild. b) Elektronoptisk bild. Fördelning av Ca: 2,8–3,7% Ca i wüstitpartiklarna vid punktanalys.

Figur 3. Reduktionsstrukturer. a) Utgångsmaterial: Fe₃O₄-kristall. Behandling: CO, 1000°C, 94 min. Faser: Fe₃O₄, wüstit med Fe₃O₄-utfällingar, järn. b) Utgångsmaterial: Fe₂O₃-kristall. Behandling: CO, 1000°C, 6 min. Faser: Fe₂O₃, tät wüstit med Fe₃O₄-utfällingar, porös wüstit med järnklädda porer i yttre delar av provet. c) Utgångsmaterial: Till Fe₂O₃ oxiderad Fe₃O₄-kristall. Behandling: CO, 1000°C, 8 min. Faser: Wüstit, järn.

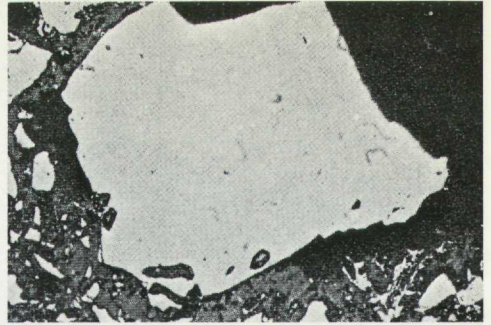


a × 700

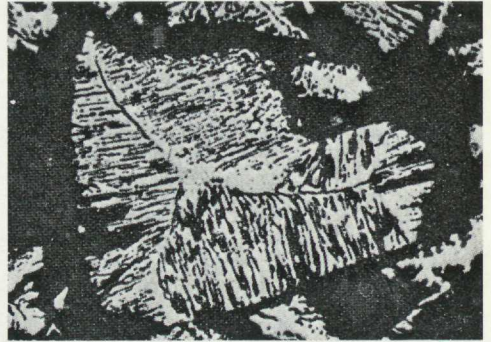


b × 700

Figur 14. Kallbundna hematitkolor, ångauto-
klaverade med kalktillsats och reducerade i
CO-CO₂ till magnetit vid 1 000°C. a) Negativ
elektronabsorptionsbild. b) Elektronoptisk bild.
Fördelning av Ca: Ingen Ca i wüstitpartiklarna
vid punktanalys.



a × 180



b × 230

Figur 15. Kallbundna klor reducerade till
wüstit i CO-CO₂. a) Magnetitklor med kalk
som bindemedel. b) Hematitklor med cement
som bindemedel.

går direkt till kulrullningstallrik, där kulor med relativ lågt portal bildas. Dessa kan eventuellt yttorkas något och läggs sedan i cylindriskt formade vagnar. Efter lämplig tid skjuts vagnarna in i ångautoklaver där de får uppehålla sig i ca 6 h vid en temperatur av 200°C. Efter uttagning ventileras vagnarna för ångans avlägsnande, varefter kulorna är färdiga för leverans.

2.5 Järnmalmsprodukternas reduktion

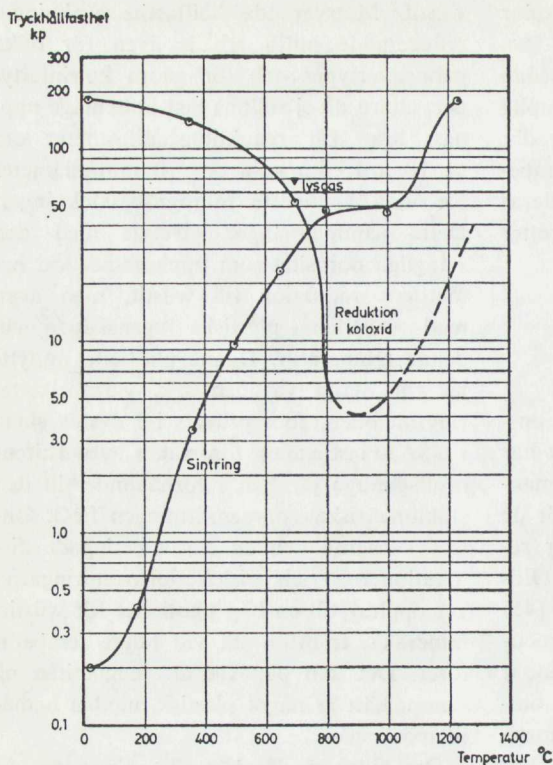
Reduktionsegenskaper

Den principiella skillnaden i reduktions-egenskaperna för magnetit och hematit har länge varit klarlagda [39] och sammanhänger med kristallformer och gitter för de olika mineralfaser som passeras under reduktionen. Jag återger här några av Edströms klassiska mikrofön (fig. 3, sid 145) som åskådliggör hur den kubiska magnetitens reduktion till kubisk wüstit sker genom diffusion i fast fas utan porbildande omkristallisation, hur den hexagonala hematiten vid reduktionen över magnetit till kubisk wüstit blir stängligt porös, och hur magnetiten uppoxiderad till hematit och därefter reducerad även får stänglig porositet. Reduktionshastigheten vid enkristallreduktion är avsevärt högre då man utgår från hematitillståndet, vilket är naturligt med hänsyn till de av porositeten ökade kontaktytorna och förkortade diffusionsvägarna i fast fas. Reduktionshastigheten sammanhänger emellertid även med kornstorlek och fogstruktur i järnmalmsaggregatet, såttillvida att finkorniga järnmalmsmineral och lösfofiga malmer reduceras snabbare än grovkorniga mineral och malmer med fasta fogar. Här skymtar alltså det hittills normala motsatsförhållandet mellan reducerbarhet och hållfasthet.

Reduktionshållfastheten har på senare tid vid Institutionen studerats av Thaning [36], som utarbetat en testmetod för tryckhållfasthetsmätning vid högre temperaturer och valfri atmosfär [35]. Fig. 4 visar hur hållfastheten katastrofalt sjunker för kulsinter av gråbergsfattig magnetitlig vid de temperaturer och reduktionsbetingelser som ger

wüstit. Motsvarande hållfasthetsänkning i reducerande miljö erhålls även för olika pansintertyper och för andra kulsintertyper, ehuru då ej fullt så lågt bottenläge uppnås. Man får reduktionshållfastheter om ca 10 à 15 kp/kula om 10 mm diameter för våra vanligaste masugnsbeskickningar. Detta sammanhänger givetvis med den stängliga porositet som uppkommer vid hematitens reduktion till wüstit, men även med wüstitens plastiska egenskaper vid denna temperatur. Denna plasticitet utnyttjas för övrigt vid den s.k. varmbriketteringsmetoden, som prövats i halvstor skala i USA. Plasticiteten förorsakas av wüstitens ofullständiga järnhalt i förhållande till den stökiometriska sammansättningen FeO. Gittervakanserna och de därav betingade dislokationerna och dislokationsvandringarna ger upphov till en hög plasticitet för wüstitmineralet, framför allt vid högre temperaturer. Det kan påpekas att magnetiten på samma sätt är något plastisk, medan hematiten är spröd.

Om alltså de järnbärande mineralen vid passagen genom wüstitfasen nära nog helt förlorar sin andel av agglomeratets totala hållfasthet måste denna i stället upptas av gråbergsbeståndsdelarna. Det är då i första hand viktigt att dessa ej är ansamlade i klumpar utan bildar ett regelbundet och fullgott skelett genom malmagglomeratet. Sådana fullgoda skelett kan man ej påräkna hos styckemalmer, där gråberget är mer slumpvis fördelat. Deras reduktionshållfasthet kommer normalt ej upp i de värden som agglomereringsmetoderna ger. Även den sugsinter som produceras vid våra järnverk har emellertid ej en helt fullgod distribution av slagghasen, eftersom chargeblandningen sker i fuktigt tillstånd och särskilt kalktillsatserna föreligger i form av små klumpar. Det är därför som homogeniseringsåtgärder nu övervägs vid sinterverken och forskningsförslag härom framlagts inom Jernkontorsforskningen. Vid kulsinteringen är fördelningen bättre, men framför allt vid kallbindningen är denna distribution helt perfekt genom den inledande stångkvarnsmalning som där företas.



Figur 4. Tryckhållfasthet vid kulsintring i oxiderande atmosfär samt vid reduktion av kulsinter. Gråbergfria magnetitkolor utan tillsats.

Gråbergfasens sammansättning är vidare av största betydelse, och härvidlag är man inne på ett rent kemiskt problem, som under de senaste åren ägnats mycken uppmärksamhet vid Mineralberedningsinstitutionen. Jag återkommer något härtill senare men vill här påpeka att man inom LKAB utexperimenterat sådana gråbergstillsatser till sina från början gråbergfria magnetitliger som möjliggjort högre reduktionshållfastheter för kulsintern och därmed dess användbarhet för masugnsbeskickning. Ett forskningsarbete med Gränse som licentiand pågår även på detta område inom Jernkonstorsforskningen [40].

Sedan länge har eljest kalktillsatserna observerats i samband med sintringen och masugnsdriften. Den ingående sinteren har ju haft en mycket produktionsfrämjande effekt, och dennas orsaker och detaljer har studerats [41, 42]. Effekten har inte endast tillskrivits själva slagfasens utbildning och egenskaper utan även kalkens inflytande på

järnmalmsmineralen under reduktionen. Edström [43] talar alltså om den upplösning av CaO i magnetit- respektive wüstitgittren som sker under reduktionens begynnelse-skede och den »armering» av strukturen som de olika ferriterna åstadkommer. Nyquist [44] påpekar att man vid höga basiciteter genom ferritstrukturer kan uppnå samtidigt god reducerbarhet och god reduktionshastighet. Vid kalciumferriternas reduktion bildas ingen porös wüstit.

En av de besvärligaste detaljerna i den aktuella agglomereringen är emellertid att man ej anser sig ha lyckats framställa engående kulsinter med tillräcklig hållfasthet för transport och reduktion [45]. Detta har medfört den för svenska förhållanden egendomliga praxisen att sur kulsinter vid masugnsbeskickningen blandas med överbasiskt material. Här framträder de kallbundna kulorna förmånligt med sina för engående beskickning optimala egenskaper.

Reduktionshastighet och sönderfallsegen-

skaper hos beskickningarna mäts numera rutinmässigt med Lindertestet och dess varianter, avsedda att simulera masugnsprocessen. En mätmetod innebärande vidareutveckling av simuleringstesten som under senaste åren starkt uppmärksammats är Burghardttestet. Medan i det förstnämnda testet reduktionshållfastheten mäts genom chargens sönderfall vid en sorts autogenmalning i rullugn, mäts i Burghardttestet tryckfallet vid gaspassagen genom provkulmassan under viss belastning av denna. I båda fallen fäster man stor vikt vid mullbildningen under reduktionen och dess beskickningstilltämpande resultat.

En annan form av tilltämpning av chargen under reduktionen är svällningen, som uppmäts med olika metoder och registreras, bl. a. i samband med Burgardttestet. Svällningen studerades redan av Edström [39] och har under de senaste åren tillskrivits stor betydelse och starkt uppmärksammats. Edström fann att en Fe_3O_4 -kristall sväller något till att börja med, men krymper sedan så att en resulterande minskning i skenbar volym erhålls. Däremot sväller en Fe_2O_3 -kristall kraftigt under reduktionens första stadium för att sedan krympa något under slutreduktionen, lämnande, enligt Edströms mätningar, 40–50 % ökning av skenbara volymen som slutresultat. Svällningsfenomenen med denna tendens men med en omfattning närmare ca 20 % har sedermera konstaterats vara normala för olika brända agglomerattyper. Därutöver har man under vissa specifika förhållanden i laboratorieskala funnit tendenser till s. k. abnorm svällning [40], vilka förhållanden dock normalt knappast kan förväntas i våra masugnsprocesser.

Masugns teknikens förnyelse

Trots att masugnsprocessen är en av de äldsta ännu i bruk varande tekniska metoderna har i Sverige under de senaste 10 åren en mycket kraftig utveckling kommit till stånd, vilket belystes i ett föredrag vid Jernkontorets metallurgmöte i oktober 1967 av Soläng och Lindgren [46]. De fem större svenska masugnsanläggningarna hade

under denna tioårsperiod ökat specifika produktionen med 53 % och sänkt koksförbrukningen med 26 % samt sänkt antalet mantimmar per ton flytande tackjärn med ca 50 %. Därmed torde de svenska prestationerna för dessa masugnar som medeltal väl kunna mäta sig med de värden som framkommit vid de bästa och modernaste enskilda anläggningarna i utlandet.

Om man bland alla de företagna åtgärderna söker dem som ur mineralteknisk synpunkt är intressantast och som ansluter sig till järnmalmsprodukternas anpassning till processen finner man dem i föredragets förteckning över ingrepp och åtgärder i syfte att sänka koksförbrukningen:

- 1) Eliminering av kalksten direkt på masugnen och övergång till engående basisk och härigenom lättreducibel sinter.
- 2) Val av rikare beskickning och härigenom minskad slaggmängd.
- 3) Högre blästertemperatur.
- 4) Tillsatsbränslen i blästern, såsom olja och koksugns gas, på en del håll i förening med O_2 -anrikning.
- 5) Effektivare siktning av masugnsbeskickningen och härigenom jämnare gasfördelning i schaktet.
- 6) Vissa varianter i uppsättningsmålets konstruktion och utförande.

Teoretiska och praktiska prov med fastläggande av optimal beskickningsklassering har utförts inom Jernkontorsforskningen [47], och med dessa resultat har man lyckats kompensera den produktionsfördel som under senare år framkommit för kulsinterbeskickning gentemot sugsinter. Masugnsprocessen är ju en motströmsprocess mellan upprusande reduktionsgas och nedåtsjunkande beskickning som består av varvtals koks- och varvtals malmskikt. Det finns i varje del ett optimalt strömningsförhållande som beror av reducerbarhet och beskickningspermeabilitet. De stora specifika tackjärnproduktionerna uppnås då agglomeratstorleken i varje zon är relativt enhetlig. Detta sammanhänger med att permeabiliteten är proportionell mot kvoten e^3/S^2 där e är det s. k. portalet, dvs. förhållandet por-

volym till fast volym, och S är agglomeratens yttre specifika yta. Lika stora kulor ger under normala packningsbetingelser ungefär 50 % porvolym, dvs. portalet 1,0. Detta är den utan särskilda bindningar högsta praktiskt uppnåeliga porvolymen för kulor, och den erfordras i masugnsprocessen för att ta upp dels de mycket varierande svällningar som de brända agglomeraten företer och som normalt torde uppgå till eller överstiga 20 %, dels de fingodsmängder som agglomeratens mullsönderfall åstadkommer. Å andra sidan är en fullständig gasfördelning och tryckutjämning över schaktytan nödvändig för att ej gasströmmen och därmed reduktionen skall bli ojämn i pipans tvärsnitt. För det ändamålet har Domnarvet infört återkommande gasbromsande beskickningszoner bestående av en avsevärt finare sinterfraktion. I detta sammanhang kan det vara av intresse att nämna att man vid Oxelösundsmasugnarna provat höga tillsatser av kallbundna magnetitkulor med cement som bindemedel enligt Grängesbergsmetoden. Med nära nog obefintlig svällning och mullning erhöles vid försökskörningarna lågt gasmotstånd och gynnsam hyttproduktion.

Vid Luleåstationen pågår forskningsarbeten för att klarlägga förloppen i masugnens högttemperaturzon. Medan förhållandena i schaktet numera är väl kartlagda gäller detta ej i masugnens nedre delar, där järnoxider och slaggbildare är i halvsmält eller smält tillstånd [48]. Här torde slaggfasetens olika sammansättning komma att visa sig spela särskilt stor roll och även möjligheterna för optimal slutreduktion av den järnbärande fasen. I båda dessa hänseenden kommer de mineralberedande åtgärderna, såsom koncentratsammansättning, agglomereringstillsatser och -sätt samt homogenitet, att få dominerande inflytande.

Järnmalmsprodukter för järnsvampframställning och färskning

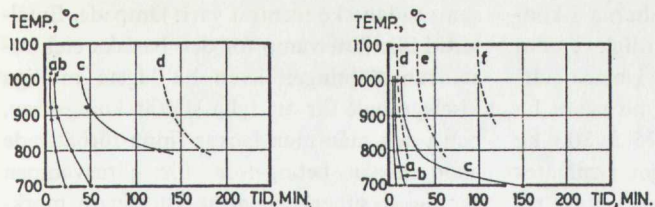
Jernkontorets strukturkommitté beräknar i sina prognoser att med nuvarande tekniska perspektiv kommer år 1975 ca 10 % av tillförseln av jungfruligt järn att ske i form

av järnsvamp och färskningsmalm. Det framgår emellertid även att det ur kostnadsynpunkt vore önskvärt att billigare järnsvampmetoder kunde utvecklas, så att på denna väg den nämnda andelen kunde ökas till 20 à 25 %. Det är sålunda dags att åter se över direktreduktionsprocesserna ur mineralteknisk synpunkt.

Då det gäller smältreduktion synes det mig som om några fullt konkurrenskraftiga processer ej gärna kan föreligga industriellt utvecklade inom den närmaste femårsperioden. Metoderna sammanhänger även intimt med teknikändringar inom själva stålmetallurgin [49] och kan därför väntas få betydelse först på längre sikt. Färsknings- och kylmalmsinsatserna för de olika stålprocesserna är synnerligen väl utprovade, och järnmalmsprodukternas utveckling kan ej förväntas medföra större förändringar annat än möjligen en kostnadsänkning genom billigare agglomerat. På järnsvampsområdet pågår emellertid en potentiell utveckling, som här något skall beröras.

De ekonomiska förutsättningarna för att man skall finna det fördelaktigt att tillföra det jungfruliga järnet via järnsvamp till elektrostålugnarna i större omfattning än vad som nu visat sig optimalt är att järnsvampkostnaden måste sänkas till högst 90 à 95 % av framställningskostnaden för tackjärn och att svampens slaggbildande innehåll hålls acceptabelt. Den andel av järnsvampen som i form av Höganässvamp vidarebehandlas till järnpulver har givetvis sina egna utvecklingsbetingelser, och järnpulverproduktionen väntas raskt stiga. För järnsvamp framställd enligt Wibergsprocessen [50] måste radikala åtgärder vidtas om den ekonomiska motivationen skall vara tillräcklig för att nyanläggningar skall komma till stånd.

De praktiska svårigheterna vid järnsvampframställningen har varit en tendens till kladdning vid reduktionspassagen genom wüstitstadiet samt agglomeratens otillfredsställande reduktionshållfasthet [51]. God hållfasthetsförbättring har man funnit om den använda kulsintern binds, bl. a. med släckt kalk. Maximitemperatur för att und-



Figur 5. Temperaturen inverkan på reaktionshastigheten vid reduktion av magnetit (t. v.) och hematit (t. h.) med väte och koloxid. a) H₂, 40% red. b) H₂, 70% red. c) H₂, 95% red. d) CO, 40% red. e) CO, 70% red. f) CO, 95% red.

vika kladdning har befunnits vara ca 950°C. Fig. 5 anger resultaten av Edströms undersökningar över temperaturens inverkan på reduktionshastigheten vid användande av vätgas respektive koloxid [39] och visar att i princip skulle ökad reaktionshastighet och därmed större reduktionskapacitet kunna uppnås om högre arbetstemperatur kunde hållas utan kladdning och sönderfall.

Ungefär samma bild av kladdningens och sönderfalllets begränsande inverkan får man även från den nya SL/RN-processen som Lurgi nu lanserar [52] och från de utvecklingar av fluosolidprocesserna som rapporterats.

Här skall även erinras om de arbeten som på sina håll utomlands nedläggs på förreducering av pellets för färdigreduktion i masugn. Bedömningen torde för närvarande vara den att dylik förreducering ej lönar sig annat än för marginalförhållanden inom tackjärnsproduktionen.

2.6 Teknisk-ekonomiska variabler inom processkedjan

Optimeringskalkyler

För femton år sedan framlade Cedervall och jag som resultat av det redan nämnda samarbetet inom Jernkontorsforskningens ram en rapport om värdering av järnmalmsliger till ledning för anrikningens utformning [53], som gav vissa underlag för totala optimeringskalkyler för processkedjan från råmalm till tackjärn. Sedan dess har processkalkyleringar av dylik typ blivit allt självklarare, och idag har företagets datamaskiner övertagit kalkyleringsarbetet. Som rutin genomräknas nu processkedjan från

malmprodukter, koks och skrot till färdigt stål både tekniskt och ekonomiskt, med möjlighet till individuell bedömning av varje material och process. Med linjär programmering som grund kan nu olika optimaltillstånd framräknas, produktionen planeras, chargeberäkningar genomföras och kontrolleras samt för driftsbetingelserna relevanta priser åsätts malmprodukter och andra råmaterial.

Dylika totalprogram är uppenbarligen av mycket stort värde, och deras noggranna uppbyggnad har även ägnats forskningsintresse inom Jernkontoret, där Frykman bearbetat problemen [54]. Med den hastiga tekniska och ekonomiska utveckling som fortgår måste programmen dock ständigt revideras och preciseras. Härför erfordras en fortgående statistisk uppföljning, och även härvidlag kan datamaskinbehandling underlätta arbetet, särskilt vid de erforderliga regressionsanalyserna. Ett exempel på en framgångsrik sådan utvärdering av ordinarie statistiska data angavs av Lundström vid diskussionsmötet 1964 [55]. Undersökningen avsåg masugnsdriften i Oxelösund, och särskilt påvisades att en bättre fördelning av kalkstenen kraftigt hade sänkt koksförbrukningen. Med dylika metoder kan väsentligheter och oväsentligheter för den tekniska driften korrekt utvärderas bland alla de synpunkter som laboratoriemässigt och vetenskapligt framkommer vid processutvecklingsarbetena.

Val av koncentrationsammansättning

Den övervägande delen av hemmamarknadens järnmalmsprodukter går till reduktion

i masugnar till tackjärn. Järnhalterna i koncentrat, styckemalmer och färdiglevererad kulsinter styrs därvid i princip i masugnarnas specifika slaggmängd, som nu synes ha stabiliserats på en nivå om 275 à 300 kg slagg per ton tackjärn. Detta ger järnhalter från 60% Fe för engående koncentrat till 65% Fe för kvartsdominerade produkter, om slaggmängden skall bäras lika av varje produkt. Å andra sidan ger de olika malmernas varierande anrikningsegenskaper och föroreningshalter upphov till andra optimeringsprinciper än slaggmängdsekvivalenta järnhalter. Man anrikar alltså längre där betingelserna härför är gynnsammast och föroreningarna mest besvärande.

Bland de viktigaste grunderna för valet av koncentratsammansättning är givetvis malmens fosforhalt och den lätthet med vilken denna kan avlägsnas. Antingen skall koncentratet ha hög fosforhalt vid produktleveranser till Domnarvet och Norrbottens Järnverk eller låg fosforhalt vid leveranser till de övriga hyttorna. Undantag är Oxelösundsverket, som valt att acceptera vissa mellanhalter. Detta leder till försiktig anrikning för de fosforrikare malmerna, rätt hårt driven anrikning för de fosforfattigare, och mycket hårt driven anrikning i de fall då man önskar överföra en fosforrik malm till en lågfosforprodukt. Då man samtidigt har exportmarknadens olika värderingar av malmprodukternas kvaliteter att ta hänsyn till leder det till vissa bestämda specialinriktningar för de enskilda gruvorna med kvalitetsbyten mellan företagen och åtföljande strukturering. Apatitjärnmalmerna ger fosforrik mull samt blodstenskonsentrat och något styckemalm till Domnarvets framställning av högfosfortackjärn, magnetitprodukter till Oxelösund och till export samt höganrikat, fosforrenat kallbundet agglomerat för hemmamarknad och för export. Skarn- och kvartsjärnmalmerna inriktas på lågfosforkvaliteter.

En specialprodukt utgör de kiselysrafria koncentraten för järnsvamp och järnpulver. Av skäl som jag redan berört har det hittills enbart varit för järnsvamp enligt Höganäsprocessen och för stålfräskningspelle-

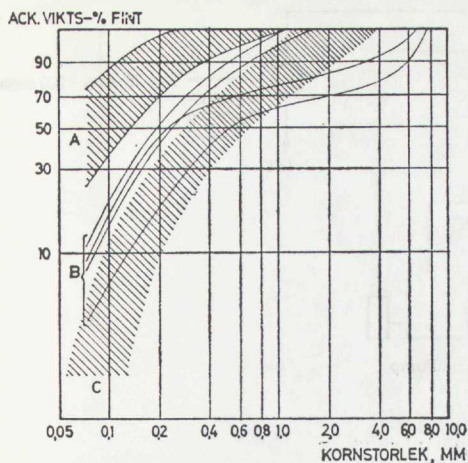
ter som sådana koncentrat varit lämpade. Emellertid bör järnsvamp för den basiska elektro-stålframställningen även ha lägsta möjliga kiselysrahalt för att fylla stålfräskningskrav, och i den mån man lyckas finna förbättrade ekonomiska betingelser för järnsvampen får dessa superkoncentrat ytterligare marknad.

Val av partikelstorleksfördelning

Få egenskaper hos järnmalmprodukterna har varit så omdiskuterade och påpassade som deras partikelstorleksfördelningar. Då sugsintringen var helt allena rådande i Sverige verkade kravet på låg fingodshalt hos koncentratet förlamande på en förnuftig utveckling av anrikningsmetoderna för järnmalmerna. Med den tidens malningsteknik kunde partikelstorleksfördelningar med rätt betydande slanhalt ej undvikas då man sökte renmala malmerna för längre driven anrikning. Fig. 6 är sammanställd från Sernings föredrag 1964 [2] och visar hur endast de relativt grovkristallina och lättanrikade sligerna av de rika råmalmerna från apatitjärnmalmegruvorna kom nära de för sugsintringen optimala partikelstorleksfördelningar med k_{80} -värden på 0,6–2 mm. De övriga sligerna från kvarts- och skarnjärnmalmerna hade ett k_{80} om 0,1–0,3 mm.

Kulsintringen medförde i stället krav på finkorniga sliger med k_{80} -värde kring ca 0,05 mm för god kulrullning. Detta var en värdefull komplettering till valmöjligheterna, och vid ett flertal mellansvenska anrikningsverk kunde man göra uppdelning i fingods-fri sugsintringslig och finmald kulsinterslig. Med de nya möjligheterna för kulrullning vid kallbindning som framkommit vid Mineralberedningsinstitutionen, och som strax kommer att belysas, kan både finlig och grovslig sammanställas till en ny form av idealkurva.

Det vore givetvis bäst om agglomereringsmetoderna lämnade full frihet i valet av partikelstorleksfördelningar för koncentraten och dessa i stället fick bestämmas av malmens sönderfalls- och renkrossningsegenskaper samt de teknisk-ekonomiskt lämpligaste malnings- och anrikningsproces-



Figur 6. Område för partikelstorleksfördelningar representerande svenska sliger ur kvarts- och skarnjärnmalm (A) samt enskilda partikelstorleksfördelningar för mellansvenska apatit-järnmalmssliger (B) jämförda med sugsintringens idealområden för partikelstorleksfördelningar (C).

serna. Med de nya billigare autogenmalningsmetoderna och kraven på höga utbyten och halter kommer i många fall mycket fingodshaltiga koncentrat att framkomma. Alltefter önskemål om fosforhalt kommer koncentraterna att vara i sig själva grövre eller finare.

Anrikningens effektivisering

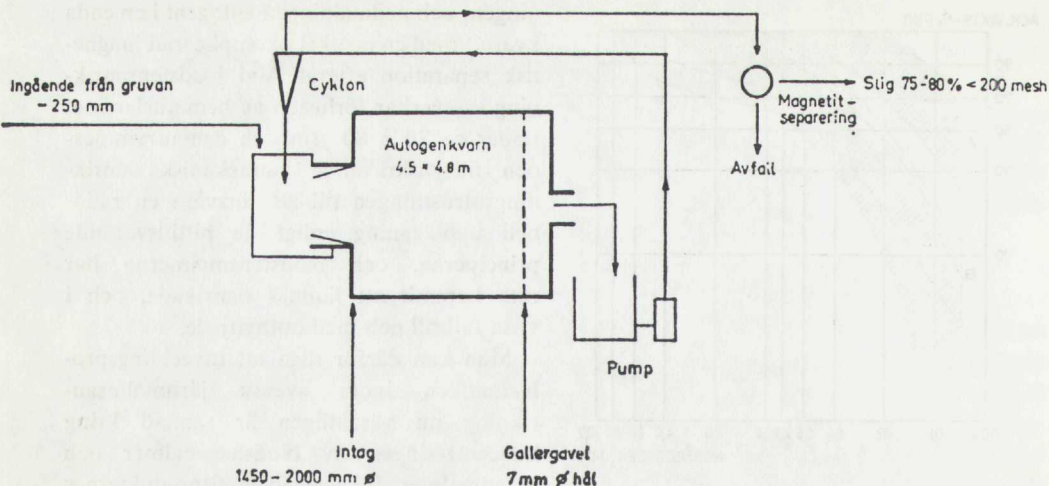
Kostnadsfaktorerna inom järnmalmsanrikningen styr utvecklingsarbetet mot mer eller mindre helautomatiska processer. De hittillsvarande våtmagnetiska och våtmekaniska anrikningsmetoderna har ej varit helt gynnsamma härvidlag trots att de är kontinuerligt arbetande, eftersom de krävt stora vattentillsatser som spolat fram godset genom apparater och rännor och därtill vanligen haft maskinenheter med låg kapacitet och rätt stora tillsynskrav.

Då det gäller magnetitmalmer har starka förenklingar och större maskinenheter möjliggjort mycket personalbesparande verk, och som exempel kan det nya Vintjärnverket nämnas (fig. 7). Där sker hela kross-

ningen och nedmalningen autogent i en enda kvarn, med en mycket okomplicerad magnetisk separation efteråt. Vid blodstensanrikning samverkar förlusten av hematitlammet under ca 70 à 80 μm och den utrymme- och tillsynskrävande våtmekaniska anrikningsutrustningen till att försvåra en rationell uppläggning enligt de hittillsvarande principerna, och blodstensmalmen har ofta kommit att lämnas oanrikade, och i vissa fall till och med outnyttjade.

Man kan därför säga att utvecklingsproblematiken inom svensk järnmalmsanrikning nu väsentligen är samlad kring koncentrerings- och blodstensmalmer. Då även hematitprodukternas rationella agglomerering har varit en svåröslöst fråga eftersträvas i själva verket nya radikala totallösningar på malmbehandlingsmetoderna ända från de blodstenshaltiga råmalmen till agglomerat lämpade för reduktion. Kravet på möjligast helautomatiska processer leder antingen till uppslamning av malmen till självflytande vattensuspensioner och anrikning med flotationsmetoder eller till torranrikning i helt inkapslade maskinaggregat där godset rinner fram av sig självt i form av ett torrt, icke klibblande mjöl.

Ett exempel på flotationsmetodernas allt kraftigare genombrott utgör det under byggnad varande nya Grängesbergverket, vars principer Serning nyligen framlade i föredrag [38]. Avlägsnandet av den rätt rika blandmalmsapatitnehåll sker efter nedmalning i autogenkvarn först genom normal apatitflotation i svagt alkalisk pulp med fettsyrasamlare samt därefter genom gråbergsflotation med fettsyra i en andra krets i starkare alkalisk pulp efter kalkjonaktivering av silikaten. Ur den avfloterade apatiten utvinns ett säljbart apatitkoncentrat. Den höganrikade blandmalmsprodukten agglomereras genom kallbindning med finmald cementklinker och härdning vid vanlig temperatur enligt Grängesbergsmetoden. Man beräknar att kulorna kommer att hålla 0,02% P och ha en basicitet av ca 1,6. Eftersom de avses att transporteras även till kontinentala förbrukare är trans-



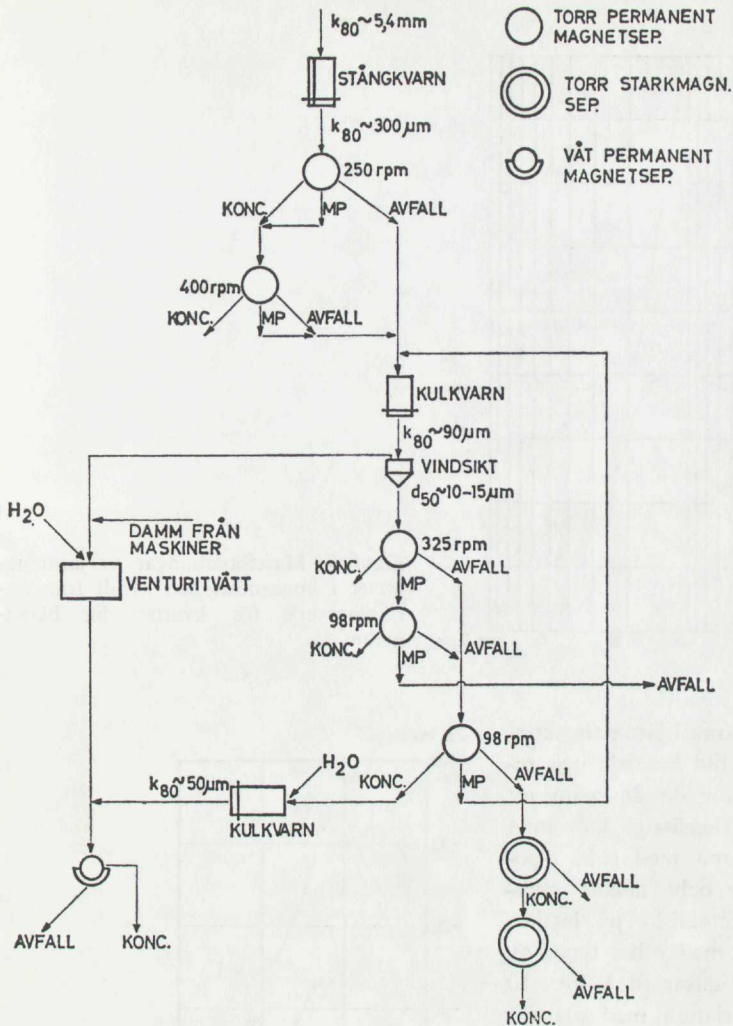
Figur 7. Autogenmalning och magnetseparering av Vintjärnsalm.

porthållfastheten av väsentlig betydelse. Tryckhållfastheten anges till 100 à 150 kp/12 mm kula, och tumblertestvärdet är gott. I jämförelse med brända kulor är de kallbundna avsevärt mer elastiska och sega vid transportpåfrestningarna.

De torra anrikningsmetoderna har prövats i halvstor skala vid Mineralberedningsinstitutionen inom Gruvforskningens ram genom användning av Sala-Mörtsell-separatörer för magnetit samt starkmagnetiska och elektrostatiska separatörer för blodsten [56, 57]. Fig. 8 visar det flytschema som framkommit inom kommittéarbetet för en tänkt anrikning av Håksbergsmalm enligt försöksresultaten [57]. De utvunna koncentratens halter beräknas bli 65 % Fe för magnetit-slingen och 64 % Fe för blodstenssligen, med sammanlagt 90 % järnutbyte. Torrbehandlingsens konkurrenskraft beror mycket på om anläggningskostnaderna kan hållas tillräckligt låga, dvs. i första hand på om de starkmagnetiska separatorernas kapacitet kan hållas hög. Med de kapaciteter på över 3,5 t per meter valslängd som vid försöken uppnåtts torde detta vara fallet, men kostnaderna kommer nu att detaljgranskas av forskningskommittén för blodstensmalmerens anrikningssituation.

Då det gäller malmer av apatitjärnmalms-typer eller kvartsjärnmalmer av rekristallise-

rad grövre typ kan alltså icke endast flotationsmetoderna utan även torranrikningen komma i fråga som konkurrerande alternativ till nutida kombination av våtmagnetisk och våtmekanisk anrikning. Då det emellertid blir fråga om de mera primära och delvis mycket finkorniga kvartsrandmalmer av exempelvis Norbergstyp ger de hittillsvarande kombinerat våtmagnetiska och våtmekaniska metoderna helt otillfredsställande resultat. Inom kommittén för blodstensmalmerens anrikningssituation har fraktionsanalysering utförts på koncentrat och avfall från anrikningsdrift [58]. Då man sammanställer dessa i form av massfördelningar för produkternas järninnehåll, se fig. 9, framgår det hur magnetitanrikningen rätt väl utvunnit det renkrossade magnetitinnehållet i malmens renmalda delar, medan blodstansanrikningen blott utvunnit hematiten inom området 45–250 μm och lämnat järninnehållet i fingodset och grovgodset utvunnit som avfallsförlust. Vid direktflotation kan renkrossning i stort sett genomföras och fullt utbyte erhållas i alla fraktioner [20]. Enligt min bedömning kan bland de nu aktuella metoderna endast en kombination av autogenmalning, direktflotation samt kallbindning av flotationskoncentratet ge den för malmtypen adekvata och optimala beredningen.



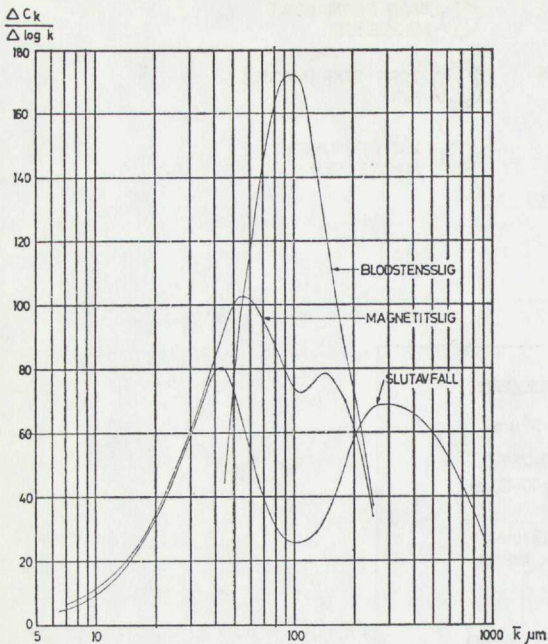
Figur. 8. Förslag till slutgiltigt flytschema för torranrikning av malmer av Håksbergstyp.

Kulrullningsteknikens utveckling

Som mineralteknisk enhetsoperation har kulrullningen visat sig ha en mycket underutvecklad grundläggande teori, och därför insätts kraftiga åtgärder vid Mineralberedningsinstitutionen för att få de teoretiska grunderna belysta och de tekniska utvecklingsmöjligheterna optimerade. Jag skall här i några få punkter söka sammanfatta några av våra iakttagelser och slutsatser.

Vid kulbindningen medverkar vattnets kapillärkrafter till sammanförandet av mineralpartiklarna, vilket väl belystes redan av de pionjärarbeten som Ilmoni och

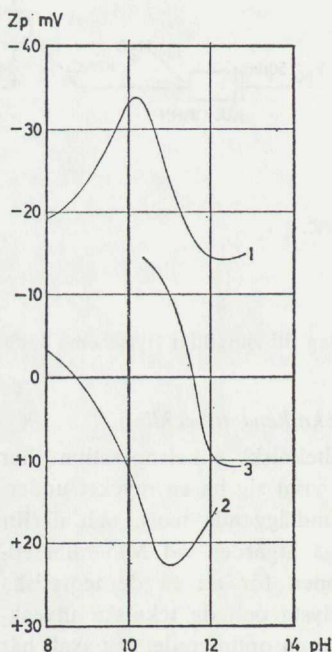
Tigerschiöld genomförde i samband med kulsinträngens införande i Sverige [28]. Emellertid är det efter den inledande våtbindningen av partiklarna de van der Waalska bindningarna som övertar sammanhållningen [59], dvs. de bindningar som normalt sammanhåller de flesta av naturens heterogena material och som härrör från attraktioner mellan atomkärnor och elektroner i olika molekyler. Dessa bindningar har maximal styrka på avstånd av storleksordningen ca 4 Å och är då mycket stora, men på större avstånd, t. ex. över 100 Å, är de svaga.



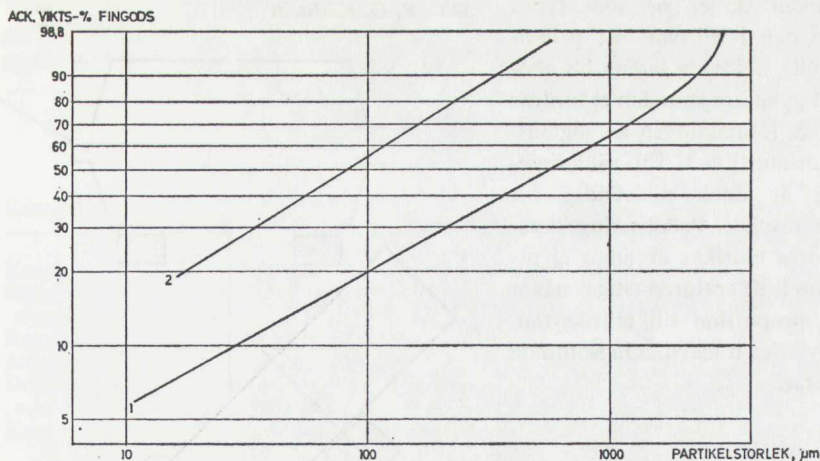
Figur 9. Massfördelningar av järninnehållet i koncentrat och avfall från anrikningsverk för kvartsrandig blandmalm.

Emellertid är partiklarna i järnmalmskoncentraterna normalt negativt laddade och repellerar varandra, varför de är svåra att sammanföra. Laboreriemässigt kan man mäta partikelladdningarna med s. k. z-potentialmätningar [60], och sådana mätningar genomförs systematiskt på institutionen sedan några år med olika typer av mineral och substans tillsatser [61]. Fig. 10 visar z-potentialens variation med pH för blandkoncentrat och kaldoslagg. Partikelladdningarna i vattenuppslamningen är bl. a. beroende av surhetsgraden och de tillsatser som betingar denna. Som regel är laddningarna för järnoxider starkast negativa omkring det neutrala området, där partiklarna alltså repellerar varandra maximalt. Bilden visar även att olika typer av mineral har olika nivå på sin pH-beroende laddningskurva samt att mineralen kan påverka varandra till en summaladdningskurva vid mineralblandningar.

För att man skall uppnå fullgoda van der Waals-bindningar mellan partiklarna bör partikelrepulsionerna avlägsnas, vilket sker genom olika avladdande åtgärder. Vid z-potentialmätningarna åtföljs avladdning,



Figur 10. Z-potentialens beroende av pH för olika mineralblandningar. Avladdning av järnmalmskoncentratets partiklar vid pH 11,5 genom slagginblandning. 1. Magnetit-hematitkoncentrat. 2. Kaldoslagg. 3. Magnetit-hematitkoncentrat + 10% kaldoslagg.



Figur 11. Partikelstorleksfördelningar. 1. Typisk fullerkurva. 2. Optimal fördelning för sligblandning.

s. k. 0-potentialgenomgång, av påtagliga flockningsfenomenen. Bilden visar hur en blandning av järnmalmskoncentrat och kal-doslagg avladdas vid pH 11,5, vilket också är den surhetsgrad som ger optimal kulbildning. Med en systematisk genomforskning av laddnings- och avladdnings-betingelserna hoppas vi kunna klarlägga de gynnsammaste områdena och tillsatserna för kulrullning av järnmalmssliger och andra mineralprodukter.

Jag har redan i mitt föredrag om beredning av industriella mineral vid Jernkontorets diskussionsmöte 1966 [62] givit synpunkter på sambandet mellan partikelstorleksfördelning, portal och hållfasthet för agglomerat. För att ge de van der Waalska krafterna optimal bindningsyta med minsta möjliga bindemedel bör partikelstorleksfördelningen ge bästa möjliga tätpackning, vilket sker vid fördelningar enligt den s. k. Fullerkurvas princip, fig. 11. Genom ett stort antal agglomereringsförsök har vi konstaterat att även vid kulrullning de bästa resultaten erhålls då partikelstorleksfördelningarna i godsmassan följer Fullerkurvan. Detta innebär att grövre sliger och finare sliger samt bindemedel bör blandas till dylik optimal partikelstorleksfördelning. Då ej tillräckliga kvantiteter finslig finns tillgäng-

liga måste sådana framskaffas genom partiell nedmalning av grövre material.

Vid Mineralberedningsinstitutionen har också själva kulrullningstekniken studerats sedan många år. För att sligblandningar innehållande grova fraktioner skall kunna kulrullas fordras en härför särskilt lämpad apparatur, och vid försöken har kulrullningstallrik visat sig helt överlägsen trumma. Huruvida detta gäller generellt är svårt att säga, men fördelen sammanhänger med den större godsmängden i arbete och kärnbildningsprocessens utformning. Avgörande för kulrullning och kulkvalitet är även den stångkvarnsmalning som vi låtit föregå själva kulrullningen, fig. 12. Vid denna stångkvarnsmalning erhåller vi icke endast en homogenisering med fullständig dispergering av bindemedlet utan även en förbättring av partikelstorleksfördelningen samt av allt att döma en mekanokemisk reaktion med begynnande partikelbindning och kärnbildning. Detta bidrar väsentligt till den gynnsamma kulrullningseffekten även för rätt grovkornig mull och slig. De kulor som på så sätt erhålls har visat sig ha hög initialhållfasthet och låg klubbning och kan därför lagras i meterhöga lager utan risk för krossning och hopbakning.

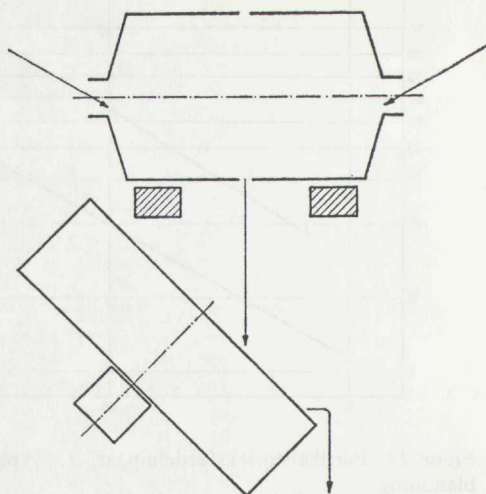
Den sålunda vid institutionen uppbyggda

kulrullningstekniken skiljer sig som synes en hel del från den hittillsvarande pelletseringen och skulle såtillvida kunna bli ekonomiskt särskilt gynnsam som den ej fordrar den hittillsvarande finmalningen av sligmasan till s. k. kulsinterfinhet. En väldefinierad optimering är dock nödvändig för tillfredsställande resultat. Pelletiseringskapaciteterna för större tallrikar är ännu ej utredd men anges i litteraturen stiga något kraftigare än i proportion till tallriksytan. Här väntar ett viktigt undersökningsområde på att bli bearbetat.

Agglomereringsprocessens förbilligande

Då kulsintringsprocessen lanserades här i Sverige i slutet av 1940-talet hade man förhoppningar om att dess kostnader per ton sinter skulle vara betydligt lägre än den kostsamma sugsintringens. Så småningom framkom emellertid kulsintringens verkliga kostnadsprofil, och den visade sig innehålla såväl en betydande anläggningskostnad som en relativt hög driftskostnad. Sligagglomereringen genom sugsintring eller kulsintring kostar, inklusive kapitalkostnad men exklusive slaggbildande tillsatser, vanligen ca 18 à 20 kr/t, och därvid har man att räkna med anläggningskostnader av storleksordningen 40 kr/årston sinter vid större anläggningar. Anläggningens storlek anses i själva verket avgörande för ekonomin, och särskilt för nya kulsintringsverk talas om en ekonomisk minimistorlek om 1 à 1,5 miljoner t/år. Detta förhållande har verkat återhållande på utvecklingen för mindre järnmalmsgruvor och mindre hyttanläggningar.

Det var i belysningen av dessa förhållanden som vi vid Mineralberedningsinstitutionen började utveckla de två tidigare nämnda huvudlinjerna för agglomerering av järnmalmskoncentrat genom kallbindning. Vägledande för institutionens slutliga inriktning av utvecklingsarbetet mot autoklaveringsprocesser blev resultaten beträffande bindemedelsval och bindemedelsförbrukning, reduktionshållfasthet och svällningsegenskaper samt reducibilitet, vilka egenskaper alla påverkar kulornas värde för



Figur 12. Stångkvarn och kulrullningstallrik.

masugnsprocessen. Jag återkommer till dem senare. Av särskild betydelse var emellertid att båda kallbindningsmetoderna beräknades ha anläggningskostnader av storleksordningen ca 10/kr årston för stora anläggningar och 15 à 20 kr/årston för anläggningar i storlekar ned till 100 000 t/år. Då dessutom driftskostnaderna beräknades bli låga och relativt föga känsliga för storleken har kallbindningsprocesserna visat sig ha en kostnadsprofil som är fördelaktig för såväl stora som små anläggningar [24]. Därmed skulle möjligheten kunna ha skapats för principiell decentralisering och vägar öppnats för god agglomeringsekonomi även hos mindre driftsenheter för i första hand masugnar men även för gruvor.

En jämförelse görs i tab. 1 mellan de beräknade driftskostnaderna för olika agglomereringsmetoder under valda betingelser för normala svenska masugnsbeskickningar. Av särskild betydelse är att för kulsintring måste man räkna med i huvudsak endast magnetitliger, medan man för sugsintring och kallbindning är nära nog helt fri att välja beskickning, och därför för svenska förhållanden kan välja hög andel hematit.

Tabell 1. Beräknade kostnader för agglomerering av 500 000 t slig per år vid olika agglomereringsförfaranden.

Kostnadsslag	Kostnader, kr/t		
	Sug-sint-ring	Kul-sint-ring	Ångauto-klavering
Kraft, bränsle, ånga	6,00	3,50	3,00
Material, exkl. primärt slaggbildningsbehov	1,00	2,00	1,50
Reparationer	4,00	2,50	0,50
Arbetslöner	1,50	1,00	0,50
Driftskontroll och administration	2,00	1,50	1,00
Kapitalkostnader	5,50	7,50	2,00
Summa	20,00	18,00	8,50

Masugnprocessens effektiviseringsmöjligheter

Man bör begrunda kostnadsrelationerna i processkedjan alltifrån malm i gruvan till flytande tackjärn enligt följande antagna genomsnittliga delkostnader (inkl. kapital-kostnader) för slig med 64 % Fe:

	Kr/t slig
Förberedande arbeten	4
Brytning och uppfordring	30
Anrikning	16
Sligfrakt	4
Sintring	20
Smältning och reduktion	75
Summa	149

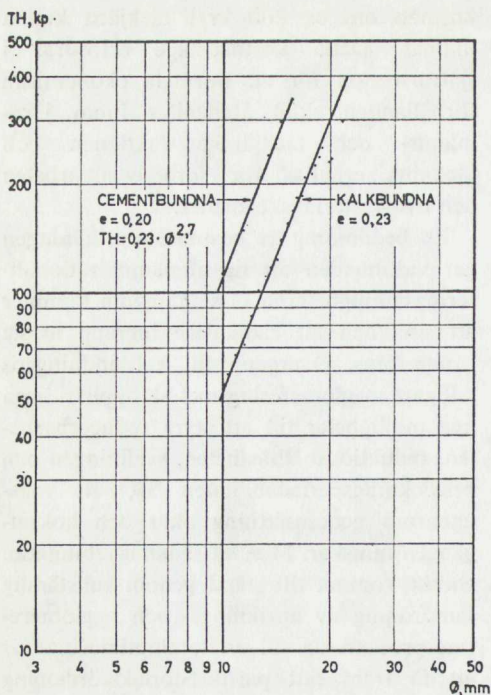
motsvarande 234 kr/t tackjärn.

Ifråga om förberedande arbeten, brytning och uppfordring samt frakt är kostnaderna kraftigt bundna, och de tekniska förbättringarna kan för den närmaste överblickbara tidsperioden på sin höjd förväntas motverka den fortskridande penningvärdesändringen. De stora kostnadsposterna kommer på högttemperaturbehandlingen och styrs där framför allt av bränsleåtgång och processkapacitet. Kan agglomereringskostnaderna sänkas med 10 kr/t slig genom övergång till kallbindning och reduktionskostnaden likaså sänkas med 10 kr/t slig genom reduktionshållfastare och mer lätt-reducerad beskickning skulle en tackjärns-

kostnad om ca 200 kr/t tackjärn kunna uppnås. Detta kostnadsläge erfordras i själva verket för att normala ekonomiska förhållanden skall återställas inom järnmalms- och tackjärnsproduktionen och täckning erhållas för förberedelsearbeten och nyinvesteringskostnader.

En bedömning av kostnadsuppställningen ger vid handen att de allmänna rationaliseringsmöjligheterna så småningom kommer att sina och att radikalare ingrepp måste genomföras. Övergång till kallbindningens billigare agglomereringsmetod öppnar även nya möjligheter till att styra reducerbarheten, reduktionshållfastheten, svällningen och beskickningspermeabiliteten så, att masugnarnas genomsättning ökar och koksåtgången minskar. Men en sådan styrning kan endast komma till stånd genom fullständig samordning av anriknings- och agglomereringsprocesserna till en totaloptimering för att få fram rätt partikelstorleksfördelning hos koncentraten och rätt storlek på de kallbundna kulorna samt lämpligaste mineralhalter i koncentraten för optimal samman-sättning hos kulornas järnmineralinnehåll och slaggbildande andelar.

De hittillsvarande undersökningarna med kallbindning har visat att det är möjligt höja reduktionshållfastheten hos de kallbundna kulorna till värden över 50 kp/kula vid 900–1 000°C och vid masugnens samman-sättning på reduktionsgasen. Dessa värden ligger väsentligt över de värden som uppnåtts för de flesta brända agglomeraten. De torde i stort gälla vid ångauto-klavering med samtliga utnyttjade bindemedel, i viss grad för färskningslagg, men framför allt för hydratkalk och cement. De höga reduktionshållfasthetsvärdena synes sammanhånga med de väl utbildade skelettstrukturerna för gråberget i agglomeraten. Genom val av bindemedel i förhållande till arten av kvarvarande gråbergsrester i koncentraten samt genom lämpliga koncentratsammanställningar kan denna skelettsubstans vid autoklaveringen bibringas mycket goda keramiska egenskaper, vilka framkommer vid masugnprocessens temperaturstegring fram till smältning.



Figur 16. Tryckhållfastheten, TH , som funktion av kuldiametern, ϕ . Medelvärden av mätningar av tryckhållfastheten för varje kuldiameter. Kallbundna magnetitkulor. 10% cement resp. 7,3% CaO.

Våra undersökningar har emellertid därutöver visat att under temperaturstegen vid reduktion erhålls gynnsamma förändringar av den bildade wüstitens hållfasthetsförhållanden genom indiffusion av Ca. Detta kommer till stånd särskilt då man använder kalk för ångautoklaverade kulor, och det intressanta är att diffusionen sker vid normal basicitet för engående kulor. Fig. 13 och 14 är tagna med mikrosond och visar dels mineralkornens fördelning över bildytan, dels Ca-fördelningen. I magnetitstadiet sker som synes ingen indiffusion, men i wüstiten tas ca 3% Ca upp. Detta torde vara en bidragande orsak till den konstaterade höga hållfastheten och goda reducibiliteten. De kallbundna kulorna visar dessutom enligt olika test mycket liten mullbildning vid reduktion.

Thaning har i sitt doktorsarbete i detalj följt reduktionsstrukturen för de kall-

bundna kulornas järnmineral. Fig. 15 visar att vid reduktion till wüstit erhålls först ingen uppbyggnad av strukturen och ej heller någon svällning för magnetitandelarna. För hematitkornen erhålls en uppbyggnad till stänglig porositet, såsom Edström tidigare påvisat, men den därmed sammanhängande svällningen är ej så stor, i varje fall vid indiffusion av Ca. De kallbundna blodstenskulorna synes vanligen svälla 3–15%. Därefter kan emellertid ske en svällning av kulorna vid wüstitens slutreduktion till järn i samband med att bildat CO–CO₂ åstadkommer en uppsprängning av de utreducerade järnskalen. Vid masugnsreduktionen torde de för denna uppsprängning erforderliga temperaturbetingelserna knappast föreligga, utan slutreduktionen inträffar närmare smältstadiet, varvid svällningen synes vara mindre och utan negativt inflytande.

Reduktionshastigheten betingas givetvis av reduktionsstrukturen och tydligen även av kalkhalten, den öppna oglaserade porstrukturen i det autoklaverade agglomeratet under reduktionen samt av partikelstorleken i ursprungssliten. De erhållna testvärdena ligger för magnetitkulor på 0,9–1,5% reduktionsgrad/minut för R_{40} -värdet, vilket är väsentligt högre än för motsvarande kulsinter med dess högre oxidationsgrad. Hematitkulornas reduktionshastighet torde vara ännu högre, eftersom de är något porösare och genomsläppligare för reduktionsgas.

Det skall även nämnas något om kalltryckhållfastheten. Den har överraskande nog visat sig vara hög. De i driftskala framställda kulorna med 7–10% bindemedel håller 100–200 kp/12 mm kula med en från hållfasthetsläran känd teoretisk hållfasthetsökning med kulstorleken, så att vid 20 mm kulor har man ofta över 300 kp/kula i hållfasthet, fig. 16. En dylik lagbunden hållfasthetsökning erhålls ej vid kulsintringen, eftersom de individuella kulorna där undergår mer varierande behandling.

Det kan vara av intresse att något spekulera över vilken den optimala kulstorleken bör vara vid en masugnsprocess baserad helt på kallbundna kulor. Eftersom dessa

har hög reduktionshållfasthet, liten svällning och föga mullning vid reduktionen, blir gaspermeabiliteten hög. För att utbalansera masugnen i reduktionshänseende och fullt utnyttja den indirekta reduktionen över gasen kan det tänkas att kulstorleken bör sänkas till närmare 6 mm, vilket ytterligare ökar reduktionshastigheten.

En hel del undersökningar har även genomförts på kisbränderagglomereringen. Man har vid denna även krav på rening av bränderna från Cu- och Zn-halter samt S-halt. Detta görs i allt större omfattning på kontinenten med kemiska laknings- och avrykningsmetoder men kan även, i varje fall till väsentlig del, göras med en vid Mineralberedningsinstitutionen utvecklad kombinerad lakning och flotation i samband med nedmalningen för kallbindning. Trots mycket hög porositet har även kallbundna kulor av sådana kisbränder visat rätt höga hållfasthetsvärden.

Kallbindningen och järnsvampsreduktionen

Här skall till slut nämnas några ord om våra autoklaveringsförsök med gråbergsfri sliger.

För järnsvampsframställning i syfte att få fram råmaterial för elektrostatillverkning önskas dels ett kisesyrafritt utgångskoncentrat, dels en bindemedelstillsats som är acceptabel för elektrougnens slaggbildning, samt till slut en agglomeratsammansättning som har väsentligt högre kladdningstemperatur än den hittillsvarande kulsintern.

Ett undersökningsprogram är under genomförande som hittills har klarlagt att den ovannämnda målsättningen ej alls är orimlig. Det är emellertid för tidigt att fastställa några slutliga värden och sammansättningen för optimalt utformade kallbundna kulor med inriktning på exempelvis Wibergsprocessen. Vi måste bl. a. utveckla test och kontrollmetoder i laboratorieskala som i någon mån kan efterlikna påkänningar och krav vid järnsvampsprocesserna.

2.7 Slutord

Jag har under mitt föredrag särskilt kommit att uppehålla mig vid de nya agglome-

reringsprocesserna, ledande till kallbundna kulor. Jag har därvid understrukt inte endast att dessa driftsmässigt är enklare och billigare än de hittillsvarande agglomereringsprocesserna utan även att man med anghärdningsteknikens hjälp kan få fram egenskaper hos kulorna som vida bättre kan anpassas till de olika reduktionsprocesserna än vad man kan åstadkomma med hittillsvarande bränningsteknik. Den ursprungliga orsaken till att vi vid Mineralberedningsinstitutionen gjorde denna kraftiga satsning på ny agglomereringsteknik var att den tidigare tekniken höll tillbaka utvecklingen av järnmalmsanrikningens metoder och hindrade införandet av sådana processer som helt tog hänsyn till malmegenskaperna och den vetenskapliga utvecklingen. Det skall inte bestridas att denna motivation något kom i bakgrunden allteftersom de nya agglomereringsmetodernas potentiella möjligheter att påverka reduktionsprocesserna kom i dagen. Olika undersökningar med varierande malmtyper och järnoxidprodukter samt med koncentrat framtagna med olika anrikningsmetoder har emellertid visat att den anghärdande agglomereringen ger stor valfrihet i dessa hänseenden, i synnerhet om man har möjlighet att vid agglomereringen kombinera olika koncentratyper i samma agglomerat. Det är alltså mot centrala kulverk placerade vid masugnarna som vårt utvecklingsarbete i första hand syftat, men de oväntat goda transporthållfasthetsegenskaperna har möjliggjort decentralisering till de olika gruvorna i de fall så kan anses önskvärt.

Enligt mitt förmenande skulle införandet av de nya metoderna kunna ge en välbehövlig ekonomisk lättnad för vår järnhanterings råvarusida från gruvor fram till tackjärn och möjligen järnsvamp. Den ökade valfriheten skulle även kunna förbättra betingelserna, speciellt för de mindre malmerna. De stora fördelarna kan emellertid endast vinnas genom intensifierat samordnande av anrikning, agglomerering och reduktion, så att en total optimering uppnås och en rationell struktur hos den mellansvenska järnhanteringen i dessa avseenden utformas.

Till slut vill jag framhålla att mycket forsknings- och utvecklingsarbete återstår och att vi även fortsättningsvis är helt beroende av kraftigt stöd från både gruvorna, järnverken och staten om vårt svenska försprång skall kunna hållas. Vi hoppas på en samordnad insats från svensk järnhantering.

Litteratur

1. N. Elfström, En hyttkarls syn på malmen. Meddelanden från Svenska Gruvföreningen. Nr 67, 1954.
2. B. Serning, De mellansvenska järnmalmsgruvornas speciella avsättningsproblem. *Jernkont. Ann.* 148 (1964) s. 561-610.
3. P. G. Kihlstedt, Några synpunkter på den svenska järnmalmsanrikningen. *Jernkont. Ann.* 138 (1954) s. 499-538.
4. C. Danielsson, Järnhanteringen och dess råvaruförsörjning. Meddelanden från Svenska Gruvföreningen. Nr 92, 1960.
5. J. Stålhed, Synpunkter på järnmalmens anpassning till den metallurgiska processen. *Jernkont. Ann.* 148 (1964) s. 521-560.
6. H. Abenius, Jernkontorets strukturutredning. Föredrag vid Hindersmässan 1969.
7. P. G. Kihlstedt, Mineralteknik i omstörning. Meddelanden från Svenska Gruvföreningen. Nr 119, 1967, s. 41-60.
8. P. G. Kihlstedt, Mineralberedning: aktuella utvecklingslinjer. *Tekn. Tidskr.* 98 (1968) s. 915-920.
9. P. G. Kihlstedt, Magnetiten och bergshanteringen. Ingeniörsklubbens i Falun förhandlingar 1959. *Tekn. Tidskr.* 90 (1960) s. 821-831.
10. B. Fagerberg & P. H. Fahlström, Crushing and grinding practice in Sweden. AIME, Minneapolis, sept. 1968. Preprint.
11. B. Fagerberg, Slamförluster vid våtmagnetisk separering. *Gruvforskningen ser B*, nr 132, jan. 1969.
12. P. G. Kihlstedt & B. Sköld, Concentration of magnetite ores with dry magnetic separators of Mörtzell-Sala type. IMM, London. *Trans. International Mineral Dressing Congress, London 1960*, s. 690-704.
13. P. G. Kihlstedt, Utvecklingen av den magnetiska grovsorteringstekniken under senare år. *Jernkont. Ann.* 149 (1965) s. 761-797.
14. B. Sköld, Anpassningsmöjligheterna för torr- och våtmagnetisk anrikning till järnverkets behov. *Jernkont. Ann.* 149 (1965) s. 819-851.
15. P. G. Kihlstedt, Dry magnetic separation. United Nations. Interregional seminar on ore concentration in watershort areas. New York, febr. 1966, lecture No. 6.
16. S. Eketorp, Magnetiserande reduktion av blodstensmalm. *Medd. Jernkont. tekn. råd 20* (1959): 257, s. 500-506.
17. S. Sjöberg, Anrikning med hjälp av Humphreyspiraler. *Medd. Jernkont. tekn. råd 20* (1959): 257, s. 507-510.
18. P.-M. Sandgren, Studium av spiralanrikning. *Jernkont. Ann.* 149 (1965) S. 798-818.
19. P. G. Kihlstedt, Flotation of hematite ores with tall oil emulsions. *Progress in mineral dressing. Trans. International Mineral Dressing Congress 1957. Almqvist & Wiksell, Stockholm 1958*, s. 559-576.
20. P. G. Kihlstedt, Blodstensmalmen anrikningssituation. *Medd. Jernkont. tekn. råd 20* (1959): 257, s. 483-499.
21. O. Nyquist, Om sintring av flotationsliger. *Jernkont. Ann.* 144 (1960) s. 133-163.
22. L. Lidström, Amine flotation of ore minerals and silicates. *Acta polytechnica Scandinavica*, Ch 66. Stockholm 1967.
23. B. Arvidson, Jämförelse mellan katjon- och anjonreagens vid omvänd flotation av blodstenshaltig apatitjärnmalms. *Gruvforskningen ser C*, nr 31, juli 1967.
24. P. G. Kihlstedt, Agglomereringens nyckelställning för järnmalmsberedningen och stålframställningen. Föredrag vid agglomereringsdagarna i Falun maj 1967. Institutionen för mineralberedning, KTH. Stencil.
25. S. Eketorp, Agglomeration of iron-bearing materials. Conference on physical chemistry and technology of steelmaking. MIT, juni 1962.
26. B. Ramberg, Mikropelletisering. *Jernkont. Ann.* 147 (1963) s. 461-487.
27. P. G. Kihlstedt, Agglomerering av mineralkoncentrat med adsorberat oljeskikt. *Jernkont. Ann.* 151 (1967) s. 621-666.
28. P. A. Ilmoni & M. Tigerschöld, Olika faktorer inverkan på hållfastheten hos rullade sligkuler i vått och bränt tillstånd. *Jernkont. Ann.* 134 (1950) s. 135-171.
29. B. Björkvall, Nya erfarenheter av kulsinterstillverkning. Föredrag vid järnmalmsdagarna i Ludvika juni 1965. Stencil.
30. P. A. Ilmoni, Jämförelse mellan olika kulsintermetoder. Föredrag vid agglomereringsdagarna i Falun maj 1967. Stencil.
31. B. Björkvall, Metallurgiska egenskaper hos kulsinter. Föredrag vid agglomereringsdagarna i Falun maj 1967. Stencil.
32. F. Lagergren, Från svavelkis till tackjärn. *Bergslaget 14* (1959): 2 s. 3-5.
33. S. Eketorp, Järnoxid ur svavelkis — en ny järnråvara. *Jernkont. Ann.* 148 (1964) s. 316-338.

34. P. G. Kihlstedt, Kallbundna pellets baserade på gråbergsfria sliger. Institutionen för mineralberedning, maj 1966. Stencil.
35. G. Thaning, Bindningsfenomen vid upphettning av kulrullad magnetitlig i oxidrande miljö. *Jernkont. Ann.* 151 (1967) s. 667-704.
36. G. Thaning, Studier av hållfasthet i reducerande miljö för kallbundna och sinterade järnmalmagglomerat. *Jernkont. Ann.* 151 (1967) s. 705-748.
37. J. Svensson, Försök med kallbundna kulor i Stråssa. Föredrag vid agglomereringsdagarna i Falun maj 1967. Stencil.
38. B. Serning, Grängesbergs kallbundna pellets — ett exempel på gruvindustrins produktionsanpassning. Föredrag för Svenska Bergsmannaföreningen mars 1969.
39. J. O. Edström, Om förloppet vid reduktion av magnetit och hämatit. *Jernkont. Ann.* 138 (1954) s. 177-224.
40. L. Gränse, Reduktionens inverkan på kulsinter av olika struktur och sammansättning. Jernkontorets forskning ser C, nr 315, mars 1968.
41. O. Nyquist, Studies of the effect of gangue in the sintering of rich magnetite and hematite concentrates. *Jernkont. Ann.* 146 (1962) s. 81-145.
42. O. Nyquist, Effects of lime on the sintering of pure hematite and magnetite concentrates. *Jernkont. Ann.* 146 (1962) s. 149-194.
43. J. O. Edström, Reaktionsförlopp vid kulsintring och järnmalmreduktion. *Jernkont. Ann.* 142 (1958) s. 401-466.
44. O. Nyquist, En undersökning av panssinters sönderfall vid reduktion. *Jernkont. Ann.* 150 (1966) s. 159-173.
45. J. A. Smedstam, Karakteristik och konsekvens av kulsinter såsom masugnsbeskickning. *Jernkont. Ann.* 148 (1964) s. 377-406.
46. S. Soläng & P. O. Lindgren, Svenska masugnarnas resultat. Jernkontorets forskning ser C, nr 312, dec. 1967.
47. B. Björck, Klassering av masugnsbeskickningar. Jernkontorets forskning ser C, nr 310, okt. 1967.
48. S. Eketorp, Masugnsprocessens moderna utvecklingslinjer. *Jernkont. Ann.* 149 (1963) s. 757-843.
49. S. Eketorp, Stålmotallurgiska utvecklingstendenser. *Berghanteringens vänner. Årsbok 1968*, s. 45-58.
50. J. Stålhed, Sponge iron in electric arc furnaces. *J. Metals* 9 (1957) s. 246-249.
51. J. Stålhed & R. Linder, Malmens hållfasthet vid reduktion. *Medd. Jernkont. tekn. råd* 18 (1955): 209, s. 415-458.
52. W. Janke & H. Garbe, Sponge iron—Production by the SL/RN process and further treatment to obtain steel. 2nd Inter-regional Symposium on the Iron and Steel Industry of the UNIDO. Moskva, sept.-okt. 1968.
53. P. G. Kihlstedt, & C.-G. Cedervall, Värdering av järnmalmssliger till ledning för anrikningens utformning. Stencil.
54. T. Frykman, Teknisk-ekonomiska optimeringar av LD och Kaldoprocesserna. Jernkontoret, dec. 1968. Stencil.
55. A. Lundström, Diskussionsinlägg. *Jernkont. Ann.* 148 (1964) s. 600-606.
56. D. Kopp & E. Forssberg, Starkmagnetisk anrikning av kvarts-hematitmalmer. Gruvforskningen ser B, nr 91, dec. 1965.
57. P. G. Kihlstedt & D. Kopp, Starkmagnetisk separation av hematit-kvartsmalmer. Gruvforskningens kommitté nr 125/1965, delrapport 7, april 1969.
58. P. G. Kihlstedt & D. Kopp, Blodstensmalmernas anrikningssituation. Gruvforskningens kommitté nr 128/1967, delrapport 1, maj 1969.
59. P. G. Kihlstedt, Mineral surface and water phase. *Surface Chemistry. Munksgaard, Köpenhamn 1965*, s. 71-77.
60. B. Arvidson, Ytladdningars på mineralytor uppkomst och mätning. Institutionen för mineralberedning, KTH, mars 1968. Stencil.
61. B. Arvidson, Zäta-potentialmätningar på kvarts, magnetit och blyglans. Institutionen för mineralberedning, KTH, dec. 1968. Stencil.
62. P. G. Kihlstedt, Beredning av industriella mineral. *Jernkont. Ann.* 150 (1966) s. 509-536.

3 Utveckling av andra malmprodukter än järnmalmer av betydelse för mellansvensk gruvindustri

3.1 Allmänt

De mycket omfattande grupperna av malmer det här i princip skulle kunna gälla har mycket varierande mineralteknik och utvecklingstendenser. För att uppnå en rimlig avvägning med hänsyn till betydelsen för mellansvensk gruvindustri har ett urval skett enligt följande:

Basmetallernas malmer: Koppar-, bly- och zinkmalmer berörs och i samband därmed ädelmetallbärande malmer samt svavelkis.

Ferrolegeringsmetallernas malmer: Nickel-koboltmalmer, manganmalm och

wolframmalmerna kommer att kort behandlas, medan molybden-, vanadin-, niob- och tantalutvinningarna har förbigåtts eftersom de för närvarande ej syns vara aktuella inom mellansvensk gruvindustri.

Lättmetallernas malmer: Tekniskt användbara råvaror för såväl titan- som aluminiumframställning saknas i Mellansverige, i varje fall då det gäller dagens industriella metoder. Ilmenit finns givetvis i betydande omfattning men är helt utan betydelse så länge världsmarknaden domineras av nuvarande välbelägna produktioner baserade på mycket stora och rika fyndigheter.

Uranmalmer: Beredningen av dessa kommer att helt kort beröras med hänsyn till deras potentiella betydelse. Eftersom emellertid andra utredningar detaljgranskat denna mineralindustri finns här ej anledning att djupare behandla teknik och aspekter.

Det kan nämnas flera anledningar till att de nämnda malmtyperna kommer att beröras. Viktigast är givetvis att malmtypen redan nu är under industriell behandling i Mellansverige. Detta gäller malmer som ger silver-, koppar-, bly-, zink- och svavelkiskoncentrat, av vilka produkter utvinning sker framför allt vid Bolidenbolagets anrikningsverk i Garpenberg och Saxberget. Vieille Montagnes verk i Ämmeberg, Stora Kopparbergs Bergslags anrikningsverk i Falun samt AB Statsgruvors verk i Stollberg men även i mindre kvantiteter vid några järnmalmsanrikningsverk. De nämnda ferrolegeringsmetallernas malmer är av särskild betydelse därför att utvecklingen snabbt går mot bristsituationer, främst då för nickel, där särskilda granskningar kan bli aktuella för att klarlägga våra eventuella produktionsmöjligheter. Då det till slut gäller uran kan det förutses att produktionsvillkoren mot seklets slut blir sådana att mellansvensk uranutvinning i stor skala kan bli aktuell.

3.2 Mineralberedningens forsknings- och utvecklingsarbete för ifrågakommande malmer

Gentemot järnmalmsberedningen är mineralberedningen på de ifrågakommande områdena som regel betydligt mer flexibel och

utvecklingsbar samtidigt som de ekonomiska betingelserna möjliggör större handlingsfrihet. Detta sammanhänger bl. a. med att de ifrågakommande metallpriserna är avsevärt högre än tackjärnspriserna och därför produkternas transportkostnader får mindre procentuell andel i totalekonomin. Eftersom olika metoder för vidarebehandling kan ifrågakomma vid olika metallverk och produkterna tål frakt till utländska verk är valfriheten större.

Dessa malmer är också som regel mer oenhetliga. De innehåller rikare och fattigare partier och man kan förlägga sin gränshalt vid råmalmuttagningen i högre grad efter de ekonomiska betingelserna. Å andra sidan förekommer mycket större prisvariationer för dessa metaller än på järnsidan, vilket försvårar en helt rationell driftsuppläggning.

Malmerna är som regel lågprocentiga, dvs. andelen avfallsbetonade mineral är stor i förhållande till de värdefulla mineralen. Koncentreringsprocesserna får därför avgörande betydelse inom behandlingskedjan och i all synnerhet är flotationsprocessernas utveckling grundläggande för beredningens teknik och ekonomi.

Inom forskningen och utvecklingen på detta område ligger Sverige mycket väl till. Utvecklingsarbete bedrivs vid Institutionen för mineralberedning, där förutom grundläggande forskning på processområdet även mycket betydande utvecklingsarbeten för svenska och utländska malmer sker som uppdragsforskning. Industriellt betonat utvecklingsarbete bedrivs särskilt inom Bolidenbolaget, som bl. a. utvecklar malnings-teknik, flotationsapparat och processinstrumentering. En betydelsefull konstruktionsutveckling inom området sker även vid branschens verkstäder där särskilt Sala Maskinfabrik specialiserat sig på malmbehandlings teknik.

Området är mycket forskningskänsligt och utvecklingen beror starkt av grundläggande undersökningar inom t. ex. mineralens adsorptionsfysik och -kemi. Med stöd från Styrelsen för teknisk utveckling genomförs ett flertal doktorsarbeten med praktisk

målsättning vid mineralberedningsinstitutionen och även på annat sätt har grundforskningen där fått ekonomiskt stöd.

3.3 Flotationsmetoder

Den enda mineralgrupp som för närvarande anrikas med flotation inom mellansvensk gruvindustri är sulfidmalmer. I malmerna ingår vanligen sulfidmineral av olika typ, vilket innebär att man vid utvinningen har att utforma lämplig typ av komplexmalmsflotation. Man genomför denna traditionellt, huvudsakligen som stegvis, selektiv flotation, dvs. man tar exempelvis ut ett blykoncentrat först och därefter ett zinkkoncentrat ur en bly-zinkmalm. Som alternativ process framkommer i allt fler fall s. k. kollektiv-selektiv flotation, där man först floterar av alla sulfidmineral från malmens övriga mineral och därefter i särskilda steg genomför en selektiv uppdelning av det kollektiva sulfidkoncentratet.

Den stegvisa, selektiva flotationen har särskilt kommit till fullgod användning vid beredningen av de många friska, välkristalliserade komplexmalmer, som förekommer i Mellansverige, t. ex. malmerna i Ämmeberg, Stollberg, Saxberget, Falu gruvas nybrutna malm etc. Utvecklingen beträffande dessa malmer är framför allt en fråga om utbytshöjning och koncentrationshöjning genom distinktare malningsmetoder för att bringa största möjliga partikelanhopning inom de fraktioner i vilka processerna förlöper optimalt (1) och dessutom en fråga om apparatur- och systemförbättring, som medger höga utbyten i de finaste fraktionerna där särskilt de amerikanska standardförfarandena har otillfredsställande utvinningsförhållanden.

Utvecklingsarbeten inom kollektiv-selektiv-flotationen har bedrivits intensivt vid mineralberedningsinstitutionen (2) dels på ett grundläggande plan, där nu bl. a. ett doktorsarbete pågår, och dels för applikation på några anrikningsproblem rörande vissa mycket stora malmer i såväl Sverige som Jugoslavien, Kanada och Australien. För Mellansveriges del är största intresset för dessa nya processer att räkna med dels då

det gäller mycket finkorniga eller oxiderade och på andra sätt påverkade eller omvandlade sulfidmalmer, t. ex. sådana i Garpenberg, Falu gruvas rasmalmer eller vissa Grängsgruvemalmer, dels då det gäller sulfidhaltiga järnmalmer, där man i första hand måste totalbefria järnmalmen från sulfidföreningar och i andra hand sedan bör selektivt uppdelna råkoncentratet till rena säljbara ensartade koncentrat. I kollektiv-selektiv-flotationen, som tidigare fått vissa speciella användningar i USA, Kanada, Sovjet och Tyskland, har vi i Sverige gjort väsentliga insatser särskilt ifråga om utvecklingen av effektiva metoder för den selektiva uppdelningen av kollektivkoncentratet. Genom optimering av de så nyframtagna förfaringsätten har mycket goda resultat uppnåtts.

På grundval av en del utländska uppdragsforskningar har vidare vid institutionen utvecklats lovande metoder att utvinna nickelkoncentrat ur fattiga nickelhaltiga, ultrabasiska bergarter medelst en typ av kollektiv-selektiv flotation. Förutsättningen härför är att malmen håller något svavel som sulfider. Dessa metoder kan komma att bli av betydelse i den mån de svenska grönstenarna skulle komma att inventeras och visa sig någonstades hålla tillräckliga halter av Ni-Co. Försörjningssvårigheterna med nickel för vår produktion av rostfria stål är ju inte endast tillfälliga utan även på lång sikt ett av våra större mineralproblem.

Ett forskningsmässigt viktigt ehuru hittills internationellt sett nästan helt försummat flotationsproblem är utvinningen av ädelmetaller ur våra sulfidmalmer. Genom många års erfarenheter av de västerbottniska malmernas flotationsegenskaper, särskilt då det gäller ädelmetallinnehållet i Boliden- och Renströmsmalmer har en viss baskunskap vunnits, som på senare år kunnat påbyggas med forskningserfarenheter beträffande några utländska malmer. Nästan genomgående har man i praktiken hittills accepterat att flotationsprocesserna optimerats enbart med hänsyn till basmetallerna, alltså t. ex. efter bly- eller koppar-

mineralens utvinning. Betydande delar av ädelmetallinnehållen i malmerna följer emellertid andra optimala profiler vid flotationsprocesserna och studiet av dessa profiler borde rätt väsentligt kunna bidra till vissa malmers förbättrade lönsamhet.

Inom Bergslagen finns lågprocentiga scheelitmalmer av Yxsjötyp som åter kan bli aktuella för wolframproduktion. Den hittillsvarande anrikningstekniken är mycket komplicerad och delvis närmast hantverksmässig. Här bör en lämplig flotationsprocess kunna utarbetas för förkoncentreringen av scheeliten. Sådana metoder föreligger visserligen ännu ej internationellt, men förutsättningarna torde idag vara goda för att sådana processer för våra malmtyper kan utvecklas ur det redan förefintliga kunnandet.

Till slut kan sägas att vi under 1950-talet arbetade en hel del med flotationsprocesser för bl. a. mangan- och uranmineral. Resultaten var ej helt nedslående, i vissa fall t. o. m. framgångsrika, men betydligt kraftigare insatser erfordras för att metoder skall kunna utvecklas, som kan bringa de mellansvenska mangantillgångarna eller icke skifferbundna urantillgångarna närmare en teknisk utvinning.

3.4 Kemiska utvinningsmetoder

Sedan lång tid har utveckling av olika kemiska mineralutvinningsmetoder pågått beträffande just den ifrågavarande gruppen av malmer. Detta har skett huvudsakligen på tre tekniska nivåer, specifik utlösning av visst mineral, t. ex. cyanidlakning av guld, partiell upplösning av malmen i svavelsyra med utvinning av önskad metallsubstans ur laktlösningen samt upplösning av mineralsubstans under förhöjd temperatur och syretryck i autoklav jämte specifika kemiska utfällningar av önskade metallsubstanser. Dessa lagningsmetoder har vissa nackdelar ur ekonomi- och miljösynpunkt, vilket begränsat deras tillämpning i jämförelse med mer fysikaliskt betonad anrikning. Även om betydelsen för utvinningen av nickel, kobolt, koppar och mangan under senare år har blivit alltmer påtaglig kan lakning av dessa malmer under vissa be-

tingelser knappast bli aktuell på råmalm som sådan utan endast på anrikningskoncentrat. Dessa metoder utgör alltså principiellt framför allt hydrometallurgiska alternativ till eljest dominerande pyrometallurgiska metoder vid metallframställningsverken, vilket gör dem av mindre intresse ur gruvsynpunkt.

Då det gäller direkt malmlakning är detta givetvis för oss mest aktuellt för uranmalmer. Av särskilt intresse är därvidlag pågående studier av bakterielakning. Under gynnsamma temperaturer och andra miljöbetingelser kan svavelbakterier producera de erforderliga lagningsbetingelserna och alltså ge upphov till industriella processer av eventuellt större teknisk-ekonomiskt intresse än fabriksmässig svavelsyraproduktion och traditionell lakning.

3.5 Utvecklingsaspekter för mellansvensk gruvindustri

De gruvor och anrikningsverk som i Mellansverige bearbetar malmer av de i denna rapport avgränsade typerna är ur internationell synpunkt relativt små. Det kan därför synas förvånande att någon liknande strukturförändring mot enbart större anläggningar ej skett för dessa malmer som för järnmalmerna. Detta sammanhänger med en rätt annorlunda driftsekonomisk profil med delvis betydligt högre malmvärden och lägre transportkostnadsberoende. Den driftskoncentrering som skett och fortsätter att ske består i upprättandet av allt större och bättre utrustade centrala anrikningsverk där malmer från ett helt gruvdistrikt uppanrikas enligt principer för planerad malmbehandling, eventuellt i speciella kampanjer. Detta möjliggör ekonomisk uttagning av även rätt små och isolerade malmkroppar. Någon förändring härvidlag är ej att vänta och snarare kommer ökande metallbrist med prishöjningar överstigande ökningen av utvinningskostnaderna att successivt möjliggöra upptagande av fattigare malmer.

De långsiktiga perspektiven har tidigare framlagts i speciella utredningar och föredrag (3, 4), varför de ej här återupprepas.

1. P. G. Kihlstedt, Particle size distribution and separation results of selective flotation of complex sulphide ores. International Mineral Processing Congress, Leningrad 1968.
2. P. G. Kihlstedt, Aktuella utvecklingslinjer inom mineralberedningen. Stencil september 1968 Institutionen för mineralberedning. Sammandrag Teknisk Tidskrift 1968, nr 45, s. 915-920.
3. P. G. Kihlstedt, Tillgodogörande av fatiga malmer. Problem rörande den framtida mineralförsörjningen. Meddelande från Svenska Gruvföreningen, Nr 79, vol. 5, 1957. *Jernkont. Ann. 141 (1957) s. 1-27.*
4. P. G. Kihlstedt, Mineralteknik i omstörning. Meddelande från Svenska Gruvföreningen. Nr 119, vol. 8, 1967. Sammandrag i Teknisk Tidskrift.

Bilaga 6 Järnmalmstransporter i Mellansverige

Utarbetad av Torsten Uggelberg

De gruvor och verk som behandlas i denna utredning är med några få undantag belägna i ett väl avgränsat område i Västmanland, Närke och Dalarna. Transporterna från gruvor till verk sker antingen med bil eller järnväg. I en del fall erfordras båda typerna av transportmedel. Export sker företrädesvis över någon av hamnarna Gävle, Hargshamn, Oxelösund, Västerås eller Köping. Transportbilden karaktäriseras av att vägar och järnvägar i flertalet fall löper parallellt. Vägstandarden kan betraktas såsom normal för svenska landsbygdsförhållanden. Maximalt tillåtet axel/boggitryck för en hel del av vägarna är således endast 8 respektive 12 ton. För många av här ifrågavarande transporter föreligger dock dispenser för fordon med 10 tons axeltryck och 16 tons boggitryck. I regel är dock dessa dispenser förknippade med föreskrifter om begränsningar i fordonsvikter vid tjällossning och liknande varigenom de höga fordonsvikterna kan utnyttjas endast under vissa delar av året. De ökade kostnaderna som orsakas härav är svåra att ange. Olägenheterna torde i första hand innebära hinder för fortsatt rationalisering av transporterna.

Med något enstaka undantag är järnvägsstandarden god. Järnvägstransporterna fördyras dock i ungefär en tredjedel av de undersökta fallen genom att en kort lastbilstransport erfordras från gruva till järnvägsstation.

I många fall sker leveranser från en gruva till ett flertal olika verk. Följden härav är att malmerna ej alltid tillföres närmast belägna verk. Huruvida detta i förekommande fall är nödvändigt av kvalitets-skäl har icke undersökts. Rent allmänt kan dock konstateras att det totala transportarbetet och därmed också transportkostnaderna blir väsentligt högre än om leveransskedde från gruva till närmaste verk. Gruvornas respektive verkens läge och de vanligaste transportvägarna redovisas på karta 1.

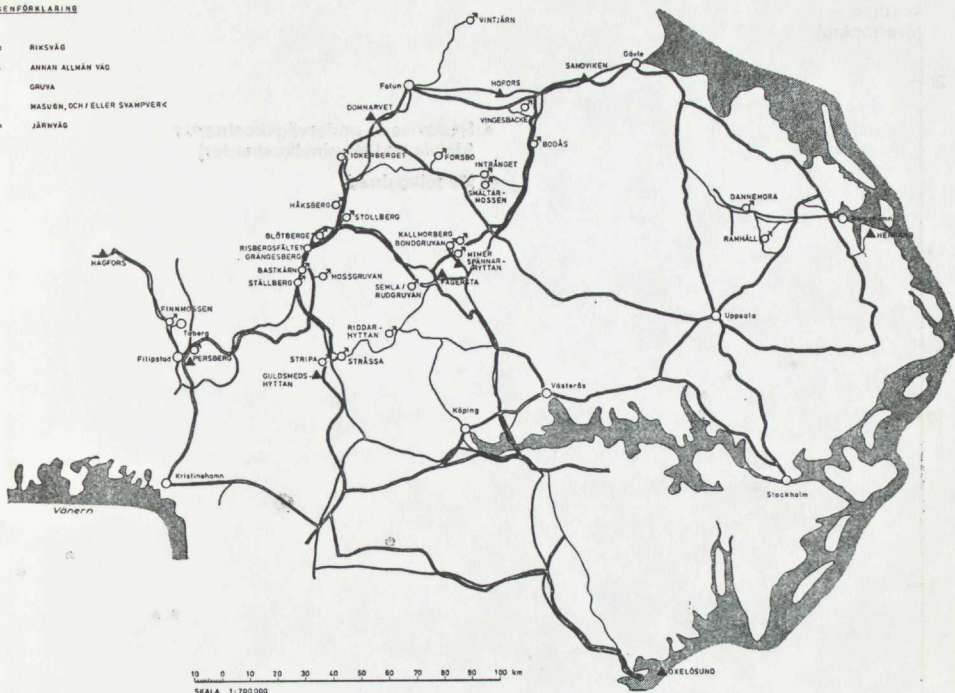
1 Kostnadsundersökning

Undersökningen avser i första hand kostnaderna för de 26 mellansvenska järnmalmgruvor som var i drift per den 1.1.1969. Föreliggande material har emellertid inte varit helt komplett för samtliga dessa gruvor, varför nedan angivna uppgifter angående transportmängder m. m. bör betraktas som överslagsvärden. Eftersom en del kvantiteter transporterats både med bil och på järnväg utgör summan av bil och järnvägs transporterat gods inte ett uttryck för den totalt behandlade godsmängden.

Totala kostnaden för cirka 4,4 miljoner ton transporterade på järnväg utgjorde år 1968 cirka 60 Mkr. Transportavstånden varierade mellan 39 km och 270 km med ett medeltransportavstånd av 192 km. Medelpriset var 7,5 öre per tonkilometer. Kostnadsbilden är jämförelsevis konventio-

TECKENFÖRKLARING

- RIKSVÄG
- ANNAN ALLMÄN VÄG
- GRUVA
- ▲ MASUGN, OCH/ELLER SVAMPVERK
- JÄRNVÄG



Karta 1. Järnmalmgruvor, masugnar och järnsvampverk i Mellansverige, 1969.

nell. Således är transportkostnaderna vid korta avstånd höga medan priset för längre transportavstånd synes vara relativt normalt för järnvägstransporter av detta slag i Sverige. Kostnaderna för de olika transportrelationerna redovisas i figur 1.

Totala kostnaden för 1,4 miljoner ton som år 1968 transporterades med bil var ca 7 Mkr. Transportavstånden varierade mellan 3 km och 171 km med ett medeltransportavstånd av 46 km. Medelpriset var 11,4 öre per tonkilometer. Bilkostnaderna synes med några få undantag vara jämförelsevis höga. Kostnaderna för de olika transportrelationerna redovisas i figur 2.

I de angivna kostnaderna ingår terminalkostnaderna endast delvis. Det fel som uppstår härigenom bedömes dock inte förändra totalbilden i någon nämnvärd grad.

2 Rationaliseringsalternativ

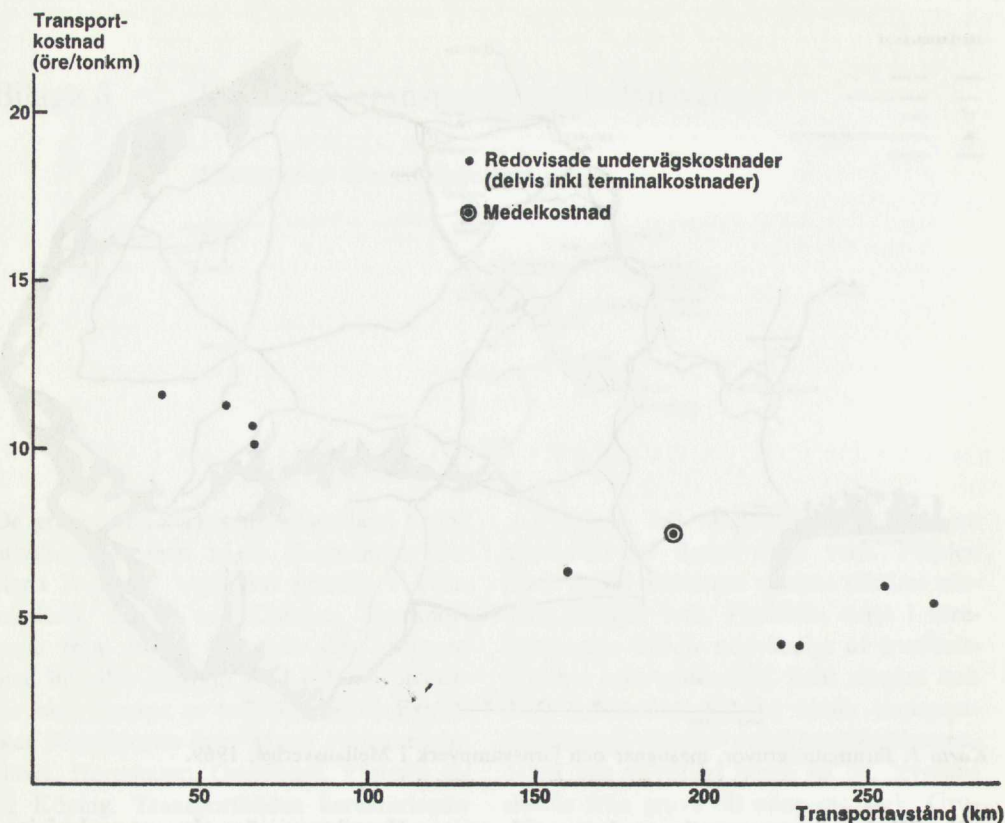
2.1 Järnvägstransporter

Berörda järnvägar ägs antingen av SJ eller TGOJ. Med undantag av järnvägen Danne-

mora-Hargshamn är de normalspåriga. Järnvägen Danne-mora-Hargshamn kommer dock genom utbyggnad att bli normalspårig. Tillåtna hjultryck är förhållandevis goda. Här aktuella transporter har inte sådan volym att en ökning av de tillåtna hjultrycken kan medföra kostnadsänkningar. Tekniska åtgärder med detta syfte bör således avse förbättringar i terminalanordningar och den rullande materielen. En sänkning av kostnaderna för det järnvägstransporterade godset torde därför i första hand kunna åstadkommas genom någon av följande åtgärder.

1. Förbättrade terminalanordningar
2. Bättre utformning och utnyttjande av järnvägsvagnar
3. Övergång till annan transportmetod.

Erforderliga anordningar för lastning och lossning av massgods av typen järnmalm är i regel jämförelsevis enkla. Detta återspeglas också i kostnaderna för terminalhantering vid de undersökta gruvorna och verken. För flertalet transporter är terminalkostna-



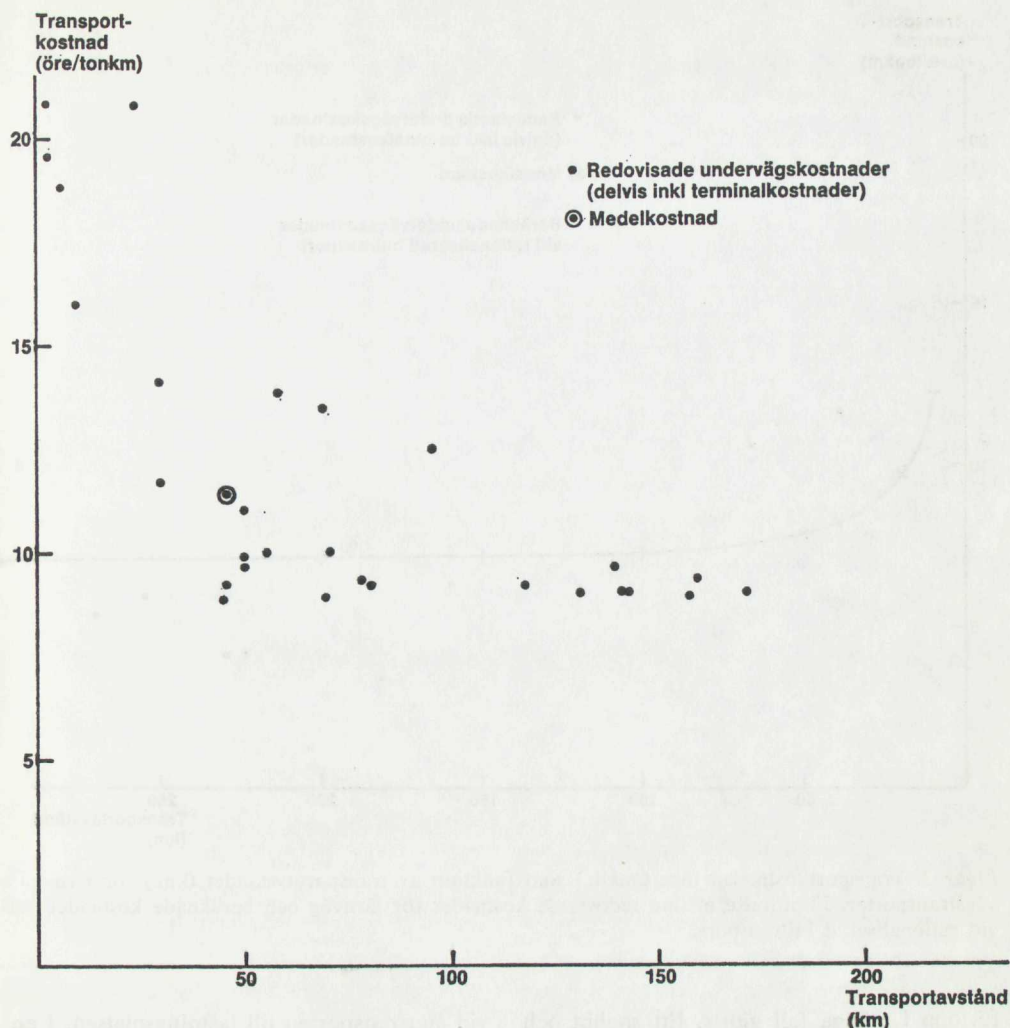
Figur 1. Transportkostnaden (öre/tonkm.) som funktion av transportavståndet (km.) för järnvägstransporter.

derna en underordnad del av totala transportkostnaderna. Endast i några enstaka fall synes en påtaglig sänkning av terminalkostnaden möjlig genom rationellare metoder. Detta gäller i första hand de transportrelationer där lossning av järnvägsvagnar sker med skopa. Metoden är både tidsödande och kostsam och medför dessutom ofta skador på vagnsmaterialet. En sammanställning av den möjliga totala rationaliseringsvinsten genom förbättrade terminalanordningar visar dock att årskostnaderna knappast kan sänkas med ett belopp som totalt uppgår till 1 Mkr.

Använda vagnar är av varierande typ och beskaffenhet. En stor del av den järnvägstransporterade malmen går i lådvagnar som lossas i vagnvändare. Övriga kvantiteter går antingen med bottentömmande vagnar eller med vanliga öppna flakvagnar.

Lådvagnar byggda för lossning i vagnvändare är jämförelsevis okänsliga för godsets konsistens och variationer i väderleksförhållandena och därför väl lämpade för transport av järnmalm.

Bottentömmande vagnar ger under lämpliga förhållanden snabba lossningsförlopp. De kräver dock ett gods med goda rasegenskaper. Vagnarnas användning vintertid blir därför helt avhängig av möjligheterna att eliminera de frysolägenheter som kan uppstå för godset. Huvuddelen av de bottentömmande vagnar som nu är i bruk är byggda för styckemalm. Den allt större andel som sligerna numera utgör av malmkvantiteterna har därför medfört vissa bekymmer i samband med lossning av järnvägsvagnarna. Sligernas rasvinklar är ofta större än sidolutningen i vagnskorgarna varför fullständig lossning inte kan ske utan

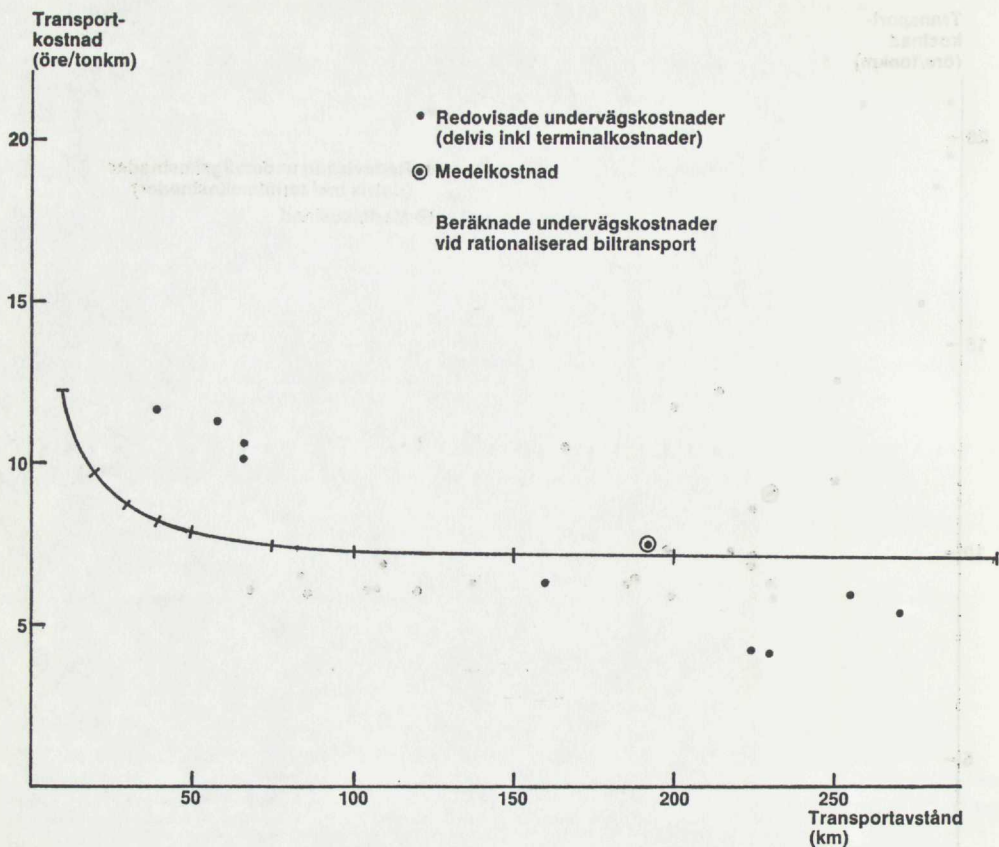


Figur 2. Transportkostnaden (öre/tonkm.) som funktion av transportavståndet (km.) för lastbilstransporter.

användning av speciella vagnsvibratorer eller annan skakanordning. Sligerna fryser också vintertid lättare än styckemalm, vilket bl. a. medfört att en del av den bottenömmande vagnsparken måste tas ur bruk under den kallaste årstiden. Nya vagnar med annan korgutformning skulle eliminera en stor del av dessa olägenheter. Godskvanti-terna är dock vanligtvis för små för att kunna bära de ökade kapitalkostnader som detta medför. Man har därför försökt att genom olika former av inklädnad av vagnarna eller inblandning av fryspunktsned-

sättande medel i godset förbättra luftningsförhållandena. Någon slutgiltig lösning av frågan kan dock inte anses vara uppnådd.

Det effektivaste sättet att eliminera frysolägenheter i samband med lossning av malm och slig ur bottenömmande järnvägs- vagnar är att tillse att transporttiderna inklusive terminaltiderna blir så korta att godset inte hinner frysa. Då detta samtidigt ökar utnyttjandet av vagnarna och härigenom möjliggör en minskning av kostnaderna för själva transportarbetet har försök till bättre vagnsutnyttjande genom snabbare



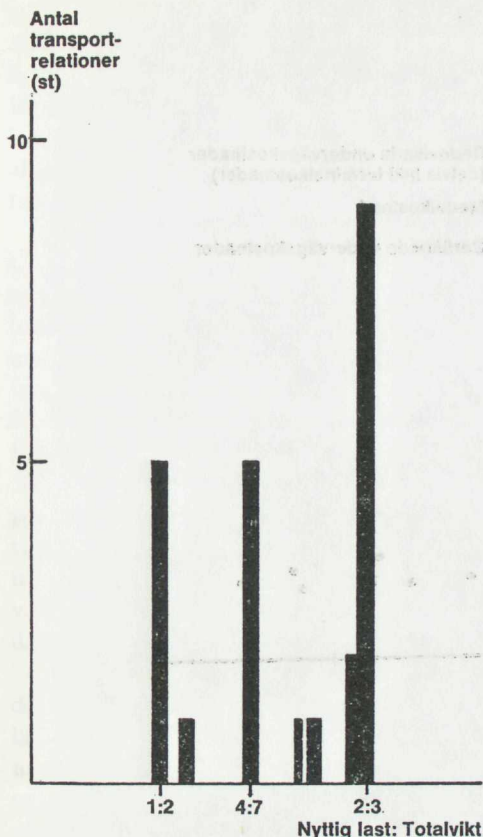
Figur 3. Transportkostnaden (öre/tonkm.) som funktion av transportavståndet (km.) för järnvägstransporter. Jämförelse mellan redovisade kostnader för järnväg och beräknade kostnader vid rationaliserad biltransport.

förlopp i många fall gjorts. Ett snabbt och jämnt omlopp för vagnarna innebär inte bara att kapitalkostnaderna för vagnmaterielen blir mindre utan i regel även att utnyttjandet av lok och lokpersonal kan förbättras och att kostnaderna för rangering av vagnarna minskar. Ett märkbart resultat av sådana strävanden är dock möjlig endast under förutsättning att den årliga transportvolymen är av jämförelsevis stor omfattning. Då detta är fallet endast för ett par av de undersökta transportrelationerna där åtgärder i detta hänseende redan vidtagits, torde möjligheterna till ytterligare förbättringar vara jämförelsevis begränsade.

En markant minskning av transportkostnaderna kan i regel åstadkommas om returgoods kan medtagas i den rullande materielen

vid återtransporten till lastningsplatsen. I en del fall har detta varit möjligt för de järnvägstransporterade malmerna i Mellansverige. Omfattningen har dock under senare år minskat avsevärt i och med kolets minskade betydelse som bränsle. Numera måste därför järnvägsvagnar sysselsatta i denna transport vanligen gå tomma i returriktningen.

En viss minskning av kostnaderna för transport och lossning av malm och slig inom de undersökta transportrelationerna torde i begränsad omfattning vara möjlig att åstadkomma genom någon av de här nämnda åtgärderna. Kostnaderna för kunden är dock i detta avseende i sista hand alltid resultatet av en förhandling mellan ägaren av godset och ägaren av järnvägen.



Figur 4. Totalviktens utnyttjande i form av nyttig last för redovisade lastbilstransporter.

Härvid kommer många andra faktorer in i bilden såsom marknadsläget, alternativa transportmetoder m. m. Då förhandlingsläget för de enskilda transportrelationerna inte kan överblickas i denna utredning har något försök till beräkning av de sannolika kostnadssänkningarna inte gjorts. Rent allmänt kan dock sägas att sänkningarna inte torde vara av sådan storlek att de nämnvärt påverkar det totala kostnadsläget.

Vanligtvis är kostnaderna för transport av massgods på korta sträckor högre för järnväg än för bil. Detta är också fallet för de transportrelationer som här undersökts. För en del transporter synes därför en övergång från järnväg till bil vara en lämplig åtgärd för att nedbringa omkostnaderna. Förhållandet framgår av figur 3. Totalt beräknas en sådan omläggning för de

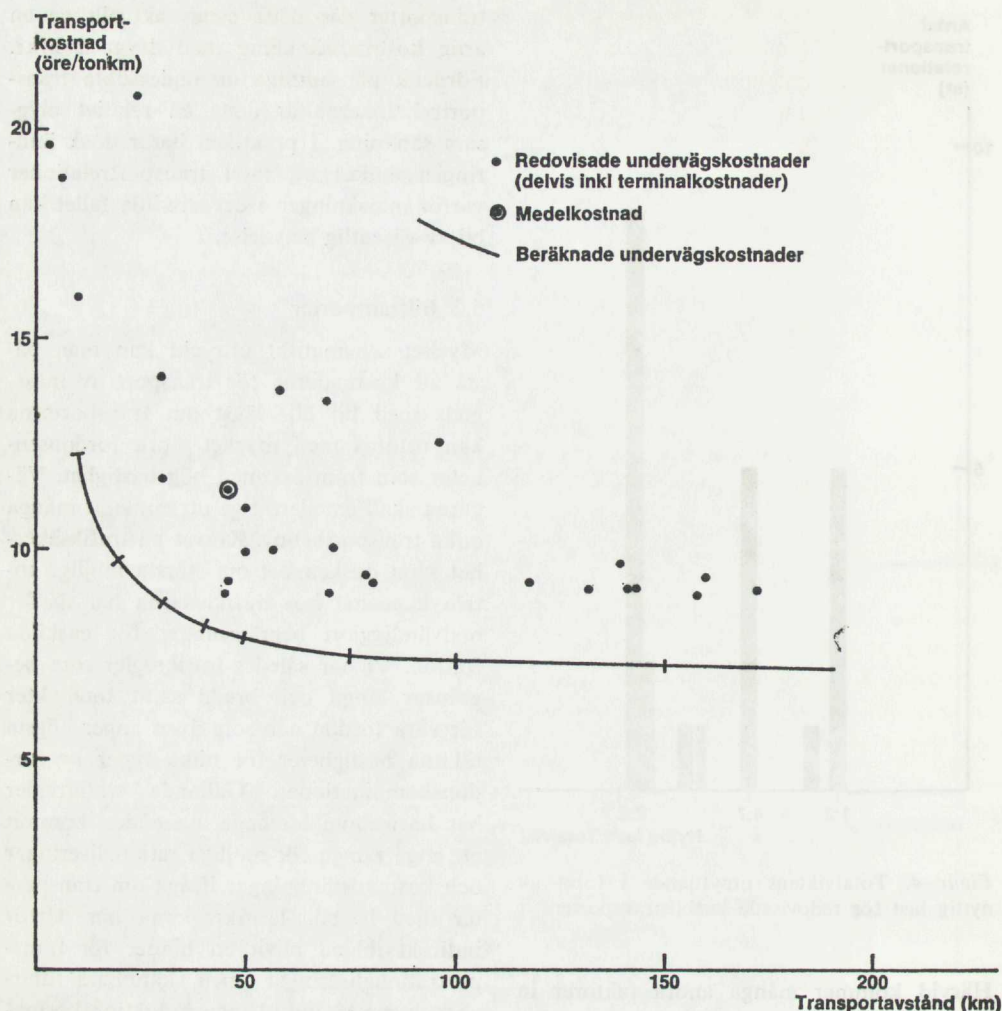
transporter där detta synes aktuellt ge en årlig kostnadssänkning med drygt 2 Mkr. Fördelat på samtliga de undersökta transportrelationerna är detta en relativt blygsam sänkning. I praktiken berör dock ändringen endast ett fåtal transportrelationer varför minskningen i det enskilda fallet kan bli av väsentlig betydelse.

6.2 Biltransporter

Mycket schematiskt uttryckt kan man påstå att kostnaderna för transport av massgods med bil blir lägst om transportererna kan utföras med mycket stora fordonsenheter som framförs med hög hastighet. Vägar ska emellertid ge utrymme åt många olika transportbehov. Kravet på trafiksäkerhet samt önskemålet om största möjliga totala kapacitet hos trafiklederna har därför nödvändiggjort begränsningar för enskilda fordon. Vi har således trafikregler som begränsar längd och bredd samt totalvikter för våra fordon och som även anger högsta tillåtna hastigheter för olika typer av fordonskombinationer. Gällande trafikregler har härigenom i många avseenden kommit att ange ramen för möjliga rationaliseringar och kostnadssänkningar ifråga om transporter med lastbil. Trafikreglerna har därför indirekt ibland blivit ett hinder för transportrationaliseringar med kännbara återverkningar på industrins produktionskostnader. Reglerna är dessutom gemensamma för hela landet vilket innebär att begränsningar som genomföres med hänsyn till trafiken i och kring tätorterna ibland synes meningslösa och direkt olämpliga på vägar med gles trafik. Detta torde i vissa fall vara förhållandet på de vägar som berörs av transportererna av järnmalm i Mellansverige.

Förutom av gällande trafikregler påverkas transportkostnaderna vid biltransport av malm och slig i första hand av följande faktorer.

- Godsvolym och flödesvariationer
- Terminalanordningar
- Godsets hanterbarhet
- Hanterings- och lagringsmetoder samt slutligen vägar och fordon.



Figur 5. Transportkostnaden (öre/tonkm.) som funktion av transportavståndet (km.) för lastbilstransporter. Jämförelse mellan redovisade kostnader och beräknade kostnader vid rationaliserad biltransport.

För flertalet av de undersökta transportrelationerna synes tekniska förbättringar kunna göras med avseende på en eller flera av dessa faktorer som kan leda till sänkningar av transportkostnaderna. Utförda detaljanalyser visar dock att med undantag av åtgärder ifråga om vägar och fordon, möjliga förbättringar inte kan leda till kostnadssänkningar av väsentlig omfattning.

En grundförutsättning för en väl rationaliserad biltransport av malm eller slig är tillgång på bärkraftiga vägar. Som inledningsvis framhållits är vägnätet inom den

berörda delen av Sverige endast delvis utbyggt för att tåla tung lastbilstrafik. Rätt omfattande vägförstärkningsarbeten erfordras därför. Sålunda krävs att samtliga vägar är upplåtna åtminstone för ett maximalt axeltryck på 10 ton och ett boggitryck på 16 ton. Vidare får inte avspärningar under tjällossningstid vara av sådan omfattning att de i väsentlig grad påverkar möjligheterna att införa enhetliga och rationella fordon. I undersökningen har inte de totala kostnaderna för sådana eventuella vägförstärkningsarbeten framräknats. Man kan dock på goda

grunder utgå ifrån att transporterna av malm och slig inte kan bära samtliga de kostnader som härvid uppstår. En sådan fördelning av vägstnaderna torde inte heller vara riktig enär en förstärkning av en allmän väg alltid medför fördelar för all trafik på vägen.

Ett väl utformat fordon för transport av t. ex. malm eller slig bör kunna medföra en nyttig last som ej understiger ca 65 % av totalvikten om kravet på godtagbar kostnadsnivå för transporten ifråga skall kunna uppfyllas. Möjligheterna att skapa sådana fordon ökar med fordonets storlek. Som framgår av figur 4 uppfyller endast ca 50 % av fordonen i de undersökta transportrelationerna detta krav. En ökning av vägnas bärighet skulle således möjliggöra utnyttjandet av mera ekonomiska fordon än vad som nu är fallet för en del av de undersökta transportrelationerna.

I figur 5 redovisas dels kostnaderna för de enskilda transportrelationerna med lastbil som undersökts i utredningen och dels motsvarande kostnad för en väl rationaliserad biltransport om vägnätet förstärkts så att 10 tons axeltryck och 16 tons boggi-tryck tillåtes. Skulle de senare kostnaderna kunna uppnås kommer en årlig kostnads-sänkning av storleksordningen knappt 2 Mkr att erhållas. Då de totala kostnaderna för lastbiltransporterna enligt vad som tidigare angivits, uppgår till ca 7 Mkr innebär detta en kostnads-sänkning av i genomsnitt 25 % av det lastbilstransporterade godset.

3 Sammanfattning

De årliga kostnaderna för transport av malm och slig från de 26 gruvor som ingår i undersökningen uppgick år 1968 till mellan 65 och 70 Mkr. De tekniska rationaliseringsmöjligheter som synes föreligga kan totalt ge en årlig kostnads-sänkning av storleksordningen 4 till 5 Mkr. I några fall synes den möjliga sänkningen vara av väsentlig betydelse för en enskild gruva men den genomsnittliga minskningen i transportkostnaderna som framräknats uppgår endast till ca 7 %. Det förefaller inte sannolikt

att en sänkning av denna storleksordning kan bli av avgörande betydelse för den fortsatta verksamheten vid flertalet av dessa gruvor.

Redan en sänkning av den storleksordning som angetts härövan förutsätter att medel anslås för upprustning av berörda vägar och att kostnaderna härför inte speciellt belastar malm- och sligtransporterna. För att uppnå ändringar i transportkostnads-läget av sådan storleksordning att de totala produktionskostnaderna i de berörda gruvorna förändras i väsentlig omfattning erfordras sålunda andra åtgärder än rent tekniska sådana. Av påverkbara faktorer torde därvid lastbilarnas skattebelastning och järnvägarnas kapitalkostnader speciellt vara av intresse.

För några år sedan utgjorde skatterna ungefär 10 % av de totala kostnaderna vid transport av massgods med bil. Under senare år har skattehöjningar antingen genomförts eller aviserats innebärande att den totala skatten kommer att utgöra omkring 20 % av transportkostnaden. Motiven för denna skattehöjning har främst varit önskemål om att de tunga fordonen ska betala sin andel av vägstnaderna. Härvid har man utgått ifrån vissa generella antaganden rörande i vilken omfattning olika fordons-typer belastar vägnas. Det torde emellertid vara helt klart att dessa generella antaganden leder till felaktiga slutsatser bl. a. beträffande transportrelationer och vägar varom här är fråga. I många fall blir nämligen skatten för de fordon som transporterar malm eller slig på en viss vägsträcka så hög att de totala underhållskostnaderna för vägen ifråga kan betalas med enbart dessa medel. Överväganden rörande speciella skattelättnader för sådana transportrelationer kan därför anses motiverade. Särskilt är detta fallet om en sådan åtgärd medför sänkningar i transportkostnaderna av sådan storleksordning att möjligheterna till fortsatt verksamhet i den berörda gruvan förbättras.

En mycket stor andel av kostnaderna för järnvägstransport utgörs av kapitalkostnader för fasta anläggningsdelar. Fördelningen

av dessa kostnader sker efter vissa riktlinjer som tagit sikte på att ge en så rättvis kostnadsfördelning som möjligt. Givetvis föreligger även här en generalisering i betraktelsesättet som inte alltid kan ge rätt resultat i det enskilda fallet. Det kan mot bakgrund härav anses sannolikt att en minskning av malm- och sligtransporternas andel i järnvägarnas kapitalkostnader i en del fall är tekniskt och ekonomiskt motiverad. Gällande riktlinjer för trafikpolitiken i Sverige innebär att varje transportmedel i princip skall bära sina egna kostnader. Utan att ge avkall på denna princip torde det sålunda vara möjligt att tillämpa speciella beräkningsgrunder för fastställandet av taxorna för transport av malm och slig för en del av de transportrelationer som ingår i utredningen. De kostnadssänkningar

som härigenom kan uppnås kan i vissa fall vara av väsentlig betydelse och i positiv riktning påverka möjligheterna till fortsatt verksamhet vid den berörda gruvan.

Litteratur

1. T. Uggelberg, Trafikregler och transportekonomi, Väg- och vattenbyggaren, Nr 5, 1965.
2. A. Eklund, T. Uggelberg, K.-I. Lasson, Transporterna av de svenska bergverken produkter till avnämarna, Meddelanden från Svenska Gruvföreningen, Nr 112, Volym 7 (1965).
3. T. Uggelberg, Malmtransporter inom Skelleftefältet, Teknisk Tidskrift, Häfte 28, 1966.
4. G. Vahlberg m. fl., Fordonskombinationers inverkan på transportekonomin, Affärssekonomi, Nr 7 och 9, 1967.
5. Kopparbergs läns allmänna kungörelser, Nr 37, 1969, Bestämmelser angående trafiken på allmänna vägar.

Förklaring av viktigare gruv- och mineraltekniska termer

anrikning	process genom vilken efter malmens finkrossning eller malning olika mineral skiljas från varandra, exempelvis malmmineral från ofyndiga mineral
avsänkning	antalet meter varmed gruvans medeldjup ökar vid föreliggande malmarea och uttagen malmkvantitet
fyndighet	i naturen förekommande ansamling av malmmineral eller andra användbara mineral
gruva	fyndighet som bearbetas eller tidigare bearbetats i och för malmproduktion eller undersökning
inmutning	i enlighet med gruvlagen erhållen rätt att på egen eller annans grund inom begränsat område och under begränsad tid undersöka och bearbeta påträffad fyndighet innehållande vissa mineral
kallbundna kulor	se pellets
kulsinter	se pellets
malm	ansamling av malmmineral innehållande tung metall i sådan myckenhet att den teknisk-ekonomiskt kan utvinnas
malmarea	area av en eller flera malmkroppar i ett horisontellt snitt genom gruvan
malmbehandling	framställning av malmprodukter ur råmalm genom krossning, siktning, sovring, malning, anrikning, kulrullning och sintring
malmkropp	malmens tredimensionella utsträckning i omgivande sidoberg
malmprodukter	styckemalm, mull och slig (sintergods), kulsinter och kallbundna kulor
malmprospektering	verksamhet för att uppsöka, påvisa och i viss utsträckning beräkna förekommande malmstråk och separata malmobjekt

malm tillgång	inom fyndighet beräknad malmkvantitet som under rådande förhållanden är brytvärd
mull	finkornigt gods med sådan halt att det utgör slutlig malmprodukt (sintergods), vanligen erhållet vid malmens krossning och sovring
ofyndigt	vid brytning förekommande bergart som icke eller otillräckligt innehåller malmmineral eller annat användbart mineral
ort	neri i gruva sprängd gång; stigort är en lodrät eller starkt stupande ort, oftast driven underifrån
pellets	kulor (10—25 mm diam.) framställda ur finkornig slig genom rullningsförfarande, vanligen tillsammans med bindemedel; genom uppvärmning till sintring eller genom kallbindning erhåller kulorna (kulsinter respektive kallbundna kulor) sådan hållfasthet att de kan hanteras och användas som styckemalm
prospektering	se malmprospektering
schakt	inom eller utom gruva belägen lodrät eller stupande förbindelseled som sträcker sig mot djupet och tjänar till kommunikation eller luftväxling mellan dagytan och gruvans djupare delar
slig	finkornig malmprodukt som erhålles vid anrikning och som för sin metallurgiska användning måste vidarebearbetas till pellets eller annan sinter
sovring	medelst mekaniska hjälpmedel särskiljande av i allmänhet mindre malmstycken från det ofyndiga
styckemalm	styckig malm med hög halt och hög hållfasthet erhållen direkt vid brytning eller efter sovring
uppskattad malm	kvantitet malm utöver uppsluten malm (se nedan) som man med ledning av spridda blottningar och/eller på geologiska eller geofysiska grunder beräknar eller bedömer som sannolik eller möjlig
uppsluten malm	kvantitet malm med malmen förekommande mellan minst två i horisontell eller vertikal led så närliggande blottningar att något tvivel om de blottade malmernas sammanhang icke kan råda; denna fordran på sammanhang är oeftergivlig och i vad mån den är uppfylld kan endast bedömas på geologiska eller geofysiska grunder — i regel torde man med dessa normer få räkna med en osäkerhet av ± 10 à 20%
utmål	område inom vilket i enlighet med gruvlagen inmutare givits rätt att bryta och tillgodogöra sig inmutningsbara mineral

Kronologisk förteckning

1. Samordnad utbyggnadsplanering inom Nordel.
 2. Uddannelses- og forskningspørgsmål.
 3. Prøveløsladelse.
 4. La coopération internordique en matières économiques et culturelles.
 5. Nordisk gränsregion miljövård och urbanisering.
 6. Konsumentundervisning i skolen.
-

Statens offentliga utredningar 1970

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Grundlagberedningen. 1. Riksdagsgrupperna • Regeringsbildningen. [16] 2. Ersättare för riksdagsledamöterna. [17] 3. Allmänna val på våren 7 [27]
Svensk FN-lag. [19]
Militära straff och disciplinmedel. [31]
Polisen i samhället. [32]
Hemförsäljning. [35]
Revision av vattenlagen. [40]
Gruvrättslig speciallagstiftning. [45]
Skydd mot avlyssning. [47]
Svensk författningssamling. [48]

Försvarsdepartementet

Värnpliktstjänstgöringens civila meritvärde. [12]

Socialdepartementet

Livsmedelsstadgekommittén. 1. Ny livsmedelsstadga m.m. Del I. Förslag och motiv. [6] 2. Ny livsmedelsstadga m.m. Del II. Bilagor. [7]
Folktandvårdens utbyggande och reglering. [11]
Yrkesskadeförsäkringens finansiering. [49]

Kommunikationsdepartementet

Snöskotern — fordonet och föraren. [9]
Körkort och körkortregistrering. [26]

Finansdepartementet

Upphandling av byggnader. Del 2. Administrationen. [18]
Understödsföreningar. [23]
Aspirationer, möjligheter och skattemoral. [25]
Tjänstgöringsbetyg. [28]
Decentralisering av statlig verksamhet. [29]
Stordriftsfördelar inom industriproduktionen. [30]
Kilometerbeskattning. [36]
Översyn av vissa punktskatter. [37]
Förtrolig företagsinformation och börshandel. [38]

Utbildningsdepartementet

Om stat och kyrka. [2]
Yrkesutbildningsberedningen. 1. Reformerad lärarutbildning. [4] 2. Yrkesteknisk högskoleutbildning. [8] 3. Viss medicinsk och farmaceutisk yrkesutbildning. [50]
Fria läromedel. [10]
Kompetensutredningen V. Behörighet, meritvärdering, studieprognos. Specialundersökningar av kompetensfrågor. [20] (Utkommer senare.) VI. Vägar till högre utbildning. [21]
Pedagogisk utbildning och forskning. [22]
Sexualkunskapen på grundskolans låg- och mellanstadier. [39]
Språkundersökning bland finländska barn och ungdomar i Sverige. [44]

Jordbruksdepartementet

Statligt stöd till fiskehamnar. [5]

Handelsdepartementet

Rationell bensinhandel. [24]

Inrikesdepartementet

Expertgruppen för regional utredningsverksamhet (ERU)
1. Balanserad regional utveckling. [3] 2. Urbaniseringen i Sverige. Bilagedel I till Balanserad regional utveckling. [14]
3. Regionalekonomisk utveckling. Bilagedel II till Balanserad regional utveckling. [15]
Medel för styrning av byggnadsverksamheten. [33]
Svenska folkets inkomster. [34]
Ungdom — Bostad. [43]
Den äldre arbetskraften inom byggnadsindustrin. [46]

Civildepartementet

Barns utemiljö. [1]

Industridepartementet

Sveriges energiförsörjning. Energipolitik och organisation. [13]
Samarbetsutredningen. 1. Företag och Samhälle. Del 1. Förslag med motiv samt bilagor. [41] 2. Företag och Samhälle. Del 2. Hearings med företrädare för samhällsorgan, företag, löntagargrupper, politiska partier m. fl. [42]
Mjellansvensk gruvindustri. [51]