

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 468.

ÅRSBOK 39 (1945) N:o 1.

STUDIER ÖVER ELEMENTFÖRDEL-
NINGEN I ZINKBLÄNDEN FRÅN
SVENSKA FYNDORTER

AV

OLOF GABRIELSON

*Summary: Studies on the Distribution of Elements
in Swedish Sphalerites*

Pris 2 kronor

STOCKHOLM 1945
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
451000

ÅRSBOK 39 (1945) N:o 1.

STUDIER ÖVER ELEMENTFÖRDEL-
NINGEN I ZINKBLÄNDEN FRÅN
SVENSKA FYNDORTER

AV

OLOF GABRIELSON

*Summary: Studies on the Distribution of Elements
in Swedish Sphalerites*

STOCKHOLM 1945

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

451000

Innehållsförteckning.

	Sid.
1. Förord	3
2. Inledning	4
3. Undersökningsmaterialet	5
4. Materialets förbehandling	8
5. Analysmetodik	9
6. Analysresultat	13
7. Diskussion av analysresultaten	19
A. De analyserade elementens fördelning och uppträdande i zinkblände	19
B. Diskussion av analysresultaten i belysning av zinkbländets geologiska förekomstsätt	26
C. Statistiska synpunkter på elementfördelningen i svenska zinkbländen	44
8. Summary	49
9. Litteraturförteckning	51

Förord.

Den spektralanalytiska undersökningen av svenska zinkbländetyper har utförts vid Sveriges Geologiska Undersöknings geokemiska laboratorium 1943—1944. Större delen av analysmaterialet är hämtat från Sveriges Geologiska Undersöknings samlingar. Dessutom har ett antal zinkbländeprover välvilligt ställts till mitt förfogande av föreståndaren för Riksmuseets mineralogiska avdelning, professor G. Aminoff samt av professor N. H. Magnusson, till vilka jag framför mitt tack.

För visat intresse och för all ovärderlig hjälp vid genomförandet av denna undersökning riktar jag mitt varmaste tack till överdirektör P. Geijer, professor P. Quensel, laborator S. Landergren och docent S. Gavelin.

Inledning.

Det är sedan länge känt, att elementen Cd, Ga, In, Ge, Mn, Fe och Co inträda i zinkblände i växlande proportioner. Vår kännedom om zinkbländets kemiska sammansättning har speciellt vidgats genom tillämpandet av den kvantitativa spektralanalysen.

De faktorer, som reglerar halterna av nämnda element i zinkbländen, äro dels den element- resp. mineralassociation, i vilken zinkbländet ingår, och dels de vid zinkbländets kristallisation rådande fysikalisk-kemiska förhållandena. Viktiga arbeten, berörande dessa problem ha publicerats av L. C. Graton och G. A. Harcourt (14), E. Stoiber (33) och I. Oftedal (28). De ha sökt visa, att ett tydligt samband kan spåras mellan å ena sidan elementkoncentrationerna och å andra sidan de geologiska förhållanden och temperaturförhållanden, under vilka zinkbländet är bildat.

Dessa forskare ha nått delvis samstämmiga resultat beträffande relationer mellan elementhalter och bildningstemperatur för ZnS.

Ga och Ge skall således anrikas speciellt i zinkbländen, uppträdande i lågtemperatur-miljö, under det att In synes nå högre värden i zinkbländen, bildade vid intermediära temperaturförhållanden. Mn, Fe och Co äro element, vilkas inträde i zinkblände gynnas av hög temperatur. I fråga om Cd synas ej några påtagliga lagbundenheter framträda.

Slutligen kan nämnas, att även andra element kunna uppträda sporadiskt i zinkblände och då användas som ledelement vid bedömandet av bildningstemperatur. Stoiber framhåller sålunda, att As, Sb och Hg äro funna nästan uteslutande i lågtemperatur-zinkbländen. Sn antyder vanligen hög eller intermediär temperatur.

Samtliga nämnda forskare ha även sökt visa, att relationer finnas mellan elementassociation och de geologiska betingelser, under vilka zinkbländet bildats. Med hänsyn till zinkbländets uppträdande uppställa de olika zinkbländetyper och visa, att varje typ karakteriseras av en viss elementkombination.

Föreliggande undersökning av svenska zinkbländetyper avser i första hand att vara ett bidrag till kännedomen om elementhalterna i svenska zinkbländen och deras samband med den geologiska miljö, i vilken zinkbländet uppträder. Undersökningen har upplagts som en allmän översikt av de olika zinkbländetyper, som uppträda, och syftar främst till att söka fastställa den karakteristiska elementkombinationen för varje typ. Jag har även sökt påvisa lagbundna relationer mellan elementhalter och temperaturförhållanden vid zinkbländets bildning. Till en del överensstämna mina resultat med de förut nämnda forskarnas.

Undersökningsmaterialet.

Det material, som varit föremål för spektralanalytisk undersökning, är utvalt dels i S. G. U:s samlingar, dels ur samlingar, tillhörande Riksmuseets Min. avdelning. Analysproverna äro sammanställda i tabell 1. De prover, som häröra ur Riksmuseets samlingar, äro betecknade med (RM). De prover, som ställts till mitt förfogande av professor N. H. Magnusson, äro betecknade med (M).

Proven fördela sig på följande sätt:

- 28 prover från mellansvenska och sydsvenska sulfidmalmsförekomster,
- 33 » » Skelleftefältets sulfidmalmsförekomster,
- 3 » » urkalkstensförekomster,
- 11 » » paleozoiska och mesozoiska sediment,
- 3 » » av zinkblände, uppträdande som sprick- och pegmatitmineral.

Från några av Skelleftefältets fyndigheter (Rävliden, Rävliidmyran, Ö. Högkulla) föreligger ett större material, som tillåter ett bedömande av variationsbredden för resp. element. I övrigt är i regel varje fyndighet representerad av 1 eller 2 prover.

Tabell 1. Förteckning öfver analysmaterial.

Analys nr	<i>I. Prover från sulfidmalmer av fahlbandskaraktär.</i>
1.	Åmmebergsfältet 1. Ljusbrunt zinkblände. (M.)
2.	» 2. Mörkare zinkblände, blyglansrikt. (M.)
3.	» 3. Godegårdsgruvan. Grovspatigt, brunt zinkblände. (M.)
4.	Vena koboltgruva. Ej separerat. Orent prov.
5.	Sätragruvan, Doverstorp. Mörkt zinkblände i magnetkis. (RM.)
<i>II. Prover från mellansvenska och sydsvenska karbonatskarnmalmer och hårdmalmer.</i>	
6.	Mellangruvan, Vallbergfältet, V. Silvbergs s:n. Ljusgult, finkornigt zinkblände (i epidotrikt skarn). (Ej separerat.)
7.	Falu gruva. Svart, grovkristallint zinkblände. Rikligt med kopparkisådror.
8.	Sala gruva 1. Kompakt, grovkristallint, svart zinkblände. Stora ljusgröna glimmertavlor insprängda i zinkbländet.
9.	Sala gruva 2. Ljusbruna zinkbländeådror i dolomit. (RM.) (Ej separerat.)
10.	Björkskogsnäs, Grythytte s:n. Brunt zinkblände med ljust tremolitskarn och kalk. (RM.)
11.	Kaveltorp, Ljusnarsbergs s:n. Mörkt, grovt zinkblände. (M.)
12.	Ljusnarsbergfältet. Svart, kompakt zinkblände. Något kopparkis.
13.	Hörken, Ljusnarsbergs s:n. Mörkt zinkblände med blyglans. Gångart: kalksten med mörkgrön pyroxen. (M.)
14.	Stollbergsgruvan, V. Silvberg. Norrbärke s:n. Grovspatigt, svart zinkblände.
15.	Dammbergsgruvan, V. Silvberg, Norrbärke s:n. Svart zinkblände. Prov från zinkmalm med flusspat, granatgrönskarn och arsenikkis.
16.	Lövåsens gruvor, St. Skedvi s:n. Svart grovkristallint zinkblände.
17.	Ryllshytte gruvor, Garpenbergs s:n. Svart zinkblände. Prov ur kompakt grovkristallin zinkmalm.

Analys
nr

18. Storfallsberget, Grangärde s:n. Svart, grovt zinkblände. (RM.)
19. Saxbergets gruvor 1, Grangärde s:n. Mörkbrunt zinkblände. Prov från skarnig zinkmalm.
20. Saxbergets gruvor 2. Östra skarnområdet. Tät brecciemalm. Finkornigt zinkblände, pyrit och något kopparkis. Orent material. (Ej separerat.)
21. Garpenbergs odalfält 1. 65 m-nivån. Bruna zinkbländeränder i kloritskarn. (Ej separerat.)
22. Garpenbergs odalfält 2. Latvindsgruvan, 40 m-nivån. Tät, kompakt brecciemalm. (Ej separerat.)
23. Meltorp, Godegårds s:n. Tät zinkmalm av breccietyp. Gråbrunt zinkblände. (Ej separerat.) (M.)
24. S. Fältet, Dannemora. Kompakt, svart zinkblände. (RM.)
25. Vattholmagruvan, Dannemora. Kompakt, mörkt zinkblände. (RM.)
26. Eknäsgruvan, Herrängsfältet. (M.)
27. Bersbo, Åtvidabergsfältet. Svart, grovkristallint zinkblände med rikligt uppträdande kopparkis. (RM.)
28. Nya Ludvigsberg, Fredriksbergsfältet. Mörkt zinkblände. (RM.)

III. Prover från sulfidmalmer i Skelleftefältet.

29. Bolidengruvan. Mörkt zinkblände. Prov från arsenikkisbreccia med magnetkis, kopparkis och zinkblände, breccierande arsenikkis. (Ej separerat.)
30. Bjurträskgruvan. Grop III. 11,35—11,60 m. Mörkt zinkblände. Prov från skarnig zinkmalm med zinkblände, magnetkis och pyrit.
31. Bjurliden 1. »Varpen». Stuff A. Mörkt zinkblände. Prov från ZnS-FeS-malm med tät arsenikkis.
32. Bjurliden 2. Profil II (8,4—10,2). Mörkt zinkblände. Prov från pyrit-zinkmalm med zinkblände i ränder och körtlar i pyriten.
33. Ö. Högkulla 1. Jordrymningen 4. Zinkblände, mörkt. Prov från zinkmalm med omväxlande ZnS-FeS-ränder.
34. » » 2. Jordrymningen 1. Mörkt zinkblände. Prov från zinkmalm med ZnS och FeS.
35. » » 3. 37 m-nivån. Tvärort I Ö mot N. Grovt, mörkt zinkblände.
36. » » 4. 37 m-nivån. Mörkt zinkblände. Prov från bandad ZnS-FeS-malm.
37. » » 5. 37 m-nivån. Borrhål 7, 33,58 m. Mörkt zinkblände. Prov från bandad zinkmalm.
38. » » 6. Djuphål 2, 141,39 m. Mörkt zinkblände. Prov från pyrit-magnetkismalm med zinkblände.
39. Kristineberg. Ljusedigt zinkblände som ådror i kloritskarn.
40. Rävliiden-gruvan, 38 m-nivån, 1. Borrhål 7, 10,20 m. Mörkt, relativt finkornigt zinkblände. Prov från pyritmalm med zinkbländeränder.
41. » » 2. Borrhål 7, 21,72 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från bly- och silverrik zinkmalm.
42. » » 3. Borrhål 8, 6,90 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från rik zinkmalm. (Ej separerat.)
43. » » 4. Borrhål 14, 11,90 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från kompakt zinkrik pyritmalm. (Ej separerat.)
44. » » 5. Borrhål 14, 24,90 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från kompakt, rik zinkmalm. (Ej separerat.)
45. » » 6. Borrhål 21, 21,50 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från kompakt zinkmalm. (Ej separerat.)

Analys
nr

46. 120 m-nivån, 1. Borrhål 15, 0,00—0,30 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från rik kopparmalm med magnetkis och zinkblände.
47. » » 2. Borrhål 18, 4,03 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från amfibolitskarnig zinkmalm.
48. » » 3. Borrhål 19, 16,22—17,60 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från FeS-förande zinkmalm.
49. » » 4. Borrhål 19, 31,90 m. Mörkt finkornigt zinkblände. Prov från skarnig, rik zinkmalm. (Ej separerat.)
50. » » 5. Borrhål 21, 31,10 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från kompakt FeS-malm med ZnS-ränder. (Ej separerat.)
51. » » 6. Borrhål 22, 18,00 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. (Ej separerat.)
52. » » 7. Borrhål 23, 34,63 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från zink- och blyrik, kompakt, ofta skarnig malm. (Ej separerat.)
53. » » 8. Borrhål 24, 7,60 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från kompakt, zinkrik malm med FeS. (Ej separerat.)
54. » » 9. Borrhål 29, 17,20 m. Mörkt, finkornigt zinkblände. Prov från rik zink-blymalm med FeS. (Ej separerat.)
55. » » 10. Borrhål 31, 19,55 m. Prov från rik zink-blymalm. Även pyritimpregnation i malmen.
56. Rävlidmyran 1. Borrhål 4, 30,00—30,41 m. Mörkt, finkornigt zinkblände, fritt från inneslutningar. Prov från zinkbländerand i kvartsit.
57. » 2. Borrhål 13, 62,25 m. Mörkt, finkornigt zinkblände med något FeS som oregelbundna inneslutningar. Prov från kompakt zinkmalm i svart skiffer.
58. » 3. Borrhål 28, 69,19 m. Mörkt, finkornigt zinkblände med rikligt FeS. Prov från kompakt zinkmalm med kloritskarnig kvartsit och kloritskiffer.
59. » 4. 60 m-nivån. Borrhål 202 U. Ljust zinkblände. Prov från zinkmalm i kvartsit. (Ej separerat.)
60. Vindelgransele 1. Grop 7. 10,5 m från N. Mörkt, rel. grovt zinkblände. Prov av ZnS-FeS-malm.
61. » 2. Grop 7. 3 m från N. Mörkt, rel. finkristallint zinkblände. Prov från zinkmalm med omväxlande ZnS- och FeS-ränder.

IV. Prover från urkalkstensförekomster.

62. Pänninge kalkbrott, Torsåkers s:n. Svart, kompakt zinkblände. (RM.)
63. Ängs kalkbrott, Södermanland. Svart zinkblände i kalksten, impregnerad med ljusgrön pyroxen. (RM.)
64. Wrå marmorbrott, Hölö s:n, Södermanland. Mörkt zinkblände i kalksten (RM.)

V. Prover från paleozoiska och mesozoiska sediment.

65. Mörbylånga, Öland. Ljusbrunt zinkblände i alunskiffer.
66. Billingen. Ljust zinkblände i alunskiffer.
67. Hunneberg. Ljuskult zinkblände i alunskiffer.
68. Nygårdsbrottet, Tunhems s:n. Ljuskult zinkblände i alunskiffer.

Analys

nr

69. Råbäcks kalkbrott, Medelplana s:n, Västergötland. Mörkbruna zinkbländekristaller ur stora orstensbandet.
70. Visby 1. Svarta zinkbländekristaller i kalkspat. (RM.)
71. » 2. Skorpionlagret.
72. File kalkbrott, Othems s:n, Gotland. Svarta zinkbländekristaller i kalksten.
73. Bjuv 1. Svarta zinkbländekristaller.
74. » 2. Övre flötsen. Svart zinkblände.
75. Laisdalen, Norrbottens län. Zinkblände-blyglansimpregnation i kvartsit.

VI. Zinkblände som sprick- och pegmatitmineral.

76. Nordmarks odalfält. Ljust zinkblände. (RM.)
77. Tabergsfältet, Sjögrens ort, Nordmarks s:n. Ljusedigt-brunt, grovkristallint zinkblände med ljusgrönt strålstensskarn och flusspat. (RM.)
78. Skuleboda fältspatbrott, Ryrs s:n. Brunt zinkblände. (RM.)

Materialets förbehandling.

Zinkbländets renhetsgrad visade sig i polerprov och under binokularmikroskop vara mycket växlande. De orenare proven underkastades därför separation med Clerici's lösning i centrifug. Genom stark indunstning av denna kunde lösningens specifika vikt höjas betydligt över 4, så att zinkbländet (med spec. vikt 3.9—4.2) erhöles som lättare fraktion tillsammans med gångartsmineralen. Den avsevärt mycket tyngre blyglansen avskiljdes tillsammans med en del magnetkis (spec. vikt 4.6). Kopparkis torde dock inte kunna sedimentera, då dess spec. vikt (4.1—4.3) nästan sammanfaller med zinkbländets. Separationsarbetet var förenat med rätt stora svårigheter på grund av den koncentrerade lösningens benägenhet att utkristallisera vid avsvälning, varigenom kornen hindrades att sjunka och fullständig separation ej uppnåddes. Tillsammans med zinkbländet avskiljdes de relativt lätta gångartsmineralen som lättare fraktion. Genom försiktig utspädning av Clerici's lösning bringades zinkbländet att sjunka och separerades från gångartsmineralen. Slutligen underkastades proven därjämte magnetisk separation med en stark elektromagnet för avlägsnande av återstående magnetkis.

Svårigheterna att uppnå fullständig uppdelning i de olika fraktionerna vid separation kunde framförallt återföras till materialets beskaffenhet. Sulfidmineral uppträda dels i finfördelad form som avblandade droppar och stavar dels mer oregelbundet förträngande zinkbländematerialet. Bland sulfidmineralen dominera magnetkis, kopparkis och blyglans men även sulfidmineral uppträda. Det torde vara i det närmaste omöjligt att helt befria zinkbländet från dessa föroreningar. Det är betydligt lättare att skilja zinkbländet från de sulfid- och gångartsmineral, som utfylla mellanrummen mellan zinkbländekornen. Men särskilt i de finkornigare typerna kunde ej förhindras, att en del heterogena korn följde zinkbländet.

Ett 20-tal analyser av zinkmalmer från Västerbotten och Mellan-Sverige äro utförda på material, som ej underkastats separation utan endast anrikats på zinkblände genom utplockning av de zinkbländerikaste partierna. I förteckningen över analysproverna har särskilt angivits vilka prover, som ej äro separerade.

Analysmetodik.

Samtliga analysprover ha underkastats optisk spektralanalys vid Sveriges Geologiska Undersöknings geokemiska laboratorium.

Bestämningarna utfördes med kvartsspektrograf av typ Zeiss Q 24 med mellanavbildningsoptik. En första orienterande översikt av elementhalterna erhöles genom spektralanalys enligt den av R. Mannkopff och Cl. Peters utarbetade metoden med permanent båg ljus (27). Bestämningarna utfördes enligt en av L. W. Strock utarbetad visuell skattningsmetod (24, 34) med Zn som referenselement. För att konstatera, om dessa bestämningar voro fullt pålitliga, analyserades proven även med Cr tillsatt som referenselement. Denna analysserie underkastades en kvantitativ analys, varvid linjeintensiteterna uppmättes med fotometer (Zeiss spektrallinjefotometer).

För att undvika en alltför snabb bortdestillation av lättflyktigare element tillämpades i detta fall den intermittenta båg ljusmetoden enligt anvisningar av K. Pfeilsticker (32), något modifierad enligt S. Landergren (24).

Orienterande analys med visuellt skattningsförfarande. Proven blandades med kolpulver i förhållandet 1 : 4 för att undvika »stänk» och fylldes i de urborrade kolelektroder, som tjänade som katoder. Katoddimensioner: yttre diameter 3 mm, håldiameter 1,5 mm, håldjup 4 mm. Proven förgasades i permanent likströmsbåge (220 V) under en tid av 2 minuter. För att i görligaste mån undvika en alltför snabb avdestillation av lättflyktigare element fick ljusbågen brinna med en lägre strömstyrka (2,5 Amp.) under en halv minut, varpå strömstyrkan höjdes till 8 Amp. under den återstående tiden. Med mellanblandare avskärmades allt ljus utom katodskiktet av ljusbågen. Spaltbredden var 0,01 mm. Spektrallinjerna exponerades på Perutz Silbereosin-plåtar.

Standardserier upprättades av elementen Ag, Cd, Ga, In, Ge, Sn, Pb, Mn och Co i koncentrationerna 10, 1, 0,33, 0,1, 0,033, 0,01, 0,0033, 0,001 och 0,00033 %. Som grundsubstans användes ZnS, vilken prövats på renhetsgraden för de analyserade elementen. Vid de visuella skattningarna användes Zn som referenselement, vilket visade sig fullt acceptabelt, om man bortser från några särskilt Fe-rika och gångartsförande prover, vilka uppvisa abnormt låg Zn-halt. På en för varje element karakteristisk kalibreringskurva, upprättad på grundval av standardspektra, kunde ovannämnda halter avläsas som funktion av stegdifferensen mellan lika svärtningsintensitet för analyslinje och referenslinje (Zn).

För att få en uppfattning om provens förorening av kopparmineral, främst kopparkis, och gångartsmineral, upprättades kalibreringskurvor för visuell skattning av elementen Mg, Cu, Al och Si i koncentrationerna 10, 3, 1, 0,33 och 0,1 %.

Tabell 2. Använda analys- och referenslinjer (i Å-enheter).

1. Analys enligt skattningsmetoden.

Element	Analyslinje	Referenslinje
Cu	3273,96 (I)	Zn 3282,33 (I)
Ag	3280,68 (I)	Zn 3282,33 (I)
Mg	2802,70 (II)	Zn 2770,87 (I)
Cd	3261,06 (I)	Zn 3072,06 (I)
Al	3082,16 (I)	Zn »
Ga	2943,64 (I)	Zn »
In	3039,36 (I)	Zn »
Si	2881,58 (I)	Zn 2770,87 (I)
Ge	2651,18 (I)	Cr 2653,58 (I)
Sn	3175,02 (I)	Zn 3282,33 (I)
Pb	2833,07 (I)	Zn 2770,87 (I)
Mn	2798,27	Zn »
Co	3453,51 (I)	Zn 3282,33 (I)
		Zn 3072,06

2. Analys enligt fotometringsmetoden.

Element	Analyslinje	Referenslinje
Cd	3261,06 (I)	Cr 3188,01
Ga	2943,64 (I)	Cr 2971,11 (I)
In	2932,62 (I)	Cr 2934,49
	3039,36 (I)	Cr 3039,78 (I)
Mn	2576,1 (II)	Cr 2591,85 (I)
	3044,57	Cr 3052,23
Fe	2999,51 (I)	Cr 2998,79 (I)

(I) = atomlinje, (II) = jonlinje.

De spektrallinjer, som använts som analys- och referenslinjer vid den visuella skattningen av ovannämnda element, äro sammanställda i tabell 2.

Kvantitativ analys (med spektrallinjefotometer). Proven blandades med en tillsatsblandning, bestående av 10 % Cr₂O₃, 10 % NaCl och 80 % SiO₂ i proportionen 1 : 1. Till denna blandning sattes kolpulver (1 del prov: 2 delar kol).

Enligt den av Pfeilsticker utarbetade metoden för intermitterent båg ljus tändes bågen med överlagrad högfrekvensgnista, och tändningen regleras med roterande strömbrytare, som bryter bågen periodiskt. Antalet tändningar under analys tiden 2 minuter utgjorde 240. Bränntiden för varje tändning var $\frac{3}{16}$ sek. varför totala bränntiden för varje prov blev 45 sek. Ljusbågens strömstyrka hölls konstant vid 8 Amp. under hela exponeringstiden. Proven nedfördes i skålformiga urborrningar (1,5 mm djupa) i de som katod tjänande kolelektrodena. Minst 2 analyser utfördes av varje zinkblandningsprov. Som plåtmaterial

Tabell 3. Beräkning av sannolikt analysfel.

Element	Prov nr	Antal analyser	Medeltal	Sannolikt fel
Cd	45	8	0,097	11,3 %
Ga	44	8	0,00165	6,5 %
Mn	59	14	0,15	9,4 %
	44	17	0,20	8,4 %
Fe	59	15	1,7	10,4 %
	44	20	5,7	9,8 %

användes Agfa Phototechnische Platte. Med ljusfilter framför spalten (0,01 mm) erhöles en uppdelning av varje spektrum i 3 eller 6 steg med olika svärtningsintensitet.

De element, som tilldrogo sig största intresset och därför underkastades noggrann kvantitativ analys, voro Cd, Ga, In, Mn och Fe. För dessa element upprättades nya standardblandningar med Cr som referenselement; för Cd, Ga, In och Mn i samma koncentrationer, som förut nämnts för den visuella skattningen, samt för Fe i följande koncentrationer: 20, 15, 10, 6,6, 3,3, 1, 0,3 och 0,1 %.

Vid bestämningarna användes den av H. Kaiser utarbetade analysmetoden för ledprovfrött förfarande (19).

De spektrallinjer, som använts som analyslinjer och referenslinjer vid den kvantitativa bestämningen med fotometer, framgå av tabell 2.

Beräkning av sannolikt analysfel. Det sannolika analysfelet (= den sannolika avvikningen från medeltalet av analysvärden för ett prov) beräknas enligt Gauss' formel:

$$m = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{n - 1}}$$

$v_1, v_2 \dots v_n$ = avvikelser från medeltalet av analysvärden,
 n = antalet analyser.

Beräkningar enligt denna formel på grundval av ett större antal analysvärden visa, att det sannolika felet vid de kvantitativa bestämningarna med fotometer uppgår till ca ± 10 %. Analysfelen fördela sig för olika element enligt tabell 3.

Kvalitativ spektralanalys av Hg, As, Sb och Bi. Resultatet av en kvalitativ bestämning av nämnda element är sammanställt i tabell 9. En gradering enligt skalan: +, ++, +++ ger ett begrepp om den relativa mängden. Följande analyslinjer användes:

Hg	2 536,52 Å
As	2 349,84 »
Sb	2 598,06 »
Bi	2 897,98 »

Tabell 4. Kemisk kontroll av spektralanalytiskt bestämda element i zinkbländen.

1) *Fe* (analyslinje 2999,5 Å, referenslinje Cr 2998,8 Å).

L o k a l	Spektralanalys	Kemisk analys
Rävlieden 38 m-nivån 5	5,7 %	6,3 %
» » » 6	8,0 »	8,1 »
» 120 » 4	6,4 »	6,2 »
Stollberg	12,6 »	13,2 »
Kaveltorp	9,7 »	9,5 »
Åmmeberg 1	2,1 »	2,2 »
Bjuv 2 (övre flötsen)	1,0 »	1,1 »
Laisdalen	0,7 »	0,6 »
Rävliedmyran 60 m-nivån	1,7 »	2,1 »

2) *Mn* (analyslinje 3044,6 Å, referenslinje Cr 3052,2 Å).

L o k a l	Spektralanalys	Kemisk analys
Rävlieden 120 m-nivån, 9	0,10 %	0,08 %
» » » 10	0,05 »	<0,05 »
Stollberg	0,45 »	0,42 »
Åmmeberg 2	0,60 »	0,58 »
Falun	0,12 »	0,11 »
Storfallsberget	1,43 »	1,42 »
Ryllshyttan	0,18 »	0,15 »

3) *Cd* (analyslinje 3261,06 Å, referenslinje Cr 3188,01 Å).

L o k a l	Spektralanalys	Kemisk analys
Södra fältet, Dannemora	0,10 %	0,14 %
Boliden (arsenikkisbreccia)	0,36 »	0,45 »
Kristineberg	0,25 »	0,21 »

En jämförelse av analyslinjer av dessa lättflyktiga element i spektra, erhållna dels på Silbereosin-plåtar med permanent blågljus, dels på »Agfa Photo-technische» med intermittert blågljus, visar ej någon nämnvärd differens i svärtningsintensitet.

Kemisk kontroll av spektralanalytiskt bestämda elementvärden.

Kemisk kontroll av de spektralanalytiskt bestämda Cd-, Mn- och Fe-värdena har utförts vid Bolidens Gruvaktiebolags Centrallaboratorium. Några kemiska bestämningar av Mn har dessutom utförts av dr A. Bygdén vid S. G. U:s laboratorium. En kemisk kontrollanalys av Cd är utförd av fil. lic. R. Blix vid Riksmuseets Min. Avd.

Tabell 4 visar, att de kemiska och spektralanalytiska analysvärdena i regel äro rätt väl överensstämmande. Detta gäller även för höga halter av Fe, vilket visar, att den här använda spektralanalytiska metoden även kan användas vid bestämning av högre halter av Fe under förutsättning, att lämpliga analyslinjer användas.

Analysresultat.

Analysresultaten äro sammanställda i tabellerna 5—8. Tabell 5 visar analysvärden för de element, som sannolikt till största delen äro upptagna i zinkbländegittret. I tabell 6 äro upptagna värden för element, som till större delen ingå i förorenande mineral. Cu, Ag och Sn kunna ev. vara till en del upptagna i zinkbländet som fast lösning.

Analysproven äro ordnade i enlighet med den följande översiktliga framställningen av olika svenska zinkbländetyper.

Zinkvärdena i tabell 5 äro beräknade genom avdrag av värden för övriga analyserade element. Då halterna av flera element, framförallt Al, Mg och Si, endast äro skattade, få dessa Zn-värden endast betraktas som approximativa.

För att få ett begrepp om elementens relationer till Zn-halten gjordes på grundval av de teoretiska Zn-värdena en beräkning av antalet atomer av elementen Cd, Ga, In, Mn och Fe pr 100 atomer Zn. Resultatet framgår av tabell 7. Analysvärdena för de nämnda elementen bli härigenom direkt jämförbara.

Resultatet av den kvalitativa analysen av Hg, As, Sb och Bi framgår av tabell 8. Alla analysprover äro prövade på dessa element, men i tabellen äro endast upptagna de prover, i vilka något av dessa element konstaterats.

Tabell 5.

Analys nr	L o k a l	% Zn	% Cd	% Ga	% In	% Ge	% Mn	% Fe	% Co	% Ni
<i>I. Prover från sulfidmalmer av fahlbandskaraktär.</i>										
1.	Ämmebergsfältet ..	62	0,05	—	—	—	0,19	2,1	—	—
2.	» ..	54	0,13	0,0004	—	—	0,60	8,6	0,003	—
3.	» ..	58	0,11	0,0004	0,003	—	0,04	4,6	0,003	0,003
4.	Vena koboltgruva .		0,3	0,001	0,01	—	0,22	7,7	0,05	0,01
5.	Doverstorp	41	0,18	0,006	0,01	0,001	5,4	16,4	—	0,02
<i>II. Prover från mellansvenska och sydsvenska karbonat-skarnmalmer och hårdmalmer.</i>										
6.	Vallbergsfältet	58	0,10	0,0004	<0,003	—	0,03	3,0	0,03	—
7.	Falu gruva	51	0,19	0,002	—	—	0,12	11,6	—	—
8.	Sala »		0,27	—	—	—	0,53	9,9	0,03	—
9.	» » ¹	20	0,27	0,0007	—	—	0,20	9,9	0,03	—
10.	Björkskogsnäs	61	0,23	0,0008	<0,003	—	0,01	4,2	0,003	—
11.	Kaveltorp	54	0,21	0,005	—	—	0,16	9,7	0,003	—
12.	Ljusnarsbergsfältet	58	0,10	0,0007	spår	—	0,25	7,6	0,003	—
13.	Hörken	55	0,07	—	—	—	0,46	7,5	0,01	—
14.	Stollbergsgruvan ..	52	0,25	—	0,013	—	0,45	12,6	—	—
15.	Dammbergsgruvan	44	0,08	—	0,003	—	0,73	19,5	—	—
16.	Lövåsens gruvor ..	47	0,11	0,0009	—	—	0,91	12,8	0,001	—
17.	Ryllshytte gruvor .	53	0,16	0,0007	<0,003	—	0,18	11,6	0,01	—
18.	Storfallsberget	49	0,12	—	0,003	—	1,43	12,9	0,001	0,001
19.	Saxberget	51	0,10	0,0007	0,003	—	0,21	10,2	—	—
20.	» ¹	10	—	0,001	—	—	0,45	20,0	0,01	0,003
21.	Garpenberg ¹	42	0,09	0,0005	—	—	0,51	14,7	0,003	—
22.	» ¹	40	—	0,0005	0,003	—	0,21	10,1	—	0,02
23.	Meltorp ¹	10	—	0,001	0,001	—	0,81	9,7	0,05	0,003
24.	S. Fältet, Danne-									
	mora	52	0,10	0,002	—	0,01	0,17	10,3	—	—
25.	Vattholmagr., Dan-									
	nemora	58	0,09	—	—	0,01	0,38	6,3	—	—
26.	Eknäsgruvan	50	0,12	—	0,004	—	0,79	11,3	0,003	—
27.	Bersbo, Åtvidaberg	54	0,12	0,0008	0,003	—	0,30	10,8	0,03	—
28.	Nya Ludvigsberg..	48	0,12	0,0009	—	—	0,31	16,4	0,03	0,003
<i>III. Prover från sulfidmalmer i Skelleftefältet.</i>										
29.	Boliden ¹	44	0,18	0,007	0,015	—	0,13	10,9	0,05	—
30.	Bjurträsk	40	0,12	—	0,04	—	0,18	20,0	—	0,003
31.	Bjurliden	56	0,18	0,0010	0,05	—	0,20	10,2	—	—
32.	»	51	0,12	0,0044	0,025	spår	0,14	13,1	—	—
33.	Ö. Högkulla	48	0,14	0,002	0,005	—	0,16	16,4	—	—
34.	»	54	0,19	0,01	0,006	—	0,06	12,1	—	—
35.	»	56	0,25	—	0,005	—	0,27	9,5	—	—
36.	»	46	0,18	0,0027	—	0,01	0,26	18,9	—	—
37.	»	52	0,15	0,0058	—	0,001	0,18	13,3	—	—
38.	»	46	0,23	0,0012	0,005	—	0,16	14,7	—	—

Tabell 6.

Analys nr	% Cu	% Ag	% Sn	% Pb	% Mg	% Al	% Si
<i>I. Prover från sulfidmalmer av fahlbandskaraktär.</i>							
1	—	0,01	—	0,5	<0,1	0,1	I
2	spår	spår	—	0,5	0,1	0,7	I
3	»	—	—	0,003	I	I	I
4	0,3	0,1	—	1,0	~10	~10	~10
5	I	0,002	—	—	0,3	0,7	0,3
<i>II. Prover från mellansvenska och sydsvenska karbonat-skarnmalmer och hårdmalmer.</i>							
6	1,5	0,01	—	0,3	<0,1	I	2
7	2	spår	—	0,5	0,1	spår	0,3
8	—	0,003	0,01	0,002	—	—	—
9	—	0,001	—	spår	>10	7	>10
10	0,5	0,01	—	0,002	0,1	spår	0,1
11	I	0,0003	—	I	<0,1	0,1	<0,1
12	spår	—	—	0,3	0,1	—	0,1
13	0,1	spår	—	2	I	—	0,3
14	<0,1	»	—	spår	spår	—	<0,1
15	—	—	—	—	0,1	0,1	0,3
16	3	spår	—	0,3	0,3	0,1	0,1
17	I	—	—	—	0,1	0,1	0,1
18	I	—	—	—	0,3	—	2
19	—	—	—	0,3	1,5	0,3	2
20	3	0,1	—	5	~10	2	>10
21	I	0,3	—	0,1	3	I	2
22	0,3	0,5	—	I	5	5	~10
23	0,3	0,5	—	3	~10	~10	>10
24	1,5	0,003	—	0,002	I	0,3	0,3
25	—	spår	—	0,01	0,1	0,7	I
26	0,1	—	—	I	0,3	0,2	2
27	I	0,003	—	—	spår	—	<0,1
28	<0,1	—	—	—	I	0,1	I
<i>III. Prover från sulfidmalmer i Skelleftefältet.</i>							
29	0,1	spår	—	0,003	I	2	5
30	I	—	0,02	spår	1,5	0,7	2
31	0,1	—	0,3	—	spår	0,7	0,3
32	0,1	—	0,1	—	0,3	0,1	I
33	I	0,001	0,01	0,3	0,1	0,1	0,1
34	0,3	0,001	0,02	0,5	—	—	0,3
35	0,1	—	—	spår	spår	—	0,1
36	—	—	0,04	0,5	»	—	0,1
37	0,1	0,001	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3
38	0,3	0,0003	0,3	spår	0,1	0,7	3

Forts. av tabell 5.

Analys nr	L o k a l	% Zn	% Cd	% Ga	% In	% Ge	% Mn	% Fe	% Co	% Ni
39.	Kristineberg		0,25	spår	0,08	—	0,014	5,9		
40.	Rävliden		0,1	0,003	0,003	—	0,5		—	0,001
41.	»	49	0,20	0,0028	—	—	0,43	12,0	—	0,001
42.	» 1.	51	0,11	0,009	—	—	0,10	10,3	—	—
43.	» 1.		0,2	0,003	0,003	—	0,5		—	0,001
44.	» 1.	41	0,08	0,0017	—	—	0,20	5,7	—	0,001
45.	» 1.	39	0,10	0,0024	0,003	—	0,58	8,0	—	—
46.	»		0,2	0,001	0,001	—	0,5		0,003	—
47.	»	51	0,19	0,0034	0,006	—	0,81	9,8	—	—
48.	»	45	0,28	0,0076	0,005	—	1,09	12,7	—	0,003
49.	» 1.	33	0,07	0,002	—	—	0,50	6,4	—	< 0,001
50.	» 1.		0,1	0,03	0,003	—	0,1		—	0,001
51.	» 1.	48	0,09	0,0012	—	—	0,27	8,2	0,003	—
52.	» 1.	46	0,13	0,0034	—	—	0,56	9,7	—	—
53.	» 1.	38	0,11	0,0033	0,001	—	0,42	9,1	—	—
54.	» 1.	38	0,05	0,0025	0,003	—	0,10	4,7	—	—
55.	» 1.	34	0,07	0,003	0,01	—	0,05	14,1	—	0,001
56.	Rävlidmyran	56	0,17	0,0042	—	—	0,19	7,1	0,003	—
57.	»	55	0,13	0,0014	—	—	0,32	10,3	—	—
58.	»	51	0,09	0,0011	—	—	0,20	8,2	—	—
59.	» 1.	53	0,08	0,0014	—	—	0,15	1,7	—	—
60.	Vindelgransele	54	0,12	0,0014	—	—	0,32	10,3	—	—
61.	»	43	0,10	0,0012	—	—	0,49	15,7	—	—

IV. Prover från urkalkstensförekomster.

62.	Pänninge kalkbrott	46	0,13	0,004	—	—	0,19	17,3	0,03	0,003
63.	Ängs »	58	1,0	0,0006	0,008	—	0,07	7,4	0,01	< 0,001
64.	Wrå »	53	0,10	—	—	—	0,18	12,2	0,001	—

V. Prover från postarkeiska (paleo- och mesozoiska) sediment.

65.	Mörbylånga	66	0,19	0,007	—	0,003	0,02	0,45	—	—
66.	Billingen	65	0,24	0,008	—	—	0,005	0,39	—	—
67.	Hunneberg	66	0,65	0,02	—	0,003	0,001	0,14	—	—
68.	Nygårdsbrottet ...	66	0,65	0,01	—	—	0,003	0,31	—	0,001
69.	Råbäck	66,5	1,0	0,01	—	—	0,003	0,2	—	—
70.	Visby	65	0,09	0,02	—	—	0,003	1,3	—	—
71.	»	66,5	0,08	0,01	—	—	0,003	0,15	—	—
72.	File kalkbrott	66,5	0,07	0,01	—	—	0,003	0,13	—	—
73.	Bjuv	65,5	0,18	0,05	—	—	0,004	0,66	—	—
74.	»	65	0,20	0,05	—	—	0,02	1,0	—	—
75.	Laisdalen	40	—	—	—	—	1	0,7	—	—

VI. Prover av zinkblände som sprick- och pegmatitmineral.

76.	Nordmarks odalfält	55	0,08	—	0,03	—	0,35	11,0	0,005	0,003
77.	Tabergsfältet	65	0,11	—	0,07	0,001	0,06	1,4	0,001	—
78.	Skuleboda	58	0,16	0,001	< 0,003	—	0,45	6,0	0,01	< 0,001

¹ Ej separerad zinkmalm.

² Cd-halt i ZnS, uppträdande i arsenikkisbreccia = 0,36 %.

Forts. av tabell 6.

Analys nr	% Cu	% Ag	% Sn	% Pb	% Mg	% Al	% Si
39	+++	spår	—	spår	—	—	—
40	—	0,003	—	0,2	0,1	0,1	~10
41	—	0,03	—	2	0,1	0,1	2
42	0,1	0,003	—	0,3	0,1	0,1	3
43	0,3	0,03	—	2	0,3	0,1	5
44	0,1	0,03	—	3	0,3	0,3	~10
45	0,3	I	—	5	3	3	5
46	—	0,001	—	I	I	—	3
47	0,1	0,0003	—	—	I	0,3	2
48	I,2	0,001	—	0,3	I	0,3	3
49	I	I	—	5	I	0,7	~10
50	0,1	0,03	—	3	0,1	0,1	3
51	—	0,1	—	3	0,1	—	5
52	—	0,3	—	5	0,7	0,1	5
53	0,1	0,3	—	5	0,1	0,1	5
54	I	I	—	5	3	I	~10
55	0,1	0,3	—	5	0,1	0,1	~10
56	—	0,0003	—	0,3	0,1	0,1	2
57	—	0,03	—	—	0,1	—	0,1
58	—	0,1	—	2	0,1	0,1	2
59	0,1	0,01	0,003	I	3	I	5
60	0,1	—	—	—	I	0,1	0,3
61	0,3	0,3	—	3	0,3	0,7	2

IV. Prover från urkalkstensförekomster.

62	I,5	0,002	—	—	0,1	0,1	2
63	0,1	spår	—	0,002	0,3	0,1	0,1
64	spår	»	—	—	<0,1	—	0,1

V. Prover från postarkeiska (paleo- och mesozoiska) sediment.

65	—	—	—	—	—	spår	0,1
66	spår	—	—	0,05	0,1	0,1	0,5
67	»	—	—	—	0,1	—	<0,1
68	—	—	—	—	0,1	spår	0,1
69	0,1	—	—	—	spår	»	0,1
70	—	—	—	—	0,5	—	0,1
71	0,1	spår	—	—	0,1	—	spår
72	spår	—	—	—	0,1	—	0,1
73	»	0,0003	0,003	—	0,5	—	<0,1
74	<0,1	spår	—	—	0,5	—	spår
75	0,1	0,1	—	10	I	I	~10

VI. Prov av zinkblände som sprick- och pegmatitmineral.

76	0,1	0,0003	—	—	spår	spår	<0,1
77	<0,1	—	—	—	<0,1	—	0,1
78	I	—	—	0,2	spår	0,15	0,1

Tabell 7. Antal atomer Cd, Ga, In, Mn och Fe per 100 atomer Zn.

Analys nr	Cd	Ga	In	Mn	Fe	Analys nr	Cd	Ga	In	Mn	Fe
I	0,05	—	—	0,36	3,96	38	0,29	0,003	0,006	0,41	37,7
2	0,14	0,0007	—	1,32	18,6	41	0,24	0,005	—	1,04	28,8
3	0,11	0,0006	0,003	0,08	9,3	42	0,13	0,017	—	0,29	23,6
4						45	0,16	0,06	0,004	1,8	24,0
5	0,25	0,015	0,015	15,6	46,6	47	0,22	0,006	0,007	1,90	22,6
6	0,10	0,0007	<0,003	0,06	6,1	48	0,36	0,02	0,006	2,88	33,0
7	0,22	0,004	—	0,28	26,6	49	0,12	0,006	—	1,80	22,7
8	0,28	—	—	1,13	20,9	51	0,11	0,002	—	0,68	20,2
9	0,78	0,003	—	1,18	57,8	52	0,17	0,007	—	1,46	24,8
10	0,22	0,0008	<0,003	0,02	8,0	53	0,17	0,008	0,002	1,32	24,0
11	0,22	0,009	—	0,35	20,7	54	0,08	0,006	0,005	0,31	14,5
12	0,10	0,001	spår	0,51	15,3	55	0,12	0,008	0,02	0,04	48,5
13	0,07	—	—	1,00	16,0	56	0,18	0,007	—	0,41	14,9
14	0,28	—	0,015	1,02	28,1	57	0,14	0,002	—	0,69	22
15	0,11	—	0,004	1,96	51,2	58	0,10	0,002	—	0,47	18,9
16	0,14	0,002	—	2,3	31,3	59	0,09	0,003	—	0,34	3,8
17	0,18	0,001	<0,003	0,41	25,6	60	0,13	0,002	—	0,70	22,3
18	0,13	—	0,004	3,48	31,0	61	0,11	0,003	—	1,35	42,7
19	0,11	0,001	0,003	0,49	23,4	62	0,16	0,007	—	0,49	44,2
20						63	1,0	0,001	0,009	0,14	14,9
21	0,13	0,001	—	1,45	41,0	64	0,11	—	—	0,41	26,9
24	0,11	0,004	—	0,39	23,2	65	0,17	0,01	—	0,04	0,81
25	0,07	—	—	0,78	12,7	66	0,21	0,01	—	0,009	0,70
26	0,14	—	0,005	1,9	26,5	67	0,58	0,03	—	0,002	0,25
27	0,13	0,0015	0,003	0,66	23,5	68	0,58	0,02	—	0,006	0,55
28	0,14	0,002	—	0,77	40,0	69	0,89	0,015	—	0,006	0,36
29	0,24	0,02	0,02	0,36	29,2	70	0,08	0,023	—	0,006	2,3
30	0,17	—	0,04	0,57	59,0	71	0,07	0,017	—	0,006	0,27
31	0,19	0,002	0,05	0,43	21,2	72	0,06	0,016	—	0,006	0,23
32	0,14	0,008	0,03	0,33	30,2	73	0,16	0,065	—	0,007	1,2
33	0,17	0,004	0,006	0,40	40,4	74	0,18	0,065	—	0,04	1,8
34	0,20	0,02	0,006	0,13	26,2	75	—	—	—	3	2,1
35	0,26	—	0,005	0,58	19,8	76	0,08	—	0,03	0,76	23,5
36	0,23	0,006	—	0,68	48,5	77	0,095	—	0,06	0,11	2,5
37	0,17	0,01	—	0,43	30,0	78	0,16	0,0025	0,001	0,92	12,1

Tabell 8. Halter av Hg, As, Sb och Bi.

Analys nr	Hg	As	Sb	Bi	Analys nr	Hg	As	Sb	Bi
7	—	—	+	++	42	+++	+	+	—
9	+++	—	—	—	44	+	++	+++	—
10	—	—	+++	—	45	—	++	++	—
11	—	—	—	+++	49	—	—	+++	—
13	—	—	—	++	51	—	—	+	++
17	—	++	—	—	52	—	—	+	—
23	—	—	+	+	53	—	—	++	—
25	—	++	—	—	54	+	—	+++	—
29	+	+++	+	+	56	+++	—	—	—
31	—	+++	—	—	57	+	—	—	—
33	—	—	+	—	58	++	—	—	—
34	—	—	+++	—	59	—	—	++	+
36	—	—	+++	—	61	—	—	++	—
37	—	—	++	—	65	—	+	—	—
38	+	—	—	—	69	—	+	—	+
41	+++	+	+++	—	74	+	—	—	—

+ = svag linje
++ = medelstark linje
+++ = stark linje

Diskussion av analysresultaten.

A. De analyserade elementens fördelning och uppträdande i zinkblände.

På grundval av de i denna undersökning erhållna analysresultaten diskuteras här nedan de olika analyserade elementen, ordnade efter atomnummer i periodiska systemet. De litofila elementen Mg, Al och Si, som äro bundna i gångartsmineral, äro ej upptagna till diskussion.

Koppar.

Koppar påvisades i större delen av de undersökta zinkbländena. Endast i ett 20-tal av proven observerades ej Cu-linjer. Då Cu-halterna åtminstone till övervägande del äro betingade av närvaron av kopparmineral, främst kopparkis, bestämdes Cu endast för att få en uppfattning om zinkbländets förorening av dessa mineral. Mindre Cu-halter än 0,1 % ha därför ej bestämts. I vissa fall erhöles trots separation så höga värden som 1—3 % Cu, observerade i zinkbländan från kopparmalmerna i Lövåsen och Falun. Svårigheterna att befria proven från kopparkis bero, som förut nämnts, på nära nog överensstämmande spec. vikt för zinkblände och kopparkis.

Ett studium av polerprov från fyndigheter med starkt kopparhaltiga zinkbländan visar i regel rikligt med kopparkisneslutningar, vilka få tolkas som avblandningar ur zinkblände, som ursprungligen fört Cu i fast lösning. Det

vore av intresse att undersöka, huruvida några nämnvärda halter av Cu kvarblivit i zinkbländegittret efter avblandning. Oftedal anser detta icke vara fallet beträffande norska zinkbländen (28). Enligt Erämetsä inträder ev. 1-värt Cu tillsammans med 3-värt In i ZnS-gittret, och där ersättande Zn (4).

Silver.

Silverhalterna i ZnS torde i många fall vara att hänföra till inneslutningar av silverhaltig blyglans. Huruvida något Ag är bundet i fast lösning i ZnS, är ett problem, som fordrar ytterligare undersökningar. Proportionen Ag : Pb i de undersökta zinkbländena är mycket växlande (1 : 10—1 : 1 000). I flera fall (Sala, Björskogsnäs m. fl.) överstiger Ag-halten betydligt Pb-halten eller uppträder Ag utan påvisbart Pb. Ag är då sannolikt bundet i Ag-haltiga sulfomineral (fahlerz, pyrargyrit, proustit). Det kan även uppträda som gediget silver i finfördelad form.

Kadmium.

Kadmiums geokemi är ännu rätt ofullständigt känd. Karakteristiskt är dess utpräglat kalkofila egenskaper. Kadmium bildar som sulfid (CdS) ett självständigt mineral, greenockit, som dock är relativt sällsynt. Genom sin ställning som tvåvärt element i samma sidogrupp som zink i periodiska systemet är kadmium nära besläktad med detta element. Det uppträder i nästan alla zinkbländen och wurtziter och då sannolikt i fast lösning. Detta antagande bestyrkes enligt Gratton och Harcourt av att elementarcellerna för CdS och ZnS ha rätt överensstämmande dimensioner (14). Halterna växla vanligen mellan 0,05 och 2 %. Extremvärden för zinkbländen, undersökta av Oftedal, äro 0,001 och 4,5 %. Den vid lägre temperatur bildade wurtziten är oftast kadmiumrikare än zinkblände.

Kadmiumhalten i svenska zinkbländen uppvisar i regel rätt små variationer. Det övervägande antalet analyser ligger mellan 0,1 och 0,3 %, vilket framgår av nedanstående tabell.

Halt i %	Antal analyser	% av alla analyser
> 0,5	4	5,2
0,3 —0,5	0	0
0,1 —0,3	54	70,1
0,05—0,1	16	20,8
0,01—0,05	0	0
< 0,01	3	3,9

Medeltalet för alla analyser är 0,173 %. Den övre litosfärens Cd-halt är skattad till $5,10^{-5}$ % enligt V. M. Goldschmidt och H. Hörmann (12). Anrikningsfaktorn för Cd i zinkblände blir då på grundval av dessa värden = 3 460, vilket visar, att Cd anrikas i utomordentligt hög grad i zinkblände.

Enligt Gratton—Harcourt skulle det finnas en tydlig tendens till ökning av Cd-halten med sjunkande bildningstemperatur för zinkbländen. Apomagma-

tiska-hydrotermala zinkbländeförekomster skulle alltså vara Cd-rikare än de högttemperaturbetonade perimagnetiska. Oftedal kunde dock ej med säkerhet fastställa relation mellan Cd-halter och bildningstemperatur. Zinkbländen med över 1 % Cd skulle emellertid enligt honom härröra ur förekomster, som bildats vid rel. låg temp. Resultatet av mina egna undersökningar i denna fråga diskuteras i samband med den statistiska behandlingen av elementfördelningen i ZnS.

Kvicksilver.

Kvicksilverhalterna ha endast angivits enligt en relativ skala (se tabell 8). Hg i anmärkningsvärda halter har endast observerats i zinkbländen från Sala, Rävlidmyran och Rävliiden. Hg är sedan länge känt från Sala, där det uppträder dels som cinnober, dels i gedigen form eller amalgamerat med Ag (35). Huruvida något Hg är bundet i zinkbländegittret är osäkert. Kvicksilvers jonradie förefaller vara väl stor för att tillåta ett utbyte mot Zn^{+2} .

Gallium.

Gallium är icke något mineralbildande element utan uppträder accessoriskt i en hel rad olika mineral. Det är sedan länge känt, att Ga gärna anrikas i zinkbländen och sålunda visar tydligt kalkofila egenskaper. Men redan Hartley-Ramage's undersökningar (1897) visade, att Ga även har stor utbredning i silikatmineral, där det uppträder tillsammans med Al, isomorft ersättande detta element (16). Goldschmidt jämte medarbetare ha påvisat, hur Ga anrikas med Al i restlösningar ur silikatmagman (9). Goldschmidt och Peters visade även, att zinkblände från Ivigtut för mera gallium än den aluminiumrika kryoliten från samma förekomst. Denna fördelning antyder, att Ga vid närvaro av sulfider inom vissa temperatur-intervaller har större benägenhet att bindas i dessa än i aluminiumförande mineral.

Det egendomliga förhållandet, att 3-värt gallium hellre anrikas i zinkblände än andra sulfider förklaras av Goldschmidt bero på bildning av GaAs, vilken är nästan isomorf med ZnS (elementarcell ZnS = 5,418 Å, GaAs = 5,637 Å)

Gallium-halterna i svenska zinkbländen fördela sig enligt följande tabell:

Halt i %	Antal analyser	% av analyser
0,01 — 0,05	11	13,2
0,005 — 0,01	9	10,8
0,001 — 0,005	35	42,2
0,0005 — 0,001	13	15,7
0,0001 — 0,0005	3	3,6
< 0,0001	12	14,5

Medeltalet för alla galliumanalyser är 0,0045 %, motsvarande atomproportionen Ga : Zn = 1 : 13 700. Under förutsättning, att den övre litosfärens medelhalt av Ga är 0,0015 % (enl. V. M. Goldschmidt), innebär en medelhalt i

ZnS av 0,0045 % Ga en 3-faldig anrikning i förhållande till litosfärens medelhalt (12).

Enligt Stoiber, Gratton och Harcourt samt Oftedal anrikas Ga framförallt i lågtemperaturzinkbländen. Undersökningen av svenska zinkbländen gav i stort sett samma resultat. Till detta återkommer jag i samband med den statistiska behandlingen av materialet.

Indium.

Indiums kalkofila egenskaper äro mera utpräglade än galliums, detta i överensstämmelse med Goldschmidts teori, att kalkofilin växer med stigande joniseringsspänning.

Indium bildar ej något självständigt mineral. Det viktigaste indiumhaltiga mineralet är zinkblände, i vilket det enligt Goldschmidt, Barth och Lunde skulle uppträda i 2-värd form. Emellertid är differensen mellan jonradierna för In^{+2} och Zn^{+2} så stor (Zn 0,83, In 1,43 Å), att de knappast kunna ersätta varandra i samma gitter. Enligt Erämetsä skulle 3-värd indium passa bättre i zinkbländegittret (4). För att upprätthålla elektroneutralitet måste då samtidigt atomer av ett 1-värd positivt element ersätta 2-värda zinkatomer i ett antal, som motsvarar de inträdande indiumatomerna. Erämetsä antar, att koppar eventuellt skulle kunna inträda samtidigt med indium i zinkbländegittret. Denna fråga är emellertid synnerligen svårlost, då indium-halterna äro så små, att de i gittret inträdande kopparmängderna bli synnerligen obetydliga i jämförelse med den i zinkbländet uppträdande kopparn (i avblandad kopparkis och andra Cu-mineral).

Indiumhalterna fördela sig procentuellt i olika koncentrationsklasser enligt öljande tabell:

Halt i %	Antal analyser	% av alla analyser
> 0,05.....	1	1,2
0,01—0,05.....	9	11,1
0,005—0,01.....	8	9,9
0,001—0,005.....	21	25,9
< 0,001.....	42	51,9

Svenska zinkbländen äro ganska In-fattiga. Mer än 50 % av de analyserade proven uppvisade halter < 0,001 %. Högsta iakttagna halt 0,08 % iaktogs i ett ljust zinkblände från Kristineberg i Skelleftefältet.

Medeltalet för alla analysvärden = 0,0047 %. Den övre litosfärens medelhalt av In är enligt V. M. Goldschmidt $1,10^{-5}$ % (12). Anrikningsfaktorn för In i zinkblände är då 470, alltså betydligt lägre än motsvarande faktor för Cd men högre än för Ga.

Oftedal och Stoiber funno, att In-halterna nå ett maximum i zinkbländen, bildade under tämligen intermediära temperaturförhållanden, d. v. s. vid något högre temperatur än Cd-, Ga-, Hg- och Ge-rika zinkbländen. Indiums fördel-

ning på olika svenska zinkbländetyper diskuteras i samband med den statistiska behandlingen av analysmaterialet.

Germanium.

Germanium uppträder övervägande i sulfidmineral och har därför av V. M. Goldschmidt räknats till de kalkofila elementen. Genom senare undersökningar av Goldschmidt och Peters (10) samt Papish (29, 30, 31) har det emellertid visat sig, att germanium i små mängder även har stor utbredning i silikat, vilket är att vänta på grund av kisels och germaniums kristallkemiska likheter.

Beträffande förekomst av germanium i zinkblände finnes en stor litteratur. Främst bör nämnas Papish's och Goldschmidt-Peters' arbeten. Elementet anrikas särskilt i hydrotermalt bildade zinkbländen. De högsta halterna observerades av Goldschmidt och Peters i zinkbländen, bildade vid låg temperatur ur vattenhaltiga lösningar. Germanium har även iakttagits i relativt höga halter i hydrotermala wurtziter.

Enligt Goldschmidt och Peters skulle germanium uppträda i fast lösning i zinkblände eller också som atomärt löst germanium ersättande zink och svavel.

De höga bildningstemperaturerna för svenska zinkbländen synas i regel ha motverkat ett upptagande av germanium. Endast i 8 zinkbländen observerades säkra Ge-linjer, övriga visade inga spår av detta element. Lägsta iakttagna germaniumhalt var 0,001 %. Höga halter, 0,01 %, iakttogos i prover från Danemora och Ö. Högkulla. Hydrotermala zinkbländen från alunskiffrar (Hunneberg, Mörbylånga) föra 0,003 % germanium. Anmärkningsvärt är, att germanium ej kunnat påvisas i mer än 2 zinkbländen av sistnämnda typ, vilken sannolikt är bildad vid en för germaniumanrikning gynnsam temperatur.

Tenn.

Förekomst av tenn i zinkbländen från Västerbottens-malmerna Ö. Högkulla, Bjurliden och Bjurträsk är sannolikt till övervägande del betingad av närvaro av tennkis, som påvisats kalkografiskt i zinkbländen från Ö. Högkulla av S. Gavelin (6). Tennkisen uppträder dels som inneslutningar i zinkbländet, dels förträngande samma mineral. Tenn har dessutom påvisats vid kemisk analys av zinkmalm från Bjurliden. I Ö. Högkulla och Bjurliden ha så höga halter som 0,3 % Sn påvisats spektralanalytiskt. I Bjurträsk är tennhalten lägre (0,02 %). I övrigt har tenn konstaterats i prover från Sala (0,01 %) och från Bjuv (0,003 %). Huruvida tenn även i dessa fall förekommer som tennkis är ännu ej klarlagt.

Enligt Oftedal upptages Sn övervägande av blyglans över en viss bildningstemperatur och av zinkblände under samma temperatur.

Bly.

Bly förekommer mer eller mindre rikligt i flertalet undersökta zinkbländen. Exceptionellt mycket bly föra de prov, som ej separerats. Blyhaltiga zinkblän-

den visa sig vid studium av polerprov alltid blyglansförande. Tillsammans med blyglans uppträda i Västerbottens-malmer även blyhaltiga sulfomineral (boulangerit, bournonit, jamesonit, geokronit, falkmanit) påvisade av S. Gavelin i Malänäsfältet (6) och av O. Ödman i Boliden (37). Även i Sala ha flera blyförande sulfomineral observerats (35). De blyhalter, som observerats, äro sannolikt helt orsakade av nu nämnda blymineral, dock främst blyglans. I zinkbländegittret torde knappast något bly upptagas.

Arsenik.

Arsenik är huvudsakligen bundet i arsenikkis, en del även i arsenikhaltiga sulfomineral. Enligt V. M. Goldschmidt upptages ev. As i form av GaAs i zinkbländegittret (jfr Gallium. sid. 21).

Arsenik, liksom även antimon och vismut, har ej bestämts kvantitativt utan blott bestämts enligt samma metod som förut kvicksilver. Särskilt arsenikrika zinkbländen härröra från Bjurliden och Boliden. Tydliga arseniklinjer observerades även i spektra av prover från Rävliiden, Ryllshyttan och Dannemora.

Antimon.

I Västerbottens-malmerna uppträda rikligt med antimonförande sulfomineral, vilka beskrivits av S. Gavelin (6) och O. Ödman (37). Spektralanalytiskt har även antimon påvisats i ett stort antal zinkbländeprover från dessa fyndigheter, varför antimonhalten sannolikt är betingad av dessa sulfomineral (tetraedrit, boulangerit, bournonit, jamesonit m. fl.). Dessa uppträda gärna sammanvuxna med blyglans. Detta förhållande avspeglas i en viss korrelation mellan antimon- och blyhalterna.

Antimon har även iakttagits i större mängd i zinkblände från Björkskogs-näs kalkmalm (35).

Vismut.

Vismut har observerats i ett fåtal prover. Största mängden vismut torde förekomma i zinkblände från Kaveltorp. I O. Ödmans beskrivning av Kaveltorps-malmen omnämnes gedigen vismut bland malmineralen (38). Sannolikt förekommer vismut i denna form i zinkbländet.

Mangan.

Mangan ingår som MnS i fast lösning i zinkblände. Ett inträde av Mn gynnas av stor likhet i jonradier för Mn^{+2} och Zn^{+2} (resp. 0,91 och 0,83 Å). Enligt Stoiber, Graton och Harcourt samt Oftedal gynnas upptagande av Mn i ZnS av hög bildningstemperatur, vilket bekräftas av föreliggande undersökning. Till detta återkommer jag i ett senare sammanhang.

Mangan har iakttagits i alla undersökta svenska zinkbländen i halter, varierande mellan 5,4 % och 0,001 %. Halterna fördela sig procentuellt på olika koncentrationsklasser enligt följande tabell:

Halt i %	Antal analyser	% av alla analyser
> 1,0.....	3	3,7
0,8 — 1,0.....	4	4,9
0,6 — 0,8.....	2	2,4
0,4 — 0,6.....	11	13,4
0,2 — 0,4.....	15	18,3
0,1 — 0,2.....	29	35,3
0,05 — 0,1.....	3	3,7
0,01 — 0,05.....	6	7,3
< 0,01.....	9	11,0

Järn.

På grund av sin med Zn^{+2} överensstämmande jonradie (0,83 Å) upptages Fe^{+2} lätt i zinkblände, där det ersätter Zn. Zinkblände kan alltså betraktas som en fast lösning av FeS i ZnS .

Järnhalterna i här undersökta zinkbländen varierade mellan 20 % och 0,12 %. Analysvärdena fördela sig enligt följande tabell:

Halt i %	Antal analyser	% av alla analyser
> 20.....	1	1,3
15 — 20.....	9	11,5
10 — 15.....	27	34,6
5 — 10.....	22	28,2
1 — 5.....	9	11,5
0,5 — 1.....	2	2,6
0,1 — 0,5.....	8	10,3

Medeltalet för alla Fe-analyser är 8,78 %. Medelhalten för järn i övre lito-sfären är skattad till 5,0 % (12). Anrikningen av Fe i zinkblände är alltså relativt obetydlig.

Undersökningen bekräftar den sedan gammalt kända relationen mellan färg och järnhalt. Mycket järnfattiga zinkbländen (< 2 %) äro nämligen ljusare än de järnrikare. Zinkbländen från yngre sediment med mycket låg Fe-halt äro t. o. m. ljust gula och nästan genomskinliga. Fe-halten synes även vara betingad av temperaturförhållandena, i det att hög temperatur gynnar inträde av Fe i ZnS .

Järnrika zinkbländen föra i regel avblandad magnetkis och kopparkis i olika proportioner. Närvaron av dessa mineral antyder, att zinkbländet ursprungligen kan ha varit järnrikare men med ändrade tryck- och temperaturbetingelser blivit instabilt.

Kobolt.

Kobolt inträder ofta som accessoriskt element i sulfidmineral, framförallt i arsenikkis och pyrit men även i magnetkis och zinkblände. Enligt Oftedal

gynnas upptagande av kobolt i zinkblände av hög temperatur. Detta resonance synes även vara tillämpligt i viss mån för svenska zinkbländen. Co brukar nämligen gärna uppträda i de högttemperaturbetonade kalk-skarnmalmszinkbländena. Det är mera sällsynt i zinkbländen från Skelleftefältets malmer och postarkeiska sediment.

Lägsta iakttagna halt av Co var 0,001 % och högsta 0,05 %.

Nickel.

Nickel uppträder mera sporadiskt i zinkbländen, sannolikt endast som beståndsdel i förorenande magnetkis. Lägsta iakttagna halt var 0,001 %.

B. Diskussion av analysresultaten i belysning av zinkbländets geologiska förekomstsätt.

Analysresultaten komma här att diskuteras med hänsyn tagen till det geologiska och mineralparagenetiska förband, i vilket de olika zinkbländetyperna uppträda. De undersökta zinkbländena kunna på dessa grunder uppdelas i följande grupper:

- A. Zinkbländen från sulfidmalmer i den mellansvenska leptitformationen.
 1. Zinkbländen från sulfidmalmer av fahlbandstyp.
 2. Zinkbländen från Bergslagens sulfidmalmer av kalk-skarnmalmstyp.
 3. Zinkbländen från sulfidmalmer av brecciemalmstyp.
 4. Zinkbländen från sulfidmalmer av kalk-skarnmalmstyp inom Upplands leptitformation (i förband med järnmalmer).
- B. Zinkbländen från sulfidmalmer i S. Östergötlands och Smålands leptitformation.
- C. Zinkbländen från sulfidmalmer i Skelleftefältet.
- D. Zinkbländen i mineraliserade urkalkstensförekomster.
- E. Zinkbländen i paleozoiska och mesozoiska sediment.
- F. Zinkbländen som sprickmineral.
- G. Zinkbländen som pegmatitmineral.

A. Zinkbländen från sulfidmalmer i den mellansvenska leptitformationen.

1. Sulfidmalmer av fahlbandstyp.

Inom denna grupp sammanföras zinkbländen från sulfidmalmer, som uppträda i form av uthålliga impregnationszoner i en nästan oomvandlad leptitberggrund. Skarn- och karbonatbergarter liksom kvartsiter och glimmerskiffrar förekomma ej eller endast underordnat. Zinkmalmen vid Åmmeberg är den mest typiska representanten för denna malmtyp. Andra sulfidmalmer av samma karaktär äro Vena koboltmalm, svavelkismalmen vid Dylta och Ervalla samt Doverstorps svavelkismalm. Dessa malmer betraktas dels som syn-

genetiska, alltså bildade samtidigt med omgivande leptiter, dels som epigenetiska utfällningar i den leptitiska berggrunden. Alla fyndigheterna uppträda en zon, som omsluter det sörmländska gnejsområdet, ett förhållande som N. H. Magnusson har understrukt. Zonen är enligt Magnussons uppfattning att tyda som en utfällningszon i anslutning till migmatitfronten, i vilken från migmatiten avdrivna sulfider fixerats. (Muntligt meddelande.)

1. *Ämmebergsfältet*. 3 zinkbländepröver äro analyserade. Ett av proven är från Godegårdsgruvan, de båda andra äro ej närmare lokaliserade.

Prov 1. Ljust zinkblände. Provet är något förorenat av blyglans och kvarts.

Prov 2. Mörkare zinkblände, något förorenat av blyglans och gångarter.

Prov 3. Godegårdsgruvan. Grovspatigt, brunt zinkblände, förorenat av gångartsmineral (Mg 1 %, Al 1 %, Si 1 %).

2. *Vena koboltgruva*. Analysprovet är taget från Schaumkels gruva och utgöres av ett mörkt zinkblände, vilket är kraftigt förorenat av gångartsmineral. Även blyhalten är hög. Analysvärdena äro därför något osäkra.

3. *Sättagruvan, Doverstorp*. Provet utgöres av zinkblände i förband med magnetkis. Det är förorenat av något kopparkis.

	% Cd	% Ga	% In	% Ge	% Mn	% Fe	% Co
Ämmebergsfältet Prov 1	0,05	—	—	—	0,19	2,1	—
» » 2	0,13	0,0004	—	—	0,60	8,6	0,003
» » 3	0,11	0,0004	0,003	—	0,04	4,6	»
Vena koboltgruva	0,3	0,001	0,01	—	0,22	7,7	0,05
Sättagruvan, Doverstorp	0,18	0,006	0,01	0,001	5,4	16,4	—

Analysresultatet visar stora differenser i elementfördelningen. Speciellt Doverstorp med sina höga Mn- och Fe-värden skiljer sig skarpt från de övriga typerna. Detta zinkblände uppträder också i en Fe-rik (och sannolikt Mn-rik) miljö. Fahlbanden i Doverstorp utgöres ju huvudsakligen av FeS_2 och FeS .

Anmärkningsvärt är även den ojämna fördelningen av speciellt In och Co. Den höga Co-halten i Vena är betingad av miljöns Co-rikedom, ett typiskt exempel på den lokala elementfördelningens betydelse för zinkbländets kemiska sammansättning.

De analyser, som föreligga från Ämmebergsfältet, tala icke för några större differenser i elementfördelningen (möjligen med undantag av Mn). I stort sett kan sägas om detta fält, att dess zinkbländen föra rätt låga halter av spår-element. Enligt de synpunkter, som framförts av Stoiber m. fl. forskare, skulle den låga Mn- och Fe-halten innebära en låg bildningstemperatur för zinkbländet.

Det är emellertid mycket vanskligt att draga några slutsatser rörande bildningsbetingelserna utan kännedom om den regionala elementfördelningen dels inom varje fyndighet och dels inom hela den malmgenetiska provinsen.

2. Bergslagens zinkmalmer av kalk-skarnmalmstyp.

Zinkblände förekommer i förband med andra sulfidmineral, dels tillsammans med skarn, vilka bildats genom metasomatiska omsättningar i kalkstenar och dolomiter, dels i ännu bevarade rester av dessa karbonatbergarter. Där skarnbildning varit intensiv, äro kalkstenarna dolomitiserade.

Till denna grupp föras nästan alla Bergslagens zinkmalmer. Med hänsyn till skarn- och sulfidmineralassociationer kunna zinkbländen av denna typ grupperas på följande sätt (i huvudsak i enlighet med P. Geijer) (7):

a) Falutyp. Svavelkis med mindre mängder magnetkis, kopparkis, zinkblände och blyglans i förband med aktinolit och tremolit. Falu kalkiga kisstockar.

b) Salatyp. Zinkblände och blyglans med malakolit- och tremolitskarn. Sala, Björkskogsås.

c) Kaveltorp-Ljusnarsbergstyp. Zinkblände och blyglans med tremolit-aktinolit-antofyllitskarn. Järnrika kiser med biotit-hornbländeskarn. Kaveltorp, Ljusnarsberg. Hörken.

d) V. Silvbergstyp. Zinkblände och blyglans med granat, hornblände (eller pyroxen) och flusspat. Västra Silvberg, Lövåsen, Ryllshyttan, Storfallsberget.

e) Saxbergstyp. Skarnmalmer i förband med brecciemalm. Saxberget, Garpenberg.

a) Zinkblände av Falu-typ.

Malmen ligger i cordierit-antofyllitförande kvartsit. Zinkbländet uppträder huvudsakligen i kisstockarna, som bildats genom förträngning av kalksten och dolomit. Malmen i kisstockarna är en finkornig pyrit, i vilken andra sulfider (zinkblände, blyglans, magnetkis, kopparkis) uppträda i växlande mängder. Tremolit och aktinolit uppträda inom kisstockarna som skarnmineral i nära samband med kalksten. I zinkrika kiser är tremolit vanligast.

Analysprovet är taget ur mörkt grovkristallint zinkblände, vilket är genomådrat av kopparkis. Zinkbländet visar i polerprov avblandad kopparkis och magnetkis. Kopparkhalten i provet är hög (2 %). Något bly förekommer även (0.5 %). Elementhalterna i ZnS av denna typ äro (i %):

Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
0,19	0,002	—	—	0,12	11,6	—

Zinkbländet är snarast att parallellisera med Kaveltorpstypen med hänsyn till sin halt av accessoriska element.

b) Zinkblände av Sala-typ.

1. Sala gruva. Zinkbländet i Sala gruva förekommer enligt N. Zénzén mest som impregnation direkt i kalksten eller dolomit men även i förband med skarnmineral, vanligen tremolit och malakolit (salit) (35). Ofta uppträder

brecciemalm med skarpkantade dolomitstycken sammankittade av ljusbrunt zinkblände och dolomitspat. Zinkmalmen innehålla alltid blyglans, vilken är känd som en av de silverrikaste i världen.

Förutom zinkblände och blyglans uppträda pyrit och magnetkis mera allmänt.

Två prover från Sala gruva äro undersökta, dels ett mörkt grovkristallint, kompakt zinkblände, dels ett ljust zinkblände av den breccieartade malm-typen. Det sistnämnda är mycket förorenat av skarnmineral.

2. *Björkskogsnäs*. Brunt zinkblände och blyglans uppträda enligt Tegengren tillsammans med tremolitskarn och dolomit (35).

En mycket kraftig Sb-linje visar, att zinkbländeprovet är förorenat av Sb-haltiga mineral, sannolikt sulfomineral. Cu- och Ag-halter tyda ev. på närvaron av fahlerz. Geokronit är förut påvisad av G. Nauckhoff, men då ej As iakttagits i provet, synes detta ej förekomma i zinkbländet.

Följande analysvärden erhöles (i %):

Lokal	Cd	Ga	In	Sn	Mn	Fe	Co
Sala (mörkt zinkblände)	0,27	—	—	0,01	0,53	9,9	0,03
» (ljust »)	0,27	0,0007	—	—	0,20	9,9	0,03
Björkskogsnäs	0,23	0,0003	< 0,003	—	0,01	4,2	0,003

c) Zinkbländen av Kaveltorp-Ljusnarsbergs-typ.

Redogörelsen för zinkbländets uppträdande bygger främst på N. H. Magnussons arbete över Ljusnarsbergsfältet (25). Karakteristiskt för denna grupp är sulfidmineralens fördelning på de olika skarntyperna. De järnförande sulfiderna följa de mörka biotit-hornbländeskarnen, medan zinkblände och blyglans äro huvudsakligen i förband med ljusa järnfattiga skarn (tremolit-antofyllit-cummingtonitskarn). Denna fördelning är enligt Magnusson betingad av antingen en uppdelning av malmlösningarna i en järnrik och en järnfattig fraktion eller en selektiv utfällning av järn mot leptitkontaktarna (22). Kvartsitomvandlingen inemot sulfidmalmen är ofta intensiv.

1. *Kaveltorp*. Det analyserade provet är ett grovt mörkt zinkblände, ganska förorenat av blyglans (1 % Pb) och kopparkis (1 % Cu). I zinkbländet uppträder även avblandad FeS som stavar och rundade korn. Mycket starka Bi-linjer ange närvaro av Bi-mineral, sannolikt gedigen vismut eller vismutglans, som påvisats av O. Ödman (35).

2. *Ljusnarsbergsfältet*. Provet består av svart, kompakt zinkblände, i det närmaste fritt från koppar och något blyförande. Endast obetydligt av silikatmineral var närvarande.

3. *Hörkens molybdengruvor*. Provet utgöres av mörkt zinkblände. I stoff uppträder zinkblände med blyglans, kalksten och mörkgrön pyroxen. Analysen utvisar även hög blyhalt (2 %). Även en del silikatmineral förekomma (1 % Mg, 0,3 % Si).

Analysvärden för zinkbländen från dessa förekomster framgå av följande tabell (i %):

Lokal	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Kaveltorp	0,21	0,005	—	—	0,16	9,7	0,003
Ljusnarsbergsfältet	0,10	0,0007	spår	—	0,25	7,6	0,003
Hörkens molybdengruvor	0,07	—	—	—	0,46	7,5	0,01

d) *Zinkbländen av V. Silvbergstyp.*

Till denna grupp föras zinkbländen, som uppträda framför allt med blyglans men även andra sulfidmineral (kopparkis, svavelkis, magnetkis) i kalkstenar och flusspatrika hornblände-pyroxen-granatskarn. Kalkstenar och skarnmineral äro ofta Mn-rika (V. Silvberg). Zinkbländen från V. Silvbergsfältet, Lövåsens, Ryllshytte gruvor och Storfallsbergets gruvor äro av denna typ.

I nära anslutning till sulfidmalmerna uppträda järnmalmer inom V. Silvbergsfältet (Stollbergsgruvan) och Ryllshytte gruvor.

1. *V. Silvbergsfältet.*

a. *Stollbergsgruvan.* Provet utgöres av grovpatigt mörkt zinkblände. I polerprov observerades en del avblandad FeS. Provet är för övrigt ovanligt fritt från föroreningar.

b. *Dammbergsgruvan.* Zinkblände och blyglans bilda tillsammans med granat-hornbländeskarn och stora mängder flusspat en förträngningsbreccia i kalkstenen. Provet är något förorenat av silikatmineral.

2. *Lövåsens gruvor.* Det analyserade zinkbländet är mycket mörkt och relativt grovkristallint. Kopparkishalten är hög (3 % Cu). En del blyglans är också närvarande (0,3 % Pb). Provet är f. ö. ganska rent.

3. *Ryllshytte gruvor.* Det analyserade provet är hämtat ur kompakt grovkristallint zinkblände, som i polerprov visar små stavar och droppar av avblandad FeS. Något kopparkis förekommer även.

4. *Storfallsberget.* Det mörka zinkbländet uppträder enligt P. Geijer insprängt eller samlat i klumpar i vit, grovkristallin kalksten med rödbrun granat och ljusgrön pyroxen samt något flusspat (7). Zinkblände är det helt dominerande malmineralet.

Analysprovet är förorenat av kopparkis (Cu 1 %).

Följande analysvärden erhöles (i %):

Lokal	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Stollbergsgruvan	0,25	—	0,013	—	0,45	12,6	—
Dammbergsgruvan	0,08	—	0,003	—	0,73	19,5	—
Lövåsen	0,11	0,0009	—	—	0,91	12,8	0,001
Ryllshyttan	0,16	0,0007	< 0,003	—	0,18	11,6	0,01
Storfallsberget	0,12	—	0,003	—	1,43	12,9	—

e) Zinkbländen av Saxbergstyp.

1. *Saxberget*. Redogörelsen för de geologiska förhållandena inom fyndigheten grundar sig på P. Geijers och S. Landergrens iakttagelser (7, 21). Skarnmalmen uppträder i förband med dolomit och kalksten samt stora skarnmassor (antofyllit, aktinolit).

Provet är något blyhaltigt (0,3 % Pb). Det är dessutom rätt förorenat av skarnmineral (1,5 % Mg, 0,3 % Al, 2 % Si). I polerprov observerades FeS som ådror i zinkbländet.

2. *Garpenbergs odalfält*. Zinkblände uppträder tillsammans med blyglans företrädesvis i »blötmalmer» i förband med ett aktinolit-tremolitskarn. Större partier av blymalm finnas även i zinkmalmen.

Något zinkblände ingår även i komplexmalmerna, vilka främst föra pyrit, kopparkis och magnetkis i järnrika skarn (biotit, hornblände). Garpenbergs skarnmalm uppvisar stora likheter med Kaveltorpstypen.

Följande analysvärden erhöles (i %):

Lokal	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Saxberget	0,10	0,0007	0,003	—	0,21	10,2	—
Garpenberg	0,09	0,0005	—	—	0,51	14,7	0,003

Sammanfattning av analysresultatet för zinkbländen av kalk-skarnmalmstyp:
Följande tabell återger medelvärden för elementhalter (i %) i de till denna grupp förda zinkbländetyperna. De äro ordnade efter stigande Fe-halt.

Typ	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Sala-typ	0,26	0,0004	—	—	0,25	8,0	0,02
Kaveltorps-typ	0,13	0,002	—	—	0,29	8,3	0,005
Falu-typ	0,19	0,002	—	—	0,12	11,6	—
Saxbergs-typ	0,10	0,0006	0,002	—	0,36	12,5	0,002
V. Silobergs-typ	0,14	0,0003	0,004	—	0,74	13,9	0,002

Av tabellen framgår, att zinkbländen av denna typ föra höga Fe-halter genomgående. Högre Fe-halter följes av en rätt påtaglig Mn-anrikning. Vidare framgår av tabellen, att gynnsammare villkor för inträde av In synes föreligga i de Fe-rikare zinkbländetyperna. Co uppträder i alla typerna utom Falu-zinkbländet.

Anmärkningsvärt för denna typ är vidare, att Ga endast iakttagits i små koncentrationer. Ge har ej kunnat observeras i något prov.

Elementassociationen skulle enligt Stoibers, Gratton—Harcourts och Oftedals resonemang tyda på hög bildningstemperatur för zinkbländen av denna typ. Uppträdandet av högttemperaturmineral såsom gahnit, granat och flusspat tillsammans med zinkblände i ex. V. Silobergsfältet talar i viss mån för denna uppfattning.

Emellertid måste även stor hänsyn tagas till den genomsnittliga regionala fördelningen av spårelementen, som sannolikt kan växla rätt avsevärt inom de olika malmfälten. Härom är dock ännu mycket litet känt.

3. Zinkmalmer av brecciemalmstyp.

Inom Saxbergets, Garpenbergs och Meltorps sulfidmalmsförekomster uppträder i anslutning till skarnmalmer en kompakt finkornig malmtyp, rik på inneslutningar av sidostenen (brecciemalm, kulmalm). I dessa är zinkblände det dominerande sulfidmineralet. Ställvis genombrytas skarnmalmerna av brecciemalmstypen. Den senare betecknar enligt S. Landergren slutfasen i malm-bildningen.

1. *Saxberget*. Brecciemalmen är mycket finkristallin och är rik på rundade inneslutningar av biotit, amfibolfels och kvartsiter. Zinkblände är det dominerande sulfidmineralet.

Ett zinkrikt prov av denna malmtyp analyserades direkt utan separation. Provet är därför starkt förorenat av kopparkis och blyglans. Mycket höga halter av Mg, Al och Si äro också iakttagna. Zinkhalten är beräknad till endast ca 10 %, vilket förminskar analysresultatets värde.

2. *Garpenbergs odalfält*. I Garpenbergsfältet uppträder en sprickmalm, den s. k. Latvindsmalmen, som är av samma typ som Saxbergets brecciemalm. Den har samma finkorniga struktur och är även rik på rundade brottstycken av äldre bergarter och malmer.

Provet är hämtat från 40 m-nivån i Latvindsgruvan. Det är ej underkastat separation och är starkt förorenat av Pb, Ag, Mg, Al och Si.

3. *Meltorp*. Enligt S. Landergren (gruvrapport) är zinkmalmen belägen i kalksten. Förutom det dominerande zinkbländet förekommer blyglans, pyrit magnetkis och kopparkis. Zinkmalmen förekommer dels som en finkornig ljusbrun brecciemalm av Saxbergstyp med rundade inneslutningar av gångarter, dels som grovkristallin, mörkbrun malm, åtföljd av en tämligen underordnad skarnbildning. Prov av skarnmalmstypen är ej undersökt. Denna typ är emellertid järnrikare än brecciemalmens zinkblände.

Brecciemalmsprovet är ej separerat och därför rätt förorenat av gångartsmineral. Dessutom är Pb-halten mycket hög.

Halterna av spårelement i brecciemalms-zinkbländerna framgår av följande sammanställning. De äro ordnade efter stigande Fe-halt.

Lokal	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Meltorp	—	0,001	0,001	—	0,81	9,7	0,05
Garpenberg	—	0,0005	0,003	—	0,21	10,1	—
Saxberget	—	0,001	—	—	0,45	20,0	0,01

Då endast zinkrika malmprover föreligger, ger analysresultatet endast antydningar rörande elementfördelningen inom denna zinkbländetyp. Zinkbländet

synes föra mycket Fe och även Mn. Hur höga Cd-, Ga- och In-halter, som i verkligheten föreligga i zinkbländet, kan man ej med säkerhet ange. Under förutsättning, att zinkhalten i proverna är c:a 10 %, och allt Ga och In upptages i zinkbländet, skulle det betyda en 5-faldig anrikning av de erhållna Ga- och In-värdena. Cd-värdena synas under alla förhållanden bli exceptionellt låga.

På grund av de svävande analysvärdena ställer sig en jämförelse med skarnmalmstypen rätt svår. Så mycket kan dock sägas, att Cd-halten ligger minst en storleksordning under skarnmalmstypen. Vidare föreligger genomsnittligt högre In- och Co-värden i brecciemalmens zinkbländen. Beträffande Ga är det nog ej möjligt att anställa några jämförelser, då Ga till en del kan ingå i silikaten.

4. Sulfidmalmer av kalk-skarnmalmstyp inom Upplands leptitformation (i förband med järnmalmer).

Dannemora-fältet. Malmen är bunden till en delvis dolomitisk kalksten, där den uppträder tillsammans med skarn av diopsid-hedenbergitttyp, danneorit och Mn-rik granat. Sulfidmineralen svavelkis och magnetkis uppträda i järnmalmen över hela fältet, men rikligast i Södra fältet, där de järnförande kiserna finnas anhopade till större samlade malmer tillsammans med zinkblände, blyglans och arsenikkis.

Zinkbländeproverna äro tagna ur stuffer från Södra fältet och Vattholmagruvan. Provet från Södra fältet utgöres av svart kompakt zinkblände. Provet är förorenat av kopparkis (1½ %). Ag-halten är större än Pb-halten, varför någon del av Ag måste uppträda i Ag-mineral eller i zinkbländet.

Provet från Vattholmagruvan består av mörkt kompakt zinkblände och är nästan fritt från föroreningar.

Följande analysvärden för Dannemora-zinkbländen erhöles (i %):

Lokal	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Södra fältet	0,10	0,002	—	0,01	0,17	10,13	—
Vattholmagruvan	0,09	—	—	0,01	0,38	6,3	—

Karakteristiskt för Dannemora-proven är den höga Ge-halten. Anmärkningsvärt är vidare, att Mn-halten är så låg i zinkbländet, trots den Mn-rika miljön. Järnmalmen för sålunda en Mn-halt, i regel uppgående till 1,6—1,8 %, och skarnmineralen äro ofta Mn-rika. I Vattholmagruvan är järnhalten ovanligt låg. Elementassociationen talar närmast för relativt låg bildningstemperatur i förhållande till det stora flertalet kalk-skarnmalmer.

Eknäsgruvan, Herrängsfältet. Enligt N. H. Magnusson ha inom Herrängsfältet järnmalmer och tillsammans med dessa uppträdande kalkstenar och skarn blivit mer eller mindre impregnerade av sulfidmineral (26). I Eknäsgruvan har särskilt i malmernas spetsar en kraftig sulfidmineralisering ägt rum. Av sulfidmineralen äro pyrit, magnetkis och zinkblände de dominerande, medan kop-

parkis och blyglans äro mera underordnade. Zinkblände, kopparkis och blyglans uppträda framförallt i brottstyckemalmer i graniten, medan pyrit och magnetkis dessutom uppträda i malmerna utanför graniten. Sannolikt har det järn, som erfordrats för bildning av pyrit och magnetkis tagits från järnmalmerna. Tillsammans med sulfiderna finner man vanligen flusspat.

Det analyserade provet är förorenat av blyglans (1 % Pb) samt en del kvarts (2 % Si).

Följande analysvärden erhöles (i %):

Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
0,1	—	0,004	—	0,79	11,3	0,003

Analysvärdena ange, att zinkbländet sannolikt är av högtemperaturtyp.

Zinkbländen från Dannemora och Eknäs järnmalmsfält äro sammanförda i en grupp endast av den anledningen, att de uppträda inom samma malmprovins.

Några likheter med hänsyn till elementfördelningen kan ej spåras. Men materialet från dessa gruvfält är alldeles för obetydligt för att tillåta några jämförelser.

B. Zinkbländen från sulfidmalmer i södra Östergötlands och Småländs leptitformation.

Malmbildningarna inom områdets leptitformation äro av så enhetlig karaktär, att de kunna inordnas i en malmgenetisk provins. De uppträda huvudsakligen i kvartsiter och biotitskiffrar. Bland sulfidmineralen synes kopparkis dominera, medan svavelkis och magnetkis äro av mer underordnad betydelse. Zinkblände och blyglans förekomma endast vid ett fåtal fyndigheter (Bersbo, Fredriksberg och Gladhammar). Från de två förstnämnda förekomsterna ha zinkbländepröver analyserats.

1. *Bersbo, Åtvidabergsfältet.* Enligt Tegengrens framställning, delvis byggd på Törnebohms undersökningar, utgöres den malmförande zonen huvudsakligen av kvartsitomvandlade leptiter, delvis biotit- och kloritrika (35). Lerjords- och magnesiaineral, såsom andalusit, cordierit, förekomma ofta rikligt. Malmmineralen äro magnetkis, magnetit, svavelkis och kopparkis samt zinkblände. Av intresse är fyndet av små wurtzitkristaller i drushål i en kalkspatskö. Dessa ha sannolikt bildats under en slutfas av mineraliseringsprocessen eller eventuellt ur sekundära lösningar.

Inom södra delen av fältet (Storgruvan) har även brutits en brecciemalm (konglomeratmalm), bestående av en grundmassa av svavelkis, kopparkis och zinkblände med inneslutningar av kvarts, fältspat, hornblände och granat. Av denna typ har dock ej prov kunnat erhållas.

Det analyserade provet är taget ur ett svart grovkristallint zinkblände, i

vilket kopparkis uppträder rikligt. Provet visar även rätt hög kopparhalt (1 %). I övrigt är det fritt från föroreningar.

2. *Nya Ludvigsbergsgruvan, Fredriksbergsfältet.* Den malmförande zonen inom Fredriksbergsfältet utgöres av glimmerskiffrar, kvartsitiska leptiter och amfibolskarn. Malmen utgöres av kopparkis och magnetkis. Zinkblände uppträder lokalt.

Provet är taget ur mörkt zinkblände och är något förorenat av skarnmineral (1 % Mg, 1 % Si). Följande analysvärden erhöles (i %):

Lokal	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Bersbo	0,12	0,0008	0,003	—	0,30	10,8	0,03
Nya Ludvigsbergsgruvan	0,12	0,0009	—	—	0,31	16,4	0,03

De analyserade zinkbländena från Bersbo och Fredriksbergsfälten äro mycket lika med hänsyn till halterna av accessoriska element. Bersbo-zinkbländet skiljer sig från Fredriksberg-zinkbländet genom närvaro av indium samt genom en något lägre järnhalt. I övrigt äro de nästan identiska.

C. Zinkbländen från sulfidmalmer inom Skelleftefältet.

Sulfidmalmera äro dels impregnationsmalmer, dels kompakta malmkroppar, omgivna av övervägande kvartsitiska omvandlingsbergarter (vanligen klorit- och sericitkvartsiter) i leptitformationen. Zinkblände uppträder vanligen tillsammans med blyglans men även med pyrit, magnetkis, kopparkis och arsenikkis.

Karakteristiskt för Skelleftefältets sulfidmalmer är närvaron av olika sulfomineral med Sb, As, Bi, Ag, Cu och Pb, vanligen i förband med blyglans. Zinkförekomsterna sammanföras i följande grupper:

1. Bolidengruvan,
2. Malänäsfältets zinkförekomster (Bjurträsk, Bjurliden, Ö. Högkulla),
3. Kristineberg, Rävliiden, Rävliidmyran, Vindelgransele.

1. Bolidengruvan.

De geologiska förhållandena äro återgivna enligt O. Ödmans beskrivning av fyndigheten (37). Malmen är belägen i starkt förskiffrade sericitomvandlade bergarter. Större delen av malmen utgöres av kompakt pyritmalm, i vilken en del zinkblände uppträder. I pyritmalmen förekomma större kroppar av den äldre arsenikkismalmen, som ofta för zinkblände i druser och breccierande gångar.

Malmlösningarna, ur vilka både arsenikkismalm och pyritmalm kristalliserat, voro enligt O. Ödman av pneumatolytisk karaktär, men temperaturen hade vid tidpunkten för zinkbländets kristallisation sjunkit betydligt, och sannolikt rådde då hydrotermala förhållanden.

Provet är hämtat från en arsenikkisbreccia med pyrit, kopparkis och zinkblände, breccierande arsenikkismalm. Tillsammans med sulfidmineralen uppträda kvartsbollar. Provet är ej separerat. Det är därför starkt förorenat av främst kvarts men även silikatmineral (1 % Mg, 2 % Al, 5 % Si). Följande analysvärden för accessoriska element i zinkbländet erhöles (i %):

Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
0,18	0,007	0,015	—	0,13	10,9	0,05

Provet är kraftigt förorenat av As (+++). Dessutom observerades spår av Hg, Sb och Bi.

2. Malånäsets zinkmalmsförekomster.

1. *Bjurträskmalmen*. Malmen utgöres enligt S. Gavelin av en zinkförande pyrit-magnetkis-kropp (6). Zinkbländet uppträder ojämnt fördelat, huvudsakligen tillsammans med magnetkis. Inom en västligare kopparförande del av malmen äro zinkhalterna mycket låga. Närmast malmerna uppträda malmkvartsiter, utbildade som klorit- och sericitkvartsiter med högtemperaturmineralen granat, gahnit, staurolit och andalusit.

Provet är taget inom östra delen av malmen från skarnig zinkmalm med magnetkis och pyrit och utgöres av mörkt zinkblände. Provet för rätt mycket kopparkis (1 % Cu). Halten av gångartsmineral är rätt hög (2 % Si, 1,5 % Mg, 0,7 % Al). Följande analysvärden erhöles:

Cd	Ga	In	Ge	Sn	Mn	Fe	Co
0,12	—	0,04	—	0,02	0,18	20,0	—

Den höga Fe-halten betingas delvis av en del avblandad magnetkis. Karakteristiskt för Bjurträsk-zinkbländet är den höga In-halten.

2. *Bjurliden*. Zinkblände uppträder enligt S. Gavelin tillsammans med magnetkis rätt jämnt fördelat inom pyritmalmen (6). Ofta iakttages en tydlig bandning med omväxlande zinkbländerika och pyritrika ränder. Den omgivande berggrunden är av samma typ som vid Bjurträskgruvan.

Från Bjurliden äro 2 prov tagna, dels ett från pyrit-magnetkismalm med tät arsenikkis (1), dels ett prov från bandad pyrit-zinkmalm (2). Det senare provet är något förorenat av kvarts (1 % Si). Prov 1 är förorenat av arsenikkis. Analysvärdena äro följande (i %):

	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Prov 1	0,18	0,001	0,05	—	0,20	10,2	—
» 2	0,12	0,0044	0,025	—	0,14	13,1	—

Bjurliden-zinkbländet visar betydligt lägre Fe-halt än Bjurträskmalmen. In-halten är även här hög.

3. *Ö. Högekulla*. Huvudmalmen är enligt S. Gavelin en kompakt zinkblände-pyritmalm, med mer eller mindre magnetkis (6). Pyriten och zinkbländet äro anrikade i ränder, konforma med gränsen mot sidostenen. Magnetkis kan förekomma både i zinkblände- och pyritränder. Blyglans och Sb-mineral bilda smala sliror parallellt med bandningen. Mot djupet avtager zinkhalten. Omvandlingen av sidostenen är betydligt mindre än vid de 2 föregående malmerna. Från Högekullamalmen föreligga 6 analyser, 2 från dagytan, 2 från 37 m-nivån samt 2 från djupare nivåer.

Proven äro i allmänhet ganska rena. Endast proven 1 och 6 föra större halter av föroreningar. Karakteristiskt för Högekulla-zinkbländet är närvaron av tenn, sannolikt i form av tennkis.

Elementhalterna äro följande (i %):

	Cd	Ga	Ge	In	Mn	Fe	Co
Prov 1	0,14	0,002	—	0,005	0,16	16,4	—
» 2	0,19	0,01	—	0,006	0,06	12,1	—
» 3	0,25	—	—	0,005	0,27	9,5	—
» 4	0,18	0,0027	0,01	—	0,26	18,9	—
» 5	0,15	0,0058	0,001	—	0,18	13,3	—
» 6	0,23	0,0012	—	0,005	0,16	14,7	—

Dessutom förekommer spår av Hg i prov 6 samt Sb i proven 1, 2, 4 och 5.

Analyserna visa en rel. ojämn fördelning av Ga och Fe. Några lagbundna variationer i elementfördelningen på olika nivåer i malmkroppen har ej spårats.

Sammanfattning av analysresultatet för Malånäsens zinkbländetyper.

Medelhalterna för element, ingående i zinkbländegittret, äro följande (i %):

	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Bjurträsk-Bjurliden	0,14	0,0018	0,038	—	0,17	14,4	—
Ö. Högekulla	0,19	0,0036	0,004	0,002	0,18	14,2	—

Enligt S. Gavelin bilda Bjurträskmalmen, Bjurliden och Ö. Högekulla en serie fyndigheter med fallande omvandlingsintensitet för den omgivande berggrunden och fallande bildningstemperatur för gångartsmineral. Bjurträsk- och Bjurlidenmalmerna ha fixerats genom förträngning av silikatbergarter (replacement) och Ö. Högekullamalmen huvudsakligen genom intrusion efter sprickor och brecciering av sidostenen (displacement). Förträngningsmalmerna ha bildats vid högre temperatur med kemiskt aktivare lösningar.

Ett studium av analysresultatet för zinkbländen från Malänäsfältets malmer bekräftar i många hänseenden denna uppfattning. Ö. Högkulla-malmens zinkbländen uppvisa en elementassociation, som antyder en lägre bildningstemperatur än Bjurträskmalmen och Bjurlidenmalmen. Sålunda visa Cd- och Ga-halterna en tydlig tendens att nå högre värden i Ö. Högkulla, medan In-halterna nå högre värden i Bjurliden-Bjurträsk. Karakteristiskt är också närvaron av lågtemperatur-elementet Ge i Ö. Högkulla. Mn- och Fe-värdena äro dock ganska likartade i alla tre fyndigheterna.

3. Hornträskområdets zinkmalmsförekomster.

1. *Kristineberg*. Malmen utgöres enligt O. Bäckström till övervägande del av pyrit med delvis hög halt av kopparkis (17). Därjämte förekommer en mindre zinkmalm. Berggrunden utgöres av kisimpregnerade klorit- och sericitkvartsiter eller -skiffrar.

Provet utgöres av ljusgult zinkblände, uppträdande som ådror i kloritskiffer. Följande analysvärden erhöles:

Cd	Ga	In	Ge	Sn	Mn	Fe
0,25	spår	0,08	—	—	0,014	5,9

Det undersökta zinkbländet karakteriseras av en mycket hög In-halt. Mn- och Fe-halterna äro som väntat låga.

2. *Rävlieden*. Malmen utgöres i östra delen av kopparkis med svavelkis och magnetkis i skarnig sericitkvartsit. Västra delen av malmen är till övervägande del en Ag-rik zink-blymalm, fördelad på flera mindre malmkroppar, ligande dels i fyllit, dels på gränsen mellan fyllit och kvartsit.

För att utröna de lokala elementvariationerna i fyndighetens zinkbländen undersöktes ett större antal prover från skilda delar av zink-blymalmen dels på 38 m-nivån, dels på 120 m-nivån. Förteckning över analysproverna finnes i tabell 1. En del av proverna äro ej separerade och därför mycket förorenade.

Proven äro, som framgår av analysvärden på Si, genomgående mycket kvartshaltiga. De flesta proven föra även rätt mycket blyglans.

Halter av accessoriska element i zinkblände framgå av följande tabell.

	% Cd	% Ga	% In	% Ge	% Mn	% Fe	% Co
38 m-nivån:							
Prov 1	0,1	0,003	0,003	—	0,5		—
» 2	0,20	0,0028	—	—	0,43	12,0	—
» 3	0,11	0,009	—	—	0,10	10,3	—
» 4	0,2	0,003	0,003	—	0,5		—
» 5	0,08	0,0017	—	—	0,20	5,7	—
» 6	0,10	0,0024	0,003	—	0,58	8,0	—

120 m-nivån:							
Prov	1	0,2	0,001	0,001	—	0,5	0,003
»	2	0,19	0,0034	0,006	—	0,81	9,8
»	3	0,28	0,0076	0,005	—	1,09	12,7
»	4	0,07	0,002	—	—	0,50	6,4
»	5	0,1	0,03	0,003	—	0,1	—
»	6	0,09	0,0012	—	—	0,27	8,2
»	7	0,13	0,0034	—	—	0,56	9,7
»	8	0,11	0,0033	0,001	—	0,42	9,1
»	9	0,05	0,0025	0,003	—	0,10	4,7
»	10	0,07	0,003	0,01	—	0,05	14,1

En beräkning av elementhalternas fördelning inom olika koncentrationsklasser gav följande resultat:

Cd			Ga		
%	Antal analyser	% av analyser	%	Antal analyser	% av analyser
0,26—0,3	1	6,2	0,021—0,030	1	6,2
0,21—0,25	—	—	0,011—0,020	—	—
0,16—0,20	4	24,9	0,006—0,010	2	12,5
0,11—0,15	6	37,5	0,002—0,005	9	56,3
0,05—0,10	5	31,3	0,001—0,0019	4	25,0
In			Mn		
%	Antal analyser	% av analyser	%	Antal analyser	% av analyser
0,006—0,01	2	12,5	> 1,0	1	6,2
0,003—0,0059	6	37,5	0,5—1,0	7	43,8
0,001—0,0029	2	12,5	0,2—0,49	4	25,0
< 0,001	6	37,5	0,1—0,19	3	18,8
			< 0,1	1	6,2
Fe					
%	Antal analyser	% av analyser			
> 10	4	33,3			
8—10	5	41,7			
6—7,9	1	8,3			
4—5,9	2	16,7			

Undersökningen visar, att elementhalternas lokala variationer, med undantag av In, ej äro särskilt stora inom denna fyndighet. De flesta analysvärdena för Cd, Ga, Mn och Fe äro begränsade till en eller två koncentrationsgrupper. Endast ett fåtal extremvärden iakttages.

En beräkning av medelhalter för elementen på resp. 38 m- och 120 m-nivåerna visar dock, att Ga- och In-värden öka rätt påtagligt nedåt mot 120 m-nivån:

$$\begin{aligned} \text{Ga: } 38 \text{ m-nivån} &= 0,0036 \%, \quad 120 \text{ m-nivån} = 0,0057 \% \\ \text{In: } \text{»} \quad \text{»} &= 0,0015 \text{ »} \quad \text{»} \quad \text{»} = 0,0029 \text{ »} \end{aligned}$$

Cd-, Mn- och Fe-värden förbli i det närmaste konstanta på båda nivåerna.

3. *Rävlidmyran*. Zinkblände uppträder tillsammans med Ag-haltig blyglans som smala linser i en sericit- och kloritomvandlad leptit- och skifferberggrund.

4 prov äro undersökta. Proven äro relativt rena med undantag av prov 4, som ej separerats, och för en del silikatmineral och blyglans.

Halten av accessoriska element framgår av följande tabell:

	% Cd	% Ga	% Ge	% In	% Mn	% Fe	% Co
Prov 1	0,17	0,0042	—	—	0,19	7,1	0,003
» 2	0,13	0,0014	—	—	0,32	10,3	—
» 3	0,09	0,0011	—	—	0,20	8,2	—
» 4	0,08	0,0014	—	—	0,15	1,6	—

Karakteristiskt för zinkbländen från denna fyndighet är frånvaron av In samt de växlande Fe-halterna.

Förutom nu nämnda element uppträda Hg, Sb och Bi i växlande mängder.

4. *Vindelgransele*. Zinkblände uppträder tillsammans med finkornig pyrit, Pb-haltig magnetkis samt kopparkis. Sidostenen utgöres av delvis skarnig leptit.

Från denna fyndighet äro 2 prover analyserade. Prov 1 för mycket blyglans (3 % Pb) och båda proven föra en del gångartsmineral.

Halten av accessoriska element är följande:

	% Cd	% Ga	% Ge	% In	% Mn	% Fe	% Co
Prov 1	0,12	0,0014	—	—	0,32	10,3	—
» 2	0,10	0,0012	—	—	0,49	15,7	—

Sammanfattning av analysresultatet för Hornträskområdets zinkbländen.

Medelvärden för elementhalter i zinkbländen från Hornträskområdets fyndigheter framgå av följande tabell (i %):¹

	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
Kristineberg	0,25	—	0,08	—	0,014	5,9	—
Rävliden	0,13	0,0049	0,002	—	0,42	9,2	—
Rävlidmyran	0,12	0,0020	—	—	0,22	6,8	—
Vindelgransele	0,11	0,0013	—	—	0,40	13,0	—

¹ En viss lagbundenhet i elementvariationerna kan iakttagas. Sålunda stiger Cd-, Ga- och In-halterna i stort sett, och sjunker Mn- och Fe-halterna från Vindelgransele (längst i V) över Rävliden och Rävlidmyran till Kristineberg (i Ö). Dessa lagbundna variationer kunna antyda en successivt sjunkande bildningstemperatur för zinkblände från Vindelgransele över Rävliden och Rävlidmyran till Kristineberg.

En jämförelse mellan Malånäsets och Hornträskområdets zinkblände-analyser visar inga större skillnader med hänsyn till element, som sannolikt till större delen inträda i zinkbländegittret. En anmärkningsvärd olikhet är däremot förekomsten av Sn i nästan alla zinkbländen från Malånäset, som troligen är helt betingad av närvaron av tennkis.

Ett helhetsomdöme beträffande zinkbländen från Skelleftefältet kan avfattas på följande sätt: Ga- och In-halter ligga i genomsnitt något högre, Mn-halterna något lägre än i Bergslagens kalk-skarnmalms-zinkbländen. Co saknas nästan helt i Skelleftefältets zinkbländen. Även i detta hänseende föreligger en väsentlig olikhet i förhållande till Bergslagstypen.

D. Zinkbländen i urkalkstensförekomster.

En obetydlig zinkblände-mineralisering kan iakttagas i en del mellansvenska urkalkstenar, som äro mer eller mindre förorenade av skarnmineral. 3 zinkbländen av denna typ ha analyserats.

- Prov 1. Pänninge kalkbrott. Prov förorenat av kopparkis (1 % Cu) och silikat (2 % Si).
- » 2. Ängs kalkbrott.
- » 3. Vrå marmorbrott.

Analysvärdena framgå av tabellerna 5, 6 och 7.

Halten av de olika accessoriska elementen varierar mycket starkt. Kobolt synes gärna uppträda i denna typ.

E. Zinkbländen i postarkeiska sediment.

I sediment av paleozoisk och mesozoisk ålder observeras ofta en svag sulfid-mineralisering. Vanligaste sulfidmineral äro pyrit och markasit men även andra sulfidmineral bl. a. zinkblände förekomma i mindre omfattning. Zinkbländet uppträder i form av små ljusgula-svarta kristaller, inbäddade i sedimenten. Med hänsyn till halten av accessoriska element bilda dessa zinkbländen en grupp, som helt skiljer sig från övriga zinkbländetyper. I ett par fall äro dessa zinkbländen av epigenetisk karaktär, men f. ö. kan intet med säkerhet sägas rörande deras bildningsbetingelser ur genetisk synpunkt.

De flesta undersökta zinkbländena förekomma i förband med kambriska alunskiffrar, men några prov härröra ur siluriska kalkstenar (Gotland) samt några ur rätiska sandstenar från Bjuv. Till denna grupp föres även ett prov av zinkblände, som uppträder jämte blyglans som impregnation i kambrisk kvartsit i fjällformationen (Laisvall). Alla prov äro mycket rena med undantag av sistnämnda, som är kraftigt förorenat av blyglans och kvarts.

1. Zinkblände i kambriska alunskiffrar.

Prov 1. Mörbylånga, Öland. Ljusbrunt zinkblände i alunskiffer.

- » 2. Billingen, Västergötland. Ljust zinkblände i alunskiffer.

- Prov 3. Hunneberg, Västergötland. Ljusbult zinkblände i alunskiffer.
 » 4. Nygårdsbrottet, » » » » »
 » 5. Råbäcks kalkbrott, Västergötland. Mörkbrunt zinkblände ur stora
 orstensbanken.

Analysvärden:

	% Cd	% Ga	% In	% Ge	% Mn	% Fe	% Co
Prov 1	0,19	0,007	—	0,003	0,02	0,45	—
» 2	0,24	0,008	—	—	0,005	0,39	—
» 3	0,65	0,02	—	0,003	0,001	0,14	—
» 4	0,65	0,01	—	—	0,003	0,31	—
» 5	1,0	0,01	—	—	0,003	0,2	—

2. Zinkbländen i siluriska kalkstenar.

Prov 1. Visby. Svarta zinkbländekrystaller i kalkspat.

- » 2. » , skorpionlagret. Svart ZnS.
 » 3. File kalkbrott, Othems s:n, Gotland. Svart ZnS i kalksten.

Analysvärden:

	% Cd	% Ga	% In	% Ge	% Mn	% Fe	% Co
Prov 1	0,09	0,02	—	—	0,003	1,3	—
» 2	0,08	0,01	—	—	0,003	0,15	—
» 3	0,07	0,01	—	—	0,003	0,13	—

3. Zinkblände i sandsten (rät-lias).

Prov 1. Bjuv. Svart zinkblände.

- » 2. » . Övre flötsen. Svart zinkblände.

Analysvärden:

	% Cd	% Ga	% In	% Ge	% Mn	% Fe	% Co
Prov 1	0,18	0,05	—	—	0,004	0,66	—
» 2	0,20	0,05	—	—	0,02	1,0	—

4. Zinkblände från ZnS-PbS-impregnation i kvartsit. (Laisvall.)

Provet består av ljust zinkblände, som är starkt förorenat av blyglans och kvarts.

Analysvärden:

% Ga	% In	% Ge	% Mn	% Fe	% Co
—	—	—	1	0.7	—

Sammanfattning av analysresultatet för ZnS i postarkeiska sediment: Medelvärden för elementhalterna framgå av följande tabell (i %):

	Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
ZnS i kambrisk alunskiffer	0,55	0,011	—	0,001	0,006	0,30	—
» » silurisk kalksten . .	0,08	0,013	—	—	0,003	0,53	—
» » rät-lias-sandsten . .	0,19	0,05	—	—	0,012	0,83	—

Karakteristiskt för zinkbländen av denna typ är den ytterst låga Mn- och Fe-halten, den höga Ga-halten och frånvaron av In. Cd-haltarna växla starkt. Elementassociationen anger låg bildningstemperatur.

F. Zinkblände som sprickmineral.

Zinkblände uppträder inom Nordmarks malmtrakt som sprickmineral i kvarts-kalcitfyllda sprickor. Dessa föra utom nämnda mineral även hornblände, epidot, pyroxen, klorit samt sulfidmineral som pyrit, magnetkis, kopperkis, arsenikkis och blyglans. Dessa sulfider kunna även impregnera skarnmassor intill sprickorna.

1. *Nordmarks odalfält.* Provet utgöres av ljust zinkblände, fritt från föroreningar.

Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
0,08	—	0,03	—	0,35	11,0	0,005

Fe-halten är ovanligt hög med hänsyn till zinkbländets ljusa färg.

In är närvarande i rätt stor mängd. Hög In-halt antyder enligt Stoiber m. fl. intermediär bildningstemperatur.

2. *Tabergsfältet, Sjögrens ort.* Provet utgöres av ett ljusgult—brunt, grovkristallint zinkblände. Det uppträder i förband med grönt strålstensskarn och flusspat. Provet är mycket rent.

Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
0,11	—	0,07	0,001	0,06	1,4	0,001

Provet karakteriseras av den höga In-halten samt den synnerligen låga Mn- och Fe-halten, vilket antyder låg eller intermediär bildningstemperatur.

G. Zinkblände som pegmatitmineral.

Zinkblände uppträder som pegmatitmineral i Skuleboda fältspatbrott. Förutom de vanliga pegmatitmineralen uppträda yttrotantalit och gedigen

vismut. Provet för rätt mycket Cu (1 %) och något Pb (0.2 %), varför en del kopparkis och blyglans även är närvarande tillsammans med zinkbländet. Analysvärden (i %):

Cd	Ga	In	Ge	Mn	Fe	Co
0,16	0,001	< 0,003	—	0,45	6,0	0,01

C. Statistiska synpunkter på elementfördelningen i svenska zinkbländen.

För att erhålla en uppfattning om den procentuella fördelningen av de viktigare ledelementen i zinkbländen, fördelade på olika koncentrationsklasser, har analysmaterialen bearbetats statistiskt på grundval av atomvärdena för respektive element, beräknade i förhållande till 100 atomer Zn. De element, som underkastats denna statistiska bearbetning, äro Cd, Ga, In, Mn och Fe. Den procentuella fördelningen inom olika koncentrationsintervall är dels beräknad för samtliga analyser, dels för vissa huvudtyper av zinkbländen, av vilka ett större analysmaterial föreligger.

Resultatet framgår av tabell 10. Materialet, som stått till buds, är kvantitativt något heterogent. Sålunda föreligger ett större material av Bergslagens kalkskarnmalmstyp och Skelleftefältets sulfidmalmstyp än de båda övriga i tabellen upptagna typerna. Vidare bör nämnas, att vissa av Skelleftefältets fyndigheter äro representerade genom ett större antal prover från en och samma fyndighet. Baseras statistiken för Skelleftefältets malmstyp på endast ett beräknat medelvärde för varje fyndighet, erhålles något modifierade värden (i tabellen angivna inom parentes).

Kadmium. I nära 60 % av samtliga zinkbländen ligga Cd-halterna samlade inom intervallen 0.1—0.2 atomer/100 atomer Zn. Tre av de i tabellen anförda typerna (Bergslagens kalkskarntyp, Skelleftefältets sulfidmalmstyp, fahlbandstyp) visa samma anhopning av analyserna till nämnda koncentrationsklass. Endast i de postarkeiska sedimentens zinkbländen äro analysvärdena mera spridda, antydande en ojämnare fördelning av Cd-halterna. Men även för denna typ förefinnes en viss tendens till anrikning av analyserna inom de lägre koncentrationsklasserna.

Kadmium-anrikningen i zinkbländen synes alltså vara relativt oberoende av den geologiska miljön och även av temperaturfaktorn.

Gallium. Av tabellen för samtliga Ga-analyser framgår, att Ga-värdena fördela sig jämnt mellan 0.001 och 0.05 atomer/100 atomer Zn. Endast några få analyser uppvisa värden över 0.05.

Bergslagens kalkskarntyp och fahlbandstypen visa låga Ga-halter. Zinkbländen från Skelleftefältets malmer äro däremot betydligt Ga-rikare. Mest anmärkningsvärt i detta sammanhang är den stora Ga-anrikningen i zink-

bländen från postarkeiska sediment. Med undantag av 1 analys uppvisar denna typ mer än 0.01 atomer Ga/100 atomer Zn.

Då zinkbländen i de paleo- och mesozoiska sedimenten säkert bildats vid låg temperatur, synes analysresultatet visa, att Ga anrikas under dessa bildningsbetingelser. Dessa synpunkter stå i samklang med de resultat, vilka Stoiber, Gratton och Harcourt samt Oftedal uppnått. Som förut nämnts är Skelleftefältets zinkbländen Ga-rikare än kalkskarntypen och fahlbandstypen. Huruvida denna större Ga-anrikning även är temperaturbetonad eller om den är betingad av en högre Ga-halt i miljön är en fråga, som återstår att utreda. Ga uppträder ju gärna med Al i silikatmineral och troligt är, att Skelleftefältets Al-rika skifferarealer även uppvisa rel. höga Ga-värden. Skelleftefältet skulle alltså regionalt sett vara Ga-rikt.

För ett studium av denna fråga fordras dock ett omfattande analysmaterial av mineralassociationen i övrigt.

Indium. Svenska zinkbländen synas i regel vara In-fattiga. I närmare 60 % av de analyserade proven är In-halten under 0.001 atomer/100 atomer Zn. Mycket låg In-halt karakteriserar framförallt zinkbländen från postarkeiska sediment, vilka alla föra halter under 0.001 atomer In. In-rikare zinkbländen (0.01 atomer In) påträffas oftare i Skelleftefältets-malmerna än i övriga malmtyper.

Större In-anrikning skulle enligt Stoiber och Oftedal ske i zinkbländen bildade under intermediära temperaturförhållanden. Liksom för Ga föreligger här samma problem, nämligen att avgöra, vilken roll miljös indiumhalt spelar vid indiums anrikning i zinkblände.

Mangan. Manganhalterna äro mycket växlande i de olika statistiskt behandlade zinkbländetyperna. Mycket hög Mn-halt karakteriserar Bergslagens kalkskarnmalmszinkbländerna. Över 60 % av analysvärdena falla inom koncentrationsintervallen 1—5 atomer Mn. Betydligt lägre halter noteras för Skelleftefältets zinkbländerna. Nära 50 % av dessa föra halter mellan 0.1—0.5 atomer Mn. Fahlbandsmalmenas zinkbländerna äro i regel ganska Mn-fattiga. Låg Mn-halt är särskilt karakteristiskt för zinkbländerna i de postarkeiska omformade sedimenten. Alla zinkbländerna av denna typ föra Mn-halter under 0.1 atomer Mn.

Stoiber, Gratton och Harcourt ha funnit ett tydligt samband mellan bildningstemperatur och Mn-halt i zinkbländerna. Enligt deras uppfattning anrikas Mn framförallt i högtemperaturzinkbländerna. Även Oftedal visade i sin avhandling om norska zinkbländerna, att de Mn-rikaste zinkbländerna härröra från högtemperaturförekomster, ehuru han samtidigt antyder möjligheten av att lokala faktorer kunna vara av betydelse vid mineralbildningen. I överensstämmelse med detta resonemang bekräftar den ytterst låga Mn-halten i zinkbländerna från de paleo- och mesozoiska sedimenten ytterligare den förut uttalade uppfattningen om låg bildningstemperatur för denna typ. Den höga Mn-halten i Bergslagstypen är betingad dels av en hög bildningstemperatur men dels även av en Mn-rik miljö (V. Silvbergsfältet m. fl.).

Järn. De flesta Fe-värdena falla inom koncentrationsklassen 20—30 atomer

Tabell 9. Fördelning av Cd, Ga, In, Mn och Fe i
(Table 9. The distribution of Cd, Ga,

Element (Elements)	Atomer /100 atomer Zn (Atoms /100 atoms Zn)	Samtliga analyser (All analyses)		Kalkskarnmalmer, Bergslagen (Skarn-ores, Central Sweden)	
		Antal analyser (No. of analyses)	% av analyser (% of analyses)	Antal analyser (No. of analyses)	% av analyser (% of analyses)
Cd	>0,8	2	3,0	—	—
	0,6—0,8	1	1,5	1	5,2
	0,4—0,6	2	3,0	—	—
	0,2—0,4	13	19,7	4	21,1
	0,1—0,2	38	57,6	12	63,2
	<0,1	10	15,2	2	10,5
Ga	>0,05	3	4,5	—	—
	0,01—0,05	14	21,2	—	—
	0,005—0,01	12	18,2	1	4,8
	0,001—0,005	21	31,8	11	52,4
	<0,001	16	24,2	8	42,9
In	>0,05	1	1,5	—	—
	0,01—0,05	9	13,6	2	10,0
	0,005—0,01	9	13,6	—	—
	0,001—0,005	10	15,2	6	30,0
	<0,001	37	56,0	12	60,0
Mn	>5	1	1,5	—	—
	1—5	18	26,9	11	61,1
	0,5—1	12	17,9	1	5,5
	0,1—0,5	22	32,8	5	27,8
	<0,1	14	20,9	1	5,6
Fe	>40	10	15,2	3	15,8
	30—40	7	10,6	2	10,5
	20—30	23	34,9	10	52,6
	10—20	10	15,2	3	15,8
	1—10	9	13,6	1	5,3
	<1	7	10,6	—	—

Fe/100 atomer Zn. I övrigt äro de jämnt fördelade på övriga koncentrationsintervall.

Bergslagens och Skelleftefältets zinkbländen äro ganska likartade med hänsyn till den höga Fe-halten. Cirka 80 % av zinkbländena inom vardera gruppen föra mer än 20 atomer Fe. Zinkbländen från fahlbandsmalmer och framförallt från postarkeiska sediment äro Fe-fattiga.

Fe-halten synes även till en del vara temperaturbetonad. De låga Fe-värdena i zinkbländen från postarkeiska sediment tala för detta förhållande. Men

svenska zinkbländen inom olika koncentrationsklasser.
In, Mn and Fe in Swedish sphalerites.)

Sulfidmalmer, Skelleftefältet (Sulphide-ores. The Skelleftefield)		Fahlbandsmalmer (Fahlband ores)		Postarkeiska sediment (Postarcheic sediments)	
Antal analyser (No. of analyses)	% av analyser (% of analyses)	Antal analyser (No. of analyses)	% av analyser (% of analyses)	Antal analyser (No. of analyses)	% av analyser (% of analyses)
—	—	—	—	1	10,0
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	2	20,0
8	29,6	1	20,0	1	10,0
17	62,9	3	60,0	3	30,0
2	7,5	1	20,0	3	30,0
— (—)	— (—)	—	—	2	18,2
5 (2)	18,5 (28,6)	1	20,0	8	72,7
11 (2)	40,8 (28,6)	—	—	—	—
9 (2)	33,3 (28,6)	—	—	—	—
2 (1)	7,4 (14,3)	4	80,0	1	9,1
— (—)	— (—)	—	—	—	—
5 (3)	17,9 (42,8)	1	20,0	—	—
7 (—)	25,0 (—)	—	—	—	—
2 (2)	7,1 (28,6)	2	40,0	—	—
14 (2)	50,0 (28,6)	2	40,0	11	100,0
— (—)	— (—)	1	20,0	—	—
8 (2)	29,6 (28,6)	1	20,0	—	—
6 (1)	22,2 (14,3)	—	—	—	—
13 (4)	42,8 (57,2)	1	20,0	—	—
— (—)	— (—)	2	40,0	10	100,0
5	18,5	1	20,0	—	—
4	14,8	—	—	—	—
13	48,2	—	—	—	—
4	14,8	1	20,0	—	—
1	3,7	3	60,0	3	30,0
—	—	—	—	7	70,0

man måste räkna med, att den lokala Fe-halten måste spela en stor roll vid zinkbländets bildning.

Den inbördes korrelationen mellan elementen Cd, Ga, In, Mn och Fe i zinkbländen (sympati och antibati).

På förslag av laborator S. Landergren underkastades analysmaterialet en statistisk bearbetning för att utreda, huruvida ett faktiskt samband föreligger mellan de olika accessoriska elementen med avseende på deras anrikning i

zinkblände. Av intresse i detta sammanhang äro endast element, som med säkerhet äro upptagna i zinkbländegittret och av vilka föreligger ett tillräckligt stort analysmaterial. I stort sett uppfylldes dessa villkor av elementen Cd, Ga, In, Mn och Fe.

Sambandet framträder mer eller mindre tydligt redan om analysmaterialet inordnas i ett diagram med respektive elementkoncentrationer avsatta på x- och y-axlar. Föreligger en påtaglig relation mellan elementen, ordna sig analysvärdena med mer eller mindre stora avvikelser efter en rät linje. Om värdena fördela sig oregelbundet, kan vanligen intet utsägas grafiskt rörande relationerna.

Emellertid kan statistiskt-matematiskt angivas, hur stort sambandet är genom korrelationskoefficienten, som beräknas enligt formeln:

$$r = \frac{\sum(x - M_x) \cdot (y - M_y)}{\sqrt{\sum(x - M_x)^2} \cdot \sqrt{\sum(y - M_y)^2}}$$

x och y anger de variabla storheterna (i detta fall elementkoncentrationerna i %),

M_x = medelvärde av x-storheterna,

M_y = » » y-storheterna.

Korrelationskoefficienten (r) varierar mellan + 1 och - 1. Värdet + 1 anger, att fullständigt samband råder; de båda elementen äro co-varianta. Värdet ± 0 erhålles, då intet som helst samband finnes. Negativa värdet - 1 anger, att ett totalt motsatsförhållande råder mellan elementen ifråga, så att det ena elementet tenderar mot höga värden, samtidigt med att det andra visar låga värden och vice versa. Mellan värdena + 1 och - 1 ligga värden, som ange graden av symbati resp. antibati mellan elementen.

Korrelationskoefficienterna äro sammanställda i nedanstående tabell med elementen ordnade i stort sett efter stigande symbati (i pilarnas riktning).

Tabell 10.

	Cd	Ga	In	Fe	Mn
Cd		0,17	0,02	0,00	-0,3
Ga	0,17		-0,02	-0,32	-0,45
In	0,02	-0,09		0,19	0,38
Fe	0,00	-0,32	0,19		0,65
Mn	-0,3	-0,45	0,38	0,65	

Beräkningar, utförda på grundval av Oftedals analysvärden för huvudsakligen norska zinkbländen, framgå av följande tabell. Denna visar i stort sett samma tendens.

Av tabellerna framgår, att en mycket tydlig korrelation (symbati) är rådande mellan Fe och Mn. In och Mn äro i någon mån symbata i svenska zinkblän-

den. Men motsvarande samband kan ej spåras i av Oftedal undersökta zinkbländen.

En svag antibatisk tendens kan spåras i relationerna mellan å ena sidan Mn och å andra sidan Cd och Ga. Detta gäller även Fe/Ga i svenska zinkbländen.

Övriga koefficienter tendera mot värdet ± 0 och visa sålunda att intet påtagligt samband kan spåras.

Tabell 11.

	Cd	Ga	In	Fe	Mn
Cd		0,28	0,28	0,13	—0,24
Ga	0,28		0,21	0,01	—0,10
In	0,28	0,21		0,04	0,05
Fe	0,13	0,01	0,04		0,60
Mn	—0,34	—0,10	0,05	0,60	

Summary.

The present investigation — »Studies on the Distribution of Elements in Swedish Sphalerites» — gives a general survey of the occurrence of some chemical elements in Swedish sphalerites in relation to their geological appearance. The connection between the enrichment of the elements and the formation temperature has also been studied.

The material analysed consists of about 80 samples from different localities in Sweden. Some deposits in the Skellefte Field (Västerbotten, Northern Sweden) are represented by a great number of samples, giving an idea of the local distribution of the elements.

The impure material has been separated in Clerici's solution and subjected to magnetic separation. All values have been determined by means of spectrographic analyses. In order to get a control of the spectrographic analyses some chemical determinations of Cd, Mn and Fe have also been made.

The analytical results are collected in Tables 5—8. With reference to these tables the occurrence of different analysed elements present in sphalerite are discussed. In Chapter 7 B a study is made of different sphalerite types.

The values of Cd, Ga, In, Mn and Fe have been statistically treated in order to get an idea of the percental distribution of these elements in four main types of Swedish sphalerites. The result is shown in Table 9. All values in this table are expressed in atoms/100 atoms Zn. The result is summed up as follows:

Cd. Almost 60 per cent of all samples contain 0.1—0.2 atoms Cd. An irregular distribution of Cd is observed in sphalerites belonging to post-archæan sediments, where sphalerites rich in Cd often appear. Otherwise, the enrichment of Cd in sphalerites seems to be relatively independent of the geological milieu and the temperature factor.

Ga. The values of Ga are regularly distributed between < 0.001 and 0.05. Only a few analyses show values above 0.05. Ga is enriched in samples of the sulphide ores of the Skellefte Field and especially in sphalerites from post-archæan sediments.

In. The enrichment of In in Swedish sphalerites is generally rather inconsiderable. The content of In is below 0.001 atoms in nearly 60 per cent of the analysed samples. A very low content of In characterizes sphalerites of post-archæan sediments. All these samples show values below 0.001. Sphalerites richer in In are more frequently observed in the sulphide ores of the Skellefte Field than in the other types.

Mn. The content of Mn is high in sphalerites of the carbonate-skarn ores of Central Sweden. More than 60 per cent of the values belong to the interval 1—5 atoms Mn. On the other hand, the sphalerites of the «fahlband» type and sediment type show low values.

Fe. Most of the values lie between 20 and 30 atoms Fe. In the samples from the carbonate-skarn ores of Central Sweden and the sulphide-ores of the Skellefte Field Fe is more enriched than in the other types. A very low amount of Fe is observed in sphalerites of the postarchæan sediments.

Co. Co is found especially in sphalerites from carbonate-skarn ores in Central Sweden. It is more rarely found in the Skellefte Field and in postarchæan sediments.

There seems to exist a relation between temperature and the enrichment of elements in sphalerites. A high content of Fe and Mn as well as the presence of Co indicate a relatively high temperature, while, on the other hand, the enrichment of Ga and Ge are favoured by low temperature. However, there must be other factors that are important in this connection and especially the regional distribution of the trace elements in different metallogenetic provinces.

Finally, the mutual correlation of trace elements in sphalerite has been established by a statistical calculation of the correlation coefficient, which gives the connection between two elements. The value of this correlation coefficient varies between + 1 and - 1. Positive and negative values indicate the degree of symbaty and antibaty respectively. The value ± 0 indicates no connection. The results of this statistical calculation are shown in Tables 10 and 11. These indicate a distinct symbaty only between Fe and Mn. The other coefficients only show a slight tendency towards symbatic or antibatic relations or indicate no connection. It is further obvious that the correlation coefficients as a whole can be arranged in a regular way according to decreasing symbaty.

Litteraturförteckning.

1. Berg, G., Vorkommen und Geochemie der mineralischen Rohstoffe. Leipzig 1929.
2. Brode, W. R., Chemical Spectroscopy. London 1939.
3. Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. Bd. IV, del 1.
4. Erämetsä, O., Über die Verbreitung des Indiums in finnischen Mineralen und über seine Trennung von anderen Metallen. Ann. Acad. Scient. Fennicae. Ser. A. Tom 51. No. 1. 1938.
5. —, Über das Auftreten von Gallium in finnischen nicht-metallischen Mineralen. Ann. Acad. Scient. Fennicae. Ser. A. Tom 54. No. 9. 1940.
6. Gavelin, S., Geology and Ores of the Malänäs District, Västerbotten, Sweden. Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C. No. 424. 1939.
7. Geijer, P., Falutraktens berggrund och malmfyndigheter. Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C. No. 275. 1917.
8. Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. No. 33 Cadmium, No. 36 Gallium, No. 37 Indium, No. 45 Germanium.
9. Goldschmidt, V. M., und Peters, Cl., Zur Geochemie des Galliums. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Mat. Phys. Kl. 1931, sid. 165.
10. —, Zur Geochemie des Germaniums. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Mat. Phys. Kl. 1933, sid. 141.
11. Goldschmidt, V. M., Barth, T., und Lunde, G., Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente. V. Norsk. Videnskapsk., Oslo. I. Mat.-Naturwiss. Kl. 1925. No. 7.
12. Goldschmidt, V. M., Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente. IX. Norsk. Videnskapsk. Oslo. I. Mat.-Naturwiss. Kl. 1937. No. 4.
13. Gössler, F., Bogen- und Funkspektrum des Eisens. Jena 1942.
14. Graton, L. C., and Harcourt, G. A., Origin of Ores of Mississippi Valley Type. Econ. Geol. Bd. 30. 1935, sid. 800.
15. Harrison, G. R., Wavelength Tables. London 1939.
16. Hartley, W. N., and Ramage, H., The wide Dissemination of some of the rarer elements and the Mode of the Association in common Ores and Minerals. Journ. Chem. Soc. (London), 71, 1897, s. 533.
17. Högbom, A., Skelleftefältet med angränsande delar av Västerbottens och Norrbottens län. Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C. No. 389. 1935.
18. Kaiser, H., Grundriss der Fehlerteorie. Zeitschr. Techn. Phys. Bd. 27. H. 7, 1936, s. 219.
19. —, Über die verschiedenen Verfahren zur Auswertung der Spektren bei quantitativen spektrochemischen Analysen. Spektrochimica Acta, Bd. 2, H. 1, 1941.
20. Klockmann-Ramdohr. Lehrbuch der Mineralogie. 11. Auflage. Stuttgart 1942.
21. Landergren, S., Några iakttagelser över malmerna i Saxbergets gruvor. Geol. Fören. Förh. Bd. 53, 1931, s. 321.
22. —, Bidrag till kännedomen om våra sulfidmalms geokemi. Geol. Fören. Förh. Bd. 57, 1935, s. 626.
23. —, Om spektralanalytiska metoder och deras användning vid malmundersökningar och malmprospektering. Tekn. Tidskr. H. 36 och 41, 1939.
24. —, Tillämpning av optisk spektralanalys inom geokemin. IVA 1943.

25. Magnusson, N. H., Ljusnarsbergs malmtrakt. Sveriges Geol. Undersökning. Ser. Ca. No. 39. 1940.
 26. —, Herrängsfältet och dess järnmalmer. Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C. No. 431. 1940.
 27. Mannkopff, R., und Peters, Cl., Zeitschr. f. Physik, 70, 1931, s. 444.
 28. Oftedal, I., Untersuchungen über die Nebenbestandteile von Erzmineraleien norwegischer zinkbländeführender Vorkommen. Norsk. Videnskapsk., Oslo. I. Mat.-Naturwiss. Kl., 1940, No. 8.
 29. Papish, J., Brewer, F. M., and Holt, D. M., Arc spectrographic Detection and Estimation of Germanium. Occurrence of Germanium in certain Tin Minerals. Jour. Amer. Chem. Soc. Bd. 49, 1927.
 30. Papish, J., New occurrences of Germanium I. Econ. Geol. Bd. 23, 1928, s. 660.
 31. —, New occurrences of Germanium II. The occurrence of Germanium in silicate Minerals. Econ. Geol. Bd. 24, 1929, s. 470.
 32. Pfeilsticker, K., Der Abreissbogen mit Hochfrequenzzündung. Zeitschr. Elektrochemie. Bd. 43, 1937, s. 719.
 33. Stoiber, R. E., Minor Elements in Sphalerite. Econ. Geol. Bd. 35, 1940, s. 501.
 34. Strock, L. W., Spectrum Analysis with Carbon Arc Cathode Layer. London, 1936.
 35. Tegengren, F. R., m. fl., Sveriges ädlare malmer och bergverk. Sveriges Geol. Undersökning. Ser. Ca. No. 17, 1924.
 36. Wigforss, F., Matematisk statistik för pedagoger. Stockholm 1938.
 37. Ödman, O., Geology and Ores of The Boliden Deposit, Sweden. Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C. No. 438, 1941.
 38. —, Erzmikroskopische Untersuchung der Sulfiderze von Kaveltorp in Mittelschweden. Geol. Fören. Förh. Bd. 55, 1933, s. 563.
-

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST
UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

		Pris kr
N:o 175	<i>Nya Kopparberget</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1932	4,00
> 176	<i>Storvik</i> av B. ASKLUND och R. SANDEGREN 1934	4,00
> 177	<i>Grängesberg</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1933	4,00
> 178	<i>Gävle</i> av R. SANDEGREN, B. ASKLUND och A. H. WESTERGÅRD 1939	4,00
> 179	<i>Forshaga</i> av R. SANDEGREN och N. H. MAGNUSSON 1937	4,00
> 180	<i>Färö</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1936	4,00
> 181	<i>Smedjebacken</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1937	4,00
> 182	<i>Lidköping</i> av S. JOHANSSON, N. SUNDIUS och A. H. WESTERGÅRD 1943	4,00
> 183	<i>Visby och Lummelunda</i> av G. LUNDQVIST, J. E. HEDE och N. SUNDIUS 1940	4,00
> 184	<i>Hedemora</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1941	4,00
> 185	<i>Horndal</i> av R. SANDEGREN och B. ASKLUND 1943	4,00

Ser. C. Årsbok 35 (1941)

N:o 438	ÖDMAN, OLOF H., Geology and ores of the Boliden deposit, Sweden. With 48 plates. 1941	8,00
> 439	DU RIETZ, T., Nyare undersökningar inom Remdalens malmtrakt och dess omgivningar. Med 4 tavlor. 1941	3,00
> 440	SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1936—40. Med en karta. Resume: Erdbeben in Schweden 1936—40. 1941	0,50
> 441	SUNDIUS, N., Oljeskiffrar och skifferoljeindustri. 1941	3,00
> 442	WESTERCÅRD A. H., Skifferborrningarna i Yxhultstrakten i Närke 1940. Med 3 tavlor. Kemiska analyser av G. ASSARSSON. Summary: Borings through the alum shale in the neighbourhood of Yxhult in Närke made in 1940. 1941	2,00
> 443	GAVELIN, SVEN, Relations between ore deposition and structure in the Skellefte district 1941	0,50

Årsbok 36 (1942)

N:o 444	ÖDMAN, OLOF H., Copper ores of the «Red beds» type from Visingsö, Sweden. 1942	1,00
> 445	KULLING, O., Grunddragen av fjällkedjerandens bergbyggnad inom Västerbottens län. Med 1 karta. 1942	6,00
> 446	LUNDQVIST, G., Sjösediment och deras bildningsmiljö. 1942	1,00
> 447	GRIP, E. and ÖDMAN, O. H., The telluride-bearing andalusite-sericite rocks of Mångfallberget at Boliden, N. Sweden. 1942	1,00
> 448	DU RIETZ, T., Kvartsitkollorna i Ormsjö-Täsjötrakten. Med en karta. 1943	1,00
> 449	HJELMQVIST, SVEN, Stribergs malmfält. Geologisk beskrivning. Med 3 tavlor. Zusammenfassung: Der Striberger Erzbezirk. Geologische Beschreibung. 1942	3,00
> 450	JOHANSSON, S., Soil consolidation. Soil-settling process 1943	1,00
> 451	BROTZEN, F., Die Foraminiferengattung Gavelinella nov. gen. und die Systematik der Rotaliiformes. Mit 1 Tafel. 1942	2,00

Årsbok 37 (1943)

N:o 452	ÖDMAN, OLOF H., Geology of the copper deposit at Laver, N. Sweden. With 2 plates. 1943	1,00
» 453	HJELMQVIST, SVEN, Die Natronreiche Randzone des Granitmassivs nördlich von Smedjebacken in Dalarna. Ein Beitrag zum Studium der Granitbildung. 1943	1,00
» 454	GAVELIN, SVEN, On the distribution of metals at Rävliiden, N. Sweden, and in some other copper-zinc ores. 1943	1,00
» 455	THORSLUND, PER, Gräusen ordovicium—silur inom Storsjöområdet i Jämtland. Summary: The Ordovician—Silurian boundary in the Jemtland Storsjön area. 1943	1,00
» 456	LARSSON, W., Zur Kenntnis der alkalinen ultrabasischen Ganggesteine des Kalixgebiets, Nordschweden. 1943	1,00
» 457	LUNDQVIST, G., Norrlands jordarter. Med 2 tavlor. 1943	3,00
» 458	WICKMAN, F. E., A graph for the calculation of the age of minerals according to the lead method. With one plate. 1944	1,00

Årsbok 38 (1944)

N:o 459	WESTERGÅRD, A. H., Borrningar genom Skånes alunskiffer 1941—42. Med 6 planscher. Kemiska analyser av G. Assarsson. Spektralanalyser av S. Landergren. Summary and description of fossils. 1944	3,00
» 460	SUNDIUS, NILS, On the substitution relations in the amphibole group. 1944	0,50
» 461	JOHANSSON, S., Om jord och vatten på Lanna försöksgård. 1944	1,00
» 462	ASSARSSON, G., Torrsubstansstillgång och vattenhalt i torvmarker i södra Sverige. 1944	1,00
» 463	WESTERGÅRD, A. H., Borrningar genom alunskifferlagret på Öland och i Östergötland 1943. Med 2 planscher. Kemiska analyser av G. Assarsson. Spektralanalyser av S. Landergren. Summary: Borings through the alum shales of Öland and Östergötland made in 1943. 1944	2,00
» 464	GRIP, E. and ÖDMAN, O. H., On Thucholite and natural gas from Boliden. 1944	1,00
» 465	BROTZEN, F., De geologiska resultaten från borrningarna vid Höllviken. Prel. rapport. Del 1. Kritan. Med 4 planscher. Summary and description of Foraminifera. 1945	2,00
» 466	LARSSON, W., Zur Kenntnis der spätglazialen Eisbewegungen westlich des Wenersees, Schweden. 1945	1,00
» 467	DU RIETZ, T., The alteration of the rocks in the copper deposit at Laver in N. Sweden. 1945	2,00

Årsbok 39 (1945)

N:r 468	GABRIELSON, OLOF, Studier över elementfördelningen i zinkbländen från svenska fyndorter. Summary: Studies on the distribution of element in Swedish Sphalerites. 1945	2,00
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

Ser. Ca.

N:o 26	GRANLUND, ERIK, Beskrivning till jordartskarta över Västerbottens län nedanför odlingsgränsen. Karta i skalan 1:300 000. 1943	8,00
» 30	MAGNUSSON, N. H., Ljusnarsbergs malmsgränd. Berggrund och malmfyndigheter. Med 2 tavlor. Summary: Geology and ore deposits of Ljusnarsberg. 1940	7,00
» 33	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 3. Horizontal intensity. With 4 plates. 1941	10,00
» 34	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 4. Vertical intensity. With 5 plates. 1942	10,00
» 35	GEIJER, PER och MAGNUSSON, N. H., De mellansvenska järnmalmernas geologi. Med 56 tavlor. 1944	25,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm 1*