

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C

AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER

N:o 586

ÅRSBOK 56 (1962) N:o 2

VASSBO BLYMALMSFYNDIGHET I IDRE OCH
DESS GEOLOGISKA INRAMNING

AV

F. R. TEGENGREN

Summary: *The Vassbo lead ore deposit in Idre, Western Sweden,
and its geological setting.*

MED I PLANSCH

STOCKHOLM 1962

Sveriges Geologiska Undersöknings senast utkomna publikationer

Geological Survey of Sweden. Recent publications.

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

Geological maps, scale 1 : 50 000, with explanations

Priset för karta i Ser. Aa med beskrivning är 10: — kr, för karta enbart 8: — kr.
(Price: map sheet + descriptive text Sw. cr. 10: —, map sheet Sw. cr. 8: —)

- | | | | |
|---------|--|---|--------------------------|
| N:o 197 | Laholm av W. LARSSON och C. CALDENIUS | } | Beskr. under utarbetande |
| » 198 | Halmstad av W. LARSSON och C. CALDENIUS | } | Expl. in preparation. |
| » 199 | Uppsala av P. H. LUNDEGÅRDH och G. LUNDQVIST. With English summaries. 1956 | | |
| » 200 | Eskilstuna av P. H. LUNDEGÅRDH och G. LUNDQVIST. English summaries. 1959 | | |

Ser. Ad. Agrogeologiska kartblad i skalan 1:20 000 med beskrivningar

Agrogeological maps, scale 1 : 20 000, with explanations

Priset för karta i Ser. Ad med beskrivning är 8: — kr, för karta enbart 6: — kr.
(Price: map sheet + descriptive text Sw. cr. 8: —, map sheet Sw. cr. 6: —)

- | | | | |
|-------|---|---------------|------------------|
| N:o 2 | Lund av G. EKSTRÖM. Karta 1948 med beskrivning 1953 | | |
| » 3 | Revinge | » 1951 | » 1961 |
| » 4 | Löberöd | » 1951 | » 1960 |
| » 5 | Örtofia | » 1952 | » 1961 |
| » 6 | Kävlinge | » 1955, t. v. | utan beskrivning |
| » 7 | Teckomatorp | » 1955, t. v. | » |
| » 8 | Trollenäs | » 1955, t. v. | » |
| » 9 | Bosjöklöster | » 1956, t. v. | » |
- | |
|-----------------------------------|
| Explanations
in
preparation |
|-----------------------------------|

Ser. C. Årsbok 54 (1960)

- | | | |
|---------|---|------|
| N:o 570 | LUNDEGÅRDH, P. H., The miogeosynclinal rocks of Eastern Central Sweden. With one plate. 1960 | 6,00 |
| » 571 | BROTZEN, F., On Tylocidaris species (Echinoidea) and the stratigraphy of the Danian of Sweden. — With a bibliography of the Danian and the Paleocene. With three plates. 1959 | 7,00 |
| » 572 | FRIETSCH, R., En zon av kaolinlera och vittrad blodsten vid Svappavaara, Norrbotten. Summary: A zone of kaolin clay and weathered hematite ore at Svappavaara, Norrbotten. 1960 | 6,00 |
| » 573 | LUNDQVIST, J., Issjöar och isavsmältning i östra Jämtland. Summary: Ice-lakes and ice recession in Eastern Jämtland, Central Sweden. 1959 | 2,00 |
| » 574 | FROMM, E., An interglacial peat at Ale near Luleå, Northern Sweden. — With contributions by R. W. Kolbe and Herman Persson. 1960 | 2,00 |
| » 575 | LUNDQVIST, G., The interglacial ooze at Pors i Lapland. 1960 | 3,00 |
| » 576 | QUENSEL, P., Vaggerydssyeniten. Summary: The Vaggeryd syenite in Southern Sweden. Med en plansch. 1960 | 4,00 |

Årsbok 55 (1961)

- | | | |
|-------|--|------|
| » 577 | GRIP, E., Geology of the nickel deposit at Lainijaur in Northern Sweden. With four plates. 1961 | 8,00 |
| » 578 | ASSARSSON, G., Södra Sveriges torvtillgångar, II. Kemiska analyser [The supply of peat in Southern Sweden, II. Chemical analyses.] 1961 | 2,00 |
| » 579 | OERTLI, H.-J., BROTZEN, F. und BARTENSTEIN, H., Mikropaleontologisch-feinstratigraphische Untersuchung der Jura-Kreide-Grenzsichten in Südschweden. Mit zwei Tafeln. 1961. | 3,50 |

Forts. å omslagets 3:e sida

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C

AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER

N:o 586

ÅRSBOK 56 (1962) N:o 2

VASSBO BLYMALMSFYNDIGHET I IDRE OCH
DESS GEOLOGISKA INRAMNING

AV

F. R. TEGENGREN

Summary: *The Vassbo lead ore deposit in Idre, Western Sweden,
and its geological setting.*

MED I PLANSCH

STOCKHOLM 1962

INNNEHÅLL

Förord	3
English Summary	4
Inledning	9
Fyndighetens upptäcktshistoria	10
Traktens berggrund	20
Subjotnium	22
Jotnium	22
Tektoniken i subjotnium och jotnium	26
Fjällrandens autoktona kambriska sediment	28
Överskjutna skollar	36
Blymineraliseringen	41
Malmfyndighetens genes	47
Malmtillgångar och exploatering	56
Litteratur	59

Förord

Det har synt mig motiverat att för publicering sammanställa de iakttagelser och erfarenheter, som jag i egenskap av ledare för Bolidens Gruvaktiebolags prospekteringsarbeten i Idre under en följd av år samlat beträffande traktens geologi och blymalmsförekomsternas upptäckt och uppträdande. Några epokgörande resultat har jag förvisso icke att komma med, men jag vågar dock i all blygsamhet hoppas, att mitt lilla bidrag till kannedomen av en av fjällrandens blymalmer och dess geologiska inramning skall vara av värde. Jag har skrivit på svenska, enär jag anser uppsatsen ha intresse huvudsakligen för svenska läsare, och den åtföljande resumén på engelska torde därför vara tillfyllest.

Under utarbetandet av denna uppsats har jag haft ovärderlig nytta av Bolidens chefsgeologs, fil.dr Erland Grip, publicerade sammanställningar rörande Laisvallområdets geologi och malmförekomster, och jag är honom också tacksam för det stöd och de goda råd, varmed han underlättat mitt arbete. Bland övriga Bolidengeologer står jag i tacksamhetskuld främst till dr phil. H. Helfrich, som mikroskoperat de flesta slip- och polerproven av bergarter och malmer och framställt mikrofotografierna. Ett antal slipprov har även mikroskoprats av dr phil. H. Zweifel. Dr phil. F. Kautsky hjälpte mig i fältarbetenas begynnelse tillrätta med områdets stratigrafi och har sedan identifierat en del fossilfynd. Framlidne professor E. Ljungner utredde på sin tid inlandsisens rörelser i trakten under olika skeden, en kunskap av betydelse för blockletningen. Borrkärnsprotokollen och -analyserna — de förra upprättade av ingenjör Å. Wirstam, som också uttagit de till ett par tusen uppgående analysproven, de senare utförda av Bolidens centrallaboratorium i Rönnskär — har varit en utomordentlig kunskapskälla. Wirstam har också ställt till mitt förfogande sina beräkningar och grafiska framställningar beträffande malmförhållandena. Platschefen i Vassbo, bergsingenjör K. Ingo, har välvilligt gett mig del av sina erfarenheter och arrangerat mina gruvbefaringar. F. d. disponenten, bergsingenjör C. G. Granström, har beredvilligt bidragit med uppgifter rörande Sala silververks letningar i Idre omkring sekelskiftet, i vilka han deltog.

Sist, men inte minst, vill jag med uppriktig tacksamhet nämna mina medarbetare i fält, främst Josef Holmgren, som under alla säsonger med osviklig falkblick framletat de flesta vägledande malmblocken och biträtt vid den geologiska rekognosceringen, men även mina mera tillfälliga malmletare Henning Lindström och Frithjof Örngrim, vilka också bidragit med viktiga blockfynd.

Bolidenbolagets verkställande direktör B. Norén och dess gruvdirektör F. Agri tackar jag för deras välvilliga tillåtelse att publicera denna uppsats.

Slutligen vill jag uttrycka min erkänsla till chefen för Sveriges geologiska undersökning, överdirektör K. A. Lindbergson, för intagandet av denna uppsats bland institutionens publikationer.

F. R. Tegnegren

English summary

Along the eastern border of the Caledonides in Scandinavia there is exposed a belt of autochthonous, chiefly Cambro-Silurian, but also late Eocambrian, flat-lying sedimentary rocks, resting on a peneplained Precambrian basement and superimposed and protected from erosion by various nappes, thrust from NW towards the border during a late stage of the orogenic movements (Silurian). The autochthonous sediments range from arkoses and conglomerates to psammitic and pelitic rocks and limestones, while the overlying nappes, of largely Eocambrian age, are quartzites, sparagmites, and other rocks in varying stages of metamorphism.

By a persevering prospecting campaign carried on intermittently in the course of the last thirty years, the Boliden Mining Company has succeeded in discovering along this border zone several valuable lead-ore deposits. The sector in which these deposits and some minor occurrences are situated extends from beyond the Arctic circle in the north towards the south and southwest as far as Vardal in Norway (cf. fig. 1), a distance of some 400 miles.

The lead mineralization is found mainly in the autochthonous sandstone beds but also in a superincumbent quartzite nappe, the Ström quartzite (Grip 1960). The largest deposit, discovered in 1939, is Laisvall, at present supplying the entire domestic consumption of lead; the recently opened up Vassbo deposit in Idre is of comparatively modest size. Both occur in autochthonous sandstone. Between these there are two deposits in the Ström quartzite nappe in Dorotea, Bellviksberget and Lövstrand, which are temporarily kept in reserve. The terminal link, recently discovered by a Norwegian enterprise at Vardal in Norway, is also of a similar type. The minor occurrences denoted on the map, fig. 1, are of interest as connecting links.

The Vassbo deposit is situated at long. $12^{\circ}31'$, lat. $61^{\circ}56'$ and at an altitude of close to 600 m above sea level. It lies 14 km NW of the village of Idre, in the County of Kopparberg, and 15 km E of the Norwegian frontier. The distance by road to the nearest railhead, Särna, is 45 km.

It was at Idre that the first inkling of the occurrence of lead in the Caledonian border zone was obtained. By a lucky coincidence an erratic boulder of richly lead-bearing sandstone was discovered here in 1898 by an adventurous itinerant quarry man and miner, who happened to be employed there in forestry work. The boulder, which had a whitish crust of oxidized galena, was lying among rubble of dark, local dolerite and thus attracted his attention. Having found out that it consisted of rich lead ore he naively believed himself able to exploit the discovery of his own account, but after some abortive pit digging and blasting on the spot—in the belief that the mother lode lay right underneath—he realized his incompetence and absconded from his creditors among the local population whom he had lured to lend money for his illadvised venture. Luckily, however, he had also offered his find to the company working the old Sala Silver Mine, thus saving it from oblivion.

The Sala company in 1900 dispatched a prospecting party to study the possibilities of tracing the provenience of the remarkable boulder, which was identified as Cambrian sandstone with abundantly disseminated galena, the percentage of lead amounting to nearly 30%. Some slightly mineralized boulders, found near the hill Knallarna (cf map, pl. 1), induced an attempt at striking the rock in situ by drilling. But this having failed the company became discouraged and desisted from further activity until twelve years later, when the author—at that time on the staff of the Geological Survey—was entrusted the task of undertaking a more thorough reconnaissance. I then prepared a geological map of the region

(fig. 2), studied the bedrock exposures and the glacial striae and as a result found that every indication pointed to a five mile sector of the border zone between Knallarna and Grövelaldalen. A more precise conclusion could not at the time be arrived at, and it seemed evident that the problem was beyond solving with the technical and financial prerequisites available. My report was shelved in the archives of the Geological Survey and until the twenties nothing was done. But at that time a financial organization, forerunner of the Boliden Company, equipped with the most modern technical resources of the time, had started prospecting on a large scale, chiefly in the Västerbotten county. Having learned of the Idre boulder from an item inserted by me in a publication of the Geological Survey they decided to take up the search there. But after the discovery in 1924 of the large Boliden deposit, the activity during the following years was almost exclusively confined to this deposit and its surroundings. Only some more or less desultory boulder hunting and excavating, and some tentative drilling were done at Idre along a large sector of the border zone. Lean disseminations of galena in different places and a local, very thin bed of ore were found but nothing of real importance. During World War II, when Norway was occupied by German troops, all activity in these adjoining frontier regions had to be suspended. However the discomfiture in Idre had already in 1936 diverted the attention to the northern sectors of the Caledonian border zone and the search there was crowned with remarkable success, when in 1939 the Laisvall deposit was discovered.

The search in Idre was, however, resumed in 1946, when the author was put in charge of the prospecting work. Realizing that a new and thorough boulder hunt was required, not only along the border zone itself, as previously, but further away from it towards SE, with the object of tracing a train of rich boulders connecting the original boulder E of Idre with the border zone in the northwest. After some aberrations and disappointments these endeavours were eventually successful. The boulder train pointed definitely towards Vassbo, a sector of the border zone that had hitherto escaped attention, owing to the bedrock there being hidden under extensive peatbogs. Drilling was started in January 1951 and already the sixth hole struck ore. Since then the ore body has been perforated by more than 500 drill holes and the border zone both west and east of Vassbo has also been probed by a number of holes.

In Idre the basement of the Cambrian sediments consists of two divisions of the Precambrian, called Sub-Jotnian and Jotnian. As is apparent from the map, pl. 1, these rocks occupy the entire eastern portion of the mapped area. On the more or less peneplained land-surface of the Sub-Jotnian porphyries were deposited the beds of Jotnian Dala-sandstone which are still only slightly tilted. Both these rocks were invaded by a dolerite magma, so called Åsby diabase, forming sills and dikes. The thickness of the predominantly brownish-red sandstone may be estimated in the eastern part of the area at some 200 m. In its lower strata several beds of conglomerate with abundant pebbles of a red quartzite are intercalated. The boundary between the porphyry in the west and the sandstone in the east is marked by a wide fault-zone of breccia and mylonite, along which the eastern sandstone block has sunk in relation to the western porphyry block. The resulting difference in level, however, has been completely obliterated by erosion, so that the surface of the porphyry now forms part of the Jotnian peneplain. The dolerite intrusions mostly have followed fracture zones of the same system.

The peneplained land-surface was submerged by the Cambrian transgression during which the above mentioned littoral autochthonous sediments, which now fringe the Caledonian border, were deposited. The stratigraphic sequence is shown by fig. 9. On a bottom layer of arcose or conglomerate there were deposited the lower Cambrian shale and calcareous sandstone and, on top of this, the ore-bearing quartz-sandstone, in turn overlain by the layer of black shale, the latter of middle Cambrian age. In late Caledonian time, (Silu-

rian) three separate nappes of Eocambrian rocks were thrust from the northwest on top of this autochthonous series, protecting it from being destroyed by erosion.

The lowermost of these, consisting of Vargian quartzite with a thickness of 60 m, forms the southern outlier of the Vemdalen-Ström nappe farther north. The second nappe, 250 m thick, is composed of a peculiar augengneiss, about the origin of which there are diverging opinions which the writer discusses. The uppermost nappe is a sector of the Serv-nappe, composed mainly of quartzite, of great extension both in Sweden and Norway.

The economically important mineralization is confined to the quartz-sandstone layer. This layer, varying in thickness between 5 and 12 m consists mainly of quartz grains with an average size of 0.1–0.2 mm, at most 2 % of feldspar and, sparingly, zircon, tourmaline, titanite and rutile, cemented by a matrix of quartz and some sericite, locally also carbonate. Although the lead mineralization is laterally very wide-spread, the economically important sector is confined to the neighbourhood of Vassbo, where the grain size of the rock is somewhat larger, 0.1–0.3 mm. The pay ore has been found to form a body shaped like an obtuse Z, about 2000 m long, 100 m wide and 6 m thick on the average (cf fig. 8). Apparently its shape is due to three main fractures, channels from which the mineralizing solutions have spread out laterally as shown by fig. 28. The vertical distribution of pay ore is also very irregular. In some places rich ore is found in the bottom layers, in others in the middle, more seldom at the top immediately beneath the impermeable black shale which always has acted as a barrier (cf fig. 27). On the other hand the mineralization frequently extends downwards into the calcareous sandstone, in rare cases even there forming pay ore. As a rule the richest ore seems to occur in somewhat calcareous portions of the quartz-sandstone and often follows narrow clay bands along which differential movements have taken place, but so far no relations to the vertical fissures have been observed. The galena replaces the matrix of the sandstone, in richer ore also the grains of both quartz and feldspar. It is always accompanied by yellow sphalerite and minor amounts of pyrite, more rarely chalcopyrite, and occasionally barite. Fluorite, of more common occurrence at Laisvall, is missing, but has been observed in the superincumbent nappes. The order of crystallization of this paragenesis has been pyrite-chalcopyrite-sphalerite-galena. The average tenor of the orebody is 6 %, but locally some sections contain up to 20 % and more, the maximum observed being 32 %. Sphalerite is as a rule subordinate, the average ratio Zn:Pb being 1:8.5, but locally along the central axis it may attain higher percentages. Fig. 29 illustrates the very irregular mutual distribution of galena and sphalerite. Fig. 24–26 show the microscopic structure of the ores of various grades.

Turning to the genesis of the deposits, the identical character of the wide-spread mineralization along the Caledonian border is evident; there can be no doubt that its source is everywhere one and the same. Its occurrence in host rocks of different ages, viz late Eocambrian at Laisvall (Laisberg sandstone), earlier Eocambrian (Vargian) in the nappe at Dorotea and Vardal, and Cambrian at Vassbo, seems to exclude any syngenetic mode of formation, since the abundant deposition of an identical paragenesis during these different periods would seem extremely improbable. Besides, the occurrence of fossils at Idre in the ore-bearing sandstone, even in rich ore, precludes any syngenetic mineralization, since no organisms could have lived in a lead-poisoned sea. A wealth of observations—mainly at Laisvall where the problem has been studied by the geologists of the Boliden Company and where excellent exposures are available in the mines—also bear out this inference. The relevant facts have been stated by Grip (1953, 1960) and may be epitomized as follows: The mineralization has been emplaced in sandstone beds enclosed between impounding strata of shale. It is confined to beds of more or less pure sandstone, while argillaceous beds are always barren, and it shows an unmistakable connection with Caledonian overthrust structures—large fractures as well as minor crush zones—whereas untectonized sandstone is al-

ways empty. The ore minerals have been deposited in open spaces, in brecciated portions and as replacements of both matrix and detritus grains. The Laisvall deposits are situated in a regionally important flexure which is believed to have formed like a wave along the front of the advancing nappes, thus breaking up an abundance of fractures in their wake. These may have served as channels for ore solutions propelled forward by the same violent pressure as the nappes. Hence, according to this theory, the elements of the ore paragenesis originate from the central parts of the Caledonian geosyncline and were ultimately—due to decreasing temperature and pressure—deposited near the border. In support of this concept Grip points out that minor lead mineralizations are found also tens of kms west of Laisvall and Dorotea, at different stratigraphic and tectonic levels.

Upon the whole these features of genetic importance are matched by the observations made at Vassbo. As is evident already from the shape of the ore-body the mineralizing solutions must have entered through two or three central fractures from which they spread laterally as far as the present extent of the mineralization (fig. 29). Although no such flexure as at Laisvall has been observed here so far, tectonic movements in the basement are distinctly indicated by fissures in the dolerite and by chemical alterations of this rock.

However plausible the advance of the mineralizing solutions in the wake of the nappes may seem, it must be pointed out that steep fissure-veins containing an almost identical assemblage of ore minerals also occur in a number of places in the Precambrian basement east of the Caledonian border. All of these are presumably connected with the Hercynian diastrophism, since the host rock at one of them is of Silurian age and since deposits of similar paragenesis occur in the Permian rocks of the so-called Oslo field further south in Norway. Besides, Hercynian epeirogenetic block dislocations—with or without accompanying igneous intrusions—are to be found in many localities throughout Fennoscandia, and a number of lead-bearing veins is connected with them. At the mountain border the solutions could then have followed rejuvenated Caledonian fractures. Recent investigations regarding the isotopic composition of the lead in Swedish deposits have, however, shown that the Caledonian border deposits form, in this respect, a well-defined group, while the fissure veins have a diverging isotopic composition.

It is evident from the description of the Swedish Caledonian border deposits given in this paper that they belong to the world-wide Mississippi Valley type, lately surveyed by Ohle (1959), who summarized its characteristics and enumerated many of its more important representatives. They are also briefly reviewed here on pages 52—56. The epigenetic hypogene-hydrothermal origin advocated by him is in complete accordance with the results arrived at regarding the Swedish deposits. The provenience of the ore forming elements, however, still everywhere remains an intricate problem awaiting its definite solution. The syngenetic hypothesis recently advanced by Amstutz (1958) and Oftedahl (1958), advocating a primary marine deposition of the metals, is contradicted by many facts. It also involves such an improbable supposition as a prolonged volcanic activity during the quiescent intervals between the orogenic periods, whereas the ore forming processes are generally confined to the periods of diastrophism.

A series of interesting deposits in West Africa have recently been described by Stam (1961). They contain—in addition to lead and zinc—copper as an essential component, thus apparently forming a connecting link with the copper deposits of Northern Rhodesia which may also be regarded as telemagmatic (O. Brotzen 1957).

From a mining point of view the Vassbo ore-body may be regarded as a horizontal plate, 2 km long by 100 m broad and 6 m thick, with an average tenor of 6 % lead, 0.3 % zinc, 20 g silver per ton and mere traces of gold. The extractable ore quantity is at least 3,000,000 metric tons, containing 180,000 tons of lead; beyond this there are some adjoining reserves of ore of lower grade. The mining operations are planned for an annual output of 150,000 tons

of crude ore. The central shaft and the surface plant (fig. 30) are situated near the eastern elbow of the deposit. From a double drift along the central axis of the ore-body on the 52 m level mine chambers extend crosswise to both sides, the method of mining being a kind of room and pillar benching. Under this level there is the haulage drift, 69 m level, through which the ore is transported to the shaft, where it undergoes a primary crushing before being hoisted to the storage bins adjoining the head-frame of the shaft. The final crushing, prior to flotation, is done in a huge mill, where the ore chunks and particles of varying sizes grind themselves to final size without the aid of any steel balls or rods, thus by a process of autogenous milling, so far almost unique in the world.

Inledning

I geografiskt-morfologiskt hänseende tillhör Idretrakten gränsområdet mellan fjällen i väster och ett vidsträckt, kuperat landskap i öster, där bergkullarna höjer sig några tiotal meter över dalgångarna och mellanliggande flacka tallhedar, myrar och tjärnar. Vid själva Idre är höjden över havet ca 450 m, men landskapet stiger västerut till närmare 600 m vid fjällranden, där fjällens utposter reser sig till 700—800 m ö. h. Området dräneras av Österdalälvens källflöden, vilka alla har sitt utlopp i Idresjön, som utgör dess källsjö.

Idre socken, Dalarnas nordvästra hörn, i W gränsande till Norge, är en av Sveriges största och glesast befolkade: på 2.400 kvkm ytvidd bor endast 1.800 människor, därunder 700 i själva kyrkbyn. Från detta centrum utstrålar vägar mot SE via Särna till Dalabygderna, mot N till Härjedalen och Jämtland och mot W till Norge. Vassbogruvan är belägen 15 km fågelvägen NW om Idre kyrkby, i närheten av en av genomfartsvägarna till Norge.

Från att ha varit ett rent geografiskt-geologiskt begrepp har fjällranden under

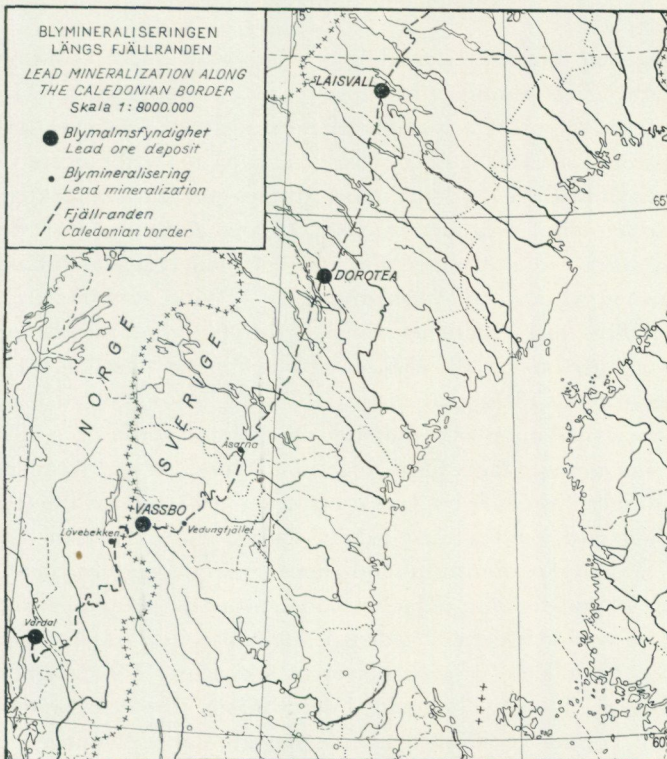


Fig. 1. Översigtskarta. Skala 1: 8 000 000.

Key map. Scale 1: 8,000,000.

det senaste årtiondet erhållit en förut oanad ekonomisk betydelse, sedan man upptäckt att de där framträdande fjällsedimenten hyser en hel kedja av värdefulla blymalmsfyndigheter, mellan vilka här och var också blyföring i icke brytvärd mängd spårats (fig. 1). Ända från trakten N om Laisvall i Norrbotten sträcker sig — med ett avbrott omfattande Jämtlands silurplatå — denna blyförande front till Idre, där den böjer av mot SW inåt Norge och fortsätter fram till slutpunkten vid Vardal, W om Mjösa. Den största och betydelsefullaste länken i denna kedja är Laisvall, som bearbetats alltsedan krigsåren och numera förser Sverige med hela dess behov av bly och därutöver exporterar en icke obetydlig kvantitet. Långt efter i storlek kommer den fyndighet, som utgör ämnet för denna uppsats, den i fjol öppnade Vassbogruvan. De mellan dessa belägna fyndigheterna i Dorotea-trakten befinner sig ännu på undersökningsstadiet. Detsamma gäller om den i fjol upptäckta norska förekomsten vid Vardal.

Blymineraliseringar har anträffats flerstädes: N om Laisvall; i Ramundberget i Åsarna i södra Jämtland; i Vedungfjället i Härjedalen samt på norska sidan vid Lövebekken SW om Idre.

Fyndighetens upptäckthistoria

Malmfyndigheter har ofta en märklig och intressant upptäckthistoria, i vilken unika tillfälligheter och slumpens spel ingripit på ett avgörande sätt. I äldre tider, då det ännu fanns oupptäckta fyndigheter med utgående i dagytan spelade denna faktor en dominerande roll. Under senare tider, då det i allt större utsträckning gällt att upptäcka fyndigheter dolda under ett mer eller mindre mäktigt jord- eller berglager, har det sällan räckt med enbart lyckosamma tillfälligheter; det har också krävts, att slumpens värdefulla, men ofta vaga och mångtydiga anvisningar och ledtrådar effektivt utnyttjats och av sakkunskapen — stödd av tillräckliga finansiella resurser — fullföljts med uthållighet. Härpå är Idrefyndet ett slående exempel, som dessutom visar, huru som ett till synes helt lokalt uppslag — sedan väl dess fullföljande övertagits av ett för uppgiften rustat företag — kommit att leda till en hel rad betydelsefulla malmupptäckter utefter en fjällrandzon av c:a 70 mils längd.

Det fynd, som gav uppslaget till malmletning i Idre, var ett rikt blymalmsblock, år 1898 anträffat ca 2 km öster om Idre kyrka av en sten- och gruvarbetare vid namn Carl Johan Blomqvist, hemma från Gökhems socken i Skaraborgs län.

Vilka var då de lyckosamma omständigheter, som möjliggjorde detta fynd? För det första, att Blomqvist, som påtagligt hade en hel del erfarenhet om bergarter och malmer, bl. a. både från hembygdens Västgötaberg och från Gällivare där han varit gruvarbetare, råkade vara en skarpsynt iakttagare. För det andra, att han under sina irrfärder i Sverige hamnade i det avlägsna Idre och där tog tjänst som skogsstämplare. För det tredje, att hans arbetsuppgift där — som ingenting hade att göra med malmletning — kom att föra honom över den plats, där blocket låg. För det fjärde, att berggrunden omkring Idre utgöres av diabas, och att det på ytan vita

blymalmsblocket därför låg lätt skönjbart i ett rammel av mörka diabasstenar, likt en albino bland svartingar. Utanför diabasområdet däremot skiljer sig blymalmsblocken vid ytligt påseende icke från tusentals andra bergartsblock och är därför omöjliga att upptäcka för andra än den, som är direkt inriktad på att leta efter dem. Malmblocket tycks för övrigt vara ett unikum inom diabasområdet, ty trots ivriga senare letningar har inget annat blyförande block där kunnat anträffas.¹

Blomqvist, som på ett eller annat sätt fick fastställt, att blocket bestod av rik blymalm, tycks ej ha varit sen att själv försöka utnyttja sitt fynd och ansökte den 18 juli hos bergmästarämbetet i Falun om inmutning, varefter mutsedel utfärdades för honom den 8 augusti.

I tro att blockets moderklyft fanns på själva fyndplatsen begynte han där tillsammans med anställda medhjälpare avsänka ett schakt och lyckades, säkerligen genom frikostiga förespeglningar, upplåna pengar bland den fåtaliga orsbefolkningen. Men dessa medel var snart förbrukade, och i gropen blottades endast ofyndig diabas. Ännu gav dock Blomqvist inte tappat; enligt den vanliga lekmanövertygelsen gällde det ju bara att komma ned tillräckligt djupt, och bästa sättet syntes honom vara att driva en stoll från Sundbäcken vid bergets fot, öster om fyndplatsen, där fast håll går i dagen. För att utvidga området för sina lånetransaktioner skaffade han sig häst och kärra och kuskade omkring både i Idre och Särna på jakt efter finansärer. På så sätt fick han medel att på senhösten igångsätta stollarbetet. Men längre in i klippan än ett par meter kom han inte, förrän vidare arbete där framstod som hopplöst. I insikt om att företaget översteg hans förmåga och ansatt av sina kreditorer, vilka lär ha satsat sammanlagt ca 8000 kr, såg Blomqvist som sin enda räddning att försvinna från trakten.²

Med denna Blomqvists snöpliga sorti avslutades det första romantiskt irrationella kapitlet i Idrefyndighetens historia; fortsättningen blev präglad av mera målmedvetet och sakkunnigt prospekteringsarbete. Förvisso var det ödets nycker, som spelade honom fyndet i händerna, men Blomqvist är dock förtjänt av en blomma för sina iakttagelseförmåga. Hans namn är värt att bevaras, dels för att han efter sitt ringa förstånd sökte göra något av sitt fynd, men framförallt därför att han, sedan han funnit egna krafter otillräckliga, vände sig till sakkunskapen och sålunda räddade sin betydelsefulla upptäckt från glömskan.

Blomqvist hade nämligen inlett underhandlingar med Sala silververk, som då ägdes och drevs av AB Salberget. Dess disponent, ingenjör Olof Wenström, som tidigare bedrivit malmletning i Mexiko, blev livligt intresserad, och planer för en närmare undersökning på ort och ställe framlades för bolagets styrelse den 31 maj 1900. Det beslöts då att sända en rekognosceringsexpedition under Wenströms ledning och därjämte — på förslag av styrelseordföranden, intendenten vid Riksmuseets mineralogiska avdelning, professor Hjalmar Sjögren — att uppdraga åt paleontologen G. C. von Schmalensee, en man med grundlig och vidsträckt kännedom om

¹ Först för några år sedan hittades under brunnsgrävning i Idrebyn en liten blymalmssten.

² År 1904 dyker han upp som inmutare av Åkerlandets zinkmalm i Västerbotten.

Sveriges kambro-siluriska bildningar, att utreda traktens geologiska förhållanden. Av de provbitar av blocket, som undersökts, hade nämligen framgått, att detta utgjordes av med blyglans rikligt impregnerad kambrisk sandsten. Dess geologiska ålder kunde bestämmas tack vare i blocket anträffade fossil. År 1912, då jag hade tillfälle besiktiga blocket, hade endast smärre stycken av detsamma lösslågits, varför dess ursprungliga form var lätt att rekonstruera. Det var ovalt, kantrundat, $0,4 \times 0,6 \times 1,0$ m och vägde alltså ca 500 kg. Ett på 1920-talet taget analysprov gav 29 % Pb. När jag 1952 ånyo besökte platsen, hade blocket slagits i stycken och större delen hade blivit bortförd. De största bitarna finns nu i gruvmuseet i Boliden. Fyndet av dylik sandsten i denna trakt innebar i och för sig ingen överraskning, ty förekomsten av kambrium därstädes hade redan i början av 1880-talet konstaterats av Törnebohm (1882) och sedermera av Holst (1893) och Hedström (1896). Men att kambrium skulle vara blyförande hade dittills ingen anat.

I början av juli avreste både Schmalensee och den Wenströmska expeditionen till sitt arbetsfält. Någon samordning av fältarbetena synes emellertid icke ha förekommit. Schmalensee, som ägnade fjorton dagar åt sin uppgift, anträffade flerstädes NW om Idre block av sandstenen, för det mesta utan bly men vid Knallarna (se pl. 1) svagt blyförande, varför han förmodade, att det rika malmblockets moderklyft vore att söka i sistnämnda trakt. Hans arbete måste ges ett högt betyg: blockletningen var effektiv och rätt orienterad i förhållande till isrörelsen, och han infogade korrekt det blyglansförande sandstenslagret i dess stratigrafiska sammanhang. Även hans uppfattning om blymineraliseringens ursprung närmar sig den nuvarande. Han ansåg, att malmmaterialet inkommit genom sprickor från djupare zoner. Häremot kan, som ett kuriosum, kontrasteras Törnebohms mera verklighetsfrämmande förmodan, att Dalasandstenen, på samma gång som den skulle lämnat material till den kambriska, också skulle ha levererat blyet i den sistnämnda (otryckt källa, brev).

Den Wenströmska expeditionen företog mera på måfå en lång och mödosam rundfärd N och NW om Idre långt innanför fjällranden, och hamnade efter tre veckor vid Knallarna och Storbo, givetvis utan att ha lyckats finna någon ledtråd. Det förefaller ju också som om hela färden varit onödigt famlande, då den utsträcktes över trakter, där redan enligt Törnebohms karta av 1882 kambrium måste ha ansetts djupt begravet under fjällskiffrar.

Bolaget beslöt emellertid på Schmalensees inrådan att närmare undersöka Knallarna, där blyföring anträffats, och igångsatte på sensommaren diamantborrningar därstädes. Men på grund av den primitiva utrustningen — en handdriven bormaskin — blev företaget ett nästan totalt misslyckande. Den trasiga skiffern i sandstensens hängande lyckades man endast på ett ställe genomborra och den därunder övertvärade sandstenen befanns helt ofyndig. Efter denna besvikelse inställde bolaget sina försök att finna den sökta fyndigheten.

Förtjänsten av att åter, efter tolv års förlopp, ha blåst liv i problemet och att ha fört saken ett steg framåt tillkommer Wenströms efterträdare i Sala, den initiativ-

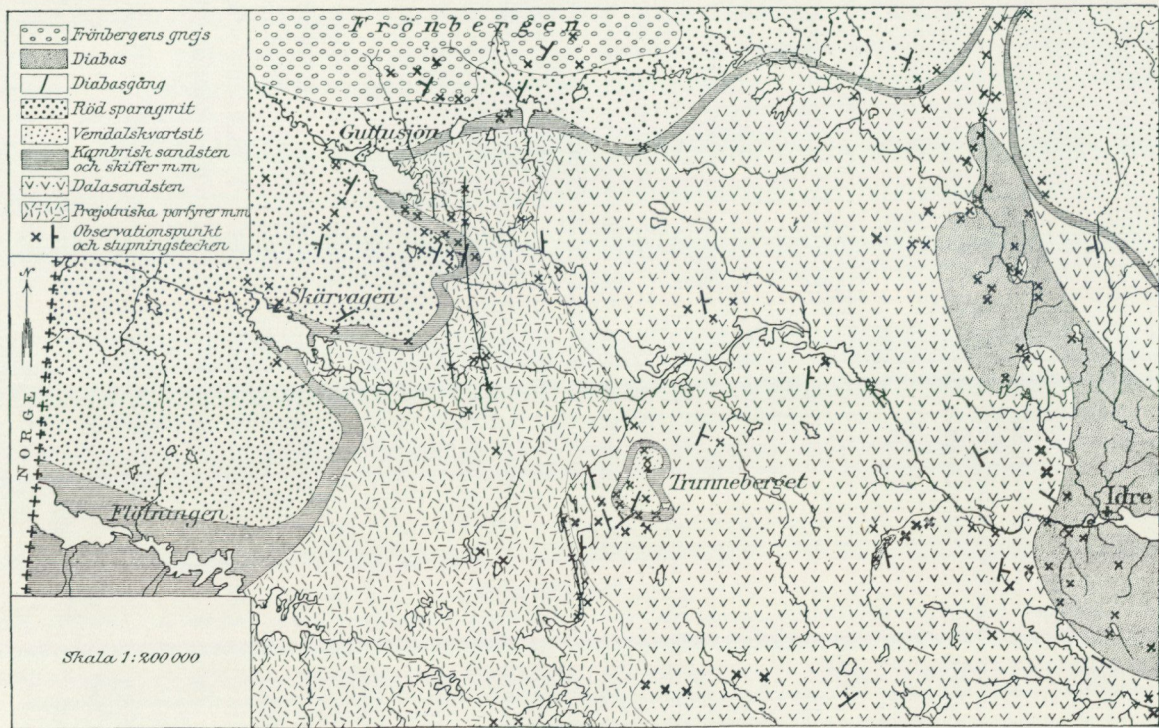


Fig. 2. Geologisk karta över Idretrakten upprättad 1912 av F. R. Tegengren (med smärre kompletteringar av G. Frödin, 1920).

För spridning godkänd i Rikets allmänna kartverk den 27 jan. 1962.

Geological map of the region NW of Idre, prepared in 1912 by F. R. Tegengren (with minor additions in 1920 by G. Frödin).

rike direktör G. A. Granström, som 1912 förmådde AB Svenska Metallverken att tillsammans med den kände finansmannen, häradshövding Knut Tillberg, anslå medel till fortsatta geologiska rekognoseringar. På Granströms framställning förklarade sig chefen för Sveriges geologiska undersökning, professor J. G. Andersson, villig att låta författaren taga itu med den vanskliga uppgiften. Åt detta fältarbete ägnade jag sex veckor av sensommaren.

Huvudresultatet av min undersökning, som företrädesvis ägnades åt iakttagelser av bergarter och isräfflor, blev en geologisk karta i skalan 1:50.000, visande såväl den äldre berggrunden som fjällrandens bergarter och utsträckning (fig. 2). Räf-felobservationer och blyförande blockfynd pekade icke mot något snävt begränsat område utan snarare mot ett ca 9 km brett avsnitt av den kambriska fjällranden mellan Knallarna och Gröveldalen, ca 17 km NW om fyndplatsen för det rika malmblocket. Något mera preciserat resultat kunde inom ramen av anslagna medel och min disponibla tid icke erås, och det stod klart, att ett fullföljande av undersökningarna till slutmålet skulle komma att kräva omfattande, tidsödande och dyrbara arbeten. Varken SGU eller någon enskild organisation var vid denna tid kapabel att lösa denna uppgift och beredd att taga de ekonomiska riskerna. Någon garanti för att malmblocket härstammade från en fyndighet av brytvärd storlek fanns ju inte heller. Min rapport ledde därför icke till någon vidare åtgärd, men fick dock, som strax skall visas, sin stora betydelse för det vidare händelseförloppet.

Först på 1920-talet uppkom en gynnsammare situation. Bolidenbolagets föregångare, Centralgruppens Emissions AB, bedrev då prospektering enligt nya metoder och med stora kapitalinsatser. Tack vare att jag i det av SGU 1924 utgivna verket "Sveriges ädlare malmer" hade inryckt en kort redogörelse för Idrefyndet, fästes bolagets uppmärksamhet härpå. Dess ledning beslöt intressera sig för detsamma, trots att företaget vid denna tid var djupt, ehuru ännu ej framgångsrikt engagerat i Västerbotten. De under chefsgeologen O. Bäckströms ledning bedrivna fältarbetena i Idre gav under det första året ett skäligen magert resultat. Blockletningarna, som med ledning av min karta förlades till fjällrandens omedelbara närhet, resulterade i upptäckten av åtskilliga svagt blyglansimpregnerade block vid Knallarna, Guttuån, Frönsjön och Gröveldalen. Men till följd av upptäckten av den rika Bolidenfyndigheten i december samma år kom intresset under de närmast följande åren att så gott som helt koncentreras på denna.

Först 1929 återupptogs arbetena i Idre och fortsattes under de närmast följande åren. Medelst gropgrävning utmed samma frontavsnitt som tidigare gjordes nya blockfynd och blottades på flera ställen det malmförande sandstenslagret. De mest lovande fynden gjordes vid Gröveldalsvallen. Där borrades under vintern 1932—1933 fyra hål, av vilka två övertvärade obetydliga impregnationer, medan sandstenen i de andra två var helt ofyndig. Sedan prövades här både elektriska och magnetiska mätningar, men de förra indikerade endast den kolhaltiga skiffern i sandstensens hängande, de senare underlagets jotniska diabas. Dessa envisa misslyckanden i Idre gav emellertid impulsen till undersökningar annorstädes utmed den

långa fjällrandzonen, vilka småningom kröntes med lysande framgång. Letningarna i trakten av Storlisan under F. Kautskys ledning resulterade nämligen 1938 i upptäckten av en hel svärm av rika blymalmsblock, vilka ledde till att Laisvallfyndigheten följande år upptäcktes.

Inom fjällrandens sydliga avsnitt, där letningarnas ledning efter Bäckströms död 1937 överlåtits åt dr E. Dahlström, rekognoscerade han södra Jämtland och Härjedalen med negativt resultat, varefter han åter ägnade sig åt det svårlösta Idreproblemet. Efter förnyade blockletningar och kartering av fjällranden anträffades 1940 vid Fågelleksbrännan ett malmförande sandstenslager, som emellertid efter blottning medelst ett antal gropar, visade sig vara endast ca 0,1 m mäktigt och därför värdeöst, varefter kriget och den tyska ockupationen av Norge omöjliggjorde vidare arbeten i dessa inom den svenska försvarszonen belägna gränstrakter.

Efter krigets slut blev prospekteringsarbetenas fortsättande åter aktuellt och författaren anförtroddes uppgiften att leda desamma. Min första viktiga uppgift ansåg jag vara att söka framleta en i istransportriktningen utsträckt svans av rika malmblock, av liknande halter som det första Idreblocket. Inga sådana hade dittills anträffats. Orsaken härtill var tvåfaldig: dels bristande nit och effektivitet från blockletarnas sida, dels letningarnas begränsning till fjällrandens omedelbara närhet. Man hade därigenom visserligen påvisat, att mineraliseringen uppträder spridd utefter stora delar av denna 15 km långa randzon. Men man hade icke kunnat peka på något bestämd avsnitt, som den sannolika fyndplatsen för verklig malm. Det blev därför nödvändigt att igångsätta en intensiv letning ej blott över hela randzonen utan också långt mot SE utanför densamma för att om möjligt uppspara en verklig svans av rikare block. Åt denna uppgift ägnades en stor del av somrarna 1946—1948.

För att från början erhålla full klarhet om istäckets rörelser i dessa trakter uppdrogs åt dåvarande docenten E. Ljungner att utföra en glaciologisk specialundersökning. Tidigare iakttagelser av isräfflor och blocktransporter pekade samstämmigt på en isrörelse övervägande ungefär NW-SE, och denna uppfattning stöddes också av Ljungners på glacialsulpturer grundade utredning. Han konstaterade nämligen, att ehuru isdelarens läge under olika skeden varit starkt växlande, har den i slutskedet inom det för blockletningarna i frågakommande området legat NW om Idre.

Tack vare skickliga och nitiska medhjälpare: Josef Holmgren, Henning Lindström och Frithjof Örngrim, lyckades vi anträffa några rika malmblock (det rikaste med 40 % Pb) vid Höstsättern ungefär halvvägs mellan fjällranden och Idreblocket. Samtidigt hittades vid Gröveldalsvallen intill själva fjällranden ett antal tämligen rika malmblock, vilka förledde oss att här söka moderklyften.¹ Dessutom anträffades delvis stark mineralisering utanför fjällranden i Trunneberget, där en isolerad rest

¹ På kartan, pl. 1, är endast utsatt den svans av rika malmblock, som vägledde oss till Vassbo, däremot icke de talrika block av olika halter, som anträffats i Gröveldalen och annorstädes utmed fjällranden.



Fig. 3. Blockletningens "slutsten", det rika block som slutgiltigt pekade mot Vassbo. Blocket hittades 27/9 1948 av Josef Holmgren, trots att endast en yta, stor som ett tefat syntes ovan marken.

The "keystone" of the boulder train, a boulder of high grade lead ore which definitely pointed towards Vassbo. The boulder was discovered on the 27 Sept. 1948 by Josef Holmgren in spite of the fact that only a spot the size of a saucer was exposed above ground.

F.R.T. foto.

av kambrium med täckande kvartsitskolla motstått erosionen. Borrningar på dessa nya uppslag gav emellertid magra resultat.

Efter misslyckandet i Grövelsdalen fanns anledning misstänka, att de rika malm-blocken kunde härstamma från ett något sydligare avsnitt av fjällranden, det helt jordtäckta och myromgivna området vid Vassbo. Det gällde därför att genomleta terrängen mellan sistnämnda lokal och Höstsäterna för att om möjligt finna belägg för denna förmodan. Försöken kröntes slutligen med framgång, när Holmgren den 27 september 1948 norr om vägen Höstsäterna — Storån fann ett malmblock om ca 800 kg hållande 13 % Pb (fig. 3). Fyndplatsens läge pekade otvetydigt mot Vassbo, och därmed hade äntligen ett avgörande framsteg nåtts mot slutmålet. Ingen tvekan förefanns längre: detta block, Höstsäterblocken och det ursprungliga Idreblocket befanns vara belägna i en nästan rät linje (se pl. 1) och måste sålunda tillhöra en från fjällranden i Vassbotrakten, ca 3 km längre i NW härstammande blocksvans. Närmare än så kunde moderklyften ej spåras med blockletning, då terrängen åt detta håll utgjordes av blöta myrar (fig. 4 och 5).

Det förtjänar inflikas, att man för det sista betydelsefulla blockfyndet har att



Fig. 4. Landskapsbild från fyndområdet, västra delen, myr och tallhed.
Landscape in the western part of the ore bearing area, bog and heath.
E. Grip foto.



Fig. 5. Landskapsbild från fyndområdet — Rångbäckstjärn.
Landscape in the ore-bearing area at Rångbäckstjärn.
E. Grip foto.



Fig. 6. Första borrarförläggningen vid Vassbo 1952.

First shelters for the drilling crew at Vassbo in 1952.

E. Grip foto.



Fig. 7. Vassbo gruva i vardande 1955.

The Vassbo mine in the making in 1955.

F.R.T. foto.

tacka ej enbart Holmgrens vakna iakttagelse utan också åter en verkligt lycklig slump. Ovan marken syntes av blocket endast en fläck, knappt så stor som ett tefat, och om därför morängruset här hade nått bara en cm högre, så skulle denna upptäckt ha omöjliggjorts.

Sedan chefsgeologen, dr E. Grip, besiktigat de lovande blockfynden, beslöts 1950 att skrida till uppborrning av det misstänkta området, och borrhöjningarna påbörjades i januari 1951. Till följd av avsaknaden av hållar, visste man ej så noga den kambryska randzonens läge och nödgades till en början treva sig fram. Men redan i det tredje borrhålet anträffades en svag blyglansimpregnation och i det sjätte, den 5—6 april, 5 m malm med 6,5 % bly. Härmed hade sent omsider den sökta fyndigheten påträffats — 17 km från det första blockfyndet. Fortsättningen blev en systematisk uppborrning i ett rutnät med 50 m mellan borrhöjningarna. Sammanlagt har malmkroppen 1951—1956 genomborrats av ca 530 st lodräta borrhöjningar, varjämte omgivningarna rekognoscerats med ett stort antal borrhöjningar. Dessutom har under samma tid fjällranden västerut ända till riksgränsen undersökts med ett flertal borrhöjningar. Lägges

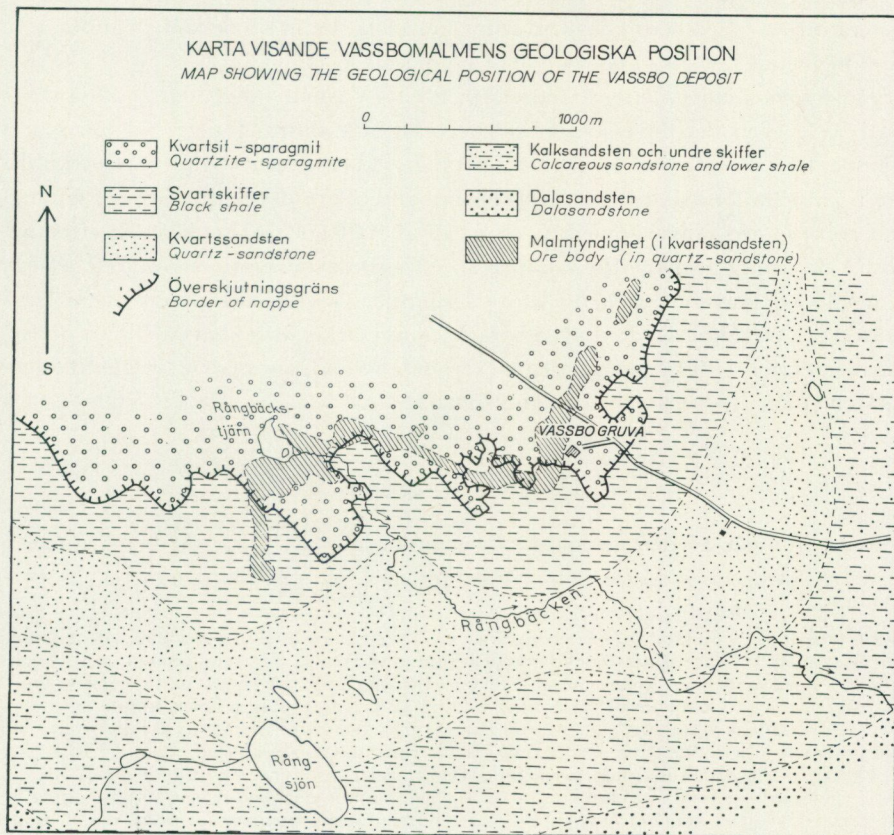


Fig. 8.

För spridning godkänd i rikets allmänna kartverk den 27 jan. 1962.

härtill tidigare borrhningar i Grövelsdalen, Trunneberget och Fågelleksbrännan, blir totala antalet borrhål 630, representerande en sammanlagd längd av ca 27.500 m.

Den detaljerade uppborrhningen av det fyndiga området gav redan före avslutandet så gynnsamma resultat, att Bolidens styrelse på hösten 1954 fattade beslut om en gruvundersökning, d.v.s. schaktsänkning och provbrytning under jord. År 1957 beslöts fyndighetens utbyggande för reguljär gruvdrift, vilken tog sin början år 1960. Då hade i detta företag investerats sammanlagt 20 mill. kronor, inberäknat prospekteringskostnaderna.

Ett överraskande och paradoxalt faktum, som framgått av den detaljerade uppborrhningen av fyndigheten, är att malmkroppen — såsom fig. 8 visar — helt saknar utgående i bergytan; överallt är den överlagrad åtminstone av svartskiffer, i stor utsträckning av både svartskiffer och skollkvartsit. Det kan alltså inte vara denna malmkropp, som levererat den vackra blocksvans, som vägledde oss till densamma. Det måste i stället ha varit en söder om densamma, längre ut mot randen belägen, numera helt bortroderad och försvunnen malmkropp, säkerligen av små dimensioner att döma av de rika blockens relativa fåtalighet. Att en sådan satellit existerat måste också betecknas som ännu en lycklig slump till de många andra, som i det föregående berörts — och den mest avgörande av dem alla.

Frågar man slutligen efter anledningen till att Vassbofyndigheten ändå så länge som i 53 år efter det första blockfyndet trotsat alla ansträngningar, så blir svaret följande. Detta fynd gjordes väl 25 år för tidigt, vid en tidpunkt, då varken tekniska eller finansiella förutsättningar fanns för uppgiften. För det andra bedrevs letningarna ryckvis med långa uppehåll och ej alltid fullt ändamålsenligt och effektivt, och för det tredje lockade flera, bättre än i Vassbo exponerade blyförande avsnitt av den 15 km långa randzonen i Idre på villospår. Vassbo med omgivningarna låg å andra sidan väl gömt, skyddat av vidsträckt myrmarker, och kom därför att undersökas först efter de sista avgörande blockfynden, varvid, såsom ovan relaterats, geofysiska metoder hade visat sig oanvändbara.¹

Traktens berggrund

Såsom framgår av den geologiska översiktskartan (pl. 1) består berggrunden i området östra och sydöstra delar av subjotniska och jotniska bergarter: porfyr,

¹ Vid Outokumpu i Finland, där bergsingenjör O. Trüstedt redan 1910 lyckades att utgående från ett två år tidigare gjort blockfynd lokalisera den rika kopparfyndigheten, var förhållandena i flera avseenden gynnsammare. Sedan språnget från det första malmblockets fyndplats till trakten av Outokumpu tagits med ledning av petrografiska indicier, kunde en vacker svans av malmblock framletas, alla härstammande från det korta avsnitt av fyndigheten, som hade utgående i bergytan. Svansen pekade därför rakt mot moderklyften, medan i Idre hela det 15 km breda, mineraliserade avsnittet av fjällranden levererat blyförande block. Sedan väl ett tjugotal blockfynd vid Outokumpu visat vägen, kunde därför den efterföljande detaljerade prospekteringen koncentreras till ett snävt begränsat område, varvid också någon hjälp erhöles av en elektrisk malmletningsapparat, den första i sitt slag. (Se V. Petersson: Om malm-sökande medelst elektricitet, Jernk. Ann. 1907). Huru nära man på så sätt kunnat lokalisera moderklyftens läge, visas av att redan det tredje borrhålet träffade malmen (Sauramo 1924).

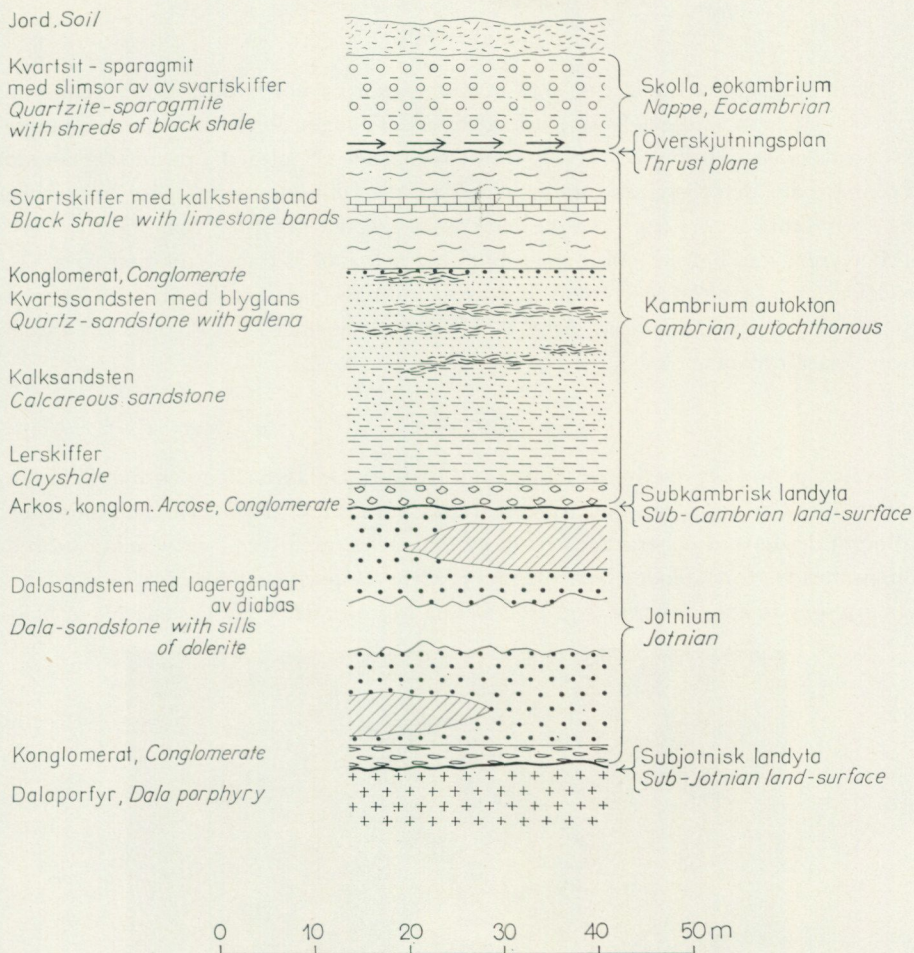


Fig. 9. Lagerföljden vid fjällranden vid Vassbo. — Dalasandstenens hela mäktighet mellan den subjotniska och den subkambriska landytan torde vara av storleksordningen 100—200 m.
Stratigraphic column at the Caledonian border at Vassbo.—The total thickness of the Dala-sandstone, between the sub-Jotnian and sub-Cambrian land-surfaces, is estimated at 100—200 m.

Dalasandsten och diabas. Dessa överlagras i W och NW med tydlig diskordans av autoktona kambriska lager, vilka i sin tur täckes av överskjutna skollar av eokambrika och möjligen äldre bergarter. Gränsen mellan underlaget och dessa utlöpare av kaledoniderna, den s. k. fjällranden, sträcker sig med en slingrande kontur av rundade lobber och av vattendragen djupt inskurna vikar från riksgränsen vid Flötningen mot ENE inåt Härjedalen. Utanför denna gräns kvarstår i söder som en ö en erosionsrest i Trunneberget, och på Höstebergets topp finns en liten hätta av bottnagren i den kambriska serien. Lagerföljden åskådliggöres mera i detalj av fig. 9 och 15.

SUBJOTNIUM

Detta bergartsled utgöres av porfyr, som tillhör en nordvästlig flik av Dalarnas och Härjedalens väldiga effusivplatå. Den träder i dagen W om en linje, som i ungefär nord-sydlig riktning sträcker sig från Drosbacken i S, utmed Trunnebergsån mot Frönhån, där den försvinner under de pålagrade fjällsedimenten. Mot W sträcker sig porfyrområdet in i angränsande delar av Norge, där det stöter mot granit.

Porfyren, som har en lodrät sprickbildning och ställvis flack bankning, är i öster rödaktig eller brunröd med en tät felsitisk grundmassa och 1—10 mm stora strökorn av för det mesta kalifältspat. Mot W blir bergarten mera basisk med strökornen övervägande av plagioklas.

JOTNIUM

Denna period representeras som nämnt både av Dalasandsten och diabas. I områdets östra delar, E om den nyss nämnda gränslinjen, dominerar Dalasandsten, tillhörande det nordvästra ändpartiet av denna sedimentseries vidsträckta utbredningsområde. Sandstenens bottenlager, vilande på porfyrens peneplanerade landyta, utgöres av konglomerat (fig. 10). Denna horisont går i dagen strax N om Skär-



Fig. 10. Dalasandstens bottenkonglomerat vid vägen Drosbacken —Fännhån.

The bottom conglomerate of the Dalasandstone, on the road between Drosbacken and Fännhån.

F.R.T. foto.

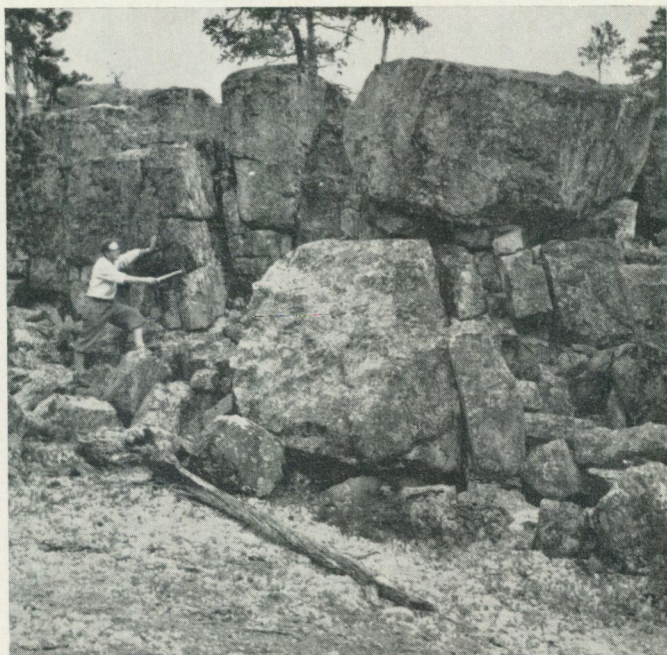


Fig. 11. Konglomerathorisont i Dalasandstenen, N. om vägen Storhån—Höstsättern.

Conglomerate horizon in the Dala-sandstone, N. of the road Storhån—Höstsättern.

F.R.T. foto.

vagsån, där vägen från Drosbacken förenar sig med vägen Storhån—Skåråsen. Bollarna, jämte delvis mera kantiga vittringsfragment, utgöres för det mesta av porfyr, men även av en vulkanit (kvartskeratofyrtuffit enligt Helfrich) ävensom enstaka bollar av en grå kvartsit. Mellanmassan utgöres av sliriga partier av ljusgrå eller gulaktig sandsten. Mäktigheten i de synliga hällarna, för det mesta sönderbrutna till stora block av rösberg, synes uppgå till ett par meter.

Ända upp till åtminstone 50 m ovanför bottenivån uppträder mellanlagrande konglomeratbäddar. I motsats till bottenkonglomeratet består bollarna, av upp till huvudstorlek, i dessa bäddar övervägande av en hård, glasig, vackert orangeröd kvartsit, mera underordnat av blek kvartsit, jämte enstaka bollar av porfyr. Kornen i den röda kvartsiten består av vulkaniskt material inbäddat i en kryptokristallin kvarts-hematit matrix. Mellanmassan och bergarten mellan konglomeratbäddarna är ljusgrå eller svagt rödaktig sandsten. Ett stort hällområde av konglomerat finns N om vägen mellan Storhån och Höstsättern (fig. 11), där man kan vandra omkring som på ett torg stenlagt med kullersten. Våldiga block av samma bergart ligger strödda framemot Grövelsdalsvallen. Fig. 12 visar lagerväxlingen inom den övre delen av denna konglomerathorisont. Ovanför den antar sandstenen här en mera rödskiftande färgton och innehåller tunna, tegelröda lerskikt. Men annorstädes, t. ex.

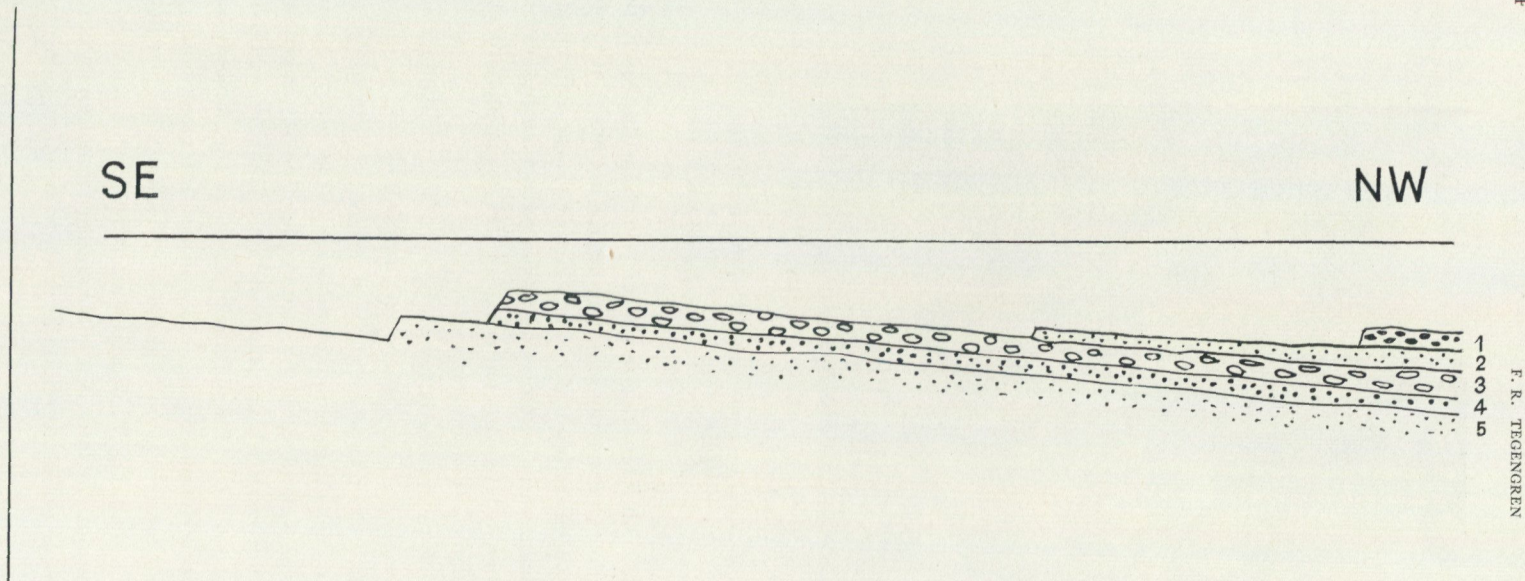


Fig. 12. Profil av Dalasandstenslagren norr om vägen Storhån—Höstsättern. Längd- och höjdskala 1:1 000.

Section across the beds of Dala sandstone N. of the road Storhån—Höstsättern.

1. Röd sandsten. *Red sandstone.*
2. Blekröd sandsten. *Pale reddish sandstone.*
3. Konglomerat: röda bollar, vit mellanmassa. *Conglomerate: red pebbles, white matrix.*
4. Röd sandsten, normal. *Red sandstone, ordinary.*

Konglomeratbädden består till ca 15 % av runda bollar av röd och blek kvartsit. Enstaka bollar består av porfyr.

The conglomerate contains about 15 % of round pebbles of reddish and pale quartzite and a few pebbles of porphyry.

över de vidsträckta frispolningarna SE om Trunneberget, liksom i åtskilliga borrhål, är bergarten ljusgrå eller nästan vit, tydande på att klimatet under jotniums tidigare skede icke varit av extremt arid karaktär. Det är denna vitgrå sandsten, som Frödin (1920) förväxlade med den ovanliggande kambriska och som ledde honom till att förneka existensen av någon diskordans mellan Dalasandstenen och kambrium. Längre österut, mot Idre, där troligen högre nivåer av lagerserien framträder, är bergarten normalt brunröd. Böljeslagsmärken är mycket vanliga. Hela mäktigheten av Dalasandstenshorisonten inom området torde röra sig om ett par hundra meter.

Längre söderut, i Gördalen, där Dalasandstenen utbreder sig västerut inåt Norge, har dess geologiska förhållanden studerats av Hortedahl (1921 och 1953). Hans iakttagelser stämmer väsentligen med de ovan skildrade med den skillnaden, att såväl bottenkonglomeratet som de ovanliggande konglomeratbäddarna där tycks innehålla en större frekvens av kantiga fragment. Uppträdandet tillsammans av runda stenar och kantiga fragment förklarar han bero på att brottstycken från strandklippor inbäddats tillsammans med transporterade, rullade stenar.

Vid Dalasandstenens västgräns inom Sverige har tidigare icke anträffats bottenkonglomerat i fast klyft och i ostört skick. Enligt Olivecrona (1920) är nämligen konglomeratet vid fyndplatsen Grimsmyrheden i Malung starkt tektoniskt påverkat av dislokationer. Utefter östgränsen finns däremot block av den opåverkade bottenhorisonten W om Älvdalen vid vägen mot Mångsbodarna, men bollarna säges här för det mesta vara kantiga. Längre i norr, 1 mil N om Bunkris, vid vägen Älvdalen—Särna, vilar grov sandsten direkt på porfyren.

Två undersökta slipprov av sandstenen visar följande. Sandkornen har en genomsnittlig storlek av 0,05—0,1 mm och består huvudsakligen av kvarts jämte ca 15 % fältspat. Sanden ligger inbäddad i en matrix av sericit. Sistnämnda mineral är en omvandlingsprodukt av ursprunglig lersubstans. I det ena provet, från närheten av bottennivån, ses dessutom enstaka runda strökorn, 0,5—1 mm, av kvartsporfyren.

Utefter de i det följande närmare beskrivna spricksystem, som genmsätter Dalasandstenen och den underliggande porfyren, har flerstädes eruptioner av diabas ägt rum. Inom sandstensområdet har dessa eruptioner från sprickkanalerna inträngt lateralt mellan de flacka sandstenslagren, bildande mer eller mindre vidsträckta lagergångar av delvis betydande mäktighet. Störst av dessa är diabasområdet omkring Idrebyn, vilket såsom av kartan synes, har en längd i NW—SE av 15 km och en synlig bredd i NE—SW av 7 km. Dess osynliga fortsättning norrut under dalasandstenen och fjällsedimenten utanför kartan är säkerligen minst lika stor. I Gudmundåsens sydvästra brant är den synliga mäktigheten ca 50 m. Mot NW tunnar lagret ut till ett par tiotal meter och delar upp sig på två ”våningar” med sandsten emellan. En uthållig gångzon av delvis betydande bredd uppträder E om Diftalsberget, och en ”sill” av stor mäktighet har i gruvan och i åtskilliga borrhål träffats under Vassbomalmen, där den har en horisontell utsträckning av minst en kvkm och en mäktighet överstigande 80 m. Inom porfyrområdet längre i W har intrusio-

nerna av lättförstådda skäl icke nått en liknande lateral utbredning utan har oftast erhållit karaktären av smärre branta gångar. Men i förkastningszonen mot sandstenen finns en ca 7 km lång och synbarligen flera hundra meter bred diabason. Öster om Skäråsen är också ett parti av en diabasplatta av större utsträckning blottad.

Till sin petrografiska karaktär är denna bergart en medelkornig Åsbydiabas, men i de vertikala gångarna har den ofta en ganska grovkornig utbildning. Enligt ett slipprov från en av de västra gångarna vid Skäråsen består bergarten av olivin, hypersten och plagioklas jämte något biotit; ett annat från Vassbogruvan visar, att denna bergart där är kemiskt omvandlad, ett förhållande, som det finns anledning återkomma till i kapitlet om malmgenesen. Ehuru yngre än både porfyren och Dalasandstenen är diabasen utan tvivel av jotnisk ålder; ingenstädes intränger den i de ovanliggande kambriska lagren, och där den bildar det direkta underlaget för dessa, är dess yta starkt vittrad eller sönderfallen till arkos.

TEKTONIKEN I SUBJOTNIUM OCH JOTNIUM

I tektoniskt avseende dominerar blockdislokationer i både subjotnum och jotnum, ehuru en svag veckning i sandstenen ej är utesluten. Överallt ligger sandstenslagren flackt med från ställe till ställe starkt växlande, för det mesta östliga stupningar. Tydligt har växlingen förorsakats av sönderbrytning i block, åtföljd av en ringa förskjutning utefter branta, ungefär nord-sydliga spricklinjer, men variationer ända till N 30° E (E om Drosbacken) och N 30° W (Storån) förekommer. Den enda verkligt betydande dislokationen är den ovan antydda mellan Drosbacken och Stoppbäcken, som bildar sandstensområdets västra gränslinje mot porfyren. Den markeras av en breccie-mylonit, som framträder i hållar, rösberg och stora block W om vägen Fännhån—Drosbacken och N därom vid Stoppbäcken. På sistnämnda ställe har porfyren krossats till en grönaktig "hälleflinta", som sedan blivit förskiffrad och breccierad. Ett jätteblock av denna breccia på myren N om vägen Storhån — Skäråsen (fig. 13) har en mäktighet av mera än 5 m, och i en håll vid Trunnebergsåns knä mellan Drosbacken och Skärvagsån är hela zonen ca 30 m mäktig. Breccian består av brottstycken av porfyr och felsitmylonit, lokalt även bollar av porfyr härrörande från bottenkonglomeratet, det hela sammankittat av en rödgul jaspis jämte en vit, kristallinisk kvarts, som är tydligt yngre än jaspisen och som ses delvis förtränga porfyrbollarna (fig. 14). Kiselsyrematerialet härstammar tydligen från diabasmagman, ty i porfyrbrottet vid Flickerbäcken W om denna brottzon ses i bergarten mörka sliror av tät diabas, i närheten av vilka porfyren innehåller fläckar av jaspis. Diabasen har sålunda framträngt i samband med de dislokationer, som gav upphov till brottzonen.

Denna mäktiga brottzon representerar påtagligen en betydande förkastning, en av ett antal sådana som mot W begränsar Dalasandstensområdet (Olivecrona 1920). Blocket öster om densamma har sjunkit i förhållande till området i väster. Landytans nivåskillnad mellan de båda blocken har dock blivit helt utplånad under den fortgående denudationen. Porfyrens peneplanyta i väster sammanfaller nu helt med

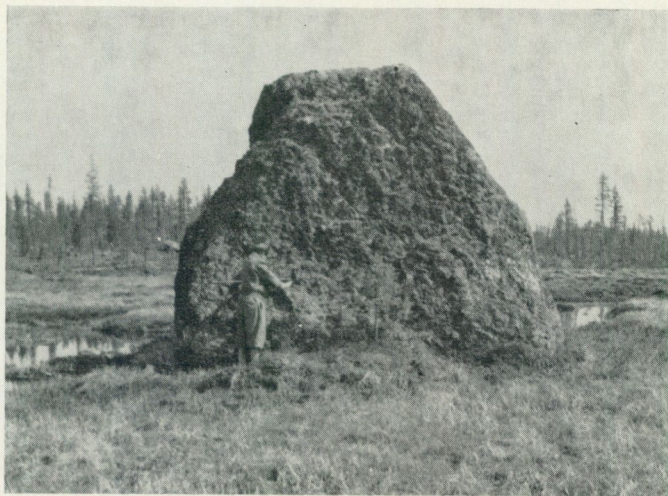


Fig. 13. Jätteblock N. om Fännhån från brecciezonen, som bildar den tektoniska gränslinjen mellan porfyr och Dalasandsten.

Giant boulder N of Fännhån from the breccia zone forming the boundary between porphyry and Dala-sandstone.

F.R.T. foto.



Fig. 14. Breccia, Skärvagsån W. om Fännhån. — Ljusgrått = felsitmylonit; Mörkgrått = jaspis; vitt = kvarts. Blockets höjd 50 cm.

Light-grey = felsite-mylonite; dark-grey = jasper; white = quartz. Height of the block 50 cm.

sandstenens i öster, såsom framgår av blottningar i hållar och borrhål. Denna subkambriska landyta är utbildad i alla tre subjotniska och jotniska bergartsleden: porfyr, Dalasandsten och diabas. Den har numera en svag lutning, $0,5-1^\circ$, mot NNW eller N. Frånsett lokala ojämnheter sänker sig denna yta från en höjd över havet av 640—660 m längst i S vid Höste, Trunneberget och Flötningen, till 500—550 m vid Gröveldalsvallen och Vassbo.

FJÄLLRANDENS AUTOKTONA KAMBRISKA SEDIMENT

På den ovan beskrivna subkambriska landytan har under den oscillerande kambriska transgressionen avsatts en serie psefitiska, psammitiska och pelitiska sediment, vilka bevarats i tämligen orubbat läge och av överskjutna kaledoniska skolor skyddats från förstörelse. Tack vare de talrika borrhål, som övertvärat hela denna sedimentserie, är den sällsynt väl känd. Den schematiska profilen, fig. 9, och profilen, fig. 15, visar lagerföljden.

Bottenbildningarna varierar alltefter den underliggande denudationsytans petrografiska beskaffenhet och rådande lokala förhållanden. Inom Dalasandstensens område utgöres de antingen av en konglomeratbädd, någon eller några dm tjock, med bollar av sandsten och skiffer, eller också av arkos av någon meters mäktighet. Ett undantag är Trunneberget, där dessa bottenbildningar saknas. Utgöres underlaget av diabas, är dennas sönderfallna ytlager omsvämmat och blandat med kalcit. Även anträffas bollar av kvartsit i samma matrix. Inom porfyrområdet förekommer ett arkoslager, från någon till några meters mäktighet.

Ovanpå dessa bottenlager följer i regel en vanligen grå lersten, stundom kalkfri, stundom kalkig, ofta med sandiga band. Mäktigheten av detta lager varierar starkt. I öster, vid Gröveldalsvallen och Vassbo är den 1—4 m, i söder vid Trunneberget är den något mindre, 1—3 m, men sväller längre i väster ovanför Guttu- och Skärvagssjöarna ut till 5—7 m samt når sitt maximum vid Flötningen med ca 10 m. S om Flötningjön, där hela den övre delen av den autoktona serien är borteroderad, går detta lager i dagen vid den östra av de två bäckarna, som utfaller i Lomviken. Å andra sidan har vid Fågelleksbrännan denna etage möjligen aldrig utbildats.

Med tämligen skarp gräns överlagras detta pelitiska led av en mörk, finkornig till tät, vanligen kalkhaltig sandsten, vars mäktighet växlar men mest håller sig mellan 5 och 8 m. Störst är den längst i W ovanför Guttu- och Skärvagssjöarna, där den ställvis överstiger 10 m.

Under mikroskopet visar sig kalksandstensens huvudmassa bestå av kvartskorn, ofta tandade och i storlek växlande från 0,07 till 0,1 mm, jämte något fältspat (mikroklin och plagioklas), från spår till 5 %. Dessutom förekommer korn av zirkon och turmalin. Matrix består av karbonat och sericit. Där blymineralisering förekommer synes denna huvudsakligen vara begränsad till kataklastiska partier och till sprickor.

Nästa överlagrande sedimentled är likaledes en sandsten men av betydligt grövre gry och i regel utan kalkspat i bindmassan, varför den kan betecknas som en kvartsandsten. Här och var är den genomdragen av tunna band av lerskiffer. Detta är det blymineraliserade skiktet, som därför i korthet kan benämnas *malmsandstenen*. Detta lager har inom större delen av området en vida mer varierande, men i regel något större mäktighet än kalksandstenen. I öster vid Gröveldalen är den 4—11 m, inom Vassboområdet, där den övertvärats av 530 borrhål, varierar den på ett till synes regellöst sätt från 4,5 till 15 m, men utgör i flertalet profiler 8—10 m. Samma

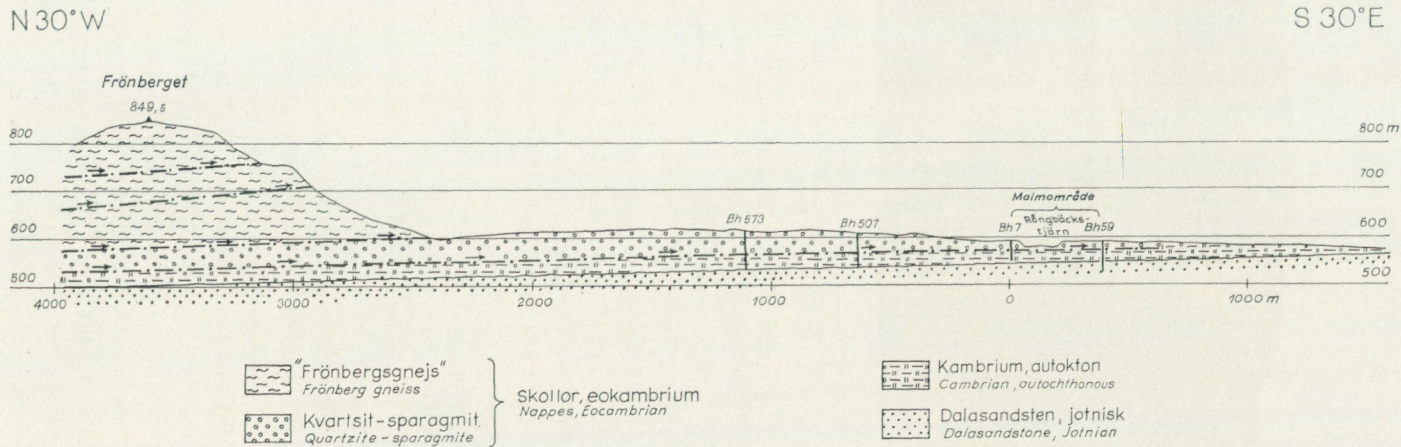


Fig. 15. Geologisk profil Frönberget—Rångbäckstjärn.
Geological section Frönberget—Rångbäckstjärn.

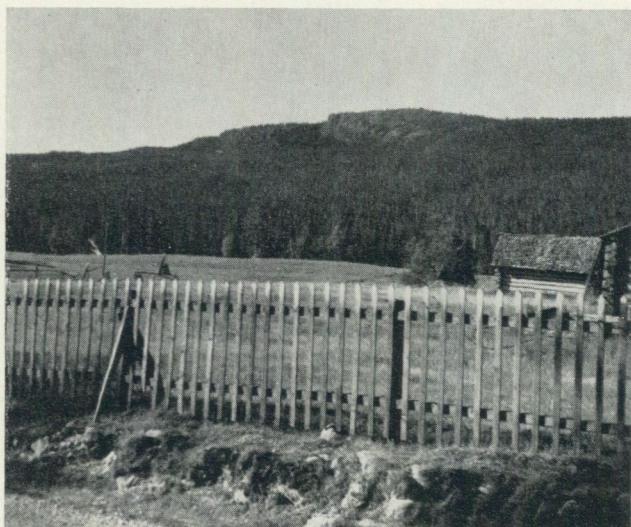


Fig. 16. Fjärrvy av Frönberget från Floåsen (mot S). Bergkonturen visar tre små hak, markerande överskjutningar inom Frönbergsskollan.

View of Frönberget looking south. Three small notches in the outline of the hill indicate internal thrust movements within the Frönberg-nappe.

F.R.T. foto.

måktighet håller för det mesta i sig mot W ända till Guttusjön; därifrån avtar den hastigt till endast 1—2 m tjocklek SW om Knallarna, vid Skärvagen och N om Storbo, för att slutligen vid Flötningen helt utkila. I SE vid Trunneberg har den bibehållit nära nog samma måktighet som inom Vassboområdet. N om Vassbo inåt Frönberget fortsätter malmsandstenen likaledes med oförminskad måktighet så långt försöksborringarna hittills nått. E om Gröveldalen och Nadden avtar måktigheten däremot betydligt. Utanför det område, som här behandlas, krymper detta sedimentled mot Städjan, Gränjesåsen och Vedungfjället, där måktigheten utgör endast någon meter. Längre inåt Härjedalen tycks hela den kambriska etagen ha försvunnit och ersatts av ordoviciska lager.

Kontakten mot den underliggande kalksandstenen är stundom skarp, stundom mera diffus, ett förhållande, som kan iakttagas både i borrhäror och i gruvan (fig. 18). I regel synes den vara skarp i öster, såsom i Gröveldalen, och mera diffus i väster vid Skärvagen och Flötningen. I ett par borrhål (nr 176 och 283) i malmkroppens södra del markeras den av ett tunt lerskifferskikt. Mot den överlagrande svartskiffern förmedlas malmsandstenens kontakt flerstädes av ett några cm till ett par dm måktigt konglomerat med oftast små, flata bollar av skiffer och kvartsit och insprängt med korn och konkretioner av svavelkis. Detta lager anträffades först vid Fågelleksbrännan och i borrhål inom områdets västra del och har sedan blottats också i stigorter i gruvan.



Fig. 17. Malmsandstenens utgående i sydsluttningen av Trunneberget — ett av de få ställen där denna horisont går i dagen.

Outcrop of the ore-bearing sandstone on the southern slope of Trunneberget, one of the few places where this horizon crops out.

F.R.T. foto.

Kvartskornen i malmsandstenen i de centrala delarna av Vassboområdet är vanligen för blotta ögat skönjbara, men de finkornigare varianterna, som förekommer längre i SW och NE, har ofta kvartsitisk habitus. Till färgen är bergarten ljusgrå till nästan vit, ofta med rostiga fläckar eller små kaviteter, troligen efter utvittrat järnhaltigt karbonat, och de undre skikten är ofta kalkiga. De kvartsitiska typerna har ofta en blågrå färg. Karakteristiska för denna horisont är vidare svarta, för det mesta oregelbundet formade, stundom ovala eller platta, små bollar av några mm längd (fig. 20), vilka under mikroskopet visar sig bestå av fragment av ett mörkt, kvartsigt lermaterial, fint inmängt med svavelkis och ett kryptokristallint mineral, troligen opal. Dessa bollar får väl uppfattas som konkretioner, i synnerhet som de enligt v. Schmalensee stundom utfyller fossilfragment. Sannolikt har kolloidal kisel-syra avsatt sig kring olika slag av kärnor. Hedström (1896) har kallat dessa bildningar fosforit, men prov av dem har visat sig icke innehålla någon fosfor.

I slipprov visar denna sandsten en starkt varierande kornstorlek, i allmänhet 0,1—0,2 mm, men den kan i enstaka fall nå upp till 0,8 mm. Kvartskornen har ofta tan-

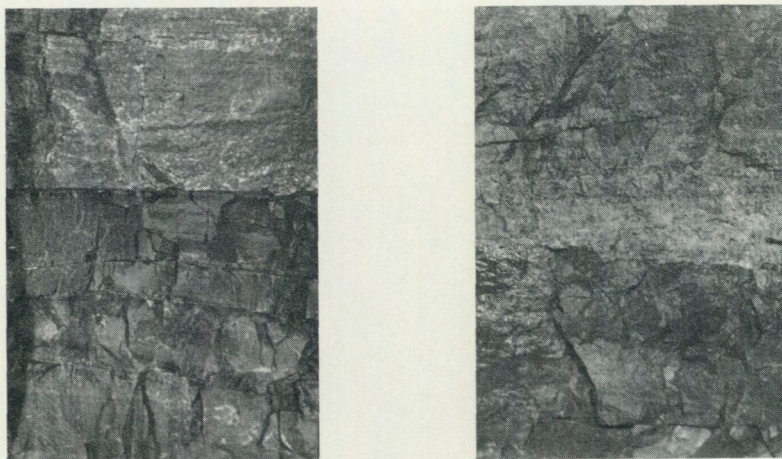


Fig. 18. Kontakten mellan kalksandstenen (undre) och malmsandstenen (övre). På vänstra bilden knivskarp, på den högra oregelbunden och mera diffus. Bilderna omfattar en höjd av 0,5 m; avståndet mellan platserna är ca 60 m.

The contact between calcareous (lower) and ore-bearing (upper) sandstone, on the left sharp, on the right more diffuse. The pictures embrace a height of 0.5 m; distance between places about 60 m.

S. Persson foto

dade konturer. Även i denna sandsten ingår fältspat som en vanlig beståndsdel, dock sällan till mer än ett par procent. Andra sporadiskt förekommande detritusmineral är zirkon, turmalin, titanit och rutil. Cementet utgöres av kvarts och något sericit; stundom tillkommer som ursprunglig beståndsdel lokalt även karbonat, men bergarten kan i allmänhet sägas vara en ganska ren kvartssandsten.

Tandade konturer hos kvartskornen uppkommer enligt Engelhardt (1960) genom en begynnande upplösning av gränsskikten mellan angränsande korn under trycket av överlagrade bergmassor. Då den enligt honom erforderliga mäktigheten av dessa, ca 1500 m, väl aldrig här förekommit, får väl antagas, att i stället huvudsakligen temperaturstegringen under överskjutningsrörelserna varit en bidragande faktor.

Det översta ledet i den autoktona serien, svartskiffern, bildar, jämte stundom inlagrade bankar, band och orstensbollar av oren kalksten, ett lager av varierande mäktighet. Såsom namnet antyder är det svartfärgat och har en viss bitumenhalt. Stora variationer i mäktighet har förorsakats därav, att detta lagrets övre del utgjort glidplan för den överskjutna kvartsit-sparagmitskollan. Överskjutningsrörelserna har ofta sträckt sig flera meter ner i skiffern, som blivit genomknådad, så att partier av densamma blivit medsläpade kortare eller längre sträckor. Sålunda har ställvis åstadkommit en uttunning och ställvis en förtjockning av skifferpacken. Den ursprungliga normala mäktigheten torde över hela området röra sig omkring 12—15 m. Numera kan den ställvis vara endast några få meter, medan den annorstädes kan



Fig. 19. Profil av gruvväggen, NE—SW, visande strömskiktning i malmsandstenen. Profilhöjd ca 1 m, längd ca 6 m.

Current bedding in the ore-bearing sandstone. Section NE—SW in a drift. Height of section about 1 m., length about 6 m.

H. Wenström foto.



Fig. 20. Malmsandsten med sfäroidiska bildningar, bestående av vita, kalkcementerade kvartskorn (centrum), omgivna av ett mörkare, barytförande "skal". De svarta fläckarna är kvartslerkonkretioner. — Nat. storlek.

Quartz-sandstone, with spheroids consisting of white quartz-grains cemented by calcite (centre), surrounded by "shells" of baryte-bearing sandstone. The black spots are quartz-clay concretions.—Nat. size.

uppgå till 20 m; maximum är 28 m. Å andra sidan har ända till flera meter mäktiga partier av den överliggande skollbergarten inknådats i skiffern.

Utbredningen av skifferetagen synes vara åtminstone lika stor och troligen större än den underliggande sandstenen; båda kan mot NE följas ända bort till Vedungfjället, där sandstenen som nämnts blivit uttunnad, medan svartskifferlagret här ännu synes ha sin fulla mäktighet. Två bestämningar av kol och vanadin visade här 4,73, resp. 3,47 % C och 0,19, resp. 0,11 % V_2O_5 . I W, vid Flötningen, där den ej längre skyddats av någon skolla, har svartskiffern jämte de underliggande sandstenslagren blivit borteroderad, så att endast den undre lerskiffern återstår.

Av ovanstående redogörelse för den autoktona seriens lagringsförhållanden och utbredning torde följande slutsatser kunna dragas.

Den av de globala eokambriska kontinentalisarnas nedsmältning förorsakade kambriska transgressionen sköljde upp mot den centralfennoskandiska kontinentbålen (Asklund 1938). Denna trakt bildade då ett avsnitt av dess sydvästra strand

emot det kaledoniska geosynklinalhavet. Ganska vidsträckt synes här ha varit transgressinens tidigaste stadium, under vilket de pelitiska sedimenten med inslag av kalksten avsattes på det jotnisk-subjotniska peneplanets arkosbildningar. Därefter inträdde en regression, med påföljd att här i samma zon nu avsattes materialet till den undre, kalkiga sandstenen och på denna den mer eller mindre kalkfria malmsandstenen. I det sistnämnda stadiet nådde emellertid grundhavet icke samma sträckning mot NE och SW, troligen på båda hållen begränsat av uppstående landpartier. Trakten omkring Vassbo blev under detta skede en några km bred vik, i

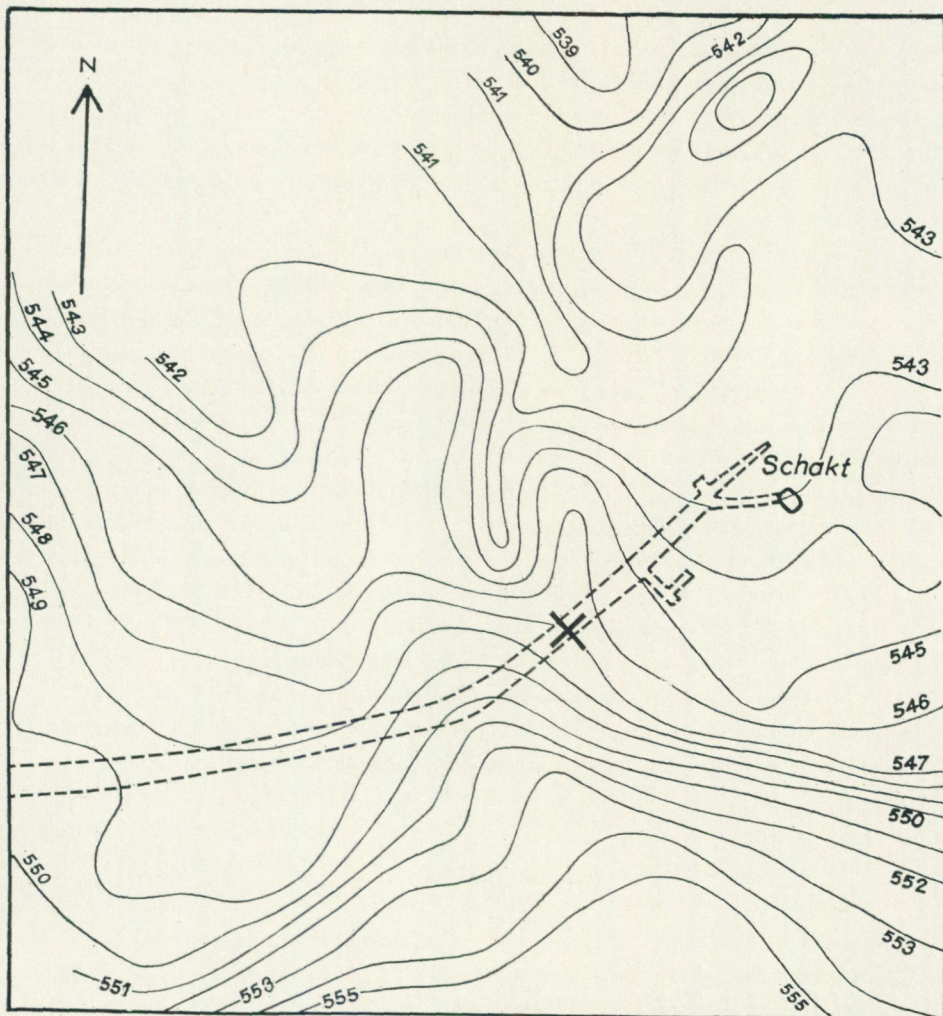


Fig. 21. Malmsandstenens bottennivå omkring gruvan. Isohypserna anger dess nuvarande höjd ö. h. × visar platsen i gruvan där strömskiktning iakttagits. Skala 1: 4 000.

Bottom level of ore-sandstone around the mine. × indicates the place in the mine where current bedding has been observed. Scale 1: 4,000.

vilken det något grövre malmsandstensmaterialet avsattes. I denna bergart har i gruvan exponerats vacker diagonalskiktning (fig. 19), visande dess karaktär av deltabildning. Här vid Vassbo låg tydligen ett estuarium, där detritusmaterialets något grövre kornstorlekar avlagrades, medan längre mot W och NE, vid Guttusjön och Gröveldalen, en finkornigare fraktion av det sandiga materialet avsattes. Strömskiktens lutning mot SW, och därmed vattendragens avrinning åt samma håll, stämmer också med vad som ovan sagts om fördelningen av land och hav. Men som fig. 21 visar måste underlaget då ha haft en helt annan lutning än den nuvarande, d. v. s. överstjälplingen mot NNW måste ha skett senare, sannolikt i kaledonisk tid. Konglomeratet ovanpå malmsandstenen visar, att efter dennas avsättning inträdde en kortare regressionsperiod, efter vilken havet åter svämmade in över ett vidsträckt område under avsättning av svartskiffermaterialet.

Beträffande de olika autoktona ledens åldersförhållanden har jag att stödja mig i huvudsak på tidigare anträffade fossil, då jag icke företagit någon systematisk letning efter sådana. Några nya fynd har dock gjorts i borrhärnor. Samtliga fynd sammanställs nedan:

I ett kalkband i svartskiffern vid Skärvagen anträffade Törnebohm (1882, sid. 280) redan i början av 1880-talet några fossil, vilka av W. C. Brögger identifierades som *Agnostus parvifrons* jämte obestämbara fragment av en *Paradoxides*-art. Detta lager är alltså att hänföra till mellankambrium. Vid samma tid eller något senare fann Holst (1893) i block av malmsandstenen vid Knallarna *Torellella laevigata*, vilket fynd 1892 bekräftades av Hedström (1896). År 1900 fann v. Schmalensee i själva det första malmblocket E om Idre samma fossil jämte möjligen en *Olenellus*-art. Vidare fann han N om Skäråsen ett block med *Lingula* i mängd samt NE om samma plats i kalkiga partier av samma bergart likaledes sparsamt *Lingula* och *Olenellus Kjerulfi* samt rikligt *Torellella*. I kalksandstenen har mig veterligen inga fossil iakttagits. Men i ett kalkband i den undre skiffern, som går i dagen S om Flötningsjön vid Lomviken i kartans sydvästra hörn, fann Schiötz (1892) *Hyolithus laevigatus* jämte stumpar av *Olenellus*, och i borrhärnor från Trunneberget har observerats fossil, vilka av F. Kautsky bestämts som *Torellella*.

Lagerserien sandsten-undre skiffer är sålunda att hänföra till en högre avdelning av underkambrium, medan svartskiffern som nämnt torde vara mellankambrisk.

ÖVERSKJUTNA SKOLLOR

Som av översiktskartan, pl. 1, framgår täckes de kambriska lagren i W av tre särskilda, överskjutna skollor, nämligen underst en av kvartsit-sparagmit, ovanpå denna en ögon- eller slirgnejs och slutligen överst en skolla av kvartsit med lerskifferskikt. Den förstnämnda tektoniska enheten utgör det sydligaste avsnittet av den väldiga skollan av vemdalskvartsit, som bildar själva fjällranden i Härjedalen och södra Jämtland. Denna kvartsit tillhör en sen-eokambrisk formationsserie, för vil-

ken Asklund (1960) infört benämningen varegisk. Ögongnejsen är en sydlig utlöpare av den stora seveskollans understa del, den s. k. granit-mylonit-skollan (Asklund 1938, 1960), vilken i Härjedalen i trakten av Tännäs och i åtskilliga fjäll inom angränsande delar av Norge utgöres av samma bergart. Den översta skollan åter utgör östranden av ett mer eller mindre metamorft kvartsitkomplex på norska sidan SE om sjön Femunden, kallat Kvitvola-täcket (Törnebohm 1896), vars fortsättning i Härjedalen av Strömberg (1955) benämns Servskollan. Denna benämning har Asklund (1961) utsträckt även till motsvarande skollar i Jämtland och Västerbotten.

Kvartsit-sparagmit-skollan har från NW skjutits fram över svartskifferlagret, som erbjuder ett relativt ringa friktionsmotstånd. De övre skifferskikten har som nämnts trasats sönder och delar av dem har släpats med och knådats samman med skollans bottenlager, ett förhållande som framträder i åtskilliga borrhål. Spår av överskjutningsrörelserna anträffas stundom också i malmsandstenen. Skollans mäktighet NW om Vassbo, där den i sin helhet finns bevarad, är 50—60 m, men mot randen i SE har den förtunnats av erosionen och kilar helt ut bortom gruvan.

Bergarten tillhör den eokambriska sparagmitformationens övre del, den s. k. kvartsit-sandstenssetagen, vars undre lager är fältspatförande. Den har längre norrut benämnts Vemdals-, resp. Strömskvartsit, i Norge åter (Skjeseth 1954, Holtedahl 1953) Vardal-sparagmit och Ringsaker-kvartsit. I fjället Nadden N om Grövelaldalen är skollmäktigheten betydligt större: ovanpå den undre sparagmitiska horisonten följer här även formationens övre etage, den äkta Vemdalskvartsiten, av ca 100 m tjocklek.

Vid Vassbo utgöres bergarten av en grå, tät kvartsit, växellagrande med fältspatförande sparagmitiska skikt. Under mikroskopet visar den stark kataklas med övergång till äkta mylonitstruktur. Kristalloblasterna har en kornstorlek av upp till 0,6 mm, myloniten 0,02 mm.

Som överskjutningsräfflor ger vid handen härstammar denna skolla från NW, från Norge, där denna bergart har stor utbredning på ömse sidor om sjön Femunden.

Den andra tektoniska enheten är skjuten ovanpå den förra — från NNW eller NW att döma av glidstrukturer — och utgöres som nämnts av en grov, slirig ögongnejs. Redan genom sitt iögonfallande, säregna utseende tilldrar sig denna bergart uppmärksamheten. Högbom (1920) och Strömberg (1955) har kallat den ”praktfull” och Törnebohm (1892) har betecknat den som ”den mest mystiska bland fjällens alla bildningar”, ett omdöme, som väl ännu inte helt förlorat sin giltighet. Det är därför skäl att ägna denna bergart, som inom området uppträder i ”praktfull” utbildning, en något utförligare behandling.

Det flackt mot NW stupande skollkomplexet, som i Frönberget har en mäktighet av 250 m, sträcker sig i öst-västlig riktning över Frönberget och Hammaren och fortsätter mot NW utanför kartan fram mot norska gränsen. Tre delskollar kan

urskiljas, uppkomna genom förskjutningar inom själva skollblocket och markerade i terrängen av trappformiga avsatser (fig. 15 och 16).

Ögongnejsen är en ytterst inhomogen, skiffrig bergart bestående av en medelgrov, bladig grundmassa av mörk, ofta grönaktig färg, i vilken ligger mer eller mindre tätt inströdda, rundade eller plattaporfyroblaster av mikroclin, i storlek växlande från valnöts till hönsäggs-, stundom knytnävsstorlek (fig. 22 och 23). Ofta är dessa porfyroblaster utvalsade till slimsor eller plattor av intill ett par dm längd. Grundmassan består av undulerande kvarts, sliror av sericit och klorit samt korn av epidot. Ej sällan ses enstaka stänk av violett flusspat. Mineralaggregatens längdriktning är orienterad ungefär i NW—SE, och i samma riktning ses en tydlig imbrikationsstruktur. Denna visar sig som talrika, korrugerade, sericitklädda glidytor, utefter vilka de mellanliggande partierna förskjutits, det ena över det andra, så att man kan som på en glaciärräfflad häll med handen känna glidriktningen.

Rörande denna egendomliga bergarts genes har under årtiondenas lopp olika uppfattningar växlat. Länge ansågs den bilda en stratigrafisk horisont i sparagmitformationen (Hörbye 1855, Törnebohm 1882, Torell 1888, Högbom 1891). Denna uppfattning blev dock småningom ohållbar, och sedan Törnebohm (1896) påvisat överskjutningar av väldig omfattning, tydde han bergarten som tillhörande överskjutna skollor av metamorfa urbergsgraniter. Till hans åsikt anslöt sig också Högbom (1920) och Asklund (1938). Även i Norge ansåg sig Carstens (1920, 1928) ha kunnat påvisa en direkt samhörighet mellan ögongnejsen och urbergsunderlagets ögongraniter, både i Trondhjemsfältet och i gränstrakterna mot Härjedalen. Även schweizaren Wegmann (1926) stödde hans uppfattning.

Som förkämpe för denna åsiktsriktning stod emellertid Carstens tämligen ensam bland sina landsmän. I Norge hävdade nämligen redan Schiötz (1890), att ögongnejsen vore en omvandlad kaledonisk eruptivbergart. Denna uppfattning omfattades efterhand av nästan alla norska geologer, bland dem K. O. Björlykke (1905) och slutligen, ehuru med någon reservation, av Goldschmidt (1916). Holtedahl (1938) fann under studier i Trondhjemsfältet, att ögongnejsens uppträdan där i växling med sparagmitformationens lager, till vilka den visar övergångar, måste tolkas så, att bergarten bildats in situ med eller utan substansstillförsel. Samtidigt visade Barth (1938), att en successiv sådan omvandling av sparagmit där ägt rum genom metamorf diffusion. Rosenqvist (1941, 1944), som också studerat ögongnejsen i samma trakter, har kommit till liknande slutsatser. Han benämner omvandlingsprocessen kristalloblastes och uppskattar med ledning av paragenesens stabilitetsförhållanden bildningstemperaturen till ca 300°. Då strukturen är postdeformativ, anser han omvandlingen ha skett i senkaledonisk tid. En sådan kristalloblastetisk omvandling kan ha drabbat olika bergarter men dock företrädesvis grönstenar och intermediära bergarter, opdaliter, med en kemisk sammansättning så gott som identisk med ögongnejsernas. I sådana fall kan omvandlingen ske utan metasomatisk substansstillförsel; granitiska och surare bergarter erfordrar däremot tillförsel av bl. a. Al, Mg och Na. P. Holmsen och Oftedahl (1956) har i Rendalen funnit övergångar



Fig. 22. Frönbergsgnejs, lokalt veckad. Skala 1/10.

Frönberg gneiss, locally folded. Scale 1/10.

från gabbro till ögongnejs, vars bildning de också anser tillhöra den sista tektoniska fasen. Då fältspatporfyroblasterna ibland är mikropertitiska, postulerar de, i likhet med Barth och Rosenqvist, en låg bildningstemperatur, och bergarten har slutligen som färdigbildad förflyttats till sin nuvarande plats.



Fig. 23. Frönbergsgnejs, grov. Skala 1/10.

Frönberg gneiss, coarse. Scale 1/10.

Det senaste bidraget till dessa bergarters bildning har framlagts av Strömberg (1955 och 1961), som studerat ögongnejsens förekomst i Härjedalen, vilken som nämnts kan betraktas som identisk med Frönbergets. Även han har funnit ögonen vara kristalloblastetiska nybildningar, alltså icke relikter från en ögongranit. Men ursprungsbergarten anser han ha varit prekambrisk granit jämte i densamma intruderade grönstenar.

Sammanfattningsvis kan sägas, att — ehuru full klarhet i ögongnejsernas genetiska historia ännu ej nåtts — det har fastslagits, att de bildats i orogenesens slutstadiet under speciella tektoniska förhållanden vid relativt låg temperatur genom metamorf eller metasomatisk diffusionsprocess. Deras kemiska sammansättning motsvarar ofta intermediära eruptivbergarter sådana som Trondheimstraktens opdaliter, men de kan också uppkomma både ur surare och mera basiska bergarter genom metasomatisk stofftillförsel. Ursprungsbergarten kan alltså ha varit exempelvis en prekambrisk eller kaledonisk granit eller också en sparagmit. Jag är — med all reservation för min begränsade erfarenhet rörande detta problem — närmast böjd att anse Frönbergsgnejsens ursprungsbergart ha varit en sparagmit, eftersom man i block finner kvartsit i omedelbar kontakt med ögongnejsen. Detta förhållande ville jag tyda så, att den rena kvartsiten, vilken ingår som lager i sparagmitformationen, varit oemottaglig för, och därför undgått den omvandling, som angränsande fältspatsförande lager undergått. En medverkande faktor vid porfyroblastesen kan väl tänkas ha varit samspelet mellan de vertikala och de horisontella tryckkomponenterna. För det vertikala trycket har bergmassan reagerat genom bildning av bladiga mineral (sericit, klorit), orienterade vinkelrätt mot tryckriktningen, d. v. s. horisontellt. För sidotrycket har den reagerat genom imbricationsrörelser, vilka underlättats av de bladiga mineralens lubrikationsverkan. Under de långsamma interna glidningarna har fältspatindividen efterhand kommit i kontakt med varandra. De större individen har tillvuxit på de mindres bekostnad och bildat de karakteristiska porfyroblasterna.

Den tredje, översta tektoniska enheten, Servskollan, vilar i sin norra del, vid Nybo (utanför kartan) på Frönbergsgnejsen, i sin södra del på den varegiska kvartsitskollan samt längst i SW, vid Flötningen, — där denna understa skollas ytterrand svänger av mot NW — direkt på den autoktona seriens bottenled, lerskiffern. Denna skolla är en ställvis (Guttusjön bh nr 9) minst 140 m mäktig sedimentpacke av växlande bergartstyper och därför, liksom Frönbergsskollan, sannolikt sammansatt av flera delskollor. Vid Nybo, där endast dess undesta del är bevarad, utgöres den av kvartsit med sliror av röd fältspat. Längre söderut i Bredåsen är bergarten en tektoniserad sparagmit. I de närbelägna västligaste borrhålen vid Guttuån liksom också det västligaste borrhålet vid Flötningen består bergarten i de övre lagren av en slirig biotitkvartsit, medan de djupare skikten utgöres av en mörk, tät kvartsit.

Blymineraliseringen

Som ovan sagts är förekomsten av malmmineral i huvudsak begränsad till kvarts-sandstenslagret. Dess utbredning sammanfaller därför i stort sett med detta lagers laterala utbredning. I själva verket har konstaterats både i fasta hållar, i borrhål och i block, att mineraliseringen uppträder, möjligen med kortare avbrott, praktiskt taget utefter hela fjällrandsavsnittet inom det karterade området: Fågelleksbrännan i SW, Trunnebergssön, Knallarna, Guttusjön, Vassbo, Gröveldalsvallen och Nadden samt längre österut, mera spridd och låghaltig, ända in i Härjedalen. Ett anmärkningsvärt förhållande är vidare, att mineraliseringen i det sydvästra avsnittet övervägande är lokaliserad till fjällrandens utskjutande lober, medan de mellanliggande inbuktningarna vid Skärvagen och Guttusjön är ofyndiga. E om Guttusjön är däremot såväl Frönbergs-Vassboloben som Gröveldalens inskränning mer eller mindre rikligt mineraliserade. Men enligt vad som hittills konstaterats, är det endast inom Vassboavsnittet, som metallhalten når brytvärda värden, alltså inom samma avsnitt, där den relativt grovkorniga och endast i mindre utsträckning kvartsitomvandlade sandstentypen förekommer. Det är också bara här, som mineraliseringen ställvis går så långt som till en veritabel "indränkning" av bergarten med malmmineral; stundom är det just i de kalkiga partierna som mineraliseringen blivit fullständigast. I den finkornigare och samtidigt mera kvartsitomvandlade sandstentypen förekommer malmmineralen däremot mest på sprickor. Utanför Vassbo-Gröveldalen är det bara vid Trunneberget, som kvartssandstenen hittills visat sig vara ställvis något rikligare blyförande, och vid Fågelleksbrännan uppträder blymalm endast i det tunna skiktet av skifferkonglomerat i toppen av kvarts-sandstenen.

Efter denna översikt av mineraliseringens regionala utbredning, kan vi övergå till dess uppträdande och karaktär inom det ekonomiskt värdefulla, Vassbo-Gröveldalsavsnittet. De talrika borrhålen med ett inbördes avstånd av endast 50 m erbjuder ett enastående material för studiet av lagerföljden och mineraliseringens fördelning i vertikal led. Lateralt kan däremot dessa företeelser följas i detalj endast i öppna gruvrum, och dessa inskränker sig tillsvidare till ett ca 600 m långt avsnitt vid fyndighetens östra knä. Den beskrivning av malmförhållandena, som nedan ges, är därför bristfällig, men full klarhet kan här, som överallt ifråga om fyndighetsbeskrivningar, nås först när fyndigheten brutits ut.

En blick på kartan fig. 8 visar, att fyndigheten är belägen intill kvartsit-sparagmitskollans rand, till största delen strax innanför densamma. Skolltäcket har här upp till 25 m tjocklek och svartskifferlagret därunder är 13 m tjockt. Endast smärre partier av fyndigheten når utanför skollgränsen, och dessa partier är överallt täckta av svartskiffern. Som framgår av kartan går sålunda malmkroppen ingenstädes i dagen omedelbart under jordtäcket. Skollrandens mer eller mindre rätvinkliga konturer ovanför och omkring fyndigheten — vilka framträtt tack vare de täta borrhålen — ses följa dels en riktning NW—SE, dels en annan ungefär vinkelrätt däremot. Den

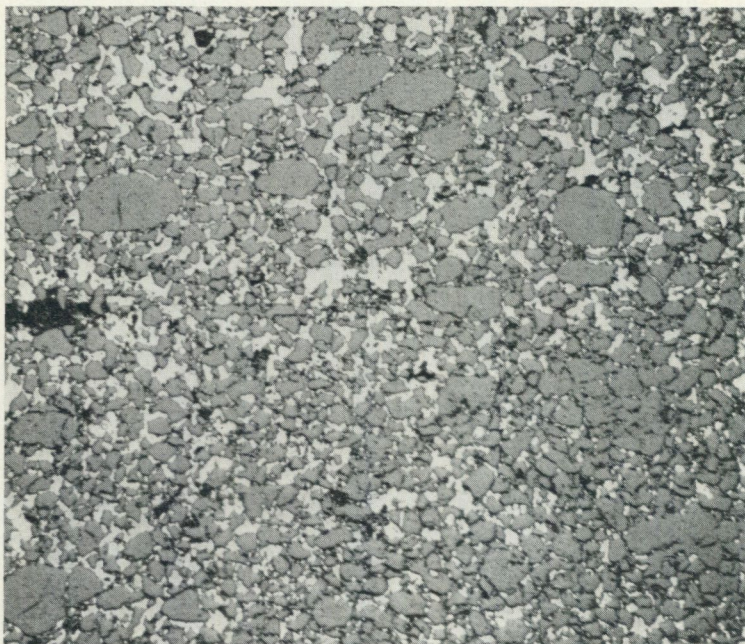


Fig. 24. Mikrofoto av Vassbomalms zinkrik, i reflekterat ljus. Vitt är malmmineral (blyglans och zinkblände), grått är kvarts. Skala 9: 1.

Microphoto of Vassbo-ore, rich in zinc, reflected light. White is ore minerals, grey is quartz. Scale 9: 1.

förra riktningen markerar tydligt blockförskjutningar i sparagmitskollan parallella med överskjutningsriktningen (liksom också Grövlans, Guttuåns och Skärvagsåns dalgångar), den senare är väl en följd av sönderbrytningar vinkelrätt däremot. Såvitt man för närvarande kan skönja, har dessa rörelser i skollan endast omkring Rångbäckstjärn sträckt sig ner i de autoktona lagren och påverkat mineraliseringen. Av malmkroppens form framgår, att det däremot varit andra spricksystem, som dirigerat mineraliseringen. Genom att jämföra kartan och fig. 28 kan man se, att skollans nordvästliga spricksystem vid Rångbäckstjärn, såsom ovan antytts, nått ned i sandstenen.

Det dominerande malmmineralet, blyglans, uppträder fläckvis som cement i fogarna mellan kvartskornen och korroderar även i stor utsträckning desamma. I de fattigare typerna är kvartsens kornstorlek 0,04—0,08 mm och blyglansen 0,02—0,03 mm. De rikare partierna är något grovkornigare, 0,1—0,3 mm. Som cement uppträder, förutom kvarts, även karbonat och något sericit. Blyglansen åtföljes nästan alltid av zinkblände, vanligen i mycket underordnad mängd, något svavelkis, mera sällsynt kopparkis och stundom baryt. Flusspat tycks däremot saknas inom sandstenslagret, men har observerats i skollorna, såväl i Frönbergsgnejsen som i den däröver skjutna kvartsitskollan (borrhål Guttusjön nr 9). Kristallisationsföljden synes vara: svavelkis, kopparkis, zinkblände, blyglans. Zinkbländet, som är ljus, kan

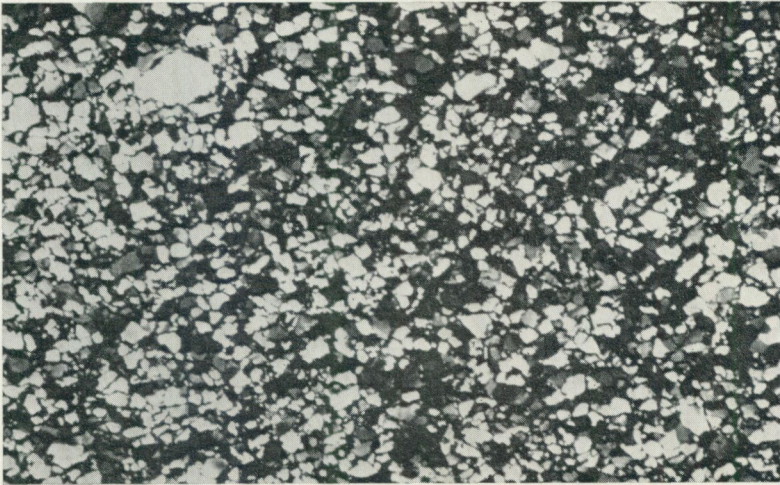


Fig. 25. Mikrofoto av Vassbomalm, finkornig, rik, + nicoller. Svart är blyglans och något zinkblände (även en del utsläckande kvarts). Skala 15: 1.

Microphoto of Vassbo-ore, fine-grained, rich, + nicols. Black is galena and some sphalerite (also some extinguishing quartz), white is quartz. Scale 15: 1.

i vissa partier nå höga halter, varom mera nedan. Mikrofotografierna fig. 24—26 visar den rikare och den fattigare malmens struktur.

Ser man på mineraliseringens spridning i vertikal led inom sandstenslagret, så visar det sig, att blyhalten i en del fall är ymnigast vid botten, mera sällan i toppen; i andra fall mest i mitten eller mera jämnt spridd över hela mäktigheten, utan att någon lagbundenhet ännu kunnat spåras med ledning av borrhärns materialet.



Fig. 26. Mikrofoto av Vassbomalm, grovkor-nig, i genomfallande ljus. Svart är blyglans och något zinkblände, vitt är kvarts. Skala 15: 1.

Microphoto of Vassbo-ore, coarse-grained, ordinary light. Black = galena and some sphalerite, white = quartz. Scale 15: 1.

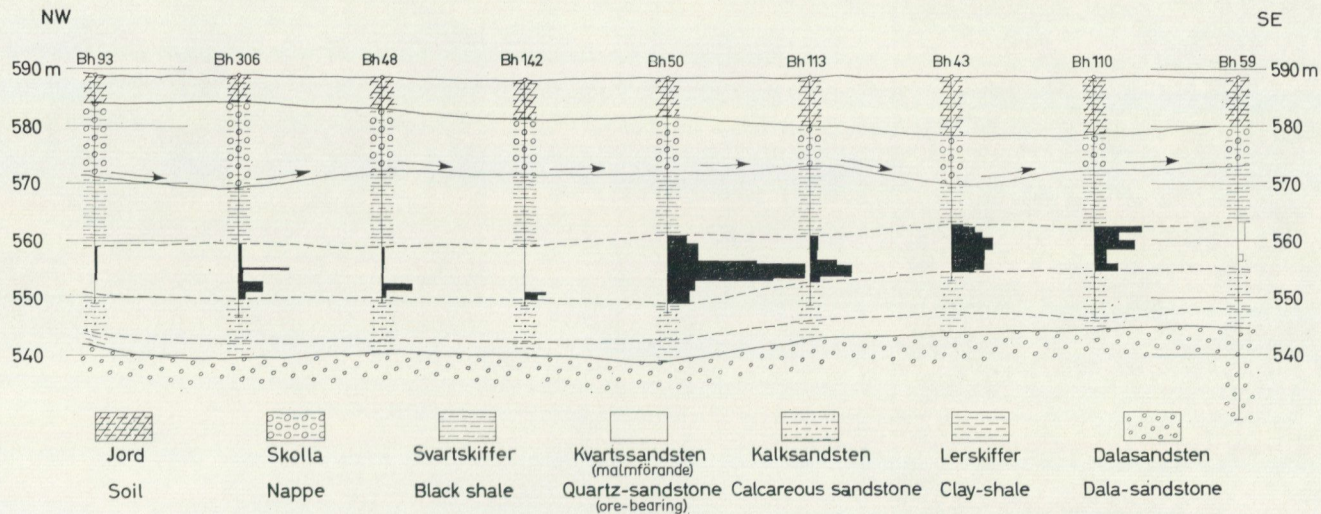


Fig. 27. Profil genom Vassbofyndighetens västra knä, visande blyhalternas oregelbundna fördelning både lateralt och vertikalt inom det malmförande kvartssandstenslagret. Avståndet mellan borrhålen är 50 m. De svarta staplarna representerar blyhalterna i varje borrhål: 1 mm = 1,33 % Pb.

Section through the western elbow of the Vassbo deposit, showing the irregular distribution of lead percentages in the ore-bearing quartz-sandstone layer. Equidistance between the drill holes 50 m. The black columns represent the lead percentages in each hole: 1 mm = 1.33 % Pb.

Profilen, fig. 27, illustrerar detta förhållande. Däremot framgår fullt tydligt av iakttagelser i gruvan, att de rikare malmpartierna ansluter sig till tunna lerskikt, utefter vilka ofta differentialrörelser syns ha ägt rum. Men någon koncentration omkring de branta spricksystemen har hittills icke iakttagits. Förutom förekomsten av de horisontella sprickorna har givetvis sandstensskiktens litologiska och kemiska karaktär spelat en viktig roll, såsom N. Marklund påvisat beträffande Laisvall (otryckt rapport). Men härom vet vi ifråga om Vassbo endast, att sandstenen här i allmänhet visserligen är finkornigare men betydligt mindre lerblandad och därför i sistnämnda avseende av för mineralisering gynnsammare beskaffenhet. Det förefaller emellertid som om åtminstone kornstorleken och även cementets beskaffenhet varit av betydelse på så sätt, att de grovkornigare varianterna erbjudit de mineraliserande lösningarna mindre motstånd, i synnerhet där även, som också ovan antytts, karbonat ursprungligen ingått i cementet.

Fördelningen av blyglansen och övriga till malmparagenesen hörande mineral är därför mycket oregelbunden. Några skarpa gränser för mineraliseringen, som i stort sett förtonar utåt från fyndighetens mitt, kan ej dragas; på kartan, fig. 8, anges endast de ungefärliga konturerna för vad som kan anses vara brytvärd malm. Här håller sig blyhalterna i regel omkring 3—8 %. Halter överstigande 20 % förekommer i ett flertal borrhål; maximihalten, 32 %, över en mäktighet av 0,6 m har

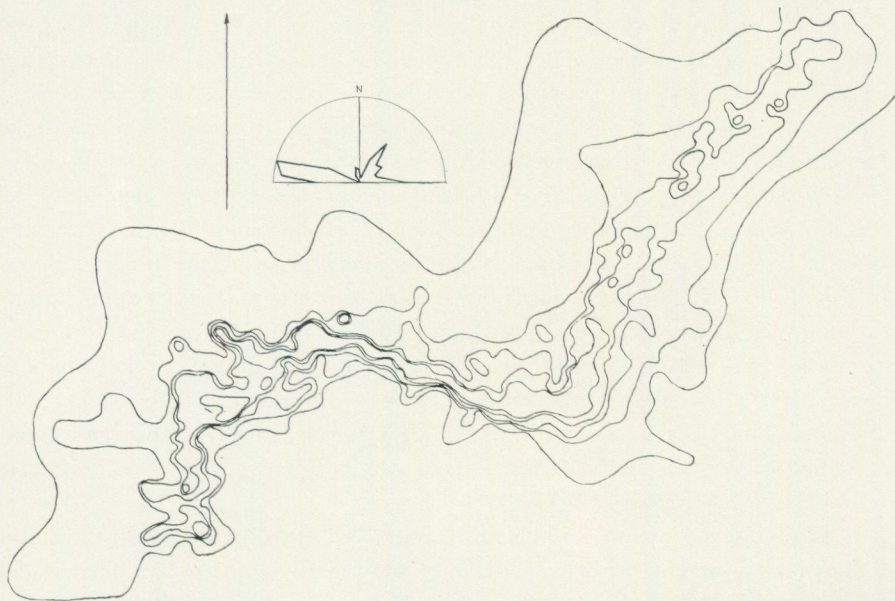


Fig. 28. Blyföringens fördelning i Vassbofyndigheten. Kurvorna anger resp. 1, 5, 10, 20 och 30 meter-procent. Skala 1: 26 300. Det infällda diagrammet visar sprickfrekvensen i sandstenen i gruvan. Jfr fig. 8.

Lead-mineralization at Vassbo. Contours denote 1, 5, 10, 20 and 30 meter-per cent (thickness \times % Pb). Scale 1: 26,300. The inserted diagram illustrates the fissure frequency as measured in the mine. Compare fig. 8.

konstaterats i bh 173 i fyndighetens västra knä och ett annat märkligt skikt av rik malm om 2 m mäktighet med 27 % bly i borrhål 219 något närmare centralaxeln.

Zinkbländet är i huvudsak begränsat till den öst-västliga centralaxeln i malmkroppens mitt, men uppträder i avsevärd mängd sporadiskt både i de östra och västra delarna. Förhållandet Zn : Pb blir i regel större, ju lägre blyhalten är. Det genomsnittliga förhållandet beräknas på grundval av hela analysmaterialet till 1 : 8,5. I de zinkrika borrhålen är zink- och blyhalterna mycket ojämnt fördelade på de olika skikten, så att än den ena, än den andra metallen dominerar. Fig. 29 åskådliggör detta förhållande i de tre zinkrikaste borrhålen, alla belägna intill "ryggradens" mittparti.

Swartskiffern i malmsandstensens hängande har bildat en barriär, ett impermeabelt tak för mineraliseringen. Den visar sig därför vara helt steril. Det enda undantaget är en i sandstensens övre skikt inpressad slimsa av skiffer (bh 78), som håller ett par procent bly jämte något zink. Å andra sidan händer däremot ej sällan, att mineraliseringen trängt in i den underliggande kalksandstenen såsom skall belysas med några exempel.

I borrhål 178, sydvästra stjärten, håller malmsandstenen i botten 16 % Pb och därunder fortsätter blyföringen 3,6 m i kalksandstenen med en halt av 8,3 %, varav 0,7 m med 21 % Pb. Men detta är ett enastående undantag. Däremot förekommer i åtskilliga borrhål halter om 3—4 % Pb på ett par meters mäktighet. Även zinkhalter om ett par procent har konstaterats. Anmärkningsvärt är bh 379 (intill Vassboschaktet) : malmsandstenen håller här i medeltal endast 1,9 % Pb, de översta 3 meterna av kalksandstenen ingenting och de undre 3,8 meterna av samma bergart endast 0,2 %, men den underliggande lerskiffern håller 1,6 % på 1,4 m mäktighet och konglomeratet omedelbart mot den jotniska diabasytan 0,1 %.

Förekomsten av de övriga till malmparagenesen hörande mineralen baryt och kalcit (flusspat har som nämnts endast iakttagits i skollorna) verkar att vara mera sporadisk. Egendomliga sfäroidiska strukturer har i gruvan anträffats i kalcitförande sandsten (fig. 20). Sfäroiderna består av en kärna av kalkcementerade kvartskorn omgivna av ett mörkare färgat, barytförande "skal". Liknande bildningar i eokambrisk Laisbergssandsten vid Kyrkberget nära Storuman har beskrivits av Quensel (1961). Där utgöres emellertid cementet av flusspat.

Följande analysstabell visar den fullständiga kemiska sammansättningen av malmen enligt av Wirstam ur borrhärnor tagna generalprov, representerande fyndighetens östra, respektive västra delar.

Till jämförelse har medtagits en generalanalys av Laisvallmalm (Grip 1960), vilken dock icke representerar hela fyndigheten utan medelsammansättningen av den under år 1955 brutna malmen. Siffrorna är därför ej strikt jämförbara, men avvikelserna torde vara utan betydelse för denna jämförelse.

Tab. 1. Analyser av Vassbo- och Laisvallmalm.

%	Vassbo			Laisvall	Vassbo
	Östra delen	Västra delen	Medeltal		Zn-rik malm
Pb	6,6	6,2	6,4	4,1	7,80
Fe	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6
Zn	0,28	0,25	0,26	0,03	8,5
Cd	< 0,01	0,01	0,01	< 0,02	0,01
Co	— ?	— ?	— ?	0,006	— ?
Ni	— ?	— ?	— ?	0,003	— ?
Cu	0,01	0,01	0,01	0,001	0,02
Ge	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,002	< 0,0002
Hg	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,001	< 0,0002
Sn	0,01	0,01	0,01	—	0,002
Ag	0,002	0,002	0,002	0,0007	0,004
Au	0,00001	0,00001	0,00001	< 0,00001	Sp
As	0,005	0,005	0,005	< 0,001	< 0,01
Sb	0,007	0,005	0,006	0,001	0,004
Bi	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
S	1,67	1,48	1,57	1,1	5,2
Se	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,003
SiO ₂	85,4	86,4	85,9	89,6	70,2
Al ₂ O ₃	0,47	0,65	0,56	1,3	0,40
MgO	0,35	0,28	0,31	0,2	0,12
CaO	1,87	1,87	1,87	0,3	3,1
BaO	1,2	0,2	0,7	1,2	< 0,1
MnO	0,09	0,11	0,10	?	0,24
Na ₂ O	< 0,01	0,03	0,02	0,05	0,11
K ₂ O	0,01	< 0,01	< 0,01	0,9	0,12
CO ₂	1,6	1,2	1,4	0,1	2,15
F	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01

En jämförelse mellan Vassbo och Laisvall visar följande: Fyndigheten i Vassbo har en något högre blyhalt än Laisvall och dess zinkhalt är nära 10 gånger så hög. Järnhalten är till största del bunden i svavelkis och är densamma i bägge fyndigheterna. Halterna av koppar och silver är i båda fallen små, men dock högre i Vassbo, medan guld i bägge malmerna kan räknas till spärelementen. Bland dessa sistnämnda uppträder Sb, Bi och Se i ungefär lika mängder, medan As är betydligt högre i Vassbo. Ge och Hg är endast 1/10 av Laisvalls. För Co och Ni föreligger inga bestämningar i Vassbomalm, medan förhållandet beträffande Sn är det motsatta gentemot förhållandet i Laisvall. Kiselsyrahalten är ungefär densamma i båda, och Vassbomalmens lägre halter av Al₂O₃ och alkalier bekräftar att den innehåller mindre lermaterial och fältspat. MgO och BaO är ungefär lika, men Vassbomalmen håller 10 gånger så hög halt av karbonat, vilket tydligen är dolomitiskt. Å andra sidan spelar F där en försvinnande roll jämfört med Laisvall.

Malmfyndighetens genes

Det kan inte råda något tvivel om att den till sin karaktär fullständigt likartade blymineraliseringen, spridd utmed ett ca 70 mil långt avsnitt av den kaledoniska fjällranden (fig. 1) överallt är av ett och samma gemensamma ursprung — vare sig den anträffas i autoktona lager eller i överskjutna skollor. Medan mineralise-

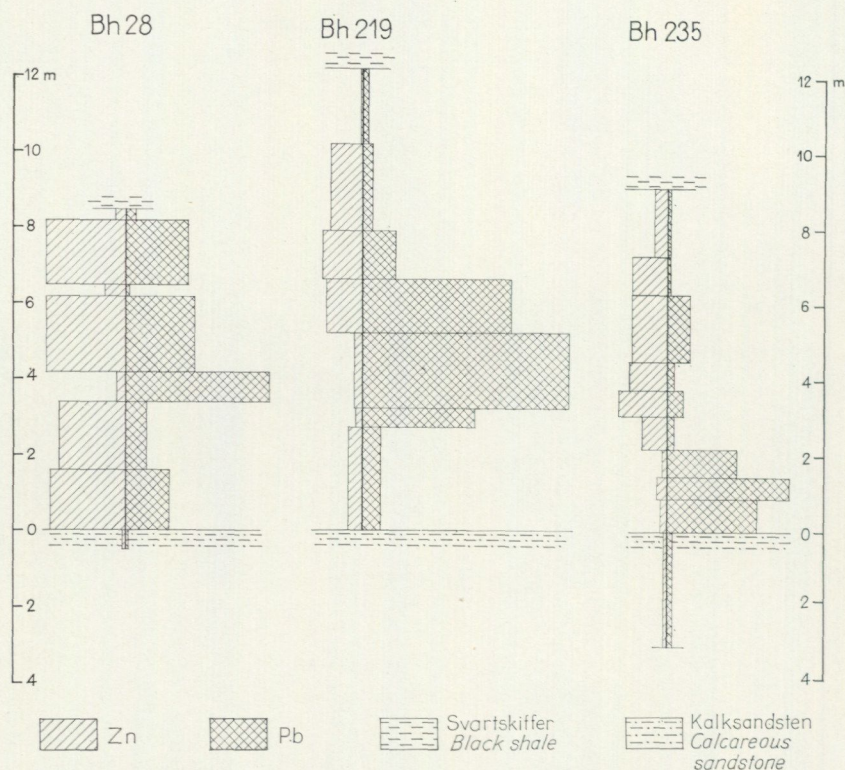


Fig. 29. Diagram visande fördelningen av Zn- och Pb-halterna i de tre Zn-rikaste borrhålen. Staplarnas längd representerar halterna: 1 mm motsvarar 1 %. Kalksandstensens övre yta är 0-nivå.

Diagram showing the distribution of Zn and Pb in the three drillholes richest in Zn. The length of the columns represents the percentages: 1 mm equals 1 %. Zero-level is the upper surface of the calcareous sandstone.

ringen i Laisvall och Vassbo uppträder i autoktona sandstenslager, anträffas den nämligen i Doroteaförekomsterna inom den där ovanpå de autoktona kambrosiluriska sedimenten skjutna skollan av varegisk Strömskvartsit. Liknande är förhållandet med den nyupptäckta förekomsten i Vardal W om Mjösa i Norge. Mineraliseringen i de autoktona sedimenten åter är i norr, i Laisvalltrakten, bunden till den s. k. Laisbergsstandstenen av sen-varegisk ålder, yngre än Strömskvartsiten, medan den i Idre, såsom i det föregående relaterats, uppträder i en sandsten av underkambrisk ålder, således yngre än de båda föregående malmförande sedimenten. Redan detta förhållande gör ett syngenetiskt bildningssätt osannolikt, då det skulle innebära, att en sedimentation av rikligt blyförande material skulle ha förekommit under tre så pass olikåldriga skeden. Det torde ju också ha framgått av den föregående beskrivningen, att malmmineralens nyckfulla uppträdande och fördelning inom den malmförande etagen är helt oförenligt med en jämn sedimentation av

desamma. Fynd i Idre av fossil i den malmförande sandstenen, t. o. m. i själva malmen, kan väl anses som ett avgörande bevis för mineraliseringens epigenetiska karaktär, ty existensen av organismer i ett blyförgiftat hav är ju utesluten. Alla i det följande anförda fakta styrker också samfällt ett epigenetiskt bildningssätt.

De flesta och viktigaste bidragen till belysande av det genetiska förloppet har givetvis framkommit inom Laisvallområdet tack vare de av Bolidengeologerna där bedrivna, på hundratals borrhöjningar stödda regionala undersökningarna och tack vare att i de vidsträckta gruvrummen kunnat göras iakttagelser, avgörande för uppfattningen om mineraliseringens karaktär. Resultaten har framlagts av chefsgeologen Erland Grip (1954, 1960), och jag skall här först i korthet sammanfatta dessa resultat.

Den stora transgressionen började inom Laisvallområdet redan mot slutet av eokambrium. Det är som sagt i vissa av de då avsatta sandstenslagren, den s. k. Laisbergssandstenen, som blymalmen uppträder. De ovanliggande kambriska sedimenten från samma period som den malmförande sandstenen i Idre utgöres däremot enbart av kolhaltiga skiffrar.

Mineraliseringen ansluter sig tydligt till tektoniska strukturer förorsakade av överskjutningsrörelserna: dels större brottzoner, dels smärre differentialrörelser, utefter vilka sandstenen blivit mer eller mindre uppkrossad. Utåt från dessa avtar malmföringen successivt. Malmparagenesens mineral har avsatts i genom denna krossning öppnade utrymmen och i sandstenens porer; därjämte har de i stor utsträckning förträngt både matrix och sandkorn, så att i extrema fall ända till 30 % av sandstenens ursprungliga material ersatts med tillförda beståndsdelar.

Såsom Marklunds undersökningar visat, är malmparagenesens lokalisering starkt beroende av sandstenens faciesutbildning, dvs. av dess halt av lermaterial (delvis sericitiserat). Den förekommer uteslutande i de lerfattiga varianterna, medan de med högre lerhalt än 8 % är helt ofyndiga. Detta förklaras dels av att lercementerade sandstenar ej så lätt blir uppkrossade, dels av att de primärt varit finkornigare och därför mindre permeabla.

Både i liggande och hängande begränsas de mineraliserade sandstensskikten av svårgenomträngliga pelitiska sediment.

Bland paragenesens joner, som trängt fram i matarkanalerna och utåt från desamma, har malmineralen den minsta rörligheten och har fällts närmast själva kanalerna, medan Ba, Ca, F, SO₄ och CO₃ trängt längre ut. Härigenom har uppstått en lateral zonerings, med gångartsmineralen huvudsakligen utanför malmfyndighetens gränser.

Laisvallförekomsterna är belägna i den regionalt betydande flexur, som enligt Ljungner (1950) bildats vid överskjutningsskollornas front och som en våg följt dem vid deras framskjutning. Underlaget måste då ha reagerat med riklig sprickbildning, varigenom vägar öppnats för mineraliserande lösningar.

Efter denna resumé av Laisvallfyndighetens uppträdande, vilken till full evidens visar på ett epigenetiskt bildningssätt, återgår vi till Vassbo. Här är till följd av

gruvarbetenas tills vidare ringa omfattning iakttagelsematerialet betydligt mera begränsat. I huvudsak stämmer emellertid ovanstående fakta punkt för punkt med de förhållanden i Vassbo, som i det föregående beskrivits. Här behöver därför till en början framhållas endast huvuddragen och de smärre avvikelser, som förekommer, jämte några kompletterande iakttagelser.

Att mineraliseringen också i Vassbo ansluter sig till tektoniska strukturer framgår tydligt redan av malmkroppens Z-liknande form. Den anger, att de malmförande lösningarna inträngt utefter två, eventuellt tre, större spricklinjer från vilka den spritt sig lateralt på sätt som av fig. 28 framgår. Samma spricksystem har också av Wirstam konstaterats genom sprickmätningar i gruvan, såsom det infällda diagrammet visar. Det våldsamma vattentillflödet i gruvan vittnar också om riklig sprickföring. Utfällningen av malmparagenesens mineral i uppkrossade partier av sandstenen är utmärkande också för Vassbo, liksom också förträngningen av bergartens såväl matrix som detrituskorn (fig. 24—26). Som en följd av att sandstenen i Vassbo är betydligt finkornigare än i Laisvall — ca 0,1—0,2 mm i Vassbo mot ca 0,6 mm i Laisvall — är också malmkornen mindre, ett förhållande, som till en början utgjorde ett anrikningstekniskt problem. Mineraliseringens beroende av värdbergartens faciesutbildning synes knappast vara av någon större betydelse i Vassbo, enär sandstensens halt av lermaterial där som nämnt synes vara genomgående mycket låg, vilket förhållande också återspeglas av generalanalyserna på sid. 47. Däremot förekommer, såsom också förut framhållits, i matrix rätt ofta karbonat, säkerligen delvis som ursprunglig beståndsdel. I sådana partier anträffas ofta rikare malmansamlingar.

Någon lateral zonerings av malmparagenesen har hittills icke kunnat iakttagas i Vassbo. Spridningen av malmmineralen i vertikal led är, som ovan påpekats, tämligen regellös. Uppåt begränsas den av den impermeabla svartskiffern, men i motsats till Laisvall saknas en bestämd undre barriär. Någon motsvarighet till den av Ljungner påvisade flexurbildningen har hittills heller icke observerats; överskjutningsplanet förefaller, av borningsresultaten att döma, att vara ganska jämnt (jfr profilen, fig. 15).

Däremot är, såsom tidigare antytts, diabasen, vilken i de hittills öppnade gruvrummen bildar den autoktona sedimentseriens underlag, kraftigt tektoniserad och genomdragen av flacka, karbonatfyllda sprickor. I slipprov av bergarten visar plagioklasen böjda tvillinglameller, tydande på tektonisk deformation. Diabasen är även kemiskt omvandlad i det att olivinen blivit serpentinerad och hyperstenen kloritiserad, detta i motsats till exempelvis vid Skäråsen, där bergarten är helt frisk i närheten av den subkambriska denudationsytan. Vilken betydelse dessa fakta kan tillmätas i malmgenetiskt avseende, är ännu för tidigt att uttala sig om.

Malmparagenesen är densamma som i Laisvall; endast proportionerna är något olika. Vassbo visar, som redan tidigare omnämnts, en högre halt av zink och av karbonat, men en betydligt lägre halt av flusspat; sistnämnda mineral har, som framhållits, över huvud iakttagits endast i de överskjutna skollbergarterna. Karak-

tären av de lösningar, ur vilka hithörande mineral utfällts, måste ha varit densamma i båda fallen. Eftersom de haft förmågan att lösa kvarts, måste de, som Grip framhållit, ha varit alkaliska, och kristallisationstemperaturen måste av paragenesen att döma, ha varit låg. Till dessa förhållanden återkommer vi i det följande. Kristallisationsföljden har både i Laisvall och Vassbo varit: svavelkis-kopparkis-zinkbländeblyglans.

Så långt skulle alltså det genetiska förloppet vara någorlunda klarlagt. Men det blir nödvändigt att här återkomma till frågan, varifrån de mineraliserande lösningarna härstammar och genom vilka kanaler de framträngt till de platser, där utfällning skett.

Inga närbelägna eruptiv yngre än de malmförande sedimenten existerar. Malmlösningarnas härkomst måste därför sökas på större avstånd lateralt eller mot djupet. Fyndigheterna är med andra ord teletermala. Grip anser det som nämnt sannolikt, på grund av mineraliseringens synbara anslutning till den kaledoniska tektoniken, att ursprunget är att söka i palingena zoner i själva geosynklinalen och att lösningarna därifrån framträngt österut i samband med överskjutningarna. Den rikliga sprickbildningen både i fjällsedimenten och deras underlag under den Ljungnerska flexurvågens framskridande skulle därvid successivt ha öppnat kanaler för de mineraliserande lösningarna — framdrivna av samma våldsamma tryck som skollorna — tills dess att i närheten av fjällranden både temperatur och tryck sjönk och paragenesen utkristalliserade.

Som stöd för det kaledoniska ursprunget har Grip också anfört förekomsten väster om Laisvall och fram till Nasafjäll vid norska gränsen av blymineraliseringar i olika stratigrafiska och tektoniska nivåer men alltid i sura bergarter. Här bör tilläggas, att även på den norska sidan ända fram till kusten finns hela svärmar av malmförekomster med liknande paragenes både i form av gångar och impregnationer, såväl i sura bergarter som i kalksten (Torgersen 1935). Dessa förekomster uppträder ofta i tydligt samband med kaledoniska graniter.

Likaså kan mineraliseringens av Grip påpekade mera abrupta begränsning mot SE i motsats till ett mera diffust förtonande åt motsatt håll åberopas som stöd för en västlig härkomst av malmlösningarna. Ett liknande fenomen kan spåras också vid Vassbo såsom framgår av fig. 28. Det är som om lösningarna hade av temperaturfallet vid fjällranden hejdats i sitt framträngande och där avbördat sitt metallinnehåll.

Huru plausibel än teorin om malmlösningarnas långväga lateraltransport i överskjutningarnas släptåg sålunda kan förefalla, måste här å andra sidan påpekas, att branta sprickgångar med en liknande paragenes uppträder flerstädes även i urberget öster om fjällranden. Sålunda har vid Gubberget S om Laisvall, NE om Storuman, anträffats lokala samlingar av blyglansstenar tydligen från en närbelägen gångförekomst. SE om Stensele finns vid Grundfors och på andra platser blyglanskalkspat-flusspatgångar. Vid Åkerlandet, SE om Saxvattnets station på inlandsbanen, finns en brecciegång med zinkblände-blyglanskalkspat-flusspat, belägen ej

långt E om fjällrandsförekomsterna i Dorotea. SE om Idre, vid Rotälven i nordvästra Älvdalen, förekommer i porfyr och Åsbydiabas en kvartsbrecciezona förande blyglans, gult zinkblände, flusspat och kalkspat. Och i Siljans-siluren uppträder vid Boda i samband med förkastningar och överskjutningar impregnationer och ådror av blyglans, zinkblände, kalkspat, baryt och flusspat. Sannolikt är alla dessa mineraliseringar knutna till epeirogenetiska blockrörelser i samband med den hercyniska orogenesisen. Dessa dislokationer, delvis åtföljda av eruptiv, kan ju spåras över stora delar av Fennoskandia och har på många håll gett upphov till gångformiga blymalmsanledningar: i Skåne, i Stockholmstrakten, vid Örnsköldsvik och Skellefteå samt slutligen längst i norr, i Finnmarken och Petsamo. Också fjällrandsmineraliseringen tyckes vara av lokal sprickgångskaraktär både i Åsarna, i Vedungfjället och i Lövebekken. Slutlänken i söder kan sägas utgöras av Oslofältet, bland vars malmförekomster — alla otvetydigt härstammande från dess permiska eruptivmagmor — förekommer sådana av besläktad paragenes, t. ex. Konnerud SW om Drammen, ehuru här — på grund av närheten till malmbringande eruptiv — tillkommer inslag av högtempererade mineral, såsom vismutglans och molybdenglans (Vogt 1884, 1887; Goldschmidt 1911). Kort sagt: den tanken kan inte helt tillbakavisas, att även fjällrandsmalmen kan ha samma ursprung. Det kan väl tänkas, att mineraliseringen vid fjällranden ändå följt de gamla kaledoniska strukturerna.

De av Geijer och Wickman nyligen i ett föredrag framlagda resultaten av deras undersökningar rörande blyets isotopiska sammansättning i svenska malmförekomster pekar emellertid avgjort på ett kaledoniskt ursprung. Det har nämligen visat sig, att blyet i de hittills undersökta av de ovan uppräknade gångförekomsterna har en sinsemellan skiljaktig isotopisk sammansättning, medan å andra sidan fjällrandsmalmen i detta avseende bildar en väldefinierad grupp.

Viktiga bidrag till de svenska fjällrandsmalmenas genes är också att förvänta, efter hand som kännedomen om likartade utländska fyndigheter vidgas. Ett par exempel på sådana förekomster i Tyskland och Nordafrika har beskrivits av Grip (1954), som också framhållit släktskapen med förekomster i England och med de över väldiga arealer i Nordamerika spridda malmfälten av Mississippi Valley-typ. Denna typ tycks verkligen ha global utbredning och har under många år svarat för 1/5 av världens bly-zinkproduktion. Ohle (1959) har nyligen gett en översikt av typens karakteristika och utbredning. Till densamma räknar han, förutom de klassiska malmområdena i Mississippi Valley, ett stort antal malmdistrikt annorstädes i U. S. A: Valley and Ridge i Alabama-Pennsylvania; Mascot, Jefferson City och Treadway i Tennessee; Austinville och Timberville i Virginia; Friedensville i Pennsylvania, Llano i Texas; och utanför USA i C a n a d a: Pine Point vid Stora Slavsjön, där ofantliga tillgångar blottats, samt Monarch och Kicking Horse i British Columbia. I Europa har vi Mechnich-Maubach i T y s k l a n d; Beuthen-Tarnowitz i f. d. Oberschlesien, numera tillhörigt P o l e n; Penninefältet och Wales i S t o r b r i t a n n i e n; i Afrika Touissit-Bou Beker i M a r o c k o och slutligen i västra Ekvatorialafrika ett bälte genom C o n g o och A n g o l a.

Efter mångåriga undersökningar och debatter bland de amerikanska geologerna rörande Mississippi Valley-malmernas bildningsätt framstår det numera klart, att de är av hypogent-hydrotermalt ursprung, ehuru — och detta gäller för hithörande fyndigheter överallt i världen — ingen "source rock" av något slag kunnat med viss-het utpekas, vare sig någon eruptivbergart, som skulle kunnat vara malmbringare eller någon äldre bergart, ur vilken malmaterialet kunnat härstamma. Graton (1933) föreslog därför redan 1933 beteckningen teletermala för dessa malmer.

Alla förekomster i en så väldig grupp kan givetvis inte vara i alla avseenden lika. Variationer förekommer i form, storlek, mineralsammansättning och värdbergarter, vilkas ålder växlar från senprekambrisk till mesozoisk. Men i det stora hela är släktskapen omiskänlig. Ohle's sammanfattning av deras gemensamma karaktärsdrag skall här i korthet refereras.

Malmerna har alla en enkel paragenes, vars huvudmineral är blyglans, zinkblände, baryt och flusspat jämte underordnat sulfider av Fe och Cu samt spår av Cd, In, Ge, Ga, Co, Ni. Som gångart uppträder karbonater, jaspis och kvarts. Halten av ädelmetaller är låg. Blyets atomsammansättning är onormal med höga halter av de radiogena isotoperna. Vanligaste värdbergart är kalksten och dolomit, men i flera områden sandsten: SE Missouri, Mechernich-Maubach (och Laisvall-Vassbo). De flesta fyndigheterna uppträder i form av gångar eller som impregnationer i sedimenten. Mineraliseringen visar i senare fallet ett utpräglat urval av vissa skikt. Malmfälten är vanligen belägna i tektoniskt relativt lugna områden, men anträffas även i samband med överskjutningar och förkastningar. Djupgåendet är i regel relativt ringa, men nyligen har i Missouri malm anträffats på ett djup av 450 m.

Ett viktigt bidrag till kännedomen om lösningarnas kristallisationstemperatur och sammansättning har lämnats av Newhouse (1933), som undersökt vätskelibeller i zinkbländekristaller från olika fyndigheter av Mississippi Valley-typ. Han bestämde de temperaturer, vid vilka dessa bubblor försvann; under förutsättning att vid tiden för zinkbländets utfällning endast en vätskefas existerade, borde dessa temperaturer representera mineralets verkliga kristallisationstemperatur. Han konstaterade på så sätt för hålrumsfyllningar 80—105° och för förträngningsmalm 115—135°C. Vätskan i bubblorna, som hade en storlek av 0,05—0,5 mm, fann han bestå av huvudsakligen en 12—15-procentig NaCl-lösning jämte något CaCl₂.

Bastin (1939) konstaterar i anslutning till dessa resultat, att ingenting motsäger, att jonerna av Pb, Zn, Fe och Cu transporterats i lösning i jämvikt med Cl-joner. PbCl₂ är visserligen svårslöslig vid vanlig temperatur, men dess löslighet ökas kraftigt vid högre temperatur. Vidare innehöll de säkerligen mycket utspädda lösningarna, förutom H₂S, HCO₃, F och Ba, även de underordnade elementen. Möjligen har lösningarna varit kolloidala (Lindgren 1933), och att de måste ha varit alkaliska har redan ovan framhållits, en slutsats som står i överensstämmelse med alla hithörande forskningsresultat. Bastin framhåller också, att lösningarna rört sig mycket långsamt: "The gentleness of the Mississippi Valley ore-forming process is in mark-

ed contrast to the vigorous activity one associates with the epithermal, mesothermal, and hypothermal deposits”.

Tillsvidare så gott som oförklarlig är de malmförande arealernas oerhörda utsträckning över tusentals kvkm. Antingen måste lösningarna ha vandrat mycket långa avstånd eller också måste själva ursprungskällan ha varit vidsträckt. Som Ohle framhåller måste man antingen tänka sig laterala transporter om tiotals, t. o. m. hundratals km, eller också ofantliga underliggande magmahärdar på mycket stora djup, vilka över hela sin yta utsänt mineralisatorer av en enastående uniformitet. Mot denna bakgrund förefaller det nästan naivt, att man i det Nordpenninska malmområdet i England trott sig med ett borrhål kunna nå en sådan pluton inom ett område, där en tyngdkraftanomali indikerade en granitkropp på 3000 fots djup (Bott 1950). Borrhålet träffade graniten redan på 1380 fots djup (Pennines 1961), men bergarten visade sig vara äldre än malmbildningen, vilket man väl borde ha kunnat förutsäga, då ju sedimenten icke undergått någon avsevärd metamorfos. I detta sammanhang bör påpekas, att dessa malmförekomster, vilka paragenetiskt fullständigt överensstämmer med de svenska fjällrandsmalmerna, uppträder i sediment (både kalksten och sandsten) av karbonisk ålder. Mineraliseringen bör därför sannolikt ha ägt rum i samband med den hercyniska diastrofismen.

Ecklemann, Kulp och Brown (1956), som undersökt 150 prov från SE Missouri, sluter av blyisotopvariationerna där, att laterala transporter utefter "ridge structures" spelat en viktig roll och att "basement knobs protruding into the lower Bonnetterre sediments are established as important areas for concentration of ore solutions prior to introduction into overlying dolomites". Deras slutsatser visar en synbarlig överensstämmelse med förhållandena i Laisvall, där malmföringen likaledes ofta ansluter sig till ryggar höjande sig över urbergspeneplanet, på vilket den malmförande sedimentserien avlagrats.

Ohle's ovan refererade, välgrundade uppfattning av denna malmtyp som epigenetisk-hypogen-hydrotermal, först övertygande framlagd av Bastin och andra (1939), har betvivlats av Amstutz (1958), som efter studier av malmerna i Mississippiområdet, i stället vill tillskriva dessa ett syngenetiskt-hydrotermalt bildningsätt ur submarina vulkaniska exhalationsprodukter. Beträffande dessas ursprung ur jordskorpans djupare skikt skiljer sig hans uppfattning icke från den vedertagna. Men han tror sig ha gjort en serie iakttagelser, som stöder hans hypotes: avsaknaden av "replacement features" och korrosionsfenomen i sandstensmalmerna och i mineraliserade kantiga breccior, vissa koncentriska konkretioner och förekomsten av idiomorfa karbonataggregat inuti sulfidindivider, vissa drag (ej angivna) hos barytförekomsterna, som han anser oförenliga med förträngning. Han medger emellertid på samma gång, att mineraliseringen i brecciezonerna ej enbart skett i de okonsoliderade sedimenten utan också efter det diagenetiska hårdandet, vilket ju innebär ett frångående till hälften av hans syngenetiska hypotes. De laterala zoneringsarna vill han förklara vara förorsakade av "intra-krustala förflyttningar och differentiationer" redan i prekambrisk tid. Hans argumentering verkar föga övertygande, och

hans hypotes står i uppenbar strid mot Newhouse's ovan refererade, på undersökningar av zinkbländekrystallernas libeller grundade slutsatser. Huru förklara libellernas saltinnehåll av en koncentrationsgrad, som vid jordytan förekommer endast i avloppslösa saltsjöar?

Ungefär samtidigt som Amstutz har Oftedahl (1958) lanserat en liknande exhalativ malmbildningshypotes, enligt vilken även han tror sig kunna förklara uppkomsten av sulfidmalmer av flera typer, bl. a. också Mississippi Valley förekomsterna. De svenska fjällrandsmalmerna omnämner han icke, men han åberopar, fatalt nog, Newhouse's ovannämnda konstaterande av NaCl i de amerikanska malmernas libellvätska såsom tydande på submarin härkomst, utan att märka att, som nyss påpekats, lösningens koncentration icke medger en sådan tydning.

Då den Amstutz-Oftedahlska exhalativa hypotesen i varje fall är tvungen räkna med betydande omflyttningar av malmmaterialet efter dess första utfällning på havsbotten, kan även enligt densamma de slutliga fyndigheterna icke längre benämnas syngenetiska. Hypotesen har endast komplicerat det förmodade malmbildningsförloppet genom att införa ett mellanled i detsamma, obehövt för de malmförekomster, där den hämtat sitt stöd. Om malmmaterialets hypogena härkomst hävdar den som sagt ingen avvikande mening.

Hypotesen om malmmaterialets tillförsel under pågående sedimentation aktualiserar emellertid en annan, i viss mån revolutionerande fråga. Då hithörande malmfyndigheter uppträder i värdbergarter, vilkas ålder sträcker sig från eokambrium till jura, skulle den nämligen förutsätta, att väldiga exhalationsprocesser inom de flesta malmområden skulle ha ägt rum och fortgått även under de tektoniskt lugna perioder, när de sedimentära värdbergarterna avlagrades. Är en sådan interorogen vulkanism tänkbar? De hypogena malmbildningsepokerna sammanfaller ju tvärtom med de orogena perioderna.

I fråga om Mechernich-Maubach-området, där mineraliseringen av den malmförande triassandstenen ju måste ha ägt rum senare än den hercyniska diastrofismen, förklarar Schneiderhöhn (1953) och efter honom Puffe (1953), detta förhållande så, att en primär mineralisering av den underliggande devoniska sandstenen har ägt rum under den hercyniska veckningsperioden. Dess malminnehåll skulle sedan av utefter sprickor uppstigande termer förflyttats till triassandstenen. Någon mineralisering här under den följande alpina orogenesen vill nämligen Schneiderhöhn icke räkna med, enär han anser också alpländernas malmförekomster för omlagrade och omflyttade hercyniska primärförekomster. Vad som i dessa fall är sanning, undandrar sig författarens bedömning, men för de amerikanska förekomsterna kan någon liknande hypotes icke tillgripas och i fråga om de nordafrikanska förekomsterna Touissit-Bou Beker förlägger expertisen malmbildningen till sen-jurassisk tid, d. v. s. till den alpina orogenesens begynnelsestadium i Atlasregionen.

En intressant hithörande malmtyp, som bildar en övergång till de likaledes med största sannolikhet telemagmatiska kopparmalmerna i Norra Rhodesia, har nyligen

beskrivits av Stam (1960). Fyndigheterna tillhör en zon av flackt liggande prekambrika sediment, vilken sträcker sig från f. d. franska Ekvatorialafrika i norr, genom f. d. belgiska Kongo till norra Angola, en sträcka av 250 km längd. I de sju förekomster, som undersökts, uppträder malmen dels i en mer eller mindre dolomitisk kalksten, dels i ett underliggande sandstenslager. Malmparagenesen avviker från den normala Mississippi Valley-typen däri, att kopparmineral — av vilka kopparglans och kopparkis är primära — ingår som väsentliga och stundom dominerande malmmineral. Fyndigheterna har också en något högre ålder än alla övriga hithörande fyndigheter. Bergartsserien överlagrar den yngsta prekambrika tilliten, och blyets ålder har bestämts till 500—700 mill år. Dessa förekomster visar påtagligen stor överensstämmelse med de Nordrhodesiska. O. Brotzen (1957) har å andra sidan framhållit många drag, som de sistnämnda förekomsterna har gemensamma även med Laisvall.

Malmtillgångar och exploatering

Från gruvteknisk synpunkt kan malmkroppen i Vassbo betecknas som en horisontell skiva: 2 km lång, i genomsnitt 100 m bred och 6 m tjock, innehållande 6 % bly, 0,3 % zink och 20 g/t silver samt knappast mer än spår av guld. Zinkhalten är i genomsnitt för låg för att kunna tillgodogöras, men silverhalten, som utvinnes vid smältningen, är av ett visst värde.

Den utvinnbara malmkvantiteten har av Wirstam beräknats till minst 3 miljoner ton, innehållande enligt ovanstående 180.000 ton bly. Därtill kommer vissa kvantiteter fattigare malm dels inom själva fyndigheten, dels närmast utanför den rikare malmkroppens gränser, vilka kvantiteter åtminstone delvis torde kunna utvinnas i samband med brytningen av den sistnämnda. Enligt exploateringsplanen skall den årliga brytningen utgöra 150.000 ton råmalm.

Gruvanläggningen (fig. 30) är belägen strax N om fyndighetens östra knä (fig. 8) på 590 m höjd ö. h., och brytningen kommer att i sin helhet betjänas av central-schaktet här. Malmens utvinning och förädling tillgår i huvudsak på följande sätt.

På brytningsnivån i malmskivans understa del, 52 m under gruvans 0-punkt (600 m ö.h.), framdrives utefter fyndighetens mittaxel två breda, parallella centralorter och från dessa utgår åt vardera sidan ett system av fjäderformigt anordnade brytningsrum. I dessa öppna rum uttages malmen med kvarlämnande av pelare som stöd för taket. Då detta består av den föga hållfasta svartskiffern, kvarlämnas i taket en malmskiva av ca en meters tjocklek. Denna, jämte så många pelare som möjligt uttages på ett senare stadium av brytningen.

Från brytningsnivån störtas malmen genom en serie stört-schakt ned till en utfraktsort, 69 m under 0-punkten, genom vilken den fraktras till schaktet. Intill detta, som är 125 m djupt, har på 80 m nivå installerats en grovkross, i vilken malmen nedstörts från utfraktsnivån och i vilken den krossas till en maximistorlek av ca 200 mm. Den sålunda krossade malmen uppfordras till den 70 m höga gruvlaven, in-



Fig. 30. Vassbo, gruvanläggningen ovan jord. I förgrunden kontor och laboratorium, t. h. verkstad och anrikningsverk, i mitten gruvtorn (70 m högt) jämte malmfickor.

Vassbo mine, surface plant. In the foreground office and laboratory, to the right workshop and (behind) concentration plant; in the centre headframe (70 m high) with attached storage bins.

till vilken grupperar sig övriga anläggningar, sammanförda till ett byggnadsblock av armerad betong och omfattande tre cylindriska lagringsfickor. Till dessa sluter sig anrikningsverket, verkstaden, materialmagasinet samt en tegelbyggnad innehållande kontor, laboratorium m.m.

Om malmens vidare behandling behöver här nämnas endast en helt ny malningsmetod, s. k. autogen malning. I en jättekvarn med 6,7 m diameter maler den av olika stycken och kornstorlekar bestående massan sig själv under tillförsel av vatten, utan tillsats av särskilda malkroppar såsom stålkulor eller stänger, varigenom malningskostnaderna avsevärt nedbringats. Detta är en av de första anläggningarna i

världen i sitt slag. Genom efterföljande flotering erhålles en slig med ca 70 % bly, vilken efter torkning sändes per lastbil den 5 mil långa vägen till Särna och därifrån med järnväg till utskeppningshamn eller till Rönnskårs smältverk.

Till sist förtjänar nämnas, att ur schaktet uppfordras en nära tio gånger så stor kvantitet vatten som råmalm, 2000—3000 liter per minut eller 1,3 milj. ton per år. På 80 m nivån samlas vattnet i två bassänger om 1000 kbm. vardera, från vilka det av kraftiga pumpar föres till ytan. Det ovanligt ymniga vattenflödet är givetvis en stor olägenhet, men dock icke enbart en olägenhet, ty ungefär halva kvantiteten användes i anrikningsverket, vars vattenbehov annars skulle ha måst tillgodoses medelst en dyrbar rörledning om ca 2 km längd från Grövelån.

Orsaken till vattenflödet är tvåfaldig: dels beror den på att området S och SW om gruvan utgöres av vidsträckta, sankta myrmarker och dels på sprickrikedomen både i sandstenen — som här icke höljes av den mera ogenomträngliga svartskiffern — och i dess underlag. Till följd av sedimentens svaga, men dock stupning mot NNW dräneras grundvattnet från detta område mot samma håll och orsakar härigenom det stora tilloppet i gruvan.

Litteratur

SGU = Sveriges Geologiska Undersökning

GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar.

KVA = Kungl. Vetenskapsakademiens Handlingar

NGU = Norges Geologiske Undersøkelse

NGT = Norsk Geologisk Tidsskrift

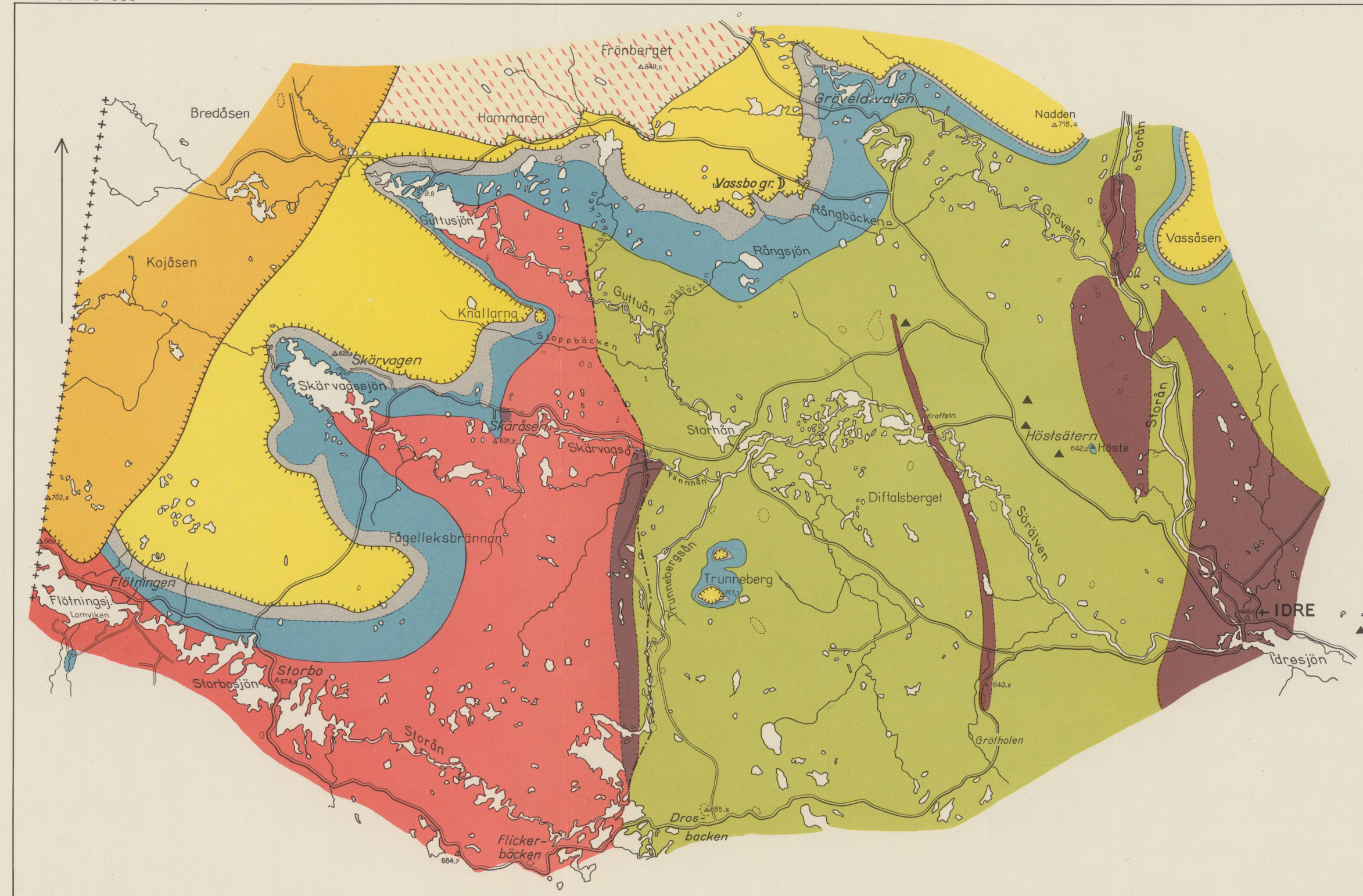
- AMSTUTZ, C. G., 1958: The genesis of the Mississippi Valley type deposit. — *Experientia*, Basel, 45/7 p. 235—240.
- ASKLUND, B., 1938: Hauptzüge der Tektonik und Stratigraphie der mittleren Kaledoniden in Schweden. — SGU C 417.
- , 1960: Studies in the thrust region of the southern part of the Swedish mountain chain. — Internat. Geol. Congr. XXI Session, Guidebooks Nos A 24 and C 19.
- , 1961: The extension of the Serv nappe in the Scandinavian mountain chain. — SGU C 584.
- AULT, W. U. and KULP, J. L., 1960: Sulfur isotopes and ore deposits. — *Econ. Geol.*, 55.
- BARTH, T., 1939: Progressive metamorphism of sparagmite rocks of southern Norway. — NGT 18.
- BASTIN, E. S., 1939: Contributions to a knowledge of the lead and zinc deposits of the Mississippi Valley Region. — *Geol. Soc. Am., Spec. Paper* nr 24.
- BJÖRLYKKE, K. O., 1905: Det centrale Norges fjeldbygning. — NGU nr 39.
- BOTT, K. C. and MASSON SMITH, D., 1953: The geological interpretation of a gravity survey of the Alston Block and the Durham coal field. — *Geol. Magazine* 90.
- BOULADON, J., 1952: Plomb et zinc. Geologie des gîtes minéraux marocains. — XIX Congrès Geol. Int., Monogr. Regionales. 3 ser. Maroc. — nr 1, Rabat.
- BROTZEN, O., 1957: Kopparmineraliseringen i norra Rhodesia och Katanga. — GFF 79.
- BROWN, J. S., 1960: A geological interpretation of lead ore isotopes. — *Econ. Geol.* 55, p. 1330.
- DUNHAM, K. C., 1934: The genesis of the north Pennine ore deposits. — *Geol. Soc. London Quart. Journ.* 90.
- , 1948: Geology of the northern Pennine ore field. Vol. I. — *Memoir Geol. Surv. Great Britain*.
- ECKERMANN, H. VON, 1937: The Jotnian formation and the sub-Jotnian unconformity. — GFF 59.
- , 1937: The genesis of the Jotnian sediments. — GFF 59.
- ECKLEMANN, P. D., KULP, J. L. and BROWN, J. S., 1956: Lead isotopes in the pattern of mineralization in southeast Missouri. — *Geol. Soc. Am., Bull.* 67.
- ENGELHARDT, W. VON, 1960: Der Porenraum der Sedimente. — Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- FRITZSCHE, H. A., 1951: A promising lead-zinc district awaits development (Maubach). — *Eng. Mining Journ.*, 152.
- FRÖDIN, G., 1920: Om de prekambriiska kvartsit-sparagmitformationerna i Sveriges sydliga fjälltrakter. — SGU C 299.
- GEIJER, P., 1922: Problems suggested by the igneous rocks of Jotnian and sub-Jotnian age. — GFF 44.
- GOLDSCHMIDT, V. M., 1911: Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. — *Vidensk. Selsk. Skr. I*, nr 11, Kristiania.
- , 1916: Übersicht der Eruptivgesteine im Kaledonischen Gebirge zwischen Stavanger und Trondhjem. — *Vidensk. Selsk. Skr., I, Matem. Naturv. Klasse*, nr 2.
- GRATON, L. C., 1933: The depth-zones in ore deposition. — *Econ. Geol.* 28.
- , 1938: Ores from magmas or deeper? — *Econ. Geol.* 33.
- , 1940: Nature of the ore forming fluid. — *Econ. Geol.* 35.
- GRIP, E., 1948: Lead and zinc deposits in Northern Sweden. — Intern. Geol. Congr., Great Britain, Report, part VII.
- , 1950: Den autoktona sedimentserien i Laisvall. — GFF 72.
- , 1954: Blymalmen vid Laisvall, dess geologi och en jämförelse med några utländska förekomster. — GFF 76.
- , 1960: The lead deposits of the eastern border of the Caledonides in Sweden. — Rep. Intern. Geol. Congress, XXI session, part XVI. Copenhagen.
- GRIP, E. och WIRSTAM, A., 1949: Hållfasthet, spricksystem och ras i nordsvenska gruvor. — *Jernk. Ann.* 133.
- HEDSTRÖM, H., 1896: Geologiska notiser från Dalarna, 4: Om de kambriiska bergarternas läge vid Knallbergen, Idre. — GFF 18.

- HISINGER, W., 1819: Anteckningar i fysik och geognosie. — Häfte 1, Stockholm.
- HOLM, G., 1893: Sveriges kambrisk-siluriska Hyolithidae och Conulariidae. — SGU C 112.
- HOLMES, A., 1937: The origin of primary lead ores. — Econ. Geol. 32.
- HOLMSEN, G., 1935: Kartbladet Nordre Femund med beskrivning. — NGU, nr 144, Oslo.
- , 1937: Kartbladet Søndre Femund m. beskrivning. — NGU, nr 148, Oslo.
- HOLMSEN, P., 1943: Geologiske og petrografiske undersøkelser i området Tynset-Femunden. — NGU nr 158.
- HOLMSEN P. och OFTEDAHL, C., 1956: Kartbladet Ytre Rendal og Stor-Elvedal. — NGU nr 194.
- HOLST, N. O., 1893: Bidrag till kännedomen om lagerföljden inom den kambriska sandstenen. — SGU C 130.
- HOLTEDAHL, O., 1921: Kartbladet Engerdalen med beskrivning. — NGU nr 89.
- , 1938: Geological observations in the Opdal-Sunnadal-Trollheimen district. — NGT 18, Oslo.
- , 1953: Norges geologi. Bd. 1. — NGU nr 164.
- HÖGBOM, A. G., 1891: Om kvartsit-sparagmitområdet i Sveriges sydliga fjälltrakter. — GFF 13.
- , 1894: Geologisk beskrifning öfver Jemtlands län. SGU C 140.
- , 1920: Geologisk beskrifning öfver Jämtlands län. — SGU C 140, 2 uppl.
- HÖRBYE, J. C., 1855, 1861: Et strøg af Rigsgrændsen. — Nyt Magazin for Naturv.
- LINDGREN, W., 1933: Mineral deposits. New York and London.
- MAGNUSSON, N. H. m. fl., 1960: Description to accompany the map of the pre-Quaternary rocks of Sweden. — SGU Ba 16.
- MAGNUSSON, N. H. och LUNDQVIST, G., 1957: Sveriges geologi. 3:dje uppl.
- NEWHOUSE, W. H., 1933: The temperature of formation of the Mississippi Valley lead-zinc deposits. — Econ. Geol. 28.
- OFTEDEHL, C., 1958: A theory of exhalative-sedimentary ores. — GFF 80.
- , 1959: On exhalative-sedimentary ores. Replies and discussion. — GFF 81.
- OHLE, E. L., 1959: Some considerations determining the origin of ore deposits of the Mississippi Valley type. — Econ. Geol. 54.
- OLIVECRONA, H., 1920: Om Västerdalarnas sandstensformation och dess tektonik. — GFF 42.
- Pennines, granite below the, 1961. Mining Magazine 104, March issue.
- PUFFE, E., 1953: Die Blei-Zink-Erzlagerstätte der Gewerkschaft Mechnicher Werke in Mechernich, Eifel. — Zeits. f. Erzbergbau und Metallhüttenwesen. Bd. 6.
- QUENSEL, P., 1961: Sandsten och kvartsit med flusspatcementerade kvartssfäroider. — GFF 83.
- ROSENQVIST, I. Th., 1941: Om öiegneisdannelsen i fjellkjeder. — NGT 21.
- , 1944: Metamorphism and metasomatism in the Opdal area. — NGT 22.
- RUSSELL, R. D. and FARQUHAR, R. M., 1957: Isotopic constitutions and origins of lead ores. — Am. Inst. Min. Eng. Trans. 208.
- RUSSELL, R. D. 1959: Some geochemical considerations of lead-isotope dating of lead deposits. — Econ. Geol. 54.
- SAURAMO, M., 1924: Tracing of glacial boulders and its application in prospecting. — Bull. Com. Géol. Finlande 67.
- SCHIÖTZ, O. E., 1888: Nogle bemerkninger om öiegneisen i sparagmitkvarts-fjeldet langs riksgraensen. — GFF 10.
- , 1892: Sparagmit-kvarts-fjedet langs grænsen i Hamar stift og i Herjedalen. — Nyt Magazin f. Naturvidensk. 32.
- SKJESETH, S., 1954: Forholdet mellom Oslofeltets kambrosilur og sparagmittformasjonen. Aktuelle skandinaviske fjällproblem. — GFF 76, s. 145—153, karta s. 106.
- SCHNEIDERHÖHN, H., 1944: Lehrbuch der Lagerstättenkunde I. — Jena.
- , 1953: Erzlagerstättenbildung und Geotektonik. — Zeits. Erzbergbau und Metallhüttenwesen. Bd. 6.
- SCHNELLMAN, G. A., 1960: Some considerations in determining the origin of ore deposits of the Mississippi Valley type. — Econ. Geol. 55.
- ”SMÅLTDEGELN”, Tidning för Bolidenkonzernens anställda. Artiklar: 1955, nr 1 (E. Grip); 1957, nr 4 (S. Ek); 1958, nr 3 (S. Ek); 1959, nr 4 (S. Ek).
- STAM, J. C., 1960: Some ore occurrences of the Mississippi Valley type in Equatorial Africa. — Econ. Geol. 55.
- STANTON, R. L. and RUSSELL, R. D., 1959: Anomalous leads and the emplacement of lead sulfide ores. — Econ. Geol. 54.
- STRÖMBERG, A., 1955: Zum Gebirgsbau der Skanden im mittleren Härjedalen. — Bull. Geol. Inst. Uppsala, 35.
- , 1961: On the tectonics of the Caledonides in Southwestern part of the county of Jämtland, Sweden. — Bull. Geol. Inst. Uppsala, 39.

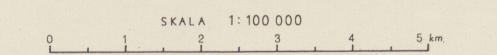
- TEGENGREN, F. R., 1911: Undersökningar af malminmutningarna i närheten af den s. k. inlandsbanan mellan Orsa och Pite älfdal. — SGU C 234.
- , m. fl., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk. — SGU Ca 17.
- TORELL, Ö., 1888: Aflagringarna på ömse sidor om riksgränsen i Skandinavien sydligare fjälltrakter. — GFF 10.
- TORGENSEN, J. C., 1935: Sink og blyforekomster i det nordlige Norge. — NGU nr 142.
- TÖRNEBOHM, A. E., 1882: Om Weimdalsquartsiten och öfriga quartzitiska bildningar i Sveriges sydliga fjälltrakter. — GFF 6.
- , 1892: Om sevegruppen och trondhjemsfältet. — GFF 14.
- , 1892: Några notiser om Saalekinnen och dess närmaste omgivning. — GFF 14.
- , 1896: Grunddragen av det centrala Skandinavien bergbyggnad. — KVA 28.
- WELIN, E., 1959: Till kännedom om sulfidmalmen och de zonerade zinkbländena i Boda och Solleröns kommuner, Kopparbergs län. — GFF 81.
- VOGT, J. H. L., 1884, 1887: Norske ertsforekomster. — Ark. Mat. og Nat. 9 och 12, Kristiania.
- ZENZÉN, N., 1932: Nya geologiska notiser från Idre. — GFF 54.

Otryckta källor

- 1898: Mutsedelsdagbok för Gävle-Dala bergmästardistrikt, Falun.
- 1900: Uppgifter lämnade av f. d. disponenten C. G. Granström rörande Sala silververks expeditioner till Idre 1900.
- 1900: Diverse brev av G. C. von Schmalensee, A. E. Törnebohm, borrhörman G. Larsson m. fl.
- 1912: Tegengren: Rapport över en för AB Svenska Metallverken utförd undersökning i Idre.
- 1925—1953: Rapporter av O. Bäckström, E. Wesslau, E. Dahlström, E. Grip, F. R. Tegengren. — Bolidens arkiv.
- 1951: Marklund, N.: Om sambandet mellan facies och metasomatos i Laisvalls undre sandsten. — Boliden: Prospekterings årsrapport.
- 1956: Tegengren, F. R.: Fennoskandias postkarelska bly-zinkmalmsförekomster. — Boliden: Prospekterings årsrapport.



Geologisk karta över
 TRAKTEN W och NW om IDRE
 upprättad 1952-1960
 av F. R. Tegengren
 Geological Map of
 THE REGION W AND NW OF IDRE
 (Underlag: Topografiska kartans konceptblad, Domän-
 verkets kartor, flygbilder samt egna kompletteringar)



- Kvarzit, skiffrig
Quartzite, schistose
 - »Fränbergsgneiss»
»Fränberg gneiss»
 - Kvarzit-sparagmit
Quartzite-sparagmite
 - Svartsiffer m. kalkstensbankar
Black shale with limestone bands
 - Sandsten, övre delen kvartsig
undre delen kalkig; underst skiffer
Sandstone, upper part quartzeous,
lower part calcareous; bottom shale
 - Dalasandsten o. konglomerat
Dala sandstone and conglomerate
 - Diabas
Dolerite
 - Dalaporfyr
Dala porphyry
- } Skollar, pre- och eo-kambrium
Nappes, pre- and Eo-Cambrian
- } Kambrium, autokton
Cambrian, autochthonous
- } Jotnium
Jotnian
- } Subjotnium
Sub-Jotnian
- Överskjutningsgräns
Border of nappe
 - Diskordans
Unconformity
 - Förkastningszon, breccia
Faultzone, breccia
 - Rikt malmblock
Boulder of high grade ore

For spridning godkänd i Rikets allmänna kartverk 22/6 1962

N:o 580	GORBATSCHEV, R., Dolerites of the Eskilstuna region. 1961.	3,50
» 581	KAUTSKY, FRITZ, Phylogenetische Studien an fossilen Invertebraten. Mit 28 Tafeln. With an English summary. 1962	40,00
» 582	LUNDEGÄRDH, PER H., The petrology of the Parteboda tunnel east of Ånge, Central Sweden. 1962	2,00
» 583	LUNDQVIST, J., Patterned ground and related frost phenomena in Sweden. 1962	8,00
» 584	ASKLUND, B., The extension of the Serv Nappe in the Scandinavian Mountain Chain. 1961.	2,50

Årsbok 56 (1962)

» 586	TEGENGREN, F., Vassbo blymalmsfyndighet i Idre och dess geologiska inramning. Summary: The Vassbo lead ore deposit in Idre, Western Sweden. Med en plansch. 1962.	12,00
» 587	STÄLHÖS, GÖRAN, Nya synpunkter på sömrlandsgnejsernas geologi. Med särskild hänsyn till Stockholmstrakten. Summary: Aspects of the Sörmland Gneisses in Eastern Sweden. Med en plansch. 1962	15,00

Ser. Ba.

Översiktskartor (Survey maps)

N:o 16	Karta över Sveriges berggrund. (Pre-Quaternary rocks of Sweden.) Skala 1 : 1 milj. Sammanställd av N. H. MAGNUSSON m. fl. 1958. Karta i tre blad. (Map in three sheets; each 15 Sw. cr.) Pris per blad	15,00
	Description to this map in English by N. H. MAGNUSSON, P. THORSLUND, F. BROTZEN, B. ASKLUND, and O. KULLING. 1960	15,00
» 17	Karta över Sveriges jordarter. (Quaternary deposits of Sweden.) Skala 1 : 1 milj. Sammanställd av G. LUNDQVIST 1958. Karta i tre blad. (Map in three sheets; each 15 Sw. cr.) Pris per blad	15,00
	Beskrivning till Jordartskarta över Sverige. Av G. LUNDQVIST 1958	5,00
	Description to accompany the Map of the Quaternary deposits of Sweden. By G. LUNDQVIST 1959	5,00
» 18	Karta över landisens avsmältning och högsta kustlinjen i Sverige. (The deglaciation and the highest shore-line in Sweden.) Skala 1:1 milj. Utarbetad av G. LUNDQVIST 1961. Karta i tre blad. (Map in three sheets; each 15 Sw. cr.) Pris per blad	15,00
	Beskrivning till Karta över landisens avsmältning och högsta kustlinjen i Sverige. Summary: Outline of the deglaciation in Sweden. Av G. LUNDQVIST 1961	10,00
» 20	Jordartskarta över Götaälvdalen. (Quaternary deposits in the Göta älv valley.) Skala 1 : 20 000. Av B. JÄRNEFORS 1959. Karta i tre blad. (Map in three sheets; each 11 Sw. cr.) Pris per blad	11,00
» 21	Beskrivning till karta över berggrunden inom Västerbottens fjällområde. Av P. QUENSEL. Zusammenfassung: Beschreibung zur geologischen Karte über das Hochgebirge Västerbottens, Nordschweden. Karta i skalan 1 : 200 000. 1960	10,00

Ser. Ca.

N:o 38	LUNDQVIST, J., Beskrivning till jordartskarta över Värmlands län. (Quaternary deposits of the county of Värmland.) Karta i skala 1 : 200 000. 1958. Beskrivning med karta (Text with map)	65,00
	Karta i två blad. (Map in two sheets)	30,00
» 39	FROMM, E., Jordartskarta över Norrbottens län nedanför lappmarksgränsen. (Quaternary deposits of the Southern part of the Norrbotten County.) Karta i två blad i skala 1:200,000. (Map in two sheets.) 1961	40,00
» 41	ÖDMAN, O. H., Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. English summary: Description to map of the Pre-Cambrian rocks of the Norrbotten County, N. Sweden, excl. the Caledonian mountain range. Karta i skala 1 : 400 000. 1957. Beskrivning med karta. (Text with map)	45,00
	Karta i två blad. (Map in two sheets)	20,00

Meddelanden i stencil

- N:o 4 STÅLHÖS, G., Bidrag till kännedomen om den radioaktiva strålningens fördelning inom den svenska berggrunden. Summary: Contribution to the knowledge of the distribution of the radioactivity in the bedrock of Sweden. 1960. 3,00

21. International Geological Congress — Excursions in Sweden

Excursion nr	Guide-book	Price	Excursion nr	Guide-book	Price
C 15	a	5.00	A 25-C 20	g	6.00
A 20	b	6.00	A 26-C 21	h	6.00
A 21-C 18	c	2.00	A 27-C 22	i	5.00
A 22-C 17	d	8.00	A 28-C 23	j	4.00
A 23-C 16	e	6.00	A 32-C 26	k	5.00
A 24-C 19	f	6.00	C 27	l	4.00
Complete set					63.00

Pris 12 kronor

Distribueras genom

Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Vasagatan 16, Stockholm 1