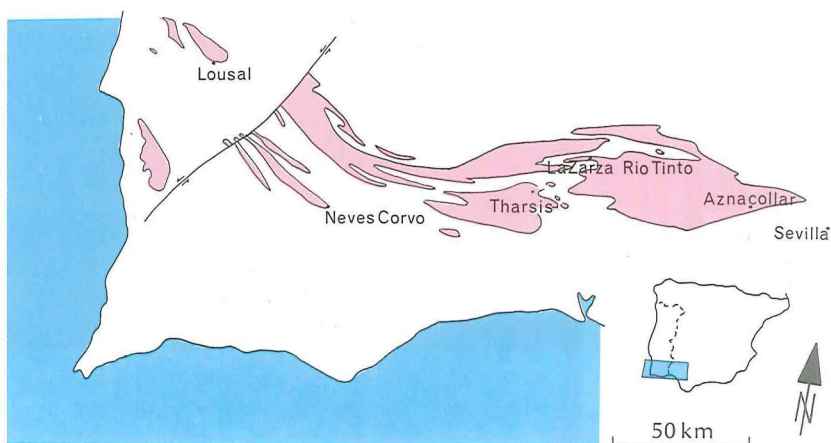


IBERISK PYRIT

af Henrik Stendal

Det spansk-portugisiske pyritbælte dækker et stort område i den sydvestlige del af den Iberiske Halvø. Bæltet strækker sig fra nord for Sevilla i Spanien og vestover til Lousal nær Atlanterhavskysten i Portugal, en strækning på ca. 250 km - svarende til et areal på ca. 8000 km².

Pyritbæltet har 60 miner, men kun en halv snes stykker er i produktion i dag. Derudover kendes mere end 300 mindre pyritforekomster. Malmene består af linser af massiv pyrit (som af og til er kobber-førende), og linserne kan blive op til 3 km lange, 300 meter tykke og 400 meter dybe, som f. eks. i Rio Tinto malmlegemet. Andre forekomster består af tynde bandede lag af pyrit, kobberkis, zinkblende og blyglans som f. eks. i Aznalcollar nær ved Sevilla.



Figur 1. Kort over den sydvestlige del af den iberiske halvø med udbredelsen af det "sedimentære-vulkanske kompleks": pyritbæltet.

Det iberiske pyritbælte er dannet i et havbassin i Devon-Karbon. Pyritmalmen findes som linser i aflejringer af skifre og vulkanske bjergarter som tuffer, lavaer og agglomerater. Denne aflejringsserie kaldes også for det "sedimentære-vulkanske kompleks" og varierer fra 50 til 800 meter i tykkelse. Sammen med de underliggende lag af kvartsitter og skifre og de overliggende lag af skifre og gråvækker er pyritmalmen foldet i forbindelse med den hercyniske foldefase.

I pyritbæltet findes følgende malmtyper:

- a) massiv pyritmalm
- b) båndet pyrit-zinkblende-blyglans malm, også kaldet kompleks pyritmalm
- c) båndet kobberkisholdig pyritmalm
- d) stokværk-malm med pyrit og kobberkis
- e) guld- og sølvrige gossan-malme.

Den massive pyritmalm indeholder typisk 45-48 % svovl (S), 40-43 % jern (Fe), 0.6-1.0 % kobber (Cu), 0.5-1.0 % bly (Pb), 1.0-2.5 % zink (Zn), 0.3-0.4 % arsen (As), 0.5-1.2 g/t guld (Au) og 20-30 g/t sølv (Ag). Af og til findes også lidt baryt sammen med denne malm. Pyritmalmen er ofte meget finkornet og andre mineraler kan derfor være meget vanskelige at bestemme. Pyritmalmen findes bl.a. i Rio Tinto, Tharsis og i La Zarza.

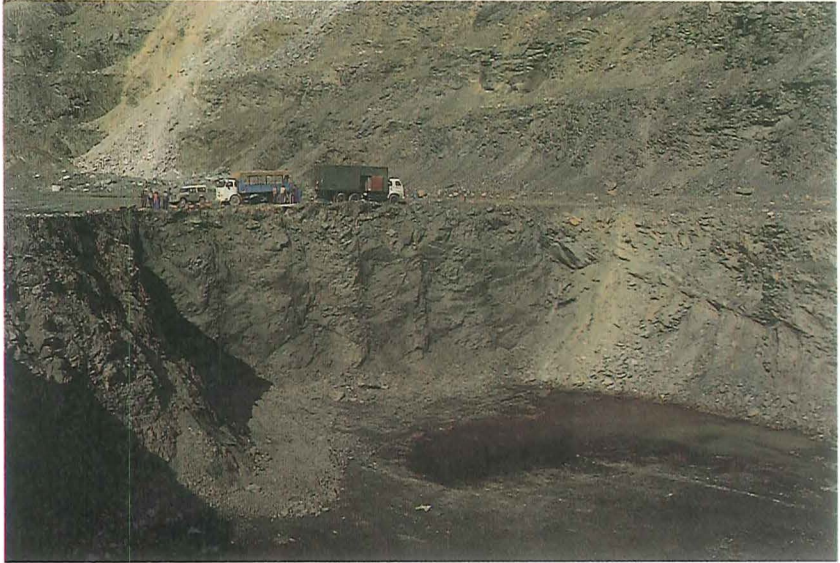


Figur 2. Ca. 10 cm bredt håndstykke af massiv båndet kompleks malm. De gule bånd er pyrit, brunlige farver er zinkblende og blågråt skær er blyglans.

Foto: Ole Bang Berthelsen.

Den båndede eller komplekse pyritmalm har et lavere sulfidindhold, højere bly og zinkværdier og ofte - udover arsen - også et indhold af antimon (Sb), kviksølv (Hg), sølv (Ag) og tin (Sn). Denne malmtypen er også meget finkornet, men på grund af den udprægede bånding er det muligt at skelne de enkelte mineral-faser. Eksempler på denne malmtypen findes i Aznalcollar (Spanien) og i Neves Corvo (Portugal).

Den båndede kobberholdige pyritmalm er i sammenligning med pyritmalmen meget rig på kobber (8 %) og sølv (44 g/t), lav i indholdet af zink (0.4 %) og helt uden bly. Denne type malm findes i Neves Corvo.



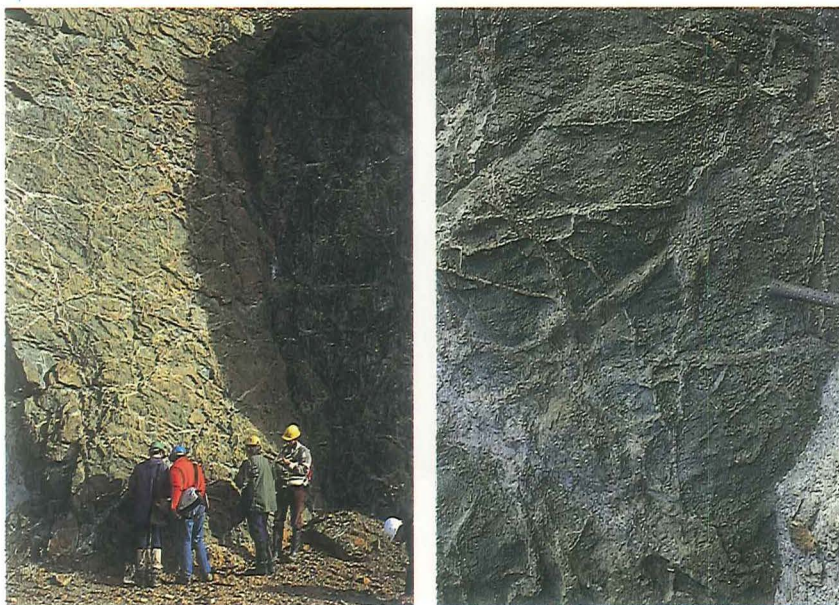
Figur 3. Aznalcollar åbne brud med ca. 20 meter massiv malm af den bandede type. Malmen udgør den mørke zone under lastbilerne.

Stokværk-malmen med pyrit og kobberkis sidder som årer i stærkt omdannede vulkanske bjergarter og ofte under den massive pyritmalm. Årerne er fra 1-20 cm tykke. Sammen med disse årer er kobberkis fordelt i de samme bjergarter, som stokværket befinder sig i. Denne type malm er i dag den vigtigste kobbermalm i Rio Tinto-området, der er et af Vesteuropas vigtigste kobberproducenter.

Guld- og sølvrige gossanmalme fra Rio Tinto indeholder 2 g/t guld og 50 g/t sølv. Guldet og sølvet fra gossan udvindes kemisk med en cyanid-'oplukning'. Sammen med guld og sølv fra de andre malmtyper produceres der fra Rio Tinto-området hvert år 4 tons guld og 45 tons sølv.

Som berørt er malmdannelsen sket på havbunden - måske i 2 km's dybde - i forbindelse med den aktive vulkanske periode, der gav anledning til dannelsen af tuf-bjergarterne. Sådanne malme, der er dannet samtidig med de omgivende bjergarter, kaldes synsedimentære eller syngenetiske. Malmene dannes ved at metallerne transporteres i vandige opløsninger (hydrotermale opløsninger), som stiger op til havbunden - denne proces kaldes exhalativ. Derfor hedder denne type malme også 'marine exhalativ-sedimentære malme' eller 'vulkanogen-sedimentære forekomster', som er dannet synsedimentært. Malmene i stokværk-

systemet er afsat i andre bjergarter, men efter deres dannelse, hvorfor malmene kaldes epigenetiske malme. Stokværk-zonen betragtes som en tilførselskanal for de massive pyritlinser, der er knyttet til bestemte lag.



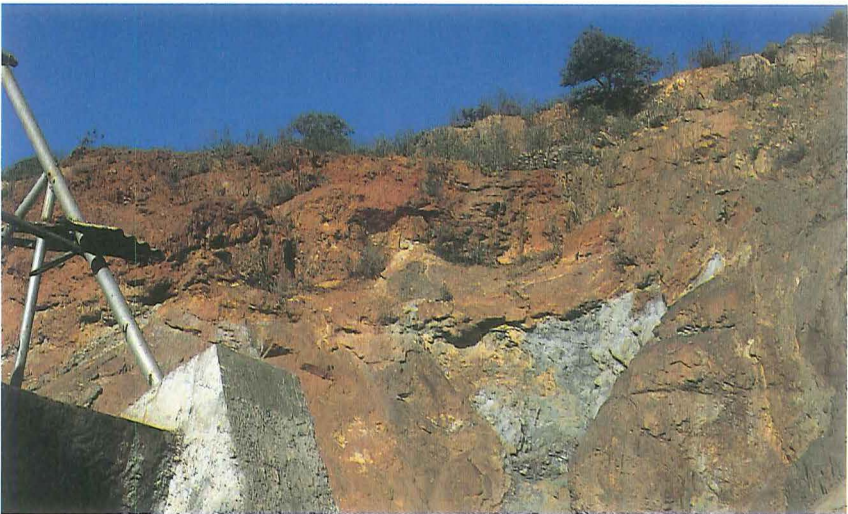
Figur 4. Stokværkmalm i den oprindelige tilførselskanal under havbunden. Til venstre ses en del af kanalen på afstand, og til højre et nærbillede af samme. San Dionisio malmlegemet i Rio Tinto.

Metallerne stammer fra de underliggende bjergarter. På grund af varme, f.eks. fra den vulkanske aktivitet, begynder vandet i bjergarterne at cirkulere. Under cirkulation til 5-10 km's dybde opløser vandet metallerne i de gennemstrømmede bjergarter og transporterer metallerne op til havbunden, hvor de udfældes og danner malmforekomster. Også i dag kan man iagttage exhalative strømninger ud på havbunden, som regel i begrænsede bassiner, f.eks. fra Røde Havet (Atlantis II-dybet), og fra Stillehavet (East Pacific Rise). Metalafsætningerne vil altid lægge sig i lavninger (depressioner) på havbunden, da de metalførende hydrotermale opløsninger er tungere end det omgivende havvand. Disse afsætningssteder er med til at give malmlegemerne deres linseagtige form og lagbundne struktur og placering, som stadigvæk kan erkendes trods påvirkningerne fra den hercyniske foldning.

Det spansk-portugisiske pyritbælte er en af Europas mest betydningsfulde metalprovinser samtidig med, at det er et af Europas ældste mineområder. I oldtiden blev kun den forvitrede malm (gossan), som er en limonitmalm (jernoxid)

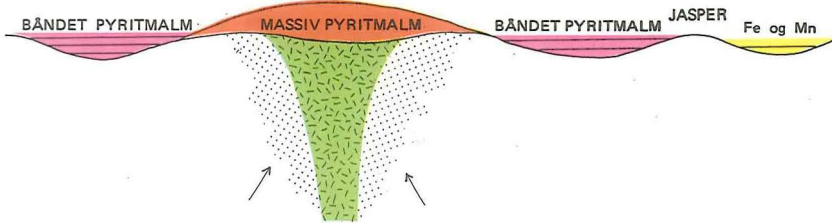


Figur 5. Vue over et af malmbrydningsområderne i Rio Tinto set fra en af de opstillede udsigtsplatforme.



Figur 6. Et af malmbrydningsområderne i Rio Tinto. Øverst ses den karakteristiske rustrøde 'gossan'.

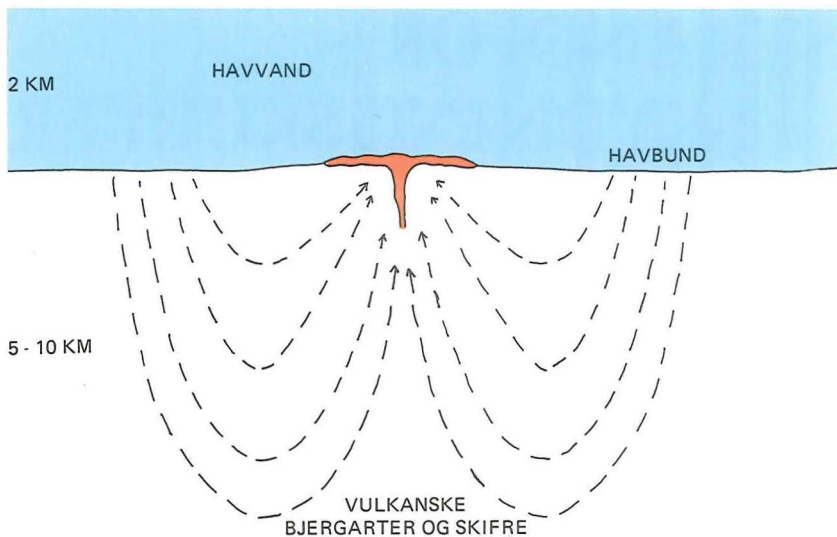
samt den underliggende cementationszone med kobber, bly, zink, sølv og guld brudt. Den dag i dag er gossan-malmen stadigvæk interessant på grund af indholdet af guld og sølv.



Figur 7. Principskitse med placeringen af de dannede malme. Tilførselskanalen indeholder pyrit og chalkopyrit afsat fra hydrotermale opløsninger (ca. 250 - 300°C). De vandige opløsninger omdanner samtidig sidebjergarten i stokværkszonen, f. eks. omdannes feldspat til sericit og amfiboler til chlorit. På havbunden over stokværkszonen afsættes pyritmalm ved omkring 100-150°C. Længere væk fra den massive pyritmalm udfældes jern og mangan. Hvis der er et stort overskud af silicium afsættes jern og silicium sammen som jasper, og mangan fældes som rhodonit. Hvis der er overskud af ilt til stede dannes jern- og manganoxider (hæmatit og pyrolusit) og ved overskud af kultveilt dannes jernspat og rhodochrosit.

Minedrift og smeltning af malm skete under fönikerne og romernes hersken i Spanien og Portugal, hvorefter minedriften lå stille indtil midten af det nittende århundrede. På den tid udnyttede man kobber fra den berigede cementationszone lige under gossan laget. Kobber blev smeltet ud fra højlydig kobbermalm eller ristet fra pyritholdig kobbermalm. Ved ristning forsvandt pyriten ved, at luftens ilt gik i forbindelse med svovl og dannede svovldioxid, der er en luftart, og tilbage blev kobber og jern, der kan adskilles kemisk. Overskydende jern - "violet malm" blev anvendt som tilskud i smelteovnene.

I en periode på ca. 15 år i sidste halvdel af forrige århundrede var Spanien verdens førende kobberproducent. På omtrent samme tidspunkt fandt man ud af at bruge pyrit til svovlsyrefremstilling. Hidtil havde man anvendt rent svovl fra Sicilien, men den stærkt stigende kemiske industri i Europa kunne sagtens forbruge al den svovlsyre, der blev fremstillet. Siden midten af det sidste århundrede er der brudt 250 millioner ton massiv pyritmalm i pyritbæltet. Reserverne overstiger 1000 millioner t. Den spansk-portugisiske pyritindustri er verdens 3. største - efter USSR og Kina.



Figur 8. Skitse, der viser cirkulationsmodellen for dannelse af den massive sulfidmalm. Det varme vand opløser metalforbindelserne i 5-10 km's dybde og afsætter dem i stokværkszonen eller på havbunden senere hen.



Figur 9. Landskabet bærer præg af de mange års minedrift, specielt i Rio Tinto området, hvor dybe huller og dynger af rustrøde gossan-bjergarter ligger mellem de berømte og smukke hvide andalusiske landsbyer.