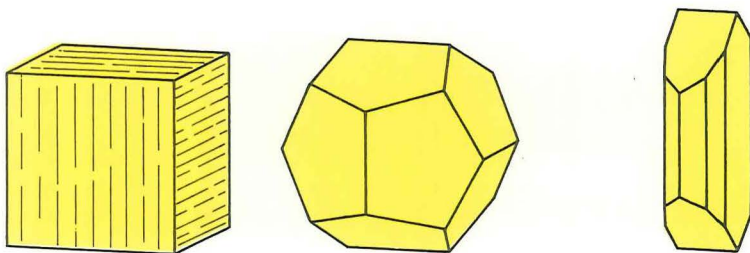


MARKASIT & PYRIT

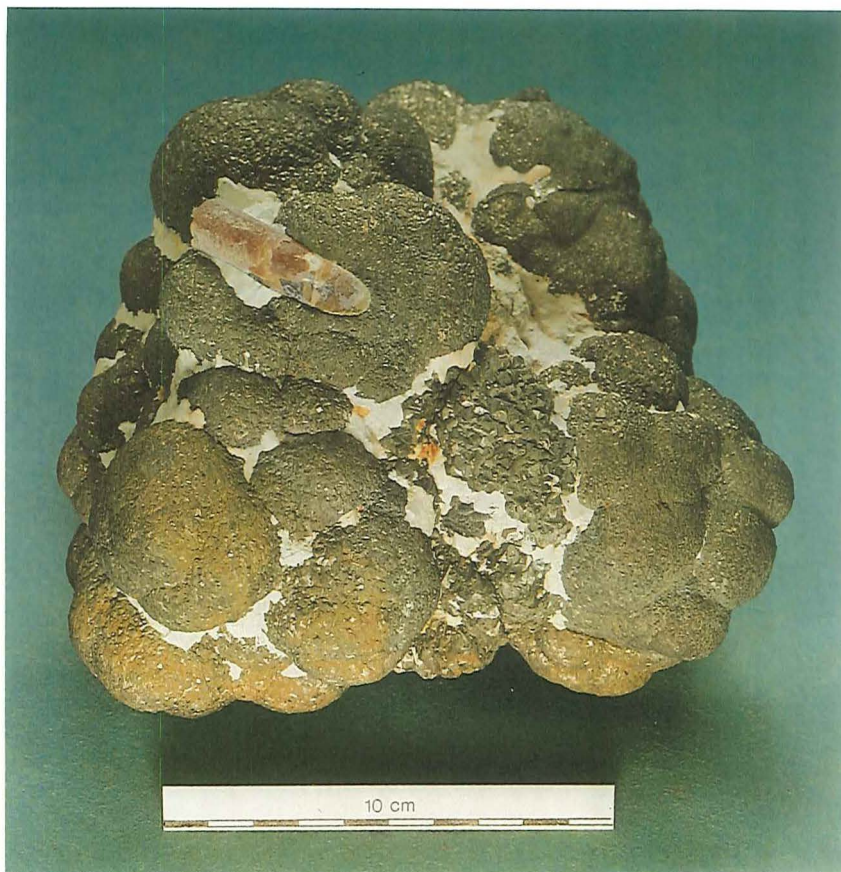
af Stig Schack Pedersen

Mineralerne markasit og pyrit betegnes almindeligvis begge på dansk som svovlkis, men er egentlig to forskellige krystalline former for den kemiske forbindelse FeS_2 (jærndisulfid). På nogle punkter ligner markasit og pyrit da også hinanden, de er begge malmminerale med en gullig-hvid metal-skinrende overflade, de let rust anløber, de har begge en hårdhed mellem 5 og 6, og de har omtrent samme vægtfylde. Men her hører ligheden også op, idet de to mineralers måde at forekomme på er vidt forskellige. Pyrit er et kubisk mineral og forekommer ofte i naturen som terninger (eller andre kubiske krystalformer, der kan afledes fra terningen).



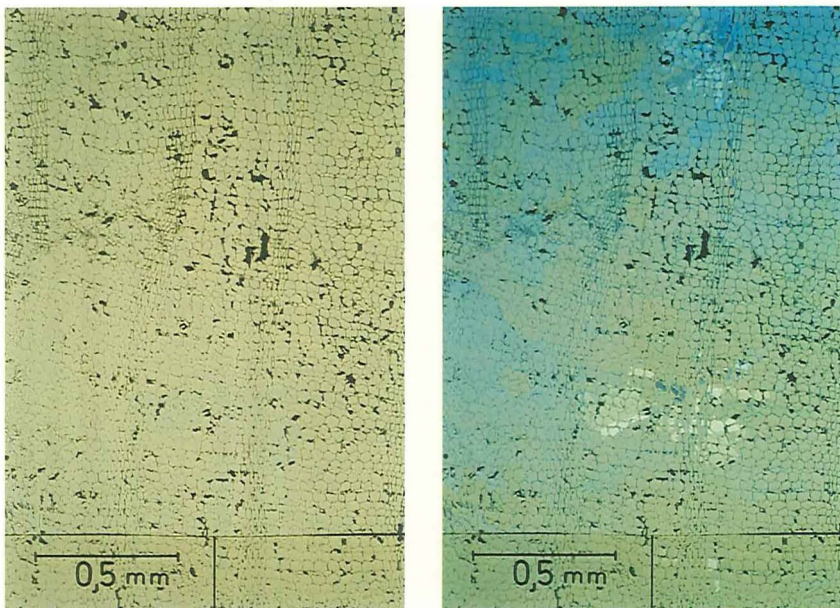
Figur 1. Almindelige krystalformer af pyrit og markasit. Til venstre ses en tyk terningform af pyrit med vækststriber på fladerne. I midten ses et pentagondodekaeder (form med 12 flader bestående af femkanter) af pyrit. Bemærk at vækststribernes retning på terningfladerne er de samme, som retningerne af de fremstående kanter på pentagondodekaederet i midten. Til højre ses en ortorhombisk (i princip tændstikæske-formet) krystal af markasit.

Markasit tilhører derimod det (ortho)rhombiske krystalsystem (som en tændstikæske), og forekommer typisk som stråleformede aggregater bygget op af stavformede enkeltkrystaller. Almindeligvis findes markasit i overfladenære sedimente, hvor det danner kugleformede koncretioner eller "levermalm", eller replacerer (træder i stedet for) forsteninge, f.eks. i kalk- og kridtaflejringe.



Figur 2. "Levermalm", koncretion af markasit fra skrivekridtet i Hvideklint på Sydmøn. I den centrale del af konkretionen ses, at markasit er omdannet til den mere grovkrystalline pyrit. Øverst til venstre i konkretionen ligger et stykke af et "vættelys" (en belemnit, som er en skeletrest fra en af kridthavets blæksprutter). Vættelyset er delvis omgivet af markasit, hvilket viser, at markasitdannelsen er yngre end aflejringen af skrivekridtet med belemnitten.

Markasits og pyrits tilhørsforhold til to forskellige krystalsystemer ses tydeligt i mikroskop. Pyrit er kubisk og derfor optisk isotropt, så der er ingen farveændring ved drejning af mikroskopbordet. Markasit er derimod med sin orthorhombiske krystalform stærkt anisotropisk, hvilket viser sig ved et livligt skiftende farvespil, når mikroskopbordet (med tyndslibet på) drejes.

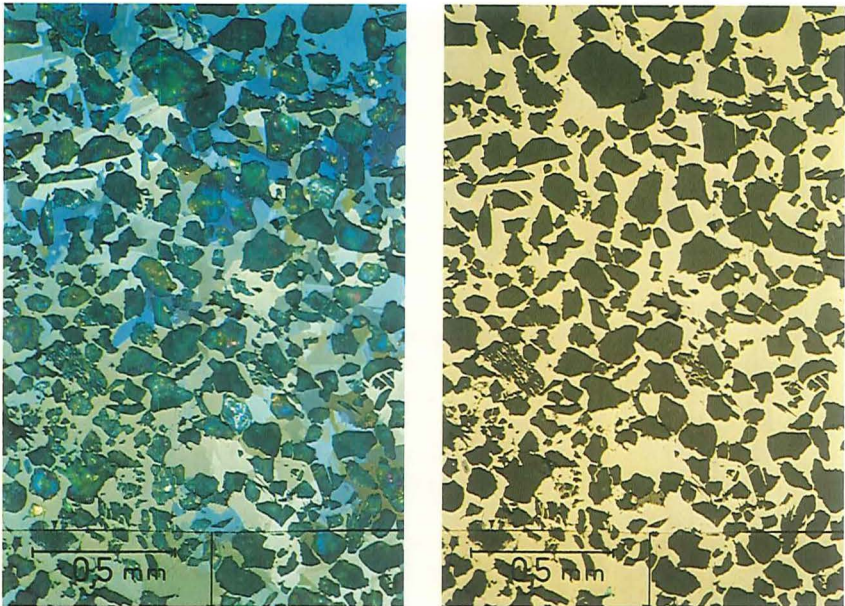


Figur 3. Markasit i svovlkis koncretion fra de jurassiske kullag ved Bagå på Bornholm. Mikroskop-foto af polerprøver. A: Polerprøve i reflekteret lys og B: Polerprøve set under krydsede polisatorer. Bemærk det livlige farvespil med skiftende anisotropi-farver.

Men hvorfor nu blive ved med at blande pyrit ind i noget, der især skulle handle om markasit ? - Fordi pyrit og markasit dels illustrerer nogle vigtige mineralogiske begreber, og dels desuden er forbundet på en speciel måde, som vi skal se lidt nærmere på.

Det forhold, at forskellige mineraler (som markasit og pyrit) har samme kemiske sammensætning, kaldes polymorfi. Andre kendte eksempler på polymorfe mineraler er grafit og diamant (rent kulstof begge to), calcit og aragonit ("kalk" begge to) og parret tridymit og kvarts (siliciumdioxid begge).

Forholdet mellem sådanne polymorfe former varierer. Hvis den ene form kan omdannes til den anden, uden at omdannelsen tilbage igen er mulig (en irreversibel proces), betegnes omdannelsen som monotropi. Kan omdannelsen derimod foregå frem og tilbage, betegnes den enantropi. Således er omdannelsen af tridymit til kvarts et eksempel på enantropi. Denne omdannelse foregår ved atmosfæriske tryk ved 867° C og består i en omkrystallisation af den orthorhombiske tridymit til den hexagonale β -kvarts, og ved lavere temperatur, ca.

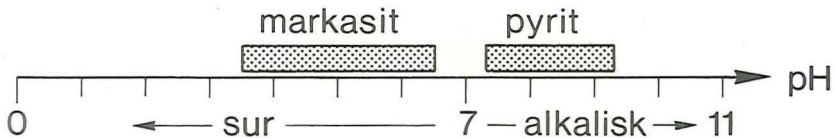


Figur 4. Pyritiseret og markasitiseret vedstruktur i forkullet træstykke fra de jurassiske kullag ved Bagå på Bornholm. Mikroskop-foto af polerprøver. A: polerprøve i reflekteret lys, og B: polerprøve set under krydsede polisatorer. Bemærk de markasitiserede ved-celler med livligt farvespil. Uden om er omdannelsen til pyrit allerede foregået.

537°C, en anden omkrystallisation til den trigonale α -kvarts.

Ser man således på en vulkansk bjergart, der er størknet ved ca. 1200°C, vil vi alligevel finde lav-temperatur, trigonal α -kvarts. At det oprindeligt har været tridymit vil af og til afsløres ved, at omridset af kvartskornene har bevaret tridymits omrids.

Markasit og pyrit er derimod et klassisk eksempel på monotropi. Markasit er den stabile form for FeS_2 ved lave temperaturer, men markasit omkrystalliserer ved ca. 450°C til pyrit, uden at kunne gå tilbage til den orthorhombiske form markasit, når temperaturen atter sænkes. Eksperimentelle undersøgelser viser dog, at omkrystallisationen af markasit til pyrit foregår villigt selv ved stuetemperatur. Denne omkrystallisation er dog meget afhængig af omgivelsernes surhedsgrad, deres pH, og afhængigheden ses også af, under hvilke forhold markasit og pyrit dannes i naturen. Markasit dannes ved udfældning fra sure opløsninger, mens pyrit udfældes fra alkaliske opløsninger.



Figur 5. Markasits og pyrits afhængighed af surhedsgraden (pH) i omgivelserne ved udfældning fra opløsninger. Er omgivelserne sure (syre-agtige) udfældes fortrinsvis markasit, mens pyrit hovedsagelig fældes fra alkaliske opløsninger.

Tilbage står at nævne, at omkrystallisation fra markasit til pyrit sker ved en væsentlig varmeafgivelse, det vil sige, at processen er exoterm. Dette forhold har en ikke ringe betydning i forbindelse med brydning af kul. I kullag findes ofte konkretioner af markasit, som de eksempelvis kendes fra de jurassiske aflejringer på Bornholm. Under brydning af kullene ændres omgivelserne for kullagene på grund af dræning og udluftning således, at pH-værdier ændres fra sur til alkalisk, med det resultat, at markasit omkrystalliserer til pyrit. Denne varmeafgivende omkrystallisation skaber sammen med iltningen en overhængende fare for selvantændelse af kullene. Den kemiske proces antages at være årsag til dannelsen af de "brændende skifre" i området ved Nugssuaq på Grønlands vestkyst. I dette område er store jordskred med kulholdige Kridt - Tertiær - sedimenter ved selvantændelse begyndt at brænde efter jordudskridningen har fundet sted.

KONKURRENCERESULTAT VARV KONKURRENCERESULTAT

Den rigtige løsning på VARVs sensommerkonkurrence, som var i sidste nummer, var: 1) Stevns Klint, og 2) artiklen "Det store Bang", forfattet af Tove Birkelund.

Mange læsere havde svaret rigtigt, og en del næsten rigtigt. Blandt de næsten rigtige henvistes til en artikel om Kirken og Klinten fra 1965. Det er beundringsværdigt, at den trofaste VARV læserskare har så meget styr på, hvad der stod i bladet for 17-18 år siden!

Blandt de helt rigtige løsninger har Anita - under skarpt opsyn af redaktionen - udtrykket:

*Hanni Thorborg
Bakken 6
8900 Randers*

-- der har fået sin velfortjente "pyritdollar" tilsendt.

Redaktionen takker for de mange indsendte løsninger, ofte med kommentarer, som vi har læst med omhu.