

En ny hypotese for de kaledonske kismalmers dannelse.

*Autoreferat av foredrag i Norsk Geologisk Forening,
holdt torsdag 13. mars 1958.*

AV

CHRISTOFFER OFTEDAHL

I 1873 publiserte Amund Helland den første større sammenstilling over våre kisforekomster. Den het «Forekomster av visse Kise i visse Skifere i Norge». I denne avhandling hevder Helland at kisene må være dannet sedimentært, da de har en rekke trekk som viser at de er et sediment slik som de skifre som de ligger i. Den samme antagelse hadde J. H. L. Vogt, som f. eks. uttrykt i et arbeid over Foldals kisleit i 1889. Etter 1890 slo imidlertid Vogt om til magmatisk synspunkt. Han hevdet da og i senere arbeider at kisene er dannet i tilknytning til dannelsen av dyperuptiver, enten granitt eller gabbro. Først i 1919 kom det så noe nytt som brøt dette syn, idet C. W. Carstens hevdet at en viss kistype, den såkalte Leksdalstype, er dannet som et sediment på havbunnen og videre at kisen må stamme fra vulkanske ekshalasjoner. De andre, de store kisforekomster, hevdet imidlertid Carstens måtte være dannet magmatisk-metasomatisk, i arbeider fra 1932 og 1936. En oversikt over sine synspunkter har han gitt i 1944 og i sine malmgeologiske forelesninger av 1948 som foreligger stensilert. Det neste viktige arbeid som angår kisens dannelse kommer fra Harald Carstens, som i 1955 antar at Fosdals jernmalmsforekomst er dannet ekshalativt-sedimentært. Carstens finner nemlig at Fosdalsmalmen ligger i et større kompleks grønnskifre og nærmere bestemt i eller ved kvartskeratofyriske soner i grønnskifrene.

Mine egne undersøkelser i Grongfeltet begynte i 1952. Under arbeidet med kartbladene Tunnsjø og Trones ble jeg fortrolig både med bergartene og med en del av de mange små og store forekomster som ligger innen disse kartblad. Det viser seg da at vi i Grongfeltet har typiske vasskiser og tilsynelatende alle overganger fra vasskis til store kisforekomster. Videre finnes der også alle overganger fra typisk vasskis til sedimentære lag av magnetittmalm. Et viktig poeng er at malmene mer eller mindre er knyttet til lag av kvartskeratofyr. Disse ble av Foslie antatt å være intrusive granittiske bergarter, men jeg vil oppfatte dem som sure granittiske asker. Både vasskisene, overgangstypene og også noen av de store kisforekomster i Grongfeltet ligger nær knyttet til sure, pyroklastiske sedimenter, enten asker eller agglomerater. Dette kan lett sees for Skorovas og Gjersvikforekomstenes vedkommende, men er vanskeligere påviselig for Jomaforekomsten på grunn av overdekning.

Hvis vi går ut fra at de typiske vasskislag og blandingslagene av svovelkis og magnetitt er ekshalative sedimenter, blir det meget vanskelig å sette grensen mot de store forekomster. Hvor begynner de ikke-ekshalativ-sedimentære forekomster? Jeg tror, på grunn av den jevne overgang mellom vasskiser og store forekomster og den stadige tilknytning til de sure askelag, at alle kisforekomster stammer fra vulkanske utbrudd på havbunnen, knyttet til dannelsen av de granittiske asker. I nærheten av et slikt undersjøisk krater vil vi få utfelling av alle de tungmetaller som de vulkanske gasser inneholdt, vi får altså dannet en stor forekomst. Toverdig jern har den egenskap at det i surt havvann kan holde seg i oppløsning slik at store mengder jern kan transporteres i havstrømmer og felles ut i områder med høyere pH. Ved denne utfelling er det vesentlig jern som transporteres, og vi får da dannet, under reduserende forhold, de typiske vasskiser. Lokalt har vi hatt oksyderende forhold, og dette har gitt oksydasjon av jernet til oksyd, og vi har fått dannet magnetittlag.

Hvis vi så ser på en del av fjellkjedens øvrige sulfidiske malmer, skulle disse etter C. W. Carstens enten være knyttet til basiske eller til sure eruptiver, henholdsvis gabbroer eller trondhemitter. Etter Foslie er imidlertid malmene i Ølve—Varaldsøystrøket i Hardanger mer eller mindre tydelig knyttet til utstrakte askehorisonter. Det samme er kjent å være tilfelle i Foldalsstrøket, idet den der kalte «gangart» ganske typisk er en regionalmetamorf albittbergart eller granittisk albittbergart med litt hornblende og granat. Også i Rørosstrøket kjennes slike lag, idet i alle fall noen av de såkalte «hardartslag» ganske typisk er albittrike bergarter, og om disse er vi nødt til å tro at de er sure asker. For øvrig vil jeg anta at den mer ubestemmelige «hardart» er blanding av sur albittrik aske og vanlig leirsediment eller basisk tuff. Videre nord, i Værdalsstrøket, er det meget tydelig hvordan malmen forekommer i forbindelse med kvartsporfyrr, etter Gunnar Holmsen. Nord for Grongfeltet kommer vi til den Nordlandske sink-blyprovins. Her finner vi at Torgersen uttaler som en generell regel at sink- blymalmen forekommer som oftest knyttet til trondhemittiske lag eller trondhemittiske gneiser. Av kisforekomstene lenger nordpå skal jeg bare nevne Bjørkåsen, som etter detaljkartlegning av Foslie tydelig ligger i grønnskifer og i meget nær tilknytning til en langt utstrakt sone av kvartskeratofyr.

Det jern som gikk i oppløsning i havvannet og som ble transportert utover til nærliggende havstrøk, har gitt oss en ganske god datering av den malmgivende epoke i fjellkjeden. Det er nemlig blitt avsatt som oolittisk jern i Siljanstrøket i Mellom-Sverige og også i Oslofeltet¹. Her er alderen «midt i 3 c», altså øverst i under-ordovicium.

Selve mekanismen for den ekshalativ-sedimentære dannelsesmåte for kismalmene som her er foreslått, blir altså delt i følgende trinn.

¹ Ifølge muntlig meddelelse fra dr. N. Spjeldnæs og cand. real. S. Skjeseth.

Først skjer det i et krystalliserende granittisk magma anrikning i gassfasen av tunge elementer, så strømmer gassen ut i havet og blir felt i havet, og til slutt vil vi under fjellkjededannelsen få en omkrystallisering av de i havet utfelte malmer. Angående det første punkt vet vi fra Oslofeltets kontaktforekomster at det særlig er rundt granittene at vi får dannet slike forekomster. Det er da tydelig at ved granittens krystallisasjon er det blitt dannet magmatiske gasser rike på følgende elementer: Jern, kobber, sink, bly, dertil mindre gehalter av arsen, antimon, vismut, kobolt, nikkel, og til slutt molybden og wolfram. Hvis slike gasser strømmet ut i et hav med reduserende forhold, ville gassene måtte felles som sulfider og gi nettop en forekomst av type Joma eller Skorovas. Hva angår selve felningsmekanismen, vil denne være avhengig av en rekke fysikalsk-kjemiske forhold i havet, i første rekke havets pH, havets gehalt av enten H_2S eller O_2 , CO_2 -husholdningen, og til slutt havstrømmene. Ved felning som sulfid i reduserende miljø vil den dannede sulfidgel sakte slå seg ned og havstrømmens transport ville da gi presipitatet en form som lange linjaler, nettop det som er det vanlige ved kisforekomster. Til slutt har så fjellkjededannelsens regionalmetamorfose omkrystallisert kisene og tektonisert deres grenser. Da kisene vil ha en helt annen kompetanse enn de omgivende bergarter, vil det svært ofte bli glidninger på grensene, som spesielt nevnt av Carl Bugge i 1948. De meget vekslende krystallisasjonsforhold vil så ha gitt kisene deres sterkt vekslende utseende fra primært båndete kiser til Sulitjelmas porfyroblastkiser med svære svovelkisterner.

Den her fremstilte hypotese for sulfidmalmenes dannelse er selvfølgelig ikke noe helt nytt. Lignende teorier er hevdet i 1948 av en tysk geolog F. Hegemann, og i 1957 har de tyske malmgeologer A. Cissarz og H. Borchert antatt at utstrakte sulfidmalmer i henholdsvis Jugoslavia og Tyrkiet er dannet som ekshalativ-sedimentære forekomster. Men allerede gamle Helland var langt på vei i sitt arbeid av 1873, idet han til slutt i sine betraktninger om dannelsen påpeker at de ikke bare måtte være sedimentære, men også nevner at de sannsynligvis vil ha sitt jern og svovelinnhold fra vulkanske utstrømninger på havbunnen.