

KISENE I FJELLKJEDEN

AV

CARL BUGGE

Våre norske kisforekomster av typen Røros, Sulitjelma, Løkken, er som bekjent knyttet til fjellkjeden som stryker over de Britiske øyer og den Skandinaviske halvøy fra sydvest mot nordøst. Ved spørsmål om kisenes opprinnelse bør man holde seg for øye denne forbindelse med fjellkjeden. Det ligger nær å tenke seg at det er de prosesser som har foregått i fjellkjeden som også har noe med kisen å gjøre. I vår fjellkjede er det en del eiendommelige eruptive bergarter av hvilke det for kispørsmålet særlig er av interesse å framheve den vulkanske Støren-Bymarkgruppe som består av spilitiske grønnsteiner med tilhørende grønne skifre, jaspislag m. m. Andre karakteristiske eruptiver er saussuritgabbro, olivinsten, trondhemit m. v.

Støren-Bymarklavaene avsluttes oppad med en stor diskordans som kan iakttas både på Vestlandet og i Trøndelag som et karakteristisk konglomerat (grønstenkonglomeratet, jaspiskonglomeratet, Stokvolabreksjen, Mobergkonglomeratet). Over den kommer den fossilførende avdeling, Høvin-Hølundagruppen. Den inneholder også en lavahorisont, de såkalte Hølundaporfyriter og ryoliter som nylig er beskrevet av Th. Vogt. Høvin-Hølundagruppen fører etter alt å dømme ikke kisforekomster, idet disse vistnok alltid ligger under konglomeratet.

Det er alminnelig antatt at begge disse lavanivåer, både Støren-Bymark og Hølanda er av ordovicisk alder. Dr. Carstens har funnet fossiler av denne alder i lagserien på Smøla og regner lavaene der for å høre til hans Bymarkgruppe. At Høvin-Hølundagruppen er ordovicisk er sikkert, det tør derimot være usikkert med Støren-Bymark, fordi det vilde være påfallende at de 2 lavahorisonter som er skilt av en så stor diskordans begge skulle høre til samme formasjon. Etter beskrivelsen av Smølenlavaene synes disse mer å ligne på

Hølundalavaene både petrografisk og kjemisk. Det er derfor tvilsomt om vi her i landet i det hele har funnet fossiler i lagrekkene under konglomeratet.

De tilsvarende lavanivåer kalles i Sverige, som bekjent, for Gillik og Mesket. I førstnevnte er det sikkert funnet ordoviciske fossiler. De ordoviciske lavaer på de Britiske øyer er som bekjent ikke kisleførende. Dette har vakt en del oppmerksomhet hos kissegeologene. Det tør være at forklaringen er å søke i at kisene følger et lavere liggende lavanivå (Støren-Bymark) og at dette ikke finnes i Storbritania.

Om grønnstenlavaenes videre utbredelse i Nord-Norge er for det første å si at nordfor Grongfeltet er de ennu ikke så kjent som man kunne ønske. Av særlig interesse er det at vi har noen felter i Finnmark som minner meget om Støren-Bymark. Det er felter som hører til den såkalte Raipasformasjon. Jeg har gått over feltene i Kvænangen og Repparfjord. Zenzén har studert noen av disse feltene (Kvænangen og Alta). Jeg forstår Zenzén således at han er fullt oppmerksom på likheten med Støren-Bymark og det jeg har sett i marken og de prøver jeg så, hos Zenzén, viste også dette forhold. Endel av disse felter er utskilt på N. G. U's oversiktskart over Nord-Norge (Th. Vogt). Dessuten kjenner vi en del andre felter som visstnok hører herhen. Det er et felt ved bunnen av Porsangerfjorden og et felt ved Mase i Kautokeino. H. Bjørlykke har også funnet noen bergarter mellom Bautajokka og Annarjokka som muligens også er Raipas.

En del av de felter som ligger ytterst, nær kysten, overleires diskordant av et konglomerat tilhørende den såkalte Bosekoppavdeling. Det har vært en del diskusjon om denne avdeling. Hvis den oppfattes som eokambrium, vil Raipas bli prekambrium. Oppfattes Raipas som ordovicium må Bosekop også bli tilsvarende yngre og f. eks. svare til Hovin.

Kisforekomstene.

Tar vi nu for oss kisene, så vet vi som nevnt at de er knyttet til fjellkjeden. Man har lenge vært oppmerksom på at det særlig er de eruptive prosesser i fjellkjeden som har noe med kisene å gjøre. Kisene er fra gammel tid inndelt i syngenetisk kis og epigenetisk kis.

Den syngenetiske kis i vår fjellkjede opptrer som lag eller leier i Støren-Bymarkgruppen. Den antas å være av sedimentær

opprinnelse, utfelt ved kjemiske eller biokjemiske prosesser i forbindelse med vulkanismen. Dette ble først påvist av Carstens som kalte typen for Leksdalskis. Grubefolk kaller den gjerne for vasskis. Lagserien består av tynne kislag vekslende med skifer. Den egentlige vasskis (Leksdalskisen) består av tette til finkornige kislag som gjerne er mørke til sorte på grunn av grafit. Dessuten er der lag som inneholder magnetit. Kislagene er oftest tynne og veksler med skifer. Vasskisen inneholder til dels små spor av kopper, sink, m. v. En mangengehalt er ganske alminnelig. Mektigheten av lagserien med kislag og skiferlag m. m. kan være 30 oppover til ca. 100 meter. Den er visstnok større på Vestlandet enn i Trøndelag. Gehalten av svovel er vanligvis nokså lav. I enkelte lag kan den dog være høyere, 40 og endog 45—46 pct. Kisen er ofte breksjert og sprekkene utfylt med lys, noe mere grovkornet kis.

Den epigenetiske kis er så ofte beskrevet i litteraturen at jeg henviser til denne. Det er kis av typen Røros, Løkken, Sulitjelma osv. Den er vanligvis mer krystallinsk og fører ofte forholdsvis høy gehalt av kopper, sink m. m. Denne kistype er ofte, men ikke alltid, knyttet til saussurit-gabbro eller trondhjemit. Kisen opptrer oftest i skifer, men også nær eller inne i de eruptive bergarter. Den kalles ved grubene gjerne for gangkis.

Min hensikt med dette innlegg i spørsmålet om kisene er at jeg gjerne vilde komme inn på en sak som er av spesiell interesse, nemlig det kjente forhold at man i dragene av vasskis meget hyppig finner gangkis. Carstens har vist dette for Løkkenfeltet. Han viser at gangkisen sender årer inn i vasskisen og således er yngre enn denne. Vasskis er kjent fra mange steder i fjellkjeden. Mest kjent er Stordø, Løkken og Leksdalen, men der kan regnes med hundrevis av skjerp på vasskis. Nevnes kan f. eks. Hinderaker nær Vigsnes på Karmøy.

Da jeg våren 1946 tok opp samarbeide i malmleting med ingeniør Brækken i Geofysisk Malmleting, foreslo jeg opptatt til undersøkelse feltet nord for Røros, nemlig området Gaudal-Tydal i Selbu. Av forskjellige grunner er dette felt viktig å få undersøkt. Ved opptagelsen av en sådan oppgave var det også av betydning å studere kispørsmålet i sin alminnelighet. Som utgangspunkt tok jeg vasskisen som man formentlig kan regne som den eldste ksigenerasjon i fjellkjeden. Undersøkelsene førte til at det er helt på det rene at den opptrer i lange soner eller drag. Det er som nevnt hundrevis av

skjerp på vasskisen. Det er grunn til å anta at dette kisivå opprinnelig har vært avsatt i den vulkanske Støren-Bymarkformasjon som en mer eller mindre sammenhengende lagserie som har bredt seg over store områder. I senere perioder er så det hele foldet, metamorfosert, erodert, skjøvet og kanskje har det vært overskyvninger. Tilslutt er så restene av Støren-Bymark med kisivået oppbevart i de forskjellige soner eller drag som vi nu finner dem.

Men så kommer det store spørsmål, hvorledes er så gangkisen dannet? Det er her jeg gjerne vilde komme med et tillegg til de magmatiske og hydrotermale forklaringer.

Som nevnt ovenfor opptrer det ofte gangkis i vasskisdragene og det er et så påfallende trekk at det påkaller oppmerksomheten og man spør om det er noen genetisk sammenheng.

Hittil har man i alminnelighet sagt at vasskisen kun er i veien, den hindrer malmletingen og er nærmest en plage. Jeg har imidlertid stillet meg det spørsmål om ikke vasskisen kan brukes som en rettledning under malmletingen, altså som en indikator på gangkis. Men nu er det jo så at der er store strøk hvor man ikke kjenner vanlig vasskis, men hvor der opptrer gangkis. Dette gjelder f. eks. de østlige deler av Trondhjemsfeltet, hvor vi har en del av våre mest kjente kisforekomster. Nå har man imidlertid ved de geologiske undersøkelser i den østlige del av Trondhjemsfeltet påvist et drag av grønnsten og grønnskifer som ligner meget på Støren-Bymark. Det er et drag som kan følges fra traktene nord for Alvdal over Tolga og Vangrøfta ved Os over Harsjø og Hesjedalen, og draget finnes tydelig også langs vestsiden av gabbrodraget over Mælshogna og Hyllingen i Gauldal-Tydal og videre nordover mot Meråker. Det er nettopp i dette drag i Gauldal-Tydal at vi foretok vår malmleting de 2 siste årene. Det ble her av Geofysisk Malmleting påvist sterke indikasjoner som tydet på skjulte malmdrag. Ved de geologiske undersøkelser påviste dr. Bjørlykke utstrakte drag av magnetkis nettopp langs disse indikasjonslinjer. Noen gehalt av kopper eller andre metaller er der hittil ikke funnet i magnetkisen. I draget av grønnsten og grønne skifer sees ikke jaspislag som i de vestlige grønnstendrag. Utenom dragene av magnetkis men i de samme feltene kjennes forekomster av gangkis, tildels med kopperkis og sinkblende. Det er atskillig grunn til å anta at de nevnte drag av magnetkis representerer omkrystallisert vasskis og at hele sonen er en metamorfosert type av

Støren-Bymark. Man må erindre, at vi her befinner oss i det såkalte „metamorfe strøket“ benevnt således av Kjerulf og Tørnebohm. Det gjelder området øst for en linje som omtrent stryker i nordøst-sydvestlig retning over Støren. Det er i dette metamorfe strøket at man har Selbu kvernsteinsforekomster med granat og staurolit.

Nu finner vi imidlertid i Trondhjemsfeltet også tildels lange drag av krystallinsk svovelkis som kunne minne om vasskis eller rettere inntar en mellomstilling mellom vasskis og gangkis. Som et godt eksempel på dette kan nevnes Vårstigen kisdrag i Drivdalen.

Det blir da også en nokså nærliggende tanke at den krystallinske gangkis, iallfall i visse tilfelle, under fjellkjedeprosessene er omkrystallisert etter vasskis eller utkrystallisert av oppløsninger i vasskissonene. På denne måte ville man få en forklaring på at den krystallinske gangkis så ofte forekommer i dragene av vasskis. Sammenholder man dette med at den krystallinske kis visstnok alltid opptrer på utpregete glideflater, kunne man tenke seg at omkrystallasjonen av vasskis nettopp foregår langs sådanne glideflater. Vasskisivået er antagelig nettopp sådan beskaffent at det lett danner seg glideflater (Leitschicht) langs det. Ennå er det vel for tidlig i undersøkelserne å si om det også har foregått palingene prosesser, således at en del forekomster av krystallinsk gangkis kan sies å være palingen vasskis. Om dette spørsmål kan vi foreløpig kun si at vasskisen vanligvis er sterkt tektonisert, og mer eller mindre metamorfosert. Det framgår av de nevnte årer av krystallinsk kis i vasskisen. Der opptrer rene breksjer, hvor vasskisen er brukket i stykker og kittet sammen av mer grov krystallinsk kis. Det er rimelig å anta at disse årer av krystallinsk kis stammer fra selve vasskisen. Det er øyensynlig foregått en oppløsning av vasskisen med krystallasjon i de opptredende sprekker. Det er meget mulig at det også kan være tilført oppløsninger utenfra. Dette kunne det bli spørsmål om som forklaring på at det i vasskisen unntakelsesvis kan forekomme partier som fører noe kopperkis. Vasskisen inneholder jo som nevnt vanligvis kun spor av kopper, sink osv. Det er som regel kun gangkisen som har noen større gehalt av disse metaller.

Vasskisen må antas å ha hatt betydelig utfellende egenskaper både ved sin gehalt av kis og grafitt (Carstens). At sulfider kan være utfelt i grafittskifer p. g. a. grafittgehalten har dr. Horvath anført som en mulighet.

Vasskisen og dermed sammenhengende spørsmål studeres for tiden også av geologen Asbjørn Skordal. Han har utført et arbeid

ved Bergens Museum om grubefeltet på Stord, og fortsetter nu med videre studium av disse forhold ved N. G. U.

Man kan vel si at det er nokså naturlig nettopp nu å komme inn på disse spørsmål om sekundære forandringer av kisforekomstene. Det er problemer som allerede i atskillige år har vært aktuelle for mange slags malmforekomster. For kisenens vedkommende har dr. Carstens sterkt framhevet metamorfosens betydning. Vogt og Foslie likeså. Interessant er det også at Schneiderhöhn¹ i sin siste systematikk oppfører de norske kisforekomster under avsnittet om „Lagerstätten der Metamorphen Abfolge“, undergruppe „dislocationsmetamorphe Kieslager“. Han taler også om malmforekomster dannet ved palingent mobiliserte tilførsler.

Sture Landergren, Jens Bugge² m. fl. taler også om malmforekomster som kan tenkes dannet ved palingene prosesser. Landergren kom til det resultat ved sine geokjemiske studier at visse svenske jernmalmer er sekundærmagmatiske eller palingenmagmatiske. Den primære malm skulle være av sedimentær opprinnelse og være palingent omdannet i en migmatiseringsperiode. Jens Bugge berørte dette i et foredrag og mente at denne dannelse av visse jernmalmer har meget for seg, og han kom under studium av Solberg-Lyngrot-jernmalmene nær Arendal til den oppfatning at en lignende dannelsesmåte godt kan tenkes for disse. For kisenens vedkommende tør det være grunn til å anta at vi etterhvert vil komme til sikrere resultater nu da nokså mange geologer arbeider med disse spørsmål.

De geologiske undersøkelser i forbindelse med malmletingen i Gaudal-Tydal ble i år ledet av cand. real. Harald Major. Da han skal reise til Amerika, har dr. Bjørlykke overtatt ledelsen med de videre undersøkelser.

¹ *Erzlagerstätten*. Kurzvorlesungen zur Einführung und zur Wiederholung. Jena 1944.

² Tidsskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi nr. 8 1946.