

## NYERE UNDERSØKELSER I OSLO-FELTET

AV

CHRISTOFFER OFTEDAHL

Ved professor W. C. Brøggers død i 1940 hadde geologene dannet seg et visst bilde av Oslo-feltet. Dette bilde var vesentlig basert på Brøggers publikasjoner. De mange detaljerte geologiske kart viste imidlertid at mange og store geologiske problemer fremdeles lå og ventet på sin løsning. Professor Holtedahl hadde da allerede i lang tid interessert seg for disse geologiske problemer, og helt vesentlig etter hans initiativ har en del av de yngre geologer arbeidet med Oslo-feltets geologi og petrografi siden ca. 1941. Som en av disse geologer skal jeg nå gi en kort oversikt over de resultater som supplerer det bilde vi har av Oslo-feltet fra Brøggers publikasjoner, i det jeg for det meste holder meg til egne upubliserte iakttagelser.

Lavaseriens stratigrafi ble vesentlig utredet av professor J. Schetelig. Det viser seg at i småområder som Schetelig ikke rakk å utrede, har vi også en langt mer detaljert stratigrafi enn rektangelkartene viser. Egil Sæther har i Nitedals-feltet påvist en serie svarende nesten fullstendig til Krokskogserien til og med  $E_2$ . Jeg har dertil funnet liknende serier i Glitrevanns- og Sandekalderaenes områder. Det har særlig interesse å fastslå at så langt vest som ved Hokksund har vi en omfattende serie:  $E_1$ ,  $RP_1$ ,  $RP_2$ ,  $RP_4$ ,  $RP_6$ ,  $RP_7$ ,  $RP_8$ ,  $RP_9$ ,  $E_2$ ,  $RP_{11}$ ,  $E_3$ ,  $RP_{13}$ , og  $RP_{14}$ . Lavafeltet har således utvilsomt fortsatt langt videre mot vest.

Rombeporfyrene har hittil vært ansett for dannet ved spalte-erupsjoner, og delvis ved arealerupsjoner, mens basaltene, i hvert fall den underste, må stamme fra de vulkaner vi har bevart i Oslo-essexittenes kupper. Lavaseriens blanding av basalt- og rombeporfystrømmer er da et merkelig fenomen, idet det da synes som om der har vært en veksling mellom to effusjonsformer og mellom effusjon fra to forskjellige magmaer. Problemet løses heller ikke av de siste

to bidrag til erupsjonsmekanismen, nemlig Sæthers påvisning av at basaltene  $E_2$  og  $E_3$  har strømmet opp på overflaten gjennom talløse små åpninger, og mitt funn av en Oslo-essexitts samtidighet med en  $E_3$  lava i Glitrevannskalderaen. Her har nemlig et lite område av Oslo-essexitt helt omgitt av basalt en finkornig grense mot en eldre varietet av listelava, mens den gjennomsettes av den yngre varietet. Således kunne også  $E_3$  lava tenkes å stamme fra en vulkan. Imidlertid antyder variasjonene i den kjemiske sammensetning noe om erupsjonsmåten.

Det er et meget tydelig sprang i sammensetning fra den underste basalt  $E_1$  til  $RP_{11}$ ; liknende sprang er det fra  $RP_9$  til  $E_2$  og fra  $E_2$  til  $RP_{11}$ . Derimot er  $RP_{12}$  en rektangelporfyr, en forløper for den mektige basalt  $E_3$ , og etter denne basalt har vi mektige rektangelporfyrdekker som alle har en sammensetning mellom rombeporfyr og basalt. Dette gir følgende bilde av magmautviklingen, idet en bygger på hypotesen om basaltmagmaet som det primære magma.

I tidlig permisk tid ble det dannet spalter i jordskorpen fra Midt-Norge ned til Skåne enten ved tensjon eller skjærspenninger. Gjennom disse sprekker steg magma fra det basaltiske substratum opp og dannet et større magmakammer oppe i kontinentblokken, og noe magma steg opp til overflaten og dannet basalten  $E_1$ . Det ble så en lang periode av ro, hvorved magmaets sammensetning endret seg til monzonittisk, enten ved differensiasjon eller assimilasjon.

Av dette monzonittmagma ble rombeporfyrerne dannet. Ved en plutselig bevegelse i jordskorpen ble det igjen dannet en spalte ned til det underliggende udifferensierte basaltiske magma. Basalten  $E_2$  ble dannet av oppstrømmende magma, hvoretter igjen tilførselskanalene ble lukket. Det monzonittiske magma forble nesten uforstyrret. På nytt strømmet basalt-magmaet ut på overflaten og dannet tykke basaltlag,  $E_3$ . Men denne gang gikk det oppstigende basaltmagmaet delvis gjennom reservoaret av monzonittmagma, slik at dette ble omrørt øverst; derved fikk det en midlere sammensetning. Den neste erupsjon ble således rektangelporfyren  $RP_{13}$ .

Dette rumlige bilde av forholdene øverst i magmakamrene i slutten av effusjonsperioden leder over til dypbergartenes problemer. Larvikitten oppfattes som krystallisert rombeporfyrmagma, og det er utvilsomt korrekt. Men med det rumlige bilde av omrøring av forskjellige magmaer skulle en vente atskillig variasjon i larvikittens sammensetning. Det er da også tilfelle.

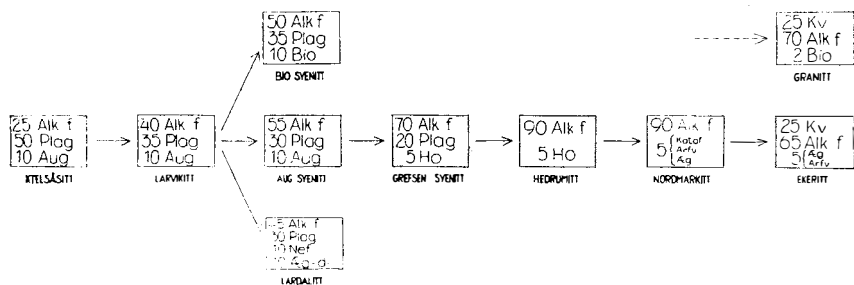


Fig. 1.

I Brøgger's fullstendige oversikt over Oslo-bergartene i sin »Typensamling« fra 1906 er bergartene gruppert i en rekke familier som hver for seg er vel karakteriserbare og tilhører et bestemt tidsintervall i den magmatiske utvikling. Den omfattende analysesamling som Brøgger i 1933 publiserte, viser imidlertid at dypbergartene har jevn overgang fra den ene familie til den annen, og Brøgger brøt litt med sitt tidligere overskjematiserte bilde, idet han oppstilte overgangsserien nordmarkitt-ekeritt. I professor Barths oversikt over dypbergartenes systematiske petrografi (1944) fremgår det at det også er overgangstyper mellom de to viktigste familier, larvikitt og nordmarkitt. I samråd med Egil Sæther har jeg foreslått å dele opp Brøgger's nordmarkitt i tre forskjellige bergarter, nemlig nordmarkitt og hedrumitt (nydefinert) for alkalisyenitter med henholdsvis alkali-hornblende og alminnelig hornblende som mørke mineraler. En ordinær syenitt med hornblende og litt plagioklas kan da benevnes Grefsen syenitt (Ofstedahl, 1948, p. 49).

Ved de siste års feltgeologi og mikroskopering har jeg fått inntrykk av regional utbredelse av overgangsbergarter. Det mest utpregede eksempel er det store massiv som går fra Lågendalen mot Nordagutu (Skrim-inassivet). Pyroksengehalten forårsaket at Brøgger benevnte bergarten larvikitt på kartene, mens den på grunn av sin surhet (58 % SiO<sub>2</sub>) fikk en egen betegnelse i analysesamlingen: Skrim-typus.

Den systematiske plassering av disse overgangsbergarter er ikke lett, da de to feltspatfaser til dels foreligger som en grov mikroperthitt, og dels i egne krystaller. De viktigste typer i serien kjelsått-ekeritt er vist i ovenstående skjema.

Når nå Brøgger's systematikk har vist seg noe skjematisk er det også naturlig å spørre om i hvilken grad Brøgger's aldersskjema

holder stikk. Hovedresultatet av Egil Sæthers omfattende feltarbeide er at Brøggers aldersfølge fra basiske til sure bergarter er riktig i det vesentlige. For de store massivers vedkommende tror jeg dette er riktig, men det er mange unntagelser for mindre bergartsmasser. Imidlertid er det et hovedtrekk ved eruptivkontaktene som jeg vil fremheve som meget viktig.

I Brøggers Eruptivgesteine ... III (das Gangefolge des Laurdalits) fins det en meget detaljert beskrivelse av lardalittens grenseforhold mot larvikitten. Det fremgår herav at begge bergarter fortsettes uforandret inntil den felles grense; der er ingen finkornig grense, ingen apofyser eller kontaktfenomener. Men på grunn av at nefelinbergartene i Langesunds fjorden er klart yngre enn larvikitten og på grunn av gangbergartenes aldersforhold sluttet Brøgger at lardalitten er yngre enn larvikitten, men at aldersforskjellen var så liten at den eldre bergart ikke var avkjølet da den yngre magma ble presset opp. Disse to bergarter er altså geologisk sett nesten samtidige.

Akkurat samme grad av samtidighet må det være mellom larvikitt og det Brøgger kaller kvartsfattig ekeritt, for på to steder i Hvarnes har jeg funnet at grensen er uten grensefenomener. De to bergarter nordmarkitt og kvartsfattig ekeritt har jevn overgang og ingen grense. Disse observasjoner tyder altså på at det er noenlunde samtidighet mellom bergartene fra og med larvikitt til og med sur nordmarkitt. Derimot er det tydelig grensefacies i den typiske ekeritt mot larvikitt både i Efteløt og ved Myklevann. Ekeritten er altså klart yngre.

Grenser mellom tilsynelatende jevnaldrende bergarter finnes også i Nordmarka. Således er grensen ved Voksen mellom nordmarkitt og akeritt en sprekk uten noen andre grensefenomener enn noen steder antydning til en 2 mm bred, mørkere yttersone i akeritten. Denne kunne da være ubetydelig yngre.

En får herved et nytt bilde av aldersfølgen. Bergartene faller i følgende grupper med noenlunde samtidighet innen hver gruppe:

1. Oslo-essexitt og effusiver.
2. De intermediære dyperuptiver (larvikitt — sur nordmarkitt).
3. Ekeritt.
4. Granitt.

Det er imidlertid mulig at denne inndeling bare gjelder for Vestfold og at dyperuptivene har en litt annen gruppering i Nordmarka og på Hadeland.

I Oslo-feltet finnes også en rekke dyppergartsmassiver med forskjellige bergarter som en må anta tilhører samme periode, i og med at der er jevne overganger mellom bergartene. Som eksempler kan nevnes Finnemarkas granittmassiv og Sandemassivet. Det første massiv består av granitt med en randsone som blir mer og mer basisk mot kanten; det annet massiv har en basisk kjerne (kjelsåsitt) og går gradvis over i randsoneens ekeritt. Jeg skal straks beskrive disse nærmere.

Til slutt skal nevnes at aldersfølgen basisk → sur bergart ikke gjelder strengt ved gjentatte intrusjoner. De intrusjoner som forekommer i Glitrevannskalderaen har således følgende aldersfølge:

1. Kvarthorfyrt — ringgang, mylonittisert, dannet ved kalderaens innsynkning.
2. Syenittiske sentrale og marginale intrusjoner dannet etter innsynkningen.
3. Det sentrale kvartthorfyrt-aplittmassiv, yngre enn de syenittiske intrusjoner.

Vi skal så behandle bergartenes genesis. Jeg har sett så mange feltgeologiske indisier på at Oslo-bergartene er eruptiver størknet av et magma at jeg går ut fra at dette er den generelle dannelsesmåte. Ut fra antagelsen om et basaltisk modernmagma blir problemet om de surere magmaers dannelse atter problemet »differensiasjon eller assimilasjon, — i våre dager som i Brøggers dager. Det er meget vanskelig å finne geologiske indisier på differensiasjon, og det blir derfor, foruten vår generelle geologiske viten, de feltgeologiske iakttagelser over assimilasjon som kaster lys over problemet.

Brøgger mente å finne at inneslutninger i Oslo-bergartene hadde skarp grense, og det samme hadde dyperuptivenes sidebergarter. Han sluttet derfor at assimilasjon ikke forekom i Oslo-feltet, og han utviklet som en av de første geologer i verden teorien om at dyperuptivenes aldersfølge fra basisk til sur kan bero på hovedmineralenes krystallisasjonsfølge.

Det er utvilsomt riktig at dyperuptivene vanligvis ikke viser assimilasjon in situ, men det forekommer. Det peneste eksempel jeg har sett er kontakten mellom granitt og afyrisk basalt, NV for Drammen. Her er det en overgangssone på 3—10 m med hybridider. Hybridene er til dels granitt av modifisert sammensetning med »spøklige rester«, og delvis stripete bergarter av sterkt vekslende sammen-

setning med diffus overgang mellom mørke og lyse striper. En blotning på et par m<sup>2</sup> besto av nesten assimilerte bruddstykker hvori satt knoller av basisk plagioklas (55 An), opptil 4 cm store. Dette er et sjeldent eksempel på krystalloblastese ved kontaktmetamorphose. Flere morsomme eksempler på kontaktoppsmeltning er funnet i Glitrevannskalderaen, idet felsittporfyr nær kontakten mot basalt hadde smeltet opp denne, dog uten å blande seg med den, slik at grensesonen består av en bergart med tynne svarte og røde striper av henholdsvis basisk og intermediær sammensetning.

Storstilet assimilasjon forekommer også i Oslo-feltet. Som påpekt av Sæther (1945, p. 431) er akeritten i Vettakollen en tydelig hybrid bergart. Hybrid nordmarkitt forekommer f. eks. i strøket Tryvann-Skjennungen. Også i den søndre del av Siljan kan nordmarkitten være sterkt heterogen, vekslende fra aplittisk til pegmatittisk, med assimilasjonsrester.

Det er imidlertid særlig de sonarbyggede dypbergartsmassiver som er interessante, idet dens dannelse vanskelig kan tenkes uten en eller annen assimilasjonsprosess. Jeg skal først omtale Sandemassivet.

Hele sentrum av Sande-kalderaen består av et massiv som i følge kartene består av noe kjelsåsitt, larvikitt og pulaskitt i midten, utenom en ring av nordmarkitt, og så en kant av ekeritt. Når en imidlertid går fra syd inn til sentrum i massivet synes bergartene å forandre seg jevnt fra ekeritt til kjelsåsitt. I den nordlige halvdel er imidlertid assimilasjonsfenomenene tydelige. Ekeritten synes å være en homogen, primær bergart. Den går over i en syenittisk bergart ved at kvartsinnholdet avtar. I hele den syenittiske sone finnes det bruddstykker av lavaer, med skarpe grenser ytterst, mer diffuse innover. På overgangen til larvikittfeltet er det tydelig at bruddstykkene holder på å forsvinne. Hodestore stykker kan en ennå se omriss av, de mindre er assimilert. Bare en mer jevn, finkornig fordeling av de mørke mineraler enn vanlig antyder mindre bruddstykkers plass. Den basiske bergart i sentrum er for det meste helt homogen.

Disse forhold gjør det naturlig å anta at ekeritten har trengt opp ved stoping, assimilert bruddstykkene fullstendig i midten og bare delvis lenger ute. En komplisert intrusjonsmekanikk må imidlertid antas for å forklare denne »inverse sonarbygning« med maksimal assimilasjon i midten. Et normalt tilfelle av marginal assimilasjon synes vi derimot å ha i randen av det store granittmassiv i Finne-

marka, idet vi her har bergarter som blir mer og mer basiske mot yttergrensen.

Ved å gå opp profiler fra kanten og inn til granitten har jeg funnet jevn overgang mellom typene, men noen markert sone med hybrider finnes ikke. Bare enkelte steder er det tett med diffuse innslutninger, da særlig i den syenittiske sone. I vest var det til dels også skarp grense mellom lysere og mørkere varieteter. Jeg synes imidlertid at feltakttagelsene tillater en foreløpig å anta at Finne-markas basiske randsone er dannet ved at granittmagmaet har assimilert sidebergart i økende grad mot grensen. En bekreftelse på dette har vi i den av Barth (1944, p. 69) beskrevne hovlanditt hvor assosiasjonen bytownitt — natronrik alkalifeltspat tyder på at bergarten er en hybrid.

Ut fra Brøggers analysesamling har man en god oversikt over bergartene i assimilasjonssonene. Det er da naturlig å undersøke om de antatte hybrider kan tenkes dannet ved enkel assimilasjon, altså ved blanding av ekeritt med basalt, rombeporfyr, kalk eller leirskifer i forskjellige forhold. Enkel regning viser da at selv om en blander de nevnte bergarter i hvilke som helst forhold, så får en resultater som ikke stemmer overens med naturen for en eller flere viktige komponenters vedkommende. Som enkelt eksempel kan vi betrakte modumitt, en nesten ren bytownittfels. Den kunne tenkes oppstått ved at granitten assimilerer kalkstein. Men da er det særlig den høye aluminiumsgehalt som er uforklarlig.

Assimilasjonsprosessen må altså være ledsaget av andre prosesser av metasomatisk art. Nettopp slike prosesser er i de siste år blitt utforsket særlig av Doris L. Reynolds. Hovedresultatet er det at foran en migmatittfront, eller utenfor granittiseringsfeltet av en granittpluton danner det seg en basisk front. De basiske komponenter Fe og Mg, ofte ledsaget av alkalier, drives vekk i den sone som granittiseres, og de anrikes derved i en utenforliggende sone som derved kan få en basisk eller til og med ultrabasiske sammensetning.

Denne teori lar seg ikke lett anvende på Oslo-feltets hybrider, for de er ikke bergarter særlig anrikt på mørke mineraler, noe som er vanlig i den basiske front, men spesielt anrikt på feltspat, særlig sur plagioklas og Na-rik alkalifeltspat. Det er mulig at forklaringen kan ligge i at bruddstykkene før de assimileres av granitt, mister en stor del av sitt Fe og Mg etc. til en utenforliggende basisk front, mens

alkalier, Ca og H blir tilbake og modifierer granitten til de feltspat-rike syenitt- og monzonittbergarter som er de vanlige (nordmarkitt, akeritt, larvikitt). Det er imidlertid nødvendig å foreta omfattende petrografiske studier for å avgjøre om en såpass spesiell prosess generelt skulle kunne forklare dannelsen av de feltspatrike hybrider som er så vidt utbredt i Oslo-feltet.

#### SITERT LITTERATUR

- Barth, Tom. F. W.: Studies on the Igneous Rock Complex of the Oslo Region. II. Systematic Petrography of the Plutonic Rocks. Skr. utg. av Det Norske Vid.-Akad. i Oslo. I. Mat.-Naturv. Kl. 1944. No. 9.
- Brøgger, W. C.: Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. III. Das Gangfolge des Laurdalits. Videnskabselsk. Skr. I. Mat.-Naturv. Kl. 1897. No. 6.
- Eine Sammlung der wichtigsten Typen der Eruptivgesteine des Kristianiagebietes nach ihren geologischen Verwandtschaftsbeziehungen geordnet. *Nyt Mag. f. Naturv.* **44**. 1906.
  - Die Eruptivgesteine des Oslogebietes. VII. Die chemische Zusammensetzung der Eruptivgesteine des Oslogebietes. Skr. utg. av Det Norske Vid.-Akad. i Oslo. I. Mat.-Naturv. Kl. 1933. No. 1.
- Oftedahl, Chr.: Studies on the Igneous Rock Complex of the Oslo Region. IX. The Feldspars. Skr. utg. av Det Norske Vid.-Akad. i Oslo. I. Mat.-Naturv. Kl. 1948. No. 3.
- Sæther, Egil: Undersøkelser over eruptivene i området nord for Oslo. *Norsk Geol. Tidsskr.* **25**. 1945.