

Magmatiske Sedimentstrukturer



af J. Richard Wilson og Peter Thy

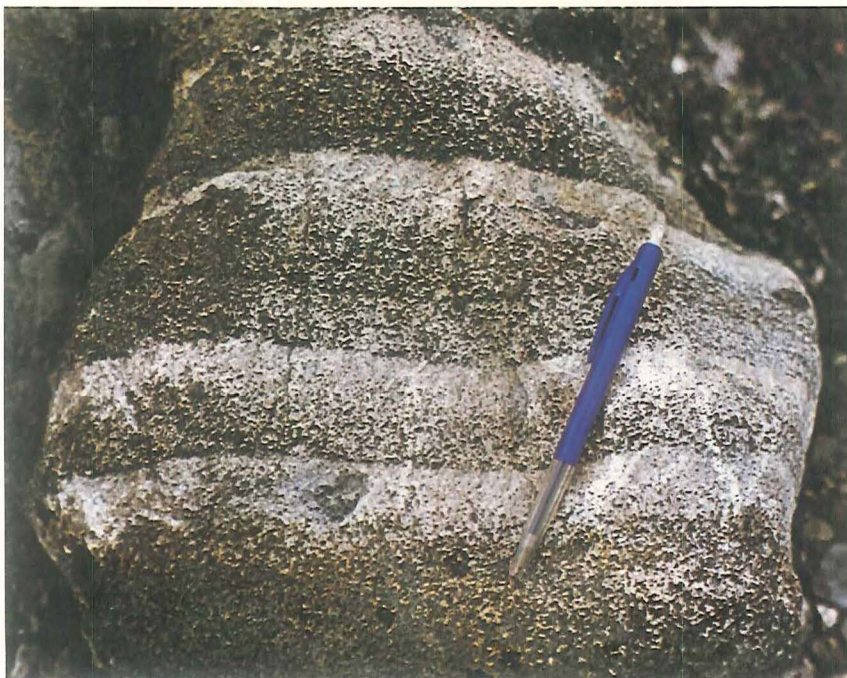
Deformationsstrukturer er velkendte fra vandholdige sedimenter. En særlig type, såkaldte sæk-og-pude strukturer (fig. 1), opstår selv i rolige miljøer, hvis der er en instabil vægtfyldefordeling eller forskel i flyde-evne mellem to eller flere vandrette lag.



Figur 1. Sæk-pude strukturer i sedimenter ved Lønstrup Klint. Det lyse er sand og det mørke er ler. Gunnar Larsen foto.

I laboratoriet lader denne type deformation sig let efterprøve ved at anbringe to ikke-blandbare væsker med forskellig vægtfylde og relativt høj flyde-evne i en lille plastikbeholder. Lad væskerne stabilisere sig. Vend derefter hurtigt beholderen om og iagttag, hvordan den lette væske bevæger sig op gennem den tunge væske i en meget karakteristisk form, der bedst kan beskrives som paddehatte. Denne deformation foregår som en række konvektionsceller tværs over grænsefladen mellem de to forskellige lag. Hvor cellerne støder sammen, bevæger den lette væske sig op og den tunge sig ned. Når den lette væske når toppen af det konvektionerende lag, spreder denne sig ud og danner et nyt stabilt lag oven på den tunge væske. Et sådant deformationsmønster er velkendt fra en lang række fysiske og geologiske miljøer (eksempler herpå er saltomer, visse strukturer i grundfjeldet og storskala-konvektion i jordens kappe).

Nogle magmatiske dybbjergarter - de såkaldte lagdelte intrusioner - har en række lighedspunkter med sedimente. I disse bjergarter er transportmiddelet ikke vand, men magmaet: en silikatsmelte. I en forenklet situation består de sedimentære partikler af olivin- og plagioklaskrystaller, der synker ned og danner rytmiske eller graderende lag på bunden af magmakammeret (fig. 2).



Figur 2. Lagdelte strukturer i en troctolit med normal graderende fordeling mellem olivin (mørk) og plagioklas (lys).



Figur 3. Rytmsk lagdeling med plagioklas-rige og olivin-rige lag. Olivin er omdannet til serpentin og plagioklas til klorit.

Lad os se nærmere på en almindelig situation på bunden af et magmakammer: Et plagioklas-rigt lag er overlejret af et olivin-rigt lag. Basaltisk silikatsmelte findes imellem krystallerne. En sådan fordeling er dog ustabil, idet det nederste, plagioklas-rige lag er lettere end det overliggende, olivin-rige lag (fig. 3). Vi kan derfor forvente deformationsstrukturer, der svarer til de sæk-og-pude strukturer vi finder i vandholdige sedimente.

Der er hidtil kun beskrevet et overbevisende eksempel på disse sæk-og-pude strukturer i magmatiske sedimente. Dette vises på medfølgende billeder fra et lagdelt gabbrokompleks i de centrale dele af den Skandinaviske Fjeldkæde (Fongen-Hyllingen intrusionen). Fig. 3 viser i et snit, vinkelret på lagdelingen, strukturer dannet på et relativt tidligt stadium af deformationen. Fig. 4 viser et "lagplan" med tydelige deformationsceller kort før konvektionen standser. Den lyse farve skyldes plagioklas-, den mørke olivin-krystaller. En tolkning er vist i fig. 5.

Vi ser således, at et plagioklas-rigt lag, liggende under et olivin-rigt lag, er en ustabil fordeling, og at plagioklas vil kunne bevæge sig op over det olivin-rige lag. På denne måde kunne man teoretisk forestille sig, at alle plagioklas-krystaller ville kunne bevæge sig opad og efterhånden samles øverst i magmakammeret. Så enkelt er problemet imidlertid ikke. Og her finder vi netop en af de væsentlige forskelle mellem sedimentation i et vand-miljø og sedimentation i et magma.

Efterhånden som et magmas varme bliver ført bort til koldere omgivelser, og temperaturen falder, vil silikatsmelten i krystal-sedimentet på bunden størkne, og de ustabile fordelinger fastfryses. Det ukonsoliderede lag i toppen af sedimentet behøver kun at være fra nogle få centimeter til metertykkelse.

Et af de største problemer ved tolkningen af magmatiske "sedimenter" har været, og er fortsat, at plagioklas normalt har en vægtfylde, der svarer til eller er



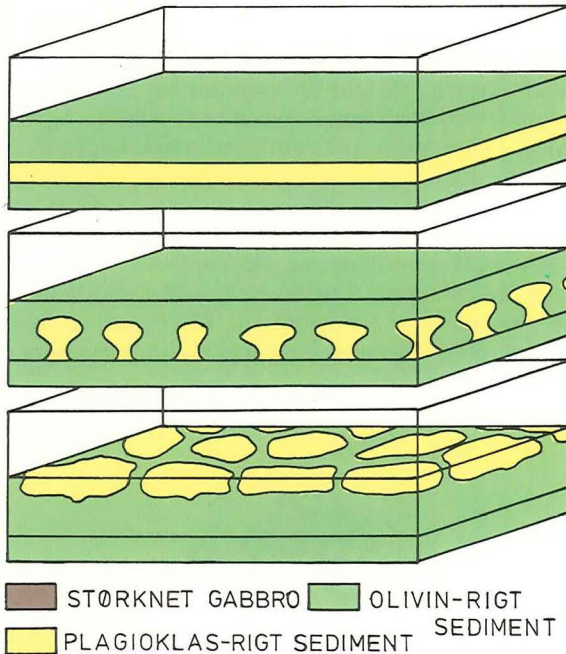
Figur 4. Paddehattelignende deformationsstrukturer - magmatiske sæk-og-pude strukturer, snit vinkelret på lagdelingen. Olivin - mørk. Plagioklas - lys.



Figur 5. Strukturer som i fig. 4, men set i snit parallel med lagplanet.

lettere end en basaltisk silikatsmeltes. Man må derfor forvente, at plagioklas-krystallerne enten vil holde sig flydende eller vil samles langs toppen af magmakammeret. Det er derfor overraskende, at de strukturer, vi observerer, viser, at plagioklas sammen med olivin har samlet sig på bunden (fig. 2). En forklaring kan være, at mineralerne krystalliserer direkte nede ved bunden. En anden kan være, at strømninger i magmakammeret har tvunget de lette plagioklas-krystaller tilbunds, og at disse bliver fastholdt der af de tungere olivin-krystaller.

Lad os vende tilbage til de lagdelte strukturer i almindelighed. Meget ofte ser man graderinger mellem olivin-krystallerne forneden og plagioklas-krystallerne foroven (fig. 2). Man ser imidlertid også eksempler på det omvendte, dvs en gradering, hvor de letteste krystaller er hyppigst forneden. Den første type er



Figur 6. Skematisk tolkning af strukturerne i figurerne 4 og 5. Fremadskridende deformation fra A til C. Stadium A umiddelbart før deformationen starter, stadium B svarer til fig. 4, stadium C svarer til fig. 5. Næste stadium ville ikke kunne adskilles fra en eventuelt primær, stabil fordeling (plagioklas på toppen af olivin-rigt lag).

dog den mest almindelige, og man har derfor antaget, at den er den normale og primære type. Den omvendt lagdelte type tænkes dannet under specielle og sjældent forekommende betingelser. Lad os imidlertid her foreslå, at det forholder sig omvendt: At det er den sjældne, omvendt lagdelte type, der er den primære, og at den stabile normalt lagdelte type er sekundær og et resultat af en flyde-betinget udligning af oprindeligt ustabile vægtfyldefordelinger, som vi har vist det gennem eksemplet i denne artikel.

Hvorfor er nu deformationsstrukturer så overordentligt sjældne? Forklaringen er nu enkel: Det er de slet ikke. De er faktisk de mest almindeligt optrædende magmatisk-sedimentære strukturer, fordi normale vægtfylde-graderende lag er et resultat af en flyde-deformation der har udlignet en primær ustabilitet. Det næste spørgsmål vil naturligt være: Hvorfor fastfryses deformationen ikke oftere på et tidligere stadium? Forklaringen herpå ligger sandsynligvis i den tid, der er til rådighed. Det tager op mod 1000 år eller mere for en sedimentær krystalanhobning at fastfryses på bunden af et magmakammer. Tiden er således ikke nogen begrænsende faktor for opnåelse af ligevægtstilstande.

Tolkningen af strukturer i plutoniske bjergarter har beskæftiget petrologer det sidste halve århundrede. Strukturernes ligner til forveksling en lang række strukturer, man finder i sedimenter, der er aflejret i vand. Det er derfor nærliggende at antage, at sedimentationsprocesser også kan foregå i et magmatisk miljø. Måske burde man dog snarere sammenligne dannelsen af lagdelte magmatiske bjergarter med dannelsen af kemiske sedimenter (inddampningsbjergarter) end med dannelsen af klastiske sedimenter. Hovedproblemet er, at vi ikke kan iagttage magmatisk sedimentation i naturen, og heller ikke kan foretage særligt meningsfyldte eksperimenter i laboratoriet. Tolkningen af de magmatisk-sedimentære strukturer er derfor i meget høj grad åben for geologens fantasi.

