

Pegmatiter

Sven Maaløe

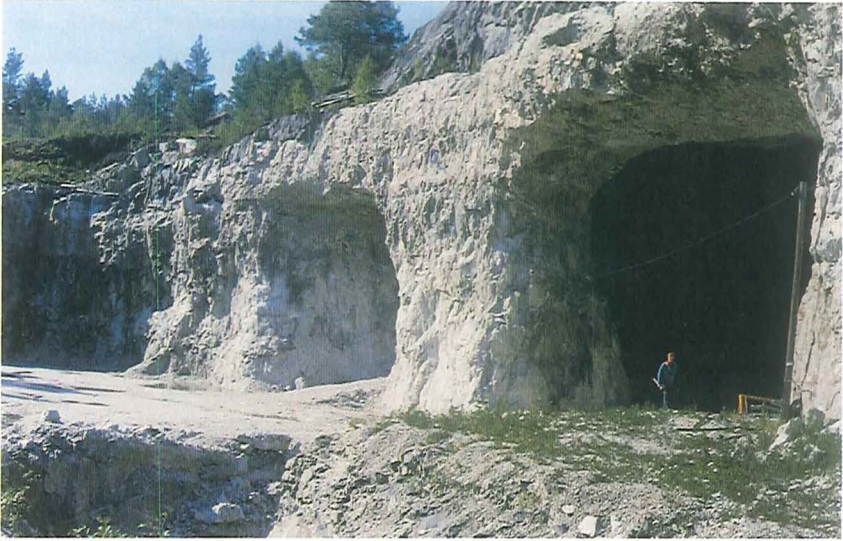
I de fleste magmatiske og metamorfe bjergarter fra Jordens skorpe har mineralerne den samme størrelse, mellem 1 og 10 mm. Det samme gælder for mineraler fra bjergarter i Jordens kappe (Lherzolit).

Umiddelbart er det forbavsende, at disse forskellige bjergarter har samme kornstørrelse. Man kunne tro, at bjergarter, der har været igennem afkøling i lang tid, ville have en større kornstørrelse end bjergarter, der er afkølet gennem kortere tid. Lherzoliten i kappen har haft temperaturer på 1000-1400°C gennem en eller to milliarder år, men alligevel er dens gennemsnitlige kornstørrelse mindre end 5 mm.

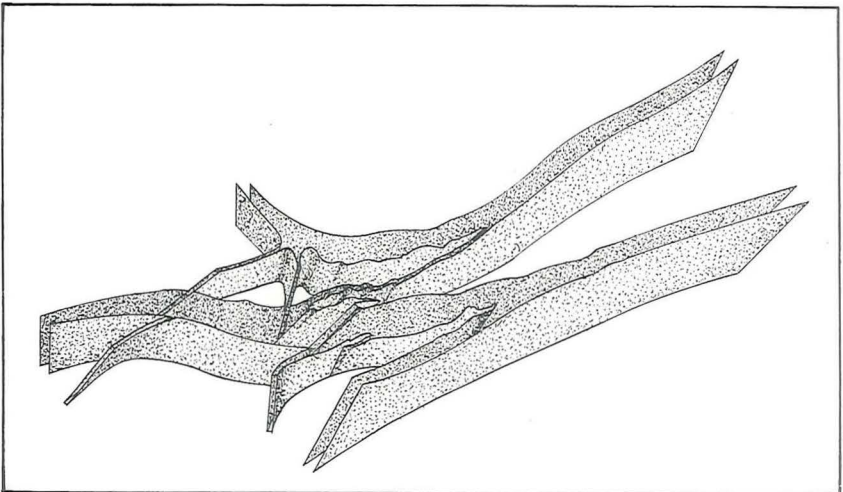
Forklaringen på den ensartede kornstørrelse er, at kornenes størrelse bestemmes af forholdet mellem nukleationshastigheden, d.v.s. den hastighed, hvormed der dannes krystalkim, og væksthastigheden. Jo større nukleationshastigheden er i forhold til væksthastigheden, jo mindre bliver kornene. Omvendt, jo mindre nukleationshastigheden er i forhold til væksthastigheden, jo større bliver bjergartens korn. Da bjergarter hovedsageligt består af silikatmineraler, der på mange måder har ensartede egenskaber, bliver kornstørrelsen også ensartet. Der er dog en undtagelse, nemlig bjergarten pegmatit.

Pegmatiter har oftest en granitisk sammensætning og består mest af mikroclin (alkali feldspat), plagioklas og kvarts, samt en række sjældne mineraler (fig. 1). Pegmatiter med en granitisk sammensætning findes i tilknytning til granitintrusioner og er dannet ved indtrængen af en smeltemasse (magma) med granitisk sammensætning i revner og sprækker over granitlegemerne (fig. 2). Når et magma strømmer ind i en sprække, siges magmaet at intrudere, og det størknede magma danner en gang. Pegmatitgange findes f.eks. på Bornholm, hvor bl.a. den øvre del af Rønnegranten er intruderet af pegmatit.

Generelt varierer kornstørrelsen i pegmatiter mellem 5 cm og 1 m, men nogle pegmatiter indeholder krystaller på mange meters længde. En kugleformet (sfærisk) krystal med en diameter på 4 mm - f.eks. i en granit - har et rumfang på 0,034 cm³. En tilsvarende krystal i en pegmatit med en diameter på 1 m har et rumfang på 534 cm³ og er dermed 15400 gange større end en typisk krystal i granit.



Figur 1. Den store vandretliggende pegmatit ved Li i Iveland-Evje området, S. Norge. Væggens højde er ca 20 meter.



Figur 2. Pegmatitgange fra Moss-området i Sydøstnorge. De tykkeste gange er ca 1 m brede.

Foruden en stor kornstørrelse er pegmatiter også ofte karakteristiske ved et stort indhold af sjældne mineraler, som f.eks. det radioaktive mineral allanit, smykkemineralerne beryl og turmalin samt glimmermineralet lepidolit, der indeholder grundstoffet lithium.

En forklaring på pegmatitdannelse skal kunne redegøre for både den store kornstørrelse og pegmatiternes indhold af sjældne mineraler. Det viser sig, at begge disse forhold kan relateres til tilstedeværelsen af et magma af f.eks. granitisk sammensætning med et højt indhold af en gas, der hovedsagligt består af vand.

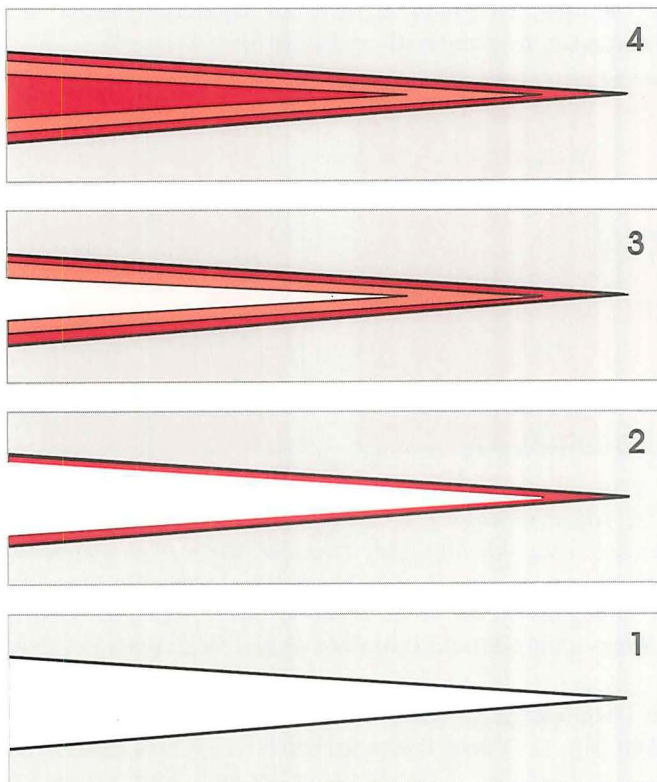
Et granitisk magma indeholder normalt en lille smule vand, omkring 1%. De mineraler, der dannes (udkrystalliserer) når granitmagmaet størkner, indeholder mindre vand end magmaet. Derfor opkoncentreres der vandholdigt gas i magmaet, hvorved granitmagmaet vil kunne blive vandmættet. Når et magma bliver vandmættet sker der to ting: Dels stiger trykket, og dels dannes der bobler. Ligeledes vil de grundstoffer, der ikke indgår i de først udkrystalliserede mineraler, koncentreres i magmaet. Det gælder f.eks. Be, Li, U, Th, og Pb, og det er disse grundstoffer, der senere danner de sjældne mineraler i pegmatiterne.

I løbet af granitmagmaets krystallisation vil der kunne dannes pegmatitgange over granitintrusionen. Dannelsen af disse gange skyldes, at jordskorpen rundt om graniten deformeres, hvorved der opstår sprækker i bjergarterne, der derefter intruderes af pegmatit. En anden årsag til gangdannelsen kan være, at gastykket i granitmagmaet bliver så stort, at gassen forårsager bruddannelse i de omgivende bjergarter. Hvis der dannes sprækker, vil det gasholdige granitmagma intrudere de bjergarter, der befinder sig over granitmagmaet og danne pegmatitgange. Derved bliver trykket i magmaet mindre, og der vil derfor kunne dannes bobler (hvis de ikke allerede findes). Det er det samme, der sker, når man åbner en sodavand. Når trykket bliver mindre, kan der opløses mindre kuldioxid i vandet, og derfor udskilles kuldioxid som bobler. Tilsvarende dannes der gasbobler i et granitmagma, der stiger op, fordi trykket i magmaet bliver mindre. Det er denne dannelse af gasbobler, der er ansvarlig for de store krystaller i pegmatiter.

'Diffusionshastigheden', der er et udtryk for den mængde ioner, der bevæger sig gennem 1cm^2 per sekund, er 1000 gange større i en vandholdig gas end i silikatmineraler. Dette betyder, at grundstofferne i et magma med bobler kan bevæge sig (diffundere) meget hurtigere, end hvis der ikke var bobler. Betingelsen for, at der kan dannes store krystaller, er at der sker en hurtig transport af grundstoffer til den voksende krystal. Det er således den høje

diffusionshastighed i et magma med gasbobler, der resulterer i dannelsen af store krystaller.

Nogle pegmatiter indeholder vekslende lag af pegmatit og aplit (fig. 3). Aplit er en finkornet udgave af pegmatit med korn, der er omkring 1 mm store. Apliterne har den samme - granitiske - sammensætning som pegmatiten.

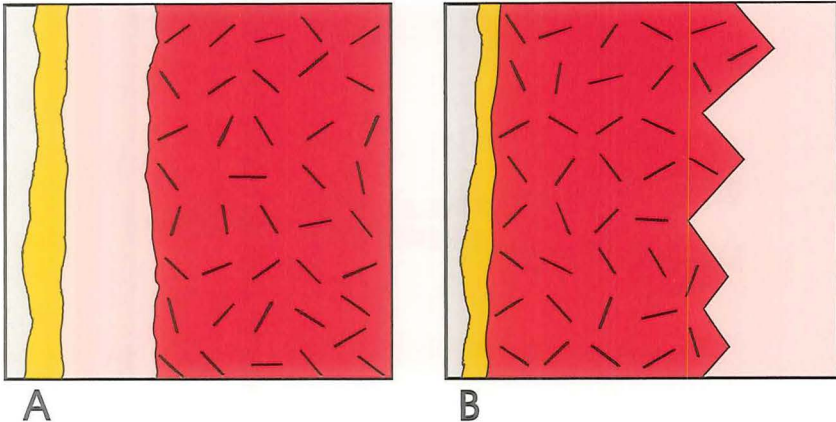


Figur 3. Udvikling af sammensat gang (sidesten grå). 1) Opsprækket sidesten. 2) Dannelse af pegmatit (rød). 3) Trykket øges, og der dannes aplit (lys rød). 4) Trykkes sænkes, og der dannes igen pegmatit.

Umiddelbart kunne man tro, at apliten er intruderet i pegmatiten, men det er ikke tilfældet. Ændringen fra pegmatit til aplit og omvendt skyldes lokale ændringer i krystallisationsforholdene. Det er trykket i magmaet, der be-

stemmer, om der på et givet tidspunkt dannes pegmatit eller aplit. Som ovenfor omtalt dannes de store pegmatitkrystaller fra et magma med gasbobler. Hvis trykket i magmaet øges, forsvinder boblerne og der dannes aplit. Hvis trykket igen mindskes, kommer boblerne igen og der dannes pegmatit.

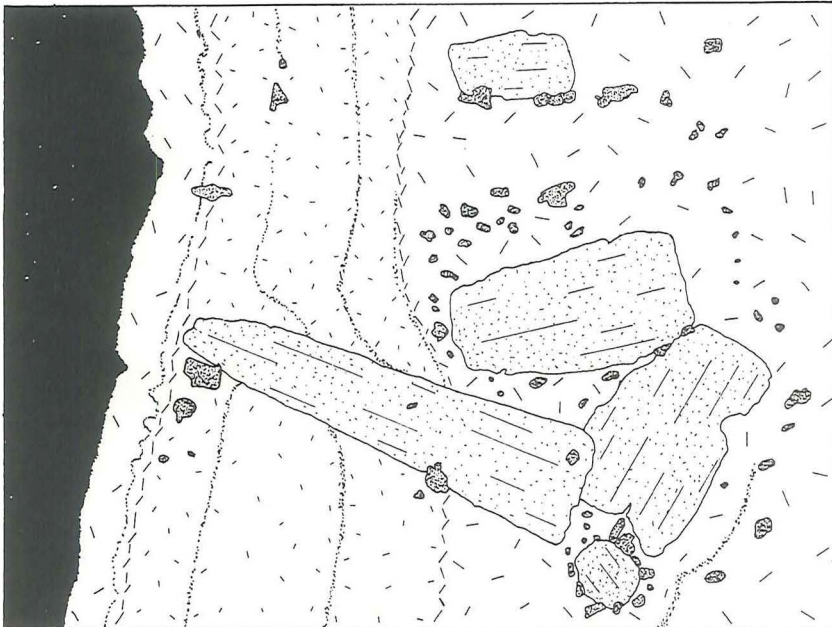
Grænsen mellem aplit og pegmatit er glat og kurvet, hvor aplit er krystalliseret før pegmatit. På grund af de store pegmatitkrystaller er grænsen derimod savtakket, hvor pegmatit er dannet før aplit (fig.4).



Figur 4. A, Yderst til højre sidesten (grå), og dernæst finkornet kontaktzone dannet ved hurtig afkøling (gul). Den efterfølges af en aplitzone (lys rød) og en pegmatitzone (rød). B, I dette tilfælde dannes der først pegmatit og så aplit. Da pegmatitkrystallerne er store, bliver kontakten mod aplit savtakket, medens aplit/pegmatit kontakten er glat fordi apliten er finkornet.

Mineraler i pegmatitgange vokser for det meste fra gangens væg og indefter mod midten (fig. 5). Yderst findes der en 1-10 cm bred afkølingszone med 1-10 mm store krystaller. Krystallerne er her små, fordi der sker en hurtig afkøling af magmaet mod den koldere sidesten. Længere inde i gangen i en afstand af ca. 0.5-1 m bliver krystallerne store, op til en meter i diameter, fordi afkølingen her er langsom. At krystallisationen foregår fra siden og ind mod midten fremgår af, at krystaller vokser vinkelret fra siden og ind mod midten. Dette ses særlig tydeligt for mineralet biotit, der danner op til 40 cm lange krystaller, der er orienteret vinkelret på pegmatitgangens kontakt til sidestenen (fig. 6). Disse krystaller har et perfekt omrids, hvilket må betyde, at de er dannet først og derefter er blevet omgivet af andre mineral-korn.

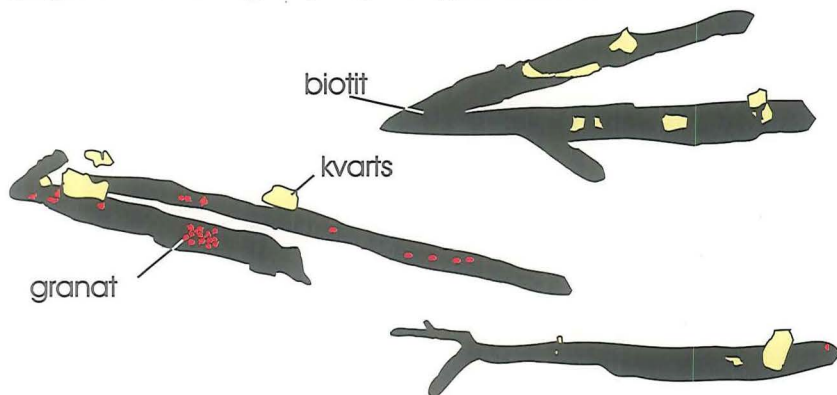
Krystallisationen fra siden og ind mod midten bevirker, at de sjældne grundstoffer, som ikke indgår i de almindelige bjergartsdannende mineraler, bliver opkoncentreret ind mod midten. Derfor finder man som oftest mineraler som beryl og allanit i den centrale del af pegmatitgangene.



Figur 5. Til venstre ses pegmatitgangens sidesten (sort). Dernæst følger kontaktzonen med 1 mm store krystaller og flere lag af granat (prikket) udkrystalliseret som følge af opkoncentration af grundstoffer. En stor mikroklinkrystal er dannet i kontaktzonen og vokser indester. Et stykke inde findes andre store mikroklinkrystaller omgivet af kvartskrystaller. Disse dannes fordi væksten af mikroklin øger indholdet af SiO_2 i magmaet omkring mikroklinkrystallerne.

Pegmatiter har været udnyttet til forskellige formål. De store formalede feldspatkrystaller er blevet brugt til porcelæn samt - for meget rene kvaliteters vedkommende - til tandkroneemalje. Knust feldspat har også været brugt til tandpasta. I dag anvender man dog kridt til tandpasta - det slider mindre. Pegmatiter indeholder ofte store muskovitkrystaller, der har været brugt til ovndøre i kakkellovne (marieglas) og som elektrisk isolation i radio-

rør. Kvartsen - hvis den er ren nok - bliver undertiden også brudt til fremstilling af ren SiO_2 . En del pegmatiter indeholder den lithiumholdige glimmer lepidolit. Lithium har interesse i forbindelse med atomreaktorer, idet lithium kan fusionere med hydrogen. Hvis denne fusion kan udnyttes, hvilket endnu ikke er givet, vil der være tilstrækkelig lithium i kendte pegmatitgange til verdens energiforsyning i mange år fremover.



Figur 6. 20-30 cm lange biotitkrystaller. Krystallerne er flade, ca 2 mm tykke og 1-3 cm brede. Deres omrids viser, at de voksede frit svævende i magmaet. Havde der været andre mineraler tilstede, ville deres form være bestemt af disse. Krystallernes udseende viser, hvilke der er dannet først.



Figur 7. Meterstore biotitkrystaller fra Li (se fig. 1).