

I.

DEN HVITE GRANIT I SOGN,

GEOLOGISK OPTRÆDEN OG TEKNISKE
EGENSKAPER

AV

JOHN OXAAL

CAND. REAL.

MED 4 PLANCHER OG ENGLISH SUMMARY

Som bekjendt har den hvite granit i Sogn i de sidste par aar tiltrukket sig adskillig opmerksomhet baade inden fagkredse og blandt det store publikum; særlig har opførelsen av Grand Hotel's nye bygning, hvor man til hele facaden og taarnet har benyttet den hvite Sognegranit i finhuggen stand, bidrat meget hertil og har vakt opmerksomheten for dette prægtige bygningsmateriale ogsaa utenfor vort lands grænser. Jeg kan saaledes henvise til en artikel i det tyske tidsskrift „Der deutsche Steinbildhauer“ for juni 1912 (no. 25), s. 226, hvor graniten faar en meget anerkjendende omtale.

Den hvite granit i Sogn har været kjendt av geologerne i længere tid, og opmerksomheten har flere ganger været henledet paa den, uten at der dog før i den sidste tid er gjort noget alvorlig forsøk paa at nyttiggjøre sig den i større maalestok.

Jeg har som praktisk geolog ved N. G. U. sidstleden sommer faat i opdrag at studere denne granits utbredelse og beskaffenhet, samt betingelserne for export. Resultatet av disse undersøkelser skal meddeles her.

Geologisk optræden.

Den hvite granit i Sogn er indskrænket til trakterne i indre Sogn, hvor den optrær inden et omraade, der strækker sig fra nordsiden av Lærdalsfjord over til Aardalsfjord;

den anstaar videre ved Aardalsvand, og området strækker sig vestover til det ytre av Lysterfjord, hvor det gaar over

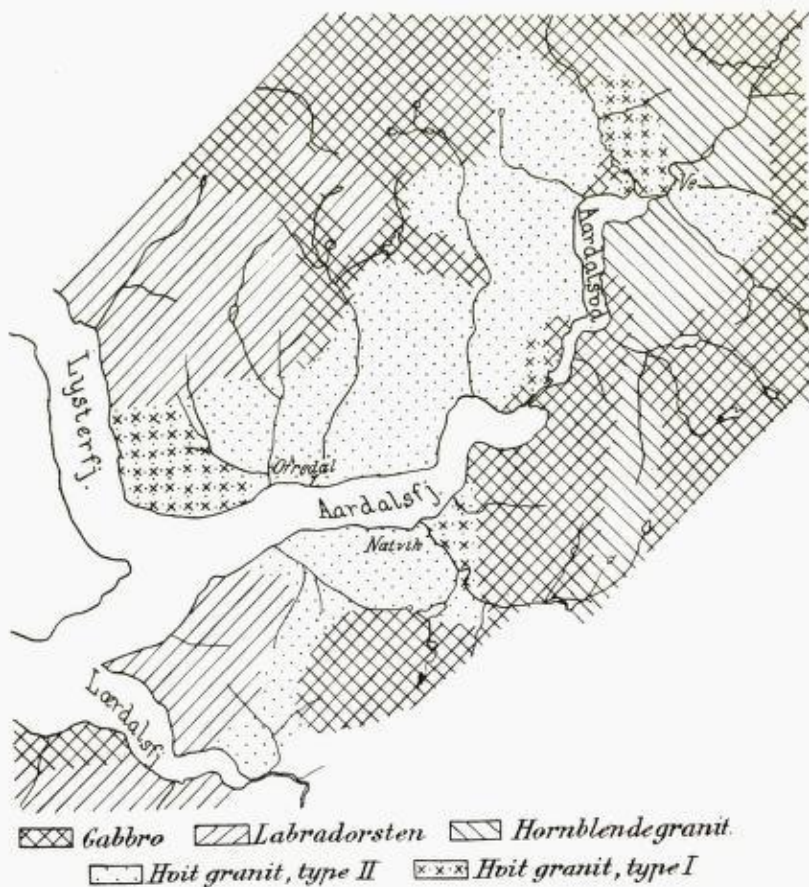


Fig. 1. Geologisk kartskisse fra Indre Sogn (væsentlig efter REKSTAD). Viser utbredelsen av de to typer av hvit granit. Maalestok 1:300 000.

paa vestsiden av fjorden; videre skal graniten træffes omkring Sogndalsfjord, ved Kaupanger og paa sydsiden av fjorden ved Frønningen.

J. REKSTAD har i N. G. U. aarbok for 1905, no. VII, beskrevet disse trakters geologi og har paa det geologiske kart, som ledsager avhandlingen, angit den hvite granits utbredelse. Paa nedenstaaende kartskisse, som er tegnet væsentlig paa grundlag av REKSTAD's kart, er forsøksvis søkt utskilt to forskjellige omraader inden den hvite granit, nemlig:

1. En grænsezone av den hvite granit mot de tilgrænsende bergarter. Denne zone har karakteren av en eruptivbreccie i stor stil; brudstykker av labradorsten, gabbro, hornblendeskifre og andre skifre ligger indleiret i den hvite granit, der er det sidste eruptionsled inden disse trakter. Ganger av den hvite granit gjennemsætter og de tilstøtende bergarter. Inden grænsezonen kan man finde mindre partier av den hvite granit for sig alene uten de vanlige brudstykker av andre bergarter, men disse partier har oftest en forholdsvis liten utstrækning. (Kartskissens type I).

2. Et stort sammenhengende og homogent felt av den hvite granit. (Kartets type II.)

Den hvite granit representerer det sidste eruptionsled inden en serie av eruptivbergarter, der efter REKSTAD (l. c. pag. 21) begynner med gabbro, fortsætter med labradorsten og tilslut hvit granit. Desuten optrær en hornblendegranit, hvis alder er uvis. Alle disse eruptiver er yngre eruptiver, yngre end fylliten, av post-silurisk, kaledonisk, alder.

De ovenfor nævnte to omraader av den hvite granit representerer to typer av forskjellig utseende og litt forskjell i alder, idet det sidstnævnte omraade omfatter den ældre type, mens det første representerer den yngre type, der saaledes blir den yngste av alle inden dette eruptionsomraade optrædende eruptiver.

Mineralogisk beskaffenhet.

Den hvite granit skylder sit hvite utseende først og fremst feldspatens hvite farve og den rikelige mængde av kvarts, som optrær som melkekvarter, men dernæst ogsaa den ringe gehalt av mørke mineraler.

Den mineralogiske sammensætning er temmelig overensstemmende hos de to typer, og de kan derfor forsaavidt omtales underett.

De væsentligste bestanddeler er kvarts og feldspat og i underordnet mængde biotit, muscovit, klorit, svovlkis, magnetit, apatit, titanit og epidot.

Kvarts er noksaa rikelig tilstede. Individierne viser undulerende utslukning og griper fingerformig ind i hinanden. Kvartsen ligger ikke som isolerede korn fordelt rundt om i bergarten, men danner paa en maate et sammenhængende skelet, der omgir de enkelte feldspatindivider (se planche III, fig. 1). Dette er et forhold, som er av stor betydning for bergartens fasthet (se ogsaa pag. 13).

Feldspaten som optrær er mikroklin, orthoklas og plagioklas; denne tilhører de sure led av plagioklasrækken. En nøiagtig maaling av feldspatens utslukning $\perp \alpha$ viser en utslukning av $9\frac{1}{2}^\circ +$. Anortitgehalten er saaledes 27 $\frac{0}{0}$, altsaa en normal oligoklas Ab 3 An 1.

Ogsaa perthit fins, men ikke i særlig rikelige mængder. Den er mikro-perthitisk utviklet.

Feldspaterne er meget almindelig zonart opbygget. Den indre kjerne er i næsten alle større individer underkastet en begyndende omdannelse, idet der dannes et aggregat av muscovit og kvarts, hvorimot i de fleste tilfælder det ydre hylle endnu er ganske friskt. Dette er dog ikke altid tilfældet;

undertiden, som paa fig. 1, planche III, er ogsaa den ydre zone omvandlet; men det er blot undtagelser. Nogen egentlig forvitring er denne omdannelse ikke, idet atmosfærilierne ikke har hat anledning til at indvirke.

Myrmekitisk sammenvoksning mellem kvarts og feldspat er noksaa almindelig. Et typisk eksempel skal nævnes:

Nederst i det mikroskopiske præparat (se pl. III, fig. 2) sees en større plagioklaskrystal med kun ganske svakt fremtrædende tvillingstripping, til højre perthit og til venstre mikroklin. Myrmekiten sees i midten af billedet. Plagioklasen i myrmekiten er ens orientert med det ene sæt lameller i den tilgrænsende plagioklaskrystal. Myrmekiten indeholder forholdsvis litet kvarts, hvilket stemmer med BECKES opfatning av myrmekitens dannelse ved en omvandling av mikroklin. En nøiagtig utmaaling av forholdet mellem kvarts og feldspat i et snit lodret paa kvartsstænglerne ga som resultat en værdi av $\text{index} = \frac{128,5}{41,5} = 3,01 : 1$ (Index = forholdet mellem kvartsstænglernes gjennemsnitlige afstand og deres diameter). Ifølge Becke svarer til denne indexværdi en anortitgehalt av 27⁰/₀¹.

Biotit er det væsentligste mørke mineral. Den er hyppig endel omvandlet, saaledes optrær *klorit* temmelig almindelig som omvandlingsprodukt,

Muscovit forekommer mest som smaa skjæl av sekundær oprindelse, dannet ved omdannelse av feldspat.

¹ Se F. BECKE: Über Myrmekit. Tshermacks Mitteilungen, Band XXVII, Hefte 4. Jeg vil i denne forbindelse gjøre opmerksom paa, at HÖGBOM (Geol. Fören. Förhandl. 1893, Bind 15, pag. 247), og NORDENSKJÖLD (Über postarchaischen Granit von Sulitjelma in Norwegen Bull. of the Geol. Inst. of Upsala no.3, Vol. II, 1894) fremhæver, at corrosionskvarts (myrmekit) maa være av sekundær oprindelse, og Nordenskjöld sætter dens dannelse i forbindelse med trykmetamorfosen (pag. 7).

Forøvrig fins som nævnt apatit, titanit, epidot, magnetit og svovlkis. Angaaende svovlkisen, der jo likeoverfor granitens praktiske anvendelse spiller en stor rolle, skal der bemerkes, at den er tilstede i en relativt liten kvantitet.

Det væsentligste skille i mineralogisk henseende mellem de to granittyper er mængden av biotit, der i den lyse varietet ved Ofredal er minimal.

Graniten har en jevn fint kornig struktur. De enkelte feldspatkorns størrelse gaar i almindelighet ikke over 2 mm.s længde. Den meste feldspat er dog tilstede som mindre korn av ca. 1 mm.s størrelse.

Den kemiske sammensætning fremgaar av følgende analyse, som KJERULF har publicert:

SiO ₂ . . .	=	74,80	pct.
Al ₂ O ₃ . . .	=	13,74	„
Fe ₂ O ₃ . . .	=	1,92	„
CaO . . .	=	1,06	„
Na ₂ O	}	8,24	„
K ₂ O			
Glødtap . .	=	0,24	„
		<hr/>	
		100,00 pct.	

Graniten er, som man ser, av nogenlunde normal kisel-syregehalt. CaO-gehalten gaar ikke over 1 procent, og hermed stemmer og den sure karakter av plagioklasen.

Betingelserne for anlæg av brud. Kløv.

De naturlige forhold byr i Sogn mangesteds store vanskeligheter for anlæg av granitbrud. Fjeldet gaar som bekjendt i de indre fjordarme nogen steder saa steilt ned i fjorden, at der formelig umuliggjøres anlæg av brud. Andre

steder kan der igjen være avsatser i fjeldet, hvor man vel kan faa plads til et begyndende arbeide; men da maa man igjen vogte sig vel for overhængende urer, saa man ikke resikerer, at de skrider ut i vaar- og høstflommens tid og dækker bruddene til. Men der er allikevel mange steder ved det inderste av fjorden, og hvor sidedaler kommer ned, gode betingelser for anlæg av brud.

Som allerede nævnt lar der sig adskille to typer av den hvite granit, der væsentlig skiller sig fra hinanden med hensyn til sin biotitgehalt og det derav betingede forskjellige utseende; men der er ogsaa en aldersforskjel hos disse, idet den lyseste type er den yngste; forskjellen er dog ikke stor. Undertiden fremtrær i den ældre type en antydning til parallel orientering av biotitskjællene, og dette kan da meddele bergarten et svakt stripet utseende. (Se planche II.)

Forskjellen i geologisk optræden er saavidt jeg har kunnet se mere fremtrædende og vil spille en ikke liten rolle ved den fremtidige praktiske utnyttelse av stenen.

Den lyse type, type I, er nemlig den, som er den herskende inden de nævnte grænsezoner av graniten, mens den mørkere type, type II, optrær inden de større sammenhængende felter av graniten, som f. eks. ved Natvik og ved Ve litt ovenfor den øvre ende av Aardalsvand.

Omraaderne av den lyse type er at opfatte som eruptiv-breccier i stor stil, og forholdene er saaledes, at man neppe kan gjøre regning paa at træffe nogen større sammenhængende partier av denne type. Enkelte steder vil man kanskje kunne finde saadanne; men man vil resikere at paatræffe inde i graniten partier av andre bergarter, og dette vil naturligvis besværliggjøre driften. Ved en omhyggelig feltbefaring paa forhaand vil man imidlertid kunne reducere denne risiko

betydelig. Nogen egentlig stordrift vil vel ikke saa let kunne sættes igang inden omraaderne av denne type.

Væsentlig anderledes er imidlertid forholdet inden omraaderne av granit av den anden type. Der er forholdene i det store og hele enkle og regelmæssige og byder neppe synderlig større vanskeligheter for anlæg av brud end tilfældet er inden de fleste granitomraader ellers, f. eks. paa Østlandet. Bergarten er over store strækninger ensartet utviklet; der optrær ikke, eller i det mindste sjelden, brudstykker av andre bergarter som indeslutninger, og tilgangen paa fjeld er meget betydelig. For denne types vedkommende er flere betingelser tilstede for en drift i stor maalestok.

Bundsletterne i graniten staar i det store og hele temmelig steilt, ofte omtrent parallelt med fjeldoverflatens heldning. De er oftest vel utviklet, og „blokkerne“ har en varierende mægtighet, ofte $1\frac{1}{2}$ à 2 m. og mere, saaledes som man f. eks. kan se paa de paa planche I reproducerte fotografier av bruddene ved Natvik og Ve i Aardal. Sletterne staar i dette tilfælde endel steilere end fjeldsidens heldning og taper sig derfor opad, idet de trær ut mot overflaten.

Kløvet er i den hvite Sognegranit i det store og hele vel utpræget; hvorvidt der er nogen synderlig forskjel hos de to typer har jeg ingen personlig erfaring om; men der meddeles, og det er vistnok ogsaa ganske rigtig, at kløvet i type II er endel bedre end i type I.

I bearbejdelsen falder Sognegraniten endel kostbarere end f. eks. graniten fra Iddefjorden, idet den akkordløn, som betales, er høiere end for almindelig granit. I almindelighet betales dog det utførte arbeide efter timeløn. I overens-

komst og pristarif for stor- og finsten av ²²/₈ 1912 bestemmes: For lys Sognegranit og likestillet betales timeløn eller akkord, om saadan kan opnaaes.

Transportforhold.

Granitbruddene vil i Sogn som følge av de naturlige forhold i det store og hele væsentlig bli beliggende i nærheten av sjøen. Transporten over land av den utbrutte sten vil derfor oftest bli rent ubetydelig og omkostningerne smaa, idet praktisk talt al transport vil foregaa utfor bakke ned til sjøen.

Mindre beleilig beliggende er for tiden granitforekomsterne i Øvre Aardal, idet der her maa finde omlastning sted ved øvre og nedre ende av Aardalsvand samt ved bunden av Aardalsfjord; men her vil transportforholdene antagelig om nogen faa aar være i væsentlig grad forbedret, idet Tyin-anlæggene da vil ha faat det projekterte transportanlæg fra Ve til Fardalstangen over Aardalsvand og til Aardalstangen færdig.

Skibningsforholdene er overalt langs Aardalsfjorden de bedste. Fjorden er i almindelighet hele vinteren isfri, og fjeldet gaar overalt steilt ned i fjorden, saa bryggeplads kan skaffes hvor som helst.

Sognegranitens kvalitet og anvendbarhet.

Hvad angaar de rent tekniske egenskaper hos Sognefjordens hvite granit, saa er der saavidt vites tidligere ingen undersøkelser foretat derover, og den praktiske erfaring man har strækker sig endnu ikke over et tilstrækkelig langt tidsrum til derav at trække nogen sikre slutninger.

Jeg har foretat nogen undersøkelser angaaende denne bergart efter de av Geh. Reg. Rat. Prof. Dr. HIRSCHWALD utarbeidede nye metoder for teknisk bergartsprøvning og skal gi et kort resumé av undersøkelsernes resultat.

Efter disse metoder lægges den mikroskopiske undersøkelse til grund for kvalitetsbestemmelsen, og spesielt gjælder det ved eruptive bergarter at bestemme graden av feldspatens omvandling med



Fig. 2. Mikroskopisk præparat av Sognegraniten. Det store individ i midten og øverst tilvenstre er feldspat, tildels omvandlet (de prikkede partier). Det øvrige er kvarts. Feldspaten viser zonar opbygning. Se ogsaa planche III, fig. 1.

størst mulig nøiagtighet. Som før nævnt er de større feldspatindivider gjennomgaaende zonart opbygget, og den indre kjerne er i større eller mindre grad omdannet, hvorved er opstaat et aggregat av muscovit og kvarts, oftest som smaa isolerte partier adskilt ved frisk feldspatmasse. Den ydre zone er oftest ganske frisk eller tilnærmet ganske frisk uten

spaltdannelser i feldspaten. Det samme er gjennomgaaende tilfældet med de mindre feldspatindivider. Det er denne karakter av feldspaten, som maa føres i regning ved kvalitetsbestemmelsen; dog maa der indføres en mindre reduktion som følge av den indre fasthetsforringelse i de større delvis omvandlede feldspatindivider. Feldspaten maa saaledes regnes at kunne tilsvare type I_2^1 . Kvarts optrær i rikelig

¹ Se J. HIRSCHWALD, Handbuch der technischen Gesteinsprüfung p. 660.

mængde; individerne er inderlig sammenvokset med hinanden og danner et fast skelet, som omslutter de enkelte større feldspatindivider. Strukturen er hvad man kalder en symplex struktur (l. c. p. 650)¹. Feldspat og kvarts er tilstede i et omtrent likelig forhold. Signaturen for kvarts blir da IaQ_4 , og ut av disse værdier for feldspat og kvarts finder man saa et kvalitetsziffer 0,36 (l. c. pag. 673).

Bergartens glimmergehalt er ringe og tilsvareer signaturen gl_1 ; med hensyn til granitens struktur forøvrig er at merke, at kornbindingen er meget kompakt uten nogen større hulrum, kun med fine kappilærer, som altid er tilstede i eruptive bergarter; den tilsvareer signaturen c_1 .

Disse to faktorer øver under de forhaandenværende forhold ingen indvirkning paa kvalitetsberegningen.

Graniten er en meget jevn fint kornig granit, hvis kornighetsgrad tilsvareer type k_2 . Der er i den hvite granit som nævnt pag. 8 tilstede en mindre gehalt av svovlkis, og den spiller altid ved kvalitetsberegninger en betydelig rolle; svovlkis gir ved sin dekomposition oprindelse til svovlsyre, der igjen kan angripe feldspaten og saaledes efterhvert løsne litt paa bergartens sammenheng og gjøre den mindre motstandsdygtig imot forvitringen. Nu spiller kisgehalten hos denne granit ingen betydelig rolle, idet feldspaten gjennomgaaende er ganske frisk, og gehalten desuten er saa ringe, tilsvarende betegnelsen ks_1 , at den ikke formaar at nedsætte kvalitetszifferet mere end med 0,2. Vi faar saaledes et kvalitetsziffer 0,56.

For at danne sig et begrep om bergartens frostbestandighet har man tidligere utført frostprøvninger, idet man lot prøver av bergarten utsættes for en 25 ganger gjen-

¹ Se ogsaa J. OXAAL, Nyere metoder for teknisk bergartsprøvning. Teknisk Ukeblad nr. 24, 1913.

tagen frysning og optøing efter forutgaaende længere henliggen i vand. Denne metode anvendes fremdeles ved de fleste materialprøvningsanstalter; men det har i praksis vist sig, at metoden ikke gir noget tilforladelig resultat. En ny metode, som nu søkes indført, gaar ut paa at bestemme bergartens evne til at opsuge vand under normale forhold, og den absolute vandoptagning bestemt ved indpresning av vand under meget stort tryk. Forholdet mellem disse 2 tal betegner man som mætningskoefficienten, og det har vist sig som en almindelig regel, at naar denne ikke overstiger 0,8 saa maa bergarten betegnes som frostbestandig. At mætningskoefficienten er 0,8 betyr nemlig, at $\frac{8}{10}$ av de i bergarten forhaandenværende porer ved fullstændig gjennemfugtning under normale forhold fyldes med vand. Ved vandets frysning er der da i alle kapillærer tilstrækkelig plads til en utvidelse, uten at nogen sprængning vil finde sted. Hos bergarter med en meget liten vandoptagning maa man reducere den direkte fundne værdi med en faktor, som retter sig efter vandoptagningens størrelse.

Sognegraniten er en meget fast og tæt bergart med en selv for graniter meget liten vandoptagning. Under normale forhold optar graniten efter ca. 4 timers vandlagring en vandmængde svarende til 0,39 pct. Efter 2 timers evakuering og 24 timers henliggen i kompressor under et tryk av 150 atmosfærer var vandoptagningen 0,49 pct. Herav beregner man en mætningsfaktor = 0,81. Da imidlertid vandoptagningen er saa liten, reducerer man mætningsfaktoren med $\frac{13}{16}$ ¹ og faar da en værdi = 0,65. Bergarten maa som følge herav betegnes som frostbestandig.

¹ Se J. HIRSCHWALD, l. c. pag. 678.

Det allerede tidligere fundne foreløbige kvalitetsziffer 0,56 udergaar ikke nogen forandring og blir saaledes bergartens endelige kvalitetsziffer.

Sognegraniten blir saaledes at henføre til kvalitetsklasse I B, hvilket vil si, at den hører til de mest veirbestandige og frostbestandige bergarter man har. Saavidt vort kjendskap strækker vil bergarter tilhørende denne klasse først efter et tidsrum av ca. 1100 aar vise en betragtelig overflateforvitring, samtidig med en mindre fasthetsforringelse indtil ca. 1 cm.s dyp i stenens indre, og først efter ca. 2000 aar har man en meget sterk overflateforvitring, forbunden med en mindre fasthetsforringelse i de yderste lag. Dette er erfaringsmæssig fundne værdier, fastsat ved undersøkelse paa gamle bygverker.

Det fremgaar av ovenstaaende, at bergartens kiscehalt ikke har nogen væsentlig forringende indvirkning paa bergartens kvalitet. Med hensyn til spørsmålet om den muligens kan ha nogen indflydelse paa bergartens utseende, ved at fremkalde rustflekker og lign., skal jeg her anføre hvilke erfaringer man foreløbig har herom.

Erfaringer fra bygverker har man endnu ikke i tilstrækkelig grad, saa man derav kan utlede noget sikkert; man maa derfor søke at trække nogen slutninger av, hvorledes løse blokker har holdt sig i fri luft. Det viser sig da, at større blokker, som ligger løs i bruddene i Sogn, altid har en skinnende hvit overflate paa den mot solen vendende side. Slaar man istykker en saadan blok ser man, at den i almindelighet har en tynd ydre forvittringshud, undertiden optil 1 og 1½ mm., men oftest langt tyndere. Indenfor denne forvittringshud er der en zone av en forholdsvis sterk gulbrun

farve („bark“), fremkaldt ved en avsætning av jernoxyd ved svovlkisens forvitring. Denne farvning taper sig i styrke ind mot blokkens indre.

Den avblekede forvittringshud er antagelig opstaat som følge av en utlutning av det yderste lag, samtidig med at feldspaten er blit kaolinisert. Denne ganske hvite hud optrær paa blokker, som blot har ligget ca. 2 aar i fri luft.



Fig. 3. Hvit granit fra Sogn med „bark“ og kaolinisert forvittringshud.

Det synes som om de umiddelbart indenfor liggende lag er blit relativt sterkere farvet.

Man kan antagelig gaa ut fra, at den hvite Sognegranit ogsaa i finhuggen stand, anvendt som bygningssten, vil forholde sig paa samme maate, og at en eventuel gulfarvning hos enkelte sten, naar

materialet ikke er særlig godt sortert, efter en tid vil forsvinde.

Hvilken bearbeidning der passer bedst for den hvite granit, er der endel avvikende opfatning om. Det har været fremhævet og muligens med rette, at støvpartikler og sot lettere fæstner sig paa en finhuggen flate, hvor der som følge av bearbeidelsen er opstaat en stor mængde fine rids og sprækker, end paa en raahuggen sten, hvor overflaten er ganske hel og fri for spalter. Det er derfor ikke umulig, at den hvite granit i byer helst bør finde anvendelse i raahuggen form.

Til slutning skal her hitsættes, hvad det før nævnte tyske fagtidsskrift uttaler om denne bergart, efterat den for første gang var blit anvendt i større maalestok:

Es bestand eine allgemeine Spannung, wie dieses neue Material sich bei seiner ersten Verwendung an einem grossen Gebäude ausnehmen würde. Die Erwartungen sind übertroffen worden. Der Granit von Sogn ist nicht weiss wie Marmor, sondern bekommt durch darin enthaltene dunkle Mineralien eine leichte Schattierung ins Graue, was bei polierten Arbeiten natürlich deutlich zutage tritt. In unpoliertem Zustande aber, überall wo er auf eine grössere Entfernung wirken soll, macht er einen schimmernd weissen Eindruck.

English Summary.

The white granite of Sogn in Western Norway, although for many years known and repeatedly called attention to by geologists, has only recently come into use as a building material to any extent.

In the rebuilding of Grand Hotel in Christiania, this stone is used throughout the great building and thus public attention is drawn upon this excellent material.

In this paper is given an account of the geology and the chief technical qualities of the granite. The small sketch map p. 4 shows the granite areas in the district of Inner Sogn, and especially the great mass at Aardalsfjord. We can distinguish between two granites somewhat differing as to geological age and appearance, and also varying in mineralogical composition, due to a varying amount of mica (biotite). The less micaceous type is the younger type (Type I), and appears mainly at the borders of the great granite area, and forms there a kind of eruptive breccia of great dimensions with numerous fragments from the surrounding rocks. Great continuous masses of the younger white granite thus occur only rarely but still they do occur in some places.

The other type (Type II) with a somewhat greater amount of mica, is the elder and appears in great continuous areas in several places.

The eruption of the white granite of Sogn marks the conclusion of the great epoch of eruption in the central part of the Norwegian—Caledonian folding zone.

The other eruptive rocks in this district are gabbros, and anorthosit, the latter the younger according to REKSTAD, and also an amphibole granite, the age of which is not precisely fixed, and then as the last the white granite as above mentioned.

P. p. 6—8 contain a mineralogical description of the granite. The main constituents are quartz, feldspar, microcline, orthoclase, perthite, plagioclase, biotite, muscovite, apatite, and others, (see p. 6). Quartz shows undulating extinction in a high degree. Intergrowths of quartz and feldspar as "myrmekite" appear often (see fig. 2, pl. III).

For the chemical composition of the rock see the analysis p. 8.

On p. p. 8—11 the natural conditions for quarrying are discussed. In most places the mountain slopes dip precipitously to the fjord, but in several places the slopes are less steep and the general conditions more favourable for quarrying.

It is the authors opinion that of the two granite types the younger type is not adapted to quarrying to a very large extent; on the other hand the quantities of the older granite, with a somewhat larger amount of mica, are very great and permit of extensive and profitable working (p. 10).

Some examination of the technical qualities of the granite shows that this granite must be regarded as a material of superior quality.

It was my good fortune to make this study at the laboratory of the technical High School at Charlottenburg and the

new methods of Geh. Reg. Rat. J. HIRSCHWALD were used. The final result of the examinations of the rocks is that this granite of Sogn must be placed in class I B and, according to observations made upon a great number of old buildings, it may be stated, that similar rock will show appreciable effects of the weathering forces only after a period of 1000—2000 years, when the stone is used as ordinary building material. Used for ornamental purposes the weathering process proceed more rapidly.

The Granite of Sogn is a noble rock of a splendid white appearance, although not quite so white as marble. I refer to the declarations of the german professional paper "Der Deutsche Steinbildhauer" on this subject quoted on page 17.



Fig. 1. Brud i hvit granit. Aardalsalmenningen, Aardal, Sogn.



Fig. 2. Brud i hvit granit. Ca. 2 km. utenfor Natvik, Aardal, Sogn.



Fig. 1. Hvit granit, type I. Ytre Ofredal, Aardal i Sogn.



Fig. 2. Hvit granit, type II. Natvik, Aardal i Sogn.



Fig. 1. Mikroskopisk præparat av hvit granit.

× Nicols, forstørret 24 ×.



Fig. 2. Myrmekit i hvit granit.

× Nicols, forstørret 56 ×.

mi = mikroklin, *perth* = mikropertit, *pl* = plagioklas.



Grand Hotel i Kristiania. Facade og taarn bygget i huggen hvit granit fra Sogn. Facaden og endel av taarnet fra Ofredal i Aardal, det øvrige fra Natvik, Aardal.