



NORGES GEOLOGISKE
UNDERSÖGELSE

No. 22

Norsk marmor

Af

J. H. L. Vogt

Med „Resumé in deutscher Sprache“ og
med 6 plader og 54 i texten trykte figurer



Kristiania

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

1897

~~Pris kr. 4,50~~

5.00

Norsk marmor

Af

J. H. L. Vogt

Med „Resumé in deutscher Sprache“ og
med 6 plancher og 54 i texten trykte figurer


NBR-DEPOTBIBLIOTEKET
POSTBOKS 278 - 8601 MO

Kristiania

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

A. W. Brøgers bogtrykkeri

1897

NORGES STATSBANER
HOVEDSTYRET

Indholdsfortegnelse.

	Side
Marmor, indledning	1
<i>Marmorens geologi</i>	4
Marmorens vigtigste egenskaber , med særligt hensyn til de norske	
marmorsorter	18
De norske, navnlig de nordlandske marmorsorters kemiske	
sammensætning	18
Den norske marmors mineralogiske sammensætning	25
Farven.	34
Kornstørrelsen	42
Strukturen	49
Styrken	62
Haardheden	66
Kornfastheden	69
Politurevnen.	72
Gjennemsigtigheden	75
Porøsiteten	76
Forholdet lige over for forvitring i fast fjeld	84
Holdbarheden i fri luft.	88
Oversigt over kalkspatmarmorens og dolomitmarmorens særegen-	
skaber	128
Marmorlagenes mægtighed	129
Marmorlagenes opspaltning; marmorblokkenes størrelse og om pro-	
centmængden af brugbar sten i bruddene.	131
Undersøgelse af nye marmorforekomster og anlæg af marmorbrud	139
Drift af marmorbrud	147
Brydningsudgifter pr. m ³ marmor og marmorens kostende frit i	
norsk (nordlandsk) havn	153
Norges vigtigste hidtil kjendte marmorfelter	159
<i>Marmor i den nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe</i>	159
Geologisk oversigt (glimmerskifer-marmor-gruppen s. 160; oro-	
grafi s. 169; jernmalforekomster s. 171; eruptiver s. 174) . .	160

	Side
Nordlands amt	
Ofoten	185
Steigen	196
Salten, særlig om Fauske-feltet (vigtigste bergarter: lagstillingen; Fauskeidets marmorfelt s. 204; hvid dolomitmarmor s. 212; antique veiné s. 215; antique verdâtre s. 217; citron s. 218; Løvgallen s. 220; Leifsæt s. 223; Kvandal s. 229). Saltdalen s. 234; Gildeskaal s. 237; Røde s. 238	200
Ranen (Hemnæs s. 241; Næsne s. 245; Alstene s. 246; Offerse og Tjøtte s. 247)	240
Vefsen	249
Velfjorden	259
Tromsø amt	265
<i>Marmor i de trondhjemske skiferafdelinger</i> (Inderøen s. 275; Ytterøen s. 277; Sparbu s. 278; Snaasen s. 279; Værran s. 280; Almen-dingøen s. 281)	269
<i>Marmor i grundfjeldet</i>	282
I det romsdalske grundfjeld s. 284; ofimagnesit paa Snarum s. 290.	
<i>Marmor i de bergenske skiferafdelinger</i>	291
Historik s. 293; Talgø s. 295.	
<i>Marmor i Kristianiafeltets silurformation</i>	296
Gjellebæk i Lier	299
Eidanger ved Brevik	302
Den norske marmor i konkurrence med den udenlandske	304
<i>De vigtigste udenlandske marmorfelter</i>	304
Carrara i Nord-Italien	304
Grækenland	310
Belgien	312
Østerrige, Ungarn	313
Tyskland	315
Frankrige, Spanien, Forenede Stater	317
Mexico	318
Tilbageblik	321
<i>Prisen paa marmor</i>	323
<i>Den norske marmorbrydningens historie</i>	338
Resumé (in deutscher Sprache)	344
Forklaring til plancherne	365

Forord.

Foranlediget ved de mange nyfund af malm og marmor i det nordlige Norge paabegyndte jeg, i opdrag af „Norges geologiske undersøgelse“, i slutten af 1880-aarene en række geologiske studiereiser i Nordlands amt. Her har jeg — nu ialt i sex somre, nemlig 1889, 90, 93, 94, 95 og 96 (enkelte aar tildels i privat opdrag), i middel omkring en maaned hver sommer — været beskjæftiget med undersøgelser, hovedsagelig ved alle de mange marmorfelter og malmforekomster.

Som resultat af mine tidligere studier her foreligger de to afhandlinger „Salten og Ranen, med særligt hensyn til de vigtigste jernmalm- og svovlkis-kobberkis-forekomster samt marmorlag“ (1890—91) og „Dunderlandsdalens jernmalmfelt“ (1894), — begge offentliggjorte gennem „Norges geologiske undersøgelse“ som „Praktisk-geologiske undersøgelser af Nordlands amt“, henholdsvis no. I og no. II ¹⁾.

Nærværende arbeide fremkommer som umiddelbar fortsættelse af disse to publikationer; vistnok er ogsaa medtaget de mange marmorforekomster i det sydlige Norge, alligevel ligger arbeidets tyngdepunkt i fremstillingen af det nordlige Norge, og da specielt af Nordlands amt.

¹⁾ Videre kan nævnes et par mindre afhandlinger af mig om nordlandske forholde, nemlig om Hestmandøens krommalmfelt (hovedsagelig af theoretisk interesse), om Beierns nikkelmalm og om Svenningaasens sølvværdige gange (se literaturreferat s. 171—172); desuden kan omtales en som manuskript trykt „Udtalelse om Herr Chr. Ankers marmorforekomster og om udsigterne for norsk marmorindustri og marmorexport,“ af prof. *Brøgger* og mig i fællesskab (1894, 11 pag.)

Ved dette arbeide har jeg sat mig et dobbelt maal, at levere en monografi over norsk marmor i sin almindelighed og samtidig at fremlægge et bidrag til det nordlige Norges geologi. Af denne sidste grund er medtaget enkelte afsnit — saaledes om Nordlands eruptiver, jernmalme og fjeldkjædens orografiske bygning, — som staar i temmelig periferisk forhold til marmoren, men hvilke afsnit forhaabentlig i nogen grad vil kunne udvide kjendskabet til fjeldbygningen i det nordlige Norge.

Om mine undersøgelser i marken maa jeg udtrykkelig gjøre opmærksom paa, at tiden har været mig altfor utilstrækkelig til at bereise hele det saa udstrakte distrikt. Nordlands amt er paa 37.966 km², lidt større end de sex mindste søndenfjeldske amter, Smaalenene, Akershus, Jarlsberg og Laurvik, Nedenæs, Lister og Mandal samt Stavanger amt tilsammen; eller, maalt med andet maal, Nordlands amt er større end Belgien eller Holland og næsten lige saa stort som Danmark eller Schweiz; afstanden fra syd til nord i Nordlands amt er i ret linje 510 km., som fra Kristiania til Namsos eller fra Berlin til Wien. — Da hertil kommer, at min gjerning i Nordlands amt for en væsentlig del har været koncentreret paa studium nogenlunde i detail af de vigtigste malm- og marmorfelter (Sulitelma, Fauske, Næverhaugen, Dunderlandsdalen, Bosmo, Sørranen, Svenningaasen, desuden forekomster af krommalm og jernmalm paa mange øvrige steder og endelig de næsten utallige marmorlag), har den generelle geologiske befatning ofte været indskrænket til et minimum. Videre maa det erindres, at den detaillerede topografiske kartlægning ikke er skredet længere mod nord i Nordlands amt end nu i de allersidste aar omtrent til polarkredsen (desuden kartlagt noget af Lofoten); for den øvrige del af amtet, saaledes for Gildeskaal (fig. 49), Salten (kartplanche no. 3), Steigen (fig. 34) og Ofoten (kartpl. no. 2), har jeg været henvist til kun et høist primitivt topografisk grundlag (P. A. Munchs kart fra 1853, i maalestok 1 : 700.000; P. Nissens nyere reisekarter, i maalestok 1 : 800.000; desuden J. A. Friis's „Lappekart“ over Ofoten og endelig sjøkartterne, som dog ofte er temmelig mangelfulde). — Hvilke vanskeligheder, der stiller sig iveien for geologisk kartlægning, naar man ikke har det fornødne topografiske grundlag, kan kun den rigtig

bedømme, som selv har maattet kjæmpe sig frem under slige betingelser.

Af alle disse grunde er det bidrag, som her leveres til kjendskabet til Nordlands amts geologi, bleven temmelig ufuldstændigt; en rent foreløbig oversigt vil man dog forhaabentlig kunne finde i dette mit arbeide, baade for de vigtigste formationsafdelinger og for de vigtigste eruptivfelter.

Hvad endvidere angaar den generelle fremstilling om marmorens egenskaber maa jeg paapege, at der her for enkelte afsnits vedkommende — navnlig vedrørende forholdet mellem marmorens geologi og struktur og dens fysiske egenskaber — næsten ikke har foreligget noget videnskabeligt forarbeide; jeg har paa dette vanskelige grænseomraade mellem teori og teknik for en ikke uvæsentlig del været henvist til kun at bygge paa mine egne forskninger; og da jeg ikke har havt tid og anledning til at udstrække mine studier over en bestemt begrænset ramme — bl. a. fordi der i vort land ikke findes nogen mekanisk-teknisk prøveanstalt, — er min fremstilling ogsaa her bleven af foreløbig natur.

Idet jeg fremlægger dette mit arbeide for offentligheden, har jeg saaledes følelsen af, at det — endskjønt det har vokset sig mere voluminøst end oprindeligt beregnet — alligevel i mange henseender er stykkevis og ufærdigt. Til trods herfor haaber jeg, at det vil kunne bidrage noget til løsningen af enkelte interessante theoretiske problemer, og at det vil kunne være en spore til fortsatte geologiske studier i den del af vort land, som synes at være bedst udstyret med hensyn til rigdomme i det faste fjeld; og jeg har ogsaa det haab, at dette arbeide i nogen grad vil kunne virke til opkomst af en ny næringsvei, som har fremtiden for sig i vort land. Marmorbrydningen maa kunne arbeide sig frem til en meget vigtig bedrift; men det gjælder at lede den frem til det rette udvalg af solid material.

Tilslut vil jeg takke alle de mange baade i indland og udland, som paa en eller anden maade har været mig behjælpelig med raad og oplysninger til mit arbeide.

Marmor

er et græsk ord, „μάρμαρος“ (marmaros), med hvilket de allerældste grækere, saaledes ogsaa *Homer*, forstod en stenblok i sin almindelighed, uden hensyn til bergarten; senere blev benævnelsen kun tillagt de bergarter, som lod sig polere¹⁾. Da det navnlig er den forholdsvis bløde kalksten, som udmærker sig ved at tage smuk politur, udviklede begrebet marmor sig i aarhundredernes løb til kun at omfatte de vakre varieteter af kalkstenene. Og nu forstaar man i det daglige liv med marmor enhver nogenlunde vakker — ligegyldig om hvid eller farvet — kalksten, der paa en eller anden maade kan benyttes til ornamentalt brug; forudsætningen er endvidere, at en kalksten, for at kunne hædres med navnet marmor, maa tage smuk politur. Saaledes lyder *v. Dechens*²⁾ bekjendte definition: „Jeder Kalkstein, der Politur annimmt, wird Marmor genannt.“

En noget anden betydning har begrebet marmor faaset i den geologiske fagvidenskab, idet man her med marmor forstaar en hvilken som helst *krystallinsk* — eller rettere, ved en eller anden metamorfoseproces *omkrystalliseret* — kalksten, uanset om samme tager smuk politur eller ei.

Disse definitioner kan dog ikke siges at være ganske exakte eller udtømmende, og begrebet marmor har baade inden det tekniske og inden det videnskabelige sprogbrug været af temmelig vag natur, med noget svævende begrænsning, særlig

¹⁾ Se herom indledningen til *R. Lepsius's* „Griechische Marmorstudien“, i *Abh. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, 1890, og *G. Curtius's* „Grundzüge der griechischen Etymologie“, 1873.

²⁾ *v. Dechen*, „Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche“. 1873.

hvor der handles om grænselinjerne mod de urene, næsten tætte kalkstene.

Inden de tekniske brancher er der enkelte, som strækker benævnelsen marmor meget langt, saa hermed omfattes ogsaa temmelig uanseelige kalkstene, medens andre begrænser benævnelsen til kun de renere og vakrere varieteter. Og inden den geologiske videnskab tager man begrebet marmor i endnu mere indskrænket betydning, idet i alle fald de fleste fagmænd her sætter som betingelse, at vedkommende bergart skal have undergaaet en omkrystallisation, saa den nu i mere eller mindre udpræget grad er *krystallinsk* udviklet. Exempelvis vil saaledes arkitekternes saakaldte „sorte marmor“ (fra Belgien) inden den geologiske nomenclatur ikke kunne opføres som marmor.

Denne usikkerhed i definitionen af begrebet marmor vil dog kun rent undtagelsesvis kunne volde nogen forvirring.¹⁾

Ovenfor har vi nærmest havt for øie den egentlige marmor eller kalkspatmarmoren (bestaaende af kulsur kalk); foruden denne gives der ogsaa saavel paa mange steder hos os (i Nordland) som ogsaa hist og her i udlandet²⁾ en hel del *dolomit-*

1) Nærmest som et curiosum kan omtales, at der for et par aar siden ved Harz i Nordtyskland verserede en stor proces om den forstaaelse, som man i nogle urgamle privilegier skulde tillægge den der anvendte betegnelse „Marmor“.

2) Det kan saaledes nævnes, at noget af den schlesiske marmor — rosafarvet marmor fra Kunzendorf ved Landeck, hvid marmor samstedtsfra og gul marmor fra Sauberg ved Rothenzechau, videre marmor fra Landeshut — er dolomitmarmor (ifølge *B. Kosmanns* „Die Marmorarten des Deutschen Reiches“, 1888, og sammes afhandling om schlesisk marmor i „Der deutsche Steinbildhauer und Steinmetz“, 1ste nov. 1895). — Den hos os i handelen gaaende, temmelig grovkrystallinske, lysegraa schlesiske marmor er derimod en vanlig kalkspatmarmor.

Ogsaa en del af den amerikanske marmor er dolomitmarmor, saaledes den snehvide, grovkrystallinske marmor fra Pleasantville Westchester County, New York (med 45.04% $MgCO_3$, 54.62% $CaCO_3$, 0.16% $FeCO_3$, 0.07% Al_2O_3 , 0.10% SiO_2); ligeledes hvid, men ikke fuldt saa grovkrystallinsk marmor fra Lee, Massachusetts (43.93% $MgCO_3$, 54.62% $CaCO_3$, 0.36% jernoxyd, lerjord osv.); videre den ren hvide marmor fra Cockeysville i Maryland og en del af marmoren fra Georgia (se „Mineral Industry“, b. I—IV og særlig *G. P. Merrills*

marmor (kulsur kalk-magnesia), som med hensyn til de tekniske egenskaber, som f. ex. farve, udseende, haardhed osv., slutter sig meget nær ind mod kalkspatmarmoren, og som saaledes ubetinget maa indgaa under rubrikken *marmor*. For at illustrere dette ved et eksempel behøver vi kun at paapege, at det kan være tilskueren aldeles ligegyldigt, om smaa-krystallerne i en marmorstatue bestaar af kalkspat (kulsur kalk) eller dolomitspat (kulsur kalk-magnesia), naar det er ham umuligt at opdage nogensomhelst forskjel i udseende, farve osv. mellem de to slags mineraler¹⁾.

Dog skal vi, i alle fald i de afsnit af dette arbeide, hvor der handles om de forskjellige tekniske egenskaber, som er særlig karakteristiske for hver enkelt af de to kemisk noget forskjelligartede marmorsorter, for at undgaa misforstaaelse betegne den magnesiariige marmor med sit fulde navn, dolomitmarmor. Heri ligger dog ikke nogen antydning til, at denne slags marmor ikke skulde anerkjendes som virkelig marmor.

arbeider, „The collection of building and ornamental stones in the U. S. national museum“, 1889, og „The materials of the earth's crust“, 1892).

Ifølge prøver, som jeg har seet i Wiener Hofmuseum, er dolomitmarmoren (af sammensætning næsten neniagtig 1 del $MgCO_3$ til 1 del $CaCO_3$) fra Pleasantville lidt mere grovkornig end den vanlige nordlandske kalkspatmarmor; og dolomitmarmoren fra Lee er ikke fuldt saa grovkornig som Fauskeidets dolomitmarmor. Disse to krystallinske dolomitmarmorsorter fra de Forenede Stater har fundet adskillig anvendelse; den førstnævnte er saaledes bl. a. benyttet i St. Patricks Cathedral i New York, og den sidstnævnte i Capitolet i Washington. — ifølge Wiener-museets trykte katalog; vor nordlandske dolomitmarmor er saaledes ikke den første krystalline dolomit, som man har anvendt som marmor, til bygnings- eller dekora-tionsbrug.

¹⁾ Til nærmere orientation kan ogsaa citeres en bemærkning af Merrill, i „The collection of building stones“ (l. c., s. 374): „Den ren hvide marmor fra Cockeysville, Md., er en dolomit; men ved øiet alene kan den ikke adskilles fra den hvide, krystalline kalksten (marmor) fra Vermont“.

Marmorens geologi.

De i de fossilførende formationer, fra cambrium til tertiær, optrædende kalkstene er hovedsagelig opbyggede af *organismer*, idet de indeholder en utallig mængde smaaskaller osv. af forskellige dyrformer, som konkylier, koraller og enkriniter; disse faste skaldele osv. er igjen sammenkittede ved kalkspat, der ligeledes for den væsentligste del, direkte eller indirekte, skylder den organiske virksomhed sin tilværelse¹⁾. Videre finder vi i kalkstenene jævnlig noget mekanisk tilblandet lerslam²⁾ og sand; stadig desuden noget kul eller bituminøs substans, der er de umiddelbare rester af organismernes organiske væv.

Foruden denne *organogene kalksten* kjender man ogsaa kalksten dannet ved *kildeafsætning* (kalktuf; den mexicanske onyxmarmor, hvorom henvises til nogle bemærkninger under det efterfølgende afsnit om marmor fra Mexico); muligens(?) kan enkelte kalklag ogsaa være dannede paa havets bund, ved umiddelbar kemisk bundfældning af den kulsure kalk; en saadan proces vil kanske hist og her — dog i rent underordnet maalestok — have gaaet for sig ved mundingen af elve. Herom henvises til nogle ældre studier af *Usiglio*, angaaende betingelserne for afsætning af kulsur kalk paa havets bund; se ogsaa nogle bemærkninger i det følgende, under afsnittet om dolomitmarmor.

1) Det kan her i forbigaaende paapeges, at eggehvidesubstans udfælder opløst kalksalt (f. ex. klorid) som karbonat (ifølge undersøgelse af *G. Steinmann*); ogsaa kan henvises til bundfældning af kalkkarbonat ved det ammoniumkarbonat, der udvikles ved forraadnelsen.

2) Kalklagene i Kristianiafeltets silur indeholder oftest forholdsvis meget ler; de oversiluriske kalkstene sjelden saa lidt som 2—4%, oftest 5—10, endog 15%; orthocerkalken 16—22% og megalaspiskalken 35—40% ler (lerskifer).

Naar disse kalkstene senere underkastes en *omkrystallisation*, fremgaar der en *marmor*¹⁾; og denne omkrystallisation igjen skyldes den ene eller den anden af de to følgende, efter sit væsen noget forskjelligartede omvandlings- eller metamorfose-processer, nemlig

- enten *kontaktmetamorfose*
- eller *regionalmetamorfose*.

Ved *kontaktmetamorfose* forstaaes omvandlingen langs „*kontakten*“ (*grænsen*) af *eruptiver*; processens forløb har man forestillet sig saaledes, at de overophedede vanddampe²⁾, med hvilke de eruptive smeltmasser oprindelig var „*ladede*“, under eruptivmassens afkjøling blev indpressede i de tilstødende bergarter og her gav anledning til en fuldstændig omkrystallisation, under nogenlunde høi temperatur og ganske høit tryk. Den i kalkstenen oprindelig forhaandenværende skifersubstans blev herunder, under optagelse af kalk fra selve kalkstenen, omkrystalliseret til forskjellige kalk- og kalk-lerjord-silikater, som granat, vesuvian, skapolith, augit, wollastonit, hornblende, glimmer osv.³⁾; og den oprindelige bituminøse eller kulholdige substans i kalkstenen blev — ved forflygtigelse og oxydation, som vi senere nærmere skal omtale — mere eller mindre fuldstændig destrueret, saa der tilslut resulterede en paa organisk substans næsten aldeles fri marmor⁴⁾.

¹⁾ „Marmor“ her benyttet i ordets geologiske (petrografiske) betydning.

²⁾ Andre (f. ex. *Lepsius*, „*Geologie von Attika*“) lægger — efter min opfatning dog utvivlsomt med urette — ogsaa ved kontaktmetamorfosen hovedvægten paa den bergarterne oprindelig iboende bergfugtighed, der ved eruptivsmeltmassens nærhed skulde være bleven fordampet og overophedet.

³⁾ Wollastonit er rent kalksilikat, CaSiO_3 , hvor kiselsyren stammer fra den kalkstenen oprindelig tilbandede ler og sand, og hvor kalken skriver sig fra selve kalkstenen; de fleste af de øvrige mineraler bestaar hovedsagelig af kiselsyre, lerjord og kalk, med noget magnesia, af hvilke kiselsyren og lerjorden vil skrive sig fra lerslammet, kalken og magnesiaen derimod hovedsagelig fra kalkstenen. — Ved disse nydannelser udjages der af kalkstenen en del kulsyre, der følgende blir fri og maa undvige.

⁴⁾ Kalkspatmarmor, absolut kemisk fri for spor af bitumen eller organisk substans, hører til de største sjældenheder og er muligens ikke engang bleven paavist.

For det indgaaende studium af denne kontaktmetamorfose har *Kristianiafeltet*, med sine postsiluriske graniter og andre eruptiver, der gennem sætter de siluriske skifere og kalkstene, været et klassisk felt. Inden kontaktzonen her findes ogsaa forskellige til marmor omvandlede kalkstene, f. ex. ved Gjellevbæk i Lier og paa Kommerseøen (Marmorøen) udenfor Holmestrand; marmoren her er dog, som vi senere under afsnittet om kontaktmarmorens struktur skal omtale, som marmor betragtet af rent underordnet værdi.

Ogsaa i *Nordland* foreligger paa et par steder kontaktmetamorfoseret marmor, der i theoretisk henseende frembyder særlig interesse, fordi felterne her til forskellige tider har været underkastet *baade kontaktmetamorfose og regionalmetamorfose*; ved Vefsens og Velfjordens basiske eruptivfelter (hovedsagelig førende gabbrobergarter) øges ogsaa den theoretiske interesse derved, at det her er *basiske* eruptiver, som har fremkaldt kontaktmetamorfosen, medens de fleste — men ikke alle — tidligere nærmere studerede kontaktzoner har været bundne til de *sure* eruptiver (graniterne).

Som vi i det efterfølgende skal omhandle, tør det med næsten fuld sikkerhed paastaaes, at disse basiske eruptiver i Vefsen og Velfjorden er af *ynge* alder end selve bergkjædeprocessen (dynamometamorfosen); skiferne og kalkstenene er saaledes her blevne

- 1) først regionalmetamorfoserede og
- 2) senere, antagelig endog i en meget senere tidsperiode, er disse regionalmetamorfoserede lag igjen blevne kontaktmetamorfosede¹⁾.

I marmorbergarterne umiddelbart ved grænsen af disse basiske eruptivfelter i Vefsen og Velfjorden finder vi undertiden noget granat og wollastonit, altsaa netop de samme mine-

¹⁾ Ved Svenningaasens granitfelt, vest for Svenningaasens ertsgangfelt, hvor kalkstenen er omvandlet langs graniten, synes derimod, som det senere kortelig omtales under afsnittet om Nordlands geologi, de to metamorfoseprocesser at have fundet sted i omvendt orden, nemlig 1) først kontaktmetamorfosen og 2) senere regionalmetamorfosen.

raler som i de vanlige kontaktmetamorfoserede lag; og overhovedet synes kontaktmetamorfosen ikke alene med hensyn til mineralkombination, men paa de fleste steder ogsaa med hensyn til kontaktmarmorens struktur (se herom i et følgende afsnit), at ytre sig i det væsentlige paa samme maade, hvad enten kalkstenene oprindeligt havde været underkastet dynamometamorfose eller ei.

Videre godtgjør undersøgelserne fra Vefsen og Velfjorden, at — saaledes som forevrigt ogsaa er paavist ved tidligere forskninger — kontaktmetamorfosen i princippet forholder sig paa samme maade ved basiske som ved sure eruptiver.

I Velfjorden kan man ogsaa foretage et ganske interessant studium af, hvorledes det gaar med kalkstenenes oprindelige iboende bitumengehalt, naar bergarten blir kontaktmetamorfoseret: længst borte fra eruptivgrænsen, nemlig i afstand 0.5—1 km. fra grænsen, er *kalkstenen graa og bituminøs*, som ellers i distriktet; lidt nærmere mod grænsen er denne graa, bituminøse karakter forsvunden, men samtidig er der bleven udskilt meget rigelig *grafit* i marmoren; endnu nærmere mod grænsen *forsvinder grafitten* lidt efter lidt, og bergarten lugter kun ganske svagt ved slag; og endelig i de nærmeste 50 eller 100 m ved eruptivgrænsen er baade *bitumen og grafit fuldstændig forsvundne*, og bergarten — nemlig kalkspatmarmor (analyse no. 5, med 0.0085% jernoxydul og 0.0016% manganoxydul) — er her ved Troviken eller Hegge marmorbrud aldeles ren hvid, som nyfalden sne; endog endnu mere nærmende sig mod det absolut hvide, end tilfældet er selv med Carraras statuemarmor og blanc P; desværre er dog denne hvide marmor fra Troviken forvitret og smuldrende, paa grund af et strukturfenomen, hvorom henvises til det efterfølgende afsnit om marmorens struktur.

Tilsvarende iagttagelser over, hvorledes det under kontaktmetamorfosen gaar med kalkstenenes kul- eller bitumengehalt, kan man ogsaa foretage ved Vefsens eruptivfelt (ved Remmen, Granaas, Halsøen og Kulstadsjøen, se den efterfølgende beskrivelse).

De forskjellige stadier under kontaktmetamorfosen er altsaa her i korthed: i periferien af metamorfosens raaderum omvandles kalkstenenes bitumen til grafit; og nærmere mod grænsen udjages lidt efter lidt den organiske substans, saa tilslut er enhver rest, saavidt det kan afgjøres ved undersøgelse for blotte oie, fuldstændig forsvunden.

Denne sidste udjagning af grafiten eller i sin almindelighed af den kulholdige substans kan ikke bero kun paa en forflygtigelse (sublimation eller destillation), men maa skyldes en oxyderende opvarmning (forbrænding). Antagelig er det vanddampene — de fra eruptiven indpressede, overophedede vanddampe, — som har foretaget denne oxydation, efter formel



Da der her antagelig vil have været tilstede overskud af vanddampe, dannes ved denne proces kulsyre, ikke kuloxyd¹⁾.

Ved kontaktmetamorfose af kalksten vil saaledes i sin almindelighed dannes noget kulsyre, dels ved kulletts udjagning og dels ved nydannelsen af de forskjellige silikatminerale, nemlig ved indvirkning af oprindelig tilblandet sand eller lerslam paa den kulsure kalk.

Denne kulsyre, som saaledes antagelig uden undtagelse, om end i høist vekslende mængde, vil have været tilstede under kontaktmetamorfosen, maa formodes at have spillet en ikke uvæsentlig rolle ved selve omkrystallisationen af kalkspaten, idet nemlig den kulsure kalk er noget opløselig i kulsyreholdigt vand og vel ogsaa i stærkt opvarmede og sammenpressede kulsyreholdige vanddampe. Omkrystallisationen har saaledes antagelig beroet paa en opløsningsproces²⁾.

¹⁾ *Lepsius* antyder i sit arbeide over Attikas geologi, at den tilsvarende udjagning af kul ved regionalmetamorfoseret marmor kunde skyldes reduktion af metaloxyder. Dette er dog lidet plausibelt, navnlig fordi kalkstenene, som oprindelig ofte var temmelig rige paa kul, af reducible metaloxyder kun holder jern (foruden forsvindende spor af andet), og dette jern indgik allerede i forveien som oxydul og ikke som oxyd.

²⁾ En analog tankegang har *Lepsius*, i sit arbeide om Attika, gjort gjældende vedrørende regionalmetamorfose af kalkstenene.

I theoretisk henseende er denne kontaktomvandling, af kalksten til kontaktmarmor, høist interessant; i teknisk henseende derimod, hvor der handles om anvendelsen af marmoren, spiller kontaktmetamorfosen en aldeles underordnet rolle, idet praktisk talt *intet*, eller i alle fald kun *en aldeles uvæsentlig bagatel af al den marmor, som gaar i handelen, stammer fra kontaktmetamorfoserede lag*. Faktisk ser jeg mig — efter herom mundtlig eller skriftlig at have konfereret med de første autoriteter paa dette omraade, i Sverige, Tyskland, Østerrige, Ungarn, Italien, Frankrige og Spanien — ikke istand til at nævne en eneste lokalitet, hvor kontaktmarmor brydes i større udstrækning til ornamentalt brug¹⁾; paa adskillige steder rundt om i Europa har man vistnok i tidernes løb forsøgt at anlægge brud paa kontaktmarmor, men disse brud er altid, sent eller tidlig, blevne indstillede eller i alle fald indskrænkede til ubetydelig drift. Saadan rent uvæsentlig brydning paa kontaktmarmor finder saaledes sted ved Predazzo²⁾ i Tyrol, hvor der efter mundtlig meddelelse beskjæftiges et snes eller kanske et halvt hundrede mand, og ved Moraviza i Banatet, Syd-Ungarn, hvor der kun beskjæftiges nogle ganske faa mand; muligens er der ogsaa lidt drift paa kontaktmarmor ved Adamello i Tyrol og ved Szárhegy nær Ditro (ved bergarten ditroit) i Siebenbürgen, men hermed er ogsaa de eksempler, som jeg for tiden kan nævne paa kontaktmarmor, der er gjenstand for nogen drift, allerede udtømte.

Fra vort eget land har vi et lidet opmuntrende eksempel paa den vanlige kontaktmarmor, nemlig det i begyndelsen og midten af forrige aarhundrede drevne marmorbrud ved Gjelle-

1) Til *chemisk* brug derimod benyttes undertiden kontaktmarmoren, f. ex. nu hos os Gjellebækmarmoren.

2) Se et arbejde af *O. Lencsek*, „Ueber Predazzit und Pencatit“, i *Tscherm. Min. petrogr. Mitth.* b. 12, 1891; predazzit er en kontaktmarmor, oprindelig med periklas, der nu er omvandlet til hydro-magnetit (ikke til brucit). — Ved den i nærheden af Predazzo liggende lokalitet Leselle, ved Monzoni, blev der, efter velvillige mundtlige meddelelser, for et snes aar siden anlagt store brud paa kontaktmarmoren (her uden omvandlet periklas), men driften maatte indstilles, idet materialet „zerbröckelt“ (smuldrer op).

bæk i Lier; videre kan ogsaa nævnes det for regning af et engelsk selskab et par aar omkring 1880 drevne marmorbrud ved Troviken (Hegge) i Velfjorden (sydligste del af Nordlands amt), hvor marmoren vistnok var aldeles snehvid, men hvor man neppe fik en eneste brugbar blok.

Aarsagen til disse daarlige resultater med kontaktmarmoren er først og fremst, at denne jævnlig (saaledes f. ex. ved Gjellebæk i Lier og ved Hegge i Velfjorden) — om end ikke uden undtagelse (saaledes f. ex. ikke ved bruddene i Banatet) — er udviklet med en eiendommelig sukkerkornet, undertiden ogsaa sukkerkornet-„porfyrisk“ struktur (se de mikroskopiske præparater fig. 7 og 8), der medfører, at marmoren blir „løs i kornet“ og saaledes ikke anvendelig som marmor betragtet. Den allermeste kontaktmarmor er saaledes allerede af hensyn til strukturen aldeles kassabel; undtagelse herfra kan vistnok gives, saaledes hos os særlig paa de steder, hvor marmoren baade har været underkastet kontaktmetamorfose og regionalmetamorfose; dog bør man altid udvise en særlig grad af kritik og forsigtighed, hvor der handles om brud paa kontaktmarmor.

Til dette strukturfenomen kommer, at kontaktmarmoren paa adskillige steder — dog ikke gennemgaaende, saaledes f. ex. ikke ved Gjellebæk og Hegge, paa hvilke to steder man kan faa blokke af nogenlunde store dimensioner — er stærkt opspaltet og saaledes ogsaa af denne grund værdiløs. Videre maa man ogsaa tage med i betragtning, at marmorens kvalitet veksler stærkt med afstanden fra eruptivgrænsen, og endelig, at kontaktzonerne altid er forholdsvis smale; der handles saaledes her paa langt nær ikke om saa kolossale tilgange paa marmor, som tilfældet kan være i de regionalmetamorfoserede felter. — Ved kontaktzonerne kan man vistnok jævnlig allerede i en afstand af en eller et par, høist nogle faa km. fra eruptivgrænsen, spore en paabegyndende omvandling; en mere intens omvandling gjør sig dog i regelen, selv ved ganske store eruptivfelter, først gjældende betydelig nærmere mod eruptivgrænsen; og efter erfaring saavel fra Kristianiafeltets graniter som fra Vefsens og Velfjordens basiske eruptiver er den zone, inden

hvilket alt bitumen er udjaget, saa marmoren er bleven aldeles hvid, temmelig smal, paa kun 50 til 100 m, høist et par hundrede m.

Af alle de her udviklede grunde spiller kontaktmarmoren i teknisk henseende en høist underordnet rolle; og kun rent undtagelsesvis vil man i disse kontaktzoner kunne faa fuldt ud tilfredsstillende vare.

Den allermeste marmor — ordet marmor fremdeles benyttet i den petrografiske betydning — eller endog praktisk talt al *krySTALLIN handelsmarmor stammer fra regionalmetamorfoserede lag*; dette gjælder saaledes det store marmorfelt ved Carrara i Nord-Italien, videre marmoren fra Tyrol (Laas, Schlanders osv.), Steyermark og Kärnthen i Østerrige, fra Grækenland og Lilleasien, fra Pyrenæerne og enkelte af de spanske fjeldkjæder (Sierra Morena og i provins Almeria); ogsaa den tyske krySTALLINE¹⁾ marmor, fra Fichtelgebirge og Schlesien, skriver sig fra regionalmetamorfoserede lag; og samme geologiske hjemstavn har ogsaa al den norske marmor, fra Nordland og det trondhjemske, som i de senere aar er bragt paa markedet.

Ved *regionalmetamorfose* (eller dynamometamorfose, trykmetamorfose) forstaaes den omvandling, som bergarterne, paa grund af kolossale sammenpresninger, har gennemgaaet ved bergkjædefældningerne. Medens kontaktmetamorfosen er bunden til grænsezonen („kontakten“) mod eruptiverne, gjør regionalmetamorfosen sig gjældende over hele den „region“, *hvis bergarter deltog i bergkjædedannelsen*; saaledes er bergarterne i hele den store Alpekjæde, i Pyrenæerne, Taunus, Ardennerne, de Apuanske alper osv. osv., gennemgaaende mere eller mindre stærkt regionalmetamorfoserede; det samme er ogsaa tilfældet med de gamle bergkjæder i vort land, fra det Stavanger'ske og

¹⁾ Den meste øvrige tyske marmor, videre ogsaa den belgiske marmor og megen anden saakaldet marmor (f. ex. Ølandsmarmoren) er ikke krySTALLIN og saaledes i petrografisk henseende ikke at opfatte som marmor; i det tekniske sprogbrug derimod indgaar, som vi i indledningen nærmere har omtalt, ogsaa disse kalkstene, der tager god politur, under samler-navnet marmor.

Bergen'ske over Langfjeldene, det centrale Norge og Dovre frem til det Trondhjem'ske og videre gennem hele det nordlige Norge. I vort land er samtlige skifere, yngre end grundfjeldet, i mere eller mindre grad regionalmetamorfoserede, — kun med undtagelse af Kristianiafeltets silur med devon og det lille jurafelt paa Andøen i Vesteraalen.

Den ved regionalmetamorfosen stedfundne omkrystallisation beroede paa et overordentligt, aldeles kolossalt tryk, virkende — antagelig under nogenlunde høi temperatur — gennem en lang tidsperiode; videre har temmelig sikkert ogsaa her vand (bergfugtighed) eller rettere vanddampe, med noget kulsyre osv., spillet en ganske fremtrædende rolle. Baade kontakt- og regionalmetamorfosen kan saaledes føres tilbage til „tryk, temperatur, tid og vand“; det indbyrdes forhold mellem disse faktorer vil dog have været temmelig forskjelligt, hvilket nu giver sig tilkjende paa den maade, at hver enkelt slags metamorfose betegnes ved en særskilt mineralkombination.

Medens saaledes mineralselskabet granat, vesuvian, skapolith, wollastonit, augit, spinel osv. er karakteristisk for den *kontaktmetamorfoserede* marmor, møder vi i den *regionalmetamorfoserede* marmor hovedsagelig kvarts med hornblende (mørk hornblende, noget lysere straalsten samt grammatit, sidstnævnte fortrinsvis i dolomiterne) og kali- og magnesiaglimmer, underordnet ogsaa nogle andre mineraler (talk, rutil, jernglans osv.); mineralselskabet granat, vesuvian, skapolith, augit osv. mangler derimod absolut.

Lige over for den kalkstenene oprindelig iboende bitumengehalt har forholdet i det væsentlige stillet sig paa samme maade ved begge slags metamorfoser, idet ogsaa ved regionalmetamorfosen den oprindelige bitumengehalt dels omvandles til grafit (med grafitoid og antracit) og dels — ved meget intens metamorfose — mere eller mindre fuldstændig udjages. Dette sidste maa vi ogsaa her, som ved kontaktmetamorfosen, forklare ved en oxydationsproces, antagelig med vanddampenes surstof som den vigtigste agens. Leilighedsvis er forøvrigt ved regionalmetamorfosen noget af den oprindelige bituminøse substans

bleven omvandlet til overordentlig intensivt (oftest rødt eller blaat) farvende organiske forbindelser; herom henvises til det efterfølgende afsnit om farven. — Det er forøvrigt forbausende, at den oprindelige bitumengehalt i kalkstenene nu, saaledes som det kan iagttages paa talrige steder i Nordland (se f. ex. profilet over Leifsætodden i Fauske), kan forholde sig paa høist forskjellig maade selv inden ganske nærliggende lag, idet bitumengehalten i et lag kan være bibeholdt tilsyneladende næsten uden forandring, medens den i et andet, ganske nærliggende lag kan være omvandlet til grafit eller grafitoid, atter i et andet omvandlet til farvende organisk forbindelse eller næsten fuldstændig udjaget; dette er et vidnesbyrd om, at detaillerne ved regionalmetamorfosen maa være meget vanskelige at efterspore.

Som allerede tidligere fremholdt i et arbeide af den tyske geolog *Lepsius* over Attikas geologi, og som vi nærmere skal omhandle i et efterfølgende afsnit om kornstørrelsen, tiltager i det hele og store kornets størrelse hos kalkspatmarmoren med regionalmetamorfosens grad; α : jo mere intens regionalmetamorphose, des bedre anledning til dannelse af store individer. Ogsaa her maa der forøvrigt have været en række øvrige, endnu ikke nærmere efterforskede faktorer, som har grebet med ind.

Ved den her i korthed skildrede regionalmetamorphose (eller bergkjædefoldning) er jævnlig ikke alene de ældste fossilførende formationer, som cambrium og silur, men ofte ogsaa de forholdsvis yngre formationer, som trias, jura, kridt og tertiær, blevne forvandlede, endog forvandlede næsten til uigjenkjendelighed; saaledes f. ex. den oprindelige lerskifer til fyllitskifer, glimmerskifer og helt frem til gneis. Og hvad specielt angaar de rundt om i verden mest bekjendte marmorlag, stammer disse for en væsentlig del fra nogenlunde unge formationer, saaledes den carrariske marmor fra trias og den græske (i alle fald den øvre græske) marmor endog fra kridttiden; vor nordlandske regionalmetamorfoserede marmor derimod er af meget ældre dato, antagelig fra den algonkiske periode (mellem den archæiske og cambriske periode) eller fra cambrium; de

trondhjemske marmorsorter er dels fra cambrium og dels fra silur.

Medens man, som vi ovenfor har omhandlet, med sikkerhed kan gaa ud fra, at de fossilførende, bituminøse kalkstene i de forskellige formationer, fra cambrium til tertiær, skylder organogene processer sin tilværelse, staar det fremdeles som aabne spørgsmaal, hvorledes de mange, forøvrigt oftest temmelig lidet mægtige forekomster af krystallinsk kalksten i grundfjeldet er dannede, og ligeledes, hvorledes de forskellige formationers dolomiter er fremkomne.

Vedrørende de førstnævnte kan man paa den ene side fremholde, at ogsaa disse kalkstene stadig fører noget grafit eller bituminøs substans, der kan opfattes som rester af organismer, og at følgelig vedkommende „grundfjeld“ kun skulde være et næsten til uigjenkjendelighed omvandlet skiferfelt fra en tidsperiode, da det organiske liv allerede havde holdt sit indtog paa vor jordklode¹⁾; paa den anden side kan dog heller ikke tanken om en direkte kemisk udfældning af kulsur kalk her absolut afvises.

Dannelsen af *dolomiterne* har helt siden aarhundredets begyndelse givet anledning til megen diskussion; enkelte har saaledes opfattet dolomiterne som et kemisk omvandlingsprodukt af præexisterende kalkstene — at forklare derved, at opløsning af magnesiaskilt sivede ind paa kalksten, hvorved der vilde ske en omsætning, idet magnesiakarbonatet udfældtes, og kalksaltet gik i opløsning; andre derimod har villet hævde, at dolomiterne, eller i alle fald en del af dem, var de oprindelige, direkte bundfældningsprodukter.

Det sandsynlige er, at enkelte dolomiter er dannede paa den ene maade, andre paa den anden. Særlig tør det vel nu ansees som givet, at der er leveret sikre beviser for, at en hel

¹⁾ Denne forestilling troede man for en del aar siden at kunne bestyrke ved fundene af den saakaldte „Eozoon canadense“, som man holdt for resterne af en kolossal foraminifer; det er dog senere godtgjort, at denne opfatning var absolut urigtig, og at den saakaldte Eozoon var af anorganisk oprindelse (serpentin i krystallinsk kalksten).

række, antagelig endog de fleste dolomiter er *metasomatiske omvandlingsprodukter* af kalkstenene. Men paa den anden side synes det mig ligesaa sikkert, at denne forklaring ikke kan overføres f. ex. paa den nordlandske dolomitmarmor, men at denne tvertom maa være dannet ved *direkte kemisk bundfældning*¹⁾.

Vedrørende denne *nordlandske dolomitmarmor* maa vi for det første fremhæve, at den — i modsætning til den sammesteds optrædende kalksten eller kalkspatmarmor — næsten gjenemgaaende er *fri for bitumen eller anden kulholdig substans*; hos kalkstenen og kalkspatmarmoren har vi opbevaret det umiddelbare vidnesbyrd om det her tidligere eksisterende organiske liv; hos dolomitmarmoren derimod mangler dette vidnesbyrd, — hvad i alle fald muliggjør den tydning, at dolomiterne aldrig har holdt bitumen; det kunde forøvrigt ogsaa tænkes, at den organiske substans blev destrueret samtidig med en eventuel dolomitisation af en præeksisterende kalksten.

Videre maa vi mærke os som en eiendommelighed, at den nordlandske dolomitmarmor paa talrige steder (f. ex. ved det indtil ca. 600 m. mægtige lag af dolomitmarmor paa Fauskeidet, desuden ved det nærliggende Kvandalfelt, ved Seljeli i Hemnæs osv.) — om end ikke overalt (saaledes f. ex. ikke ved Hekkelstrand i Ofoten, analyse no. 11) — er en kemisk ren *normaldolomit*, med forhold $\text{Ca CO}_3 : \text{Mg CO}_3$ som 1:1 (formel $\text{Ca Mg C}_2\text{O}_6$; se analyserne no. 6—10). Det synes lidet sandsynligt, at aldeles kolossale lag af saadan theoretisk normaldolomit skal kunne fremgaa ved omvandling af kalksten; snarere ledes tanken hen paa en direkte bundfældning.

Ved siden af disse to argumenter, der begge taler i retning af en direkte kemisk dannelsesproces, maa vi endelig lægge særlig vægt paa et tredje moment, nemlig en ganske hyppig *intim veksellagning af kalkspatmarmor og dolomitmarmor*, i *selvstændige smaa-skikt*, med aldeles *skarp grænse* mellem kalkspat-

¹⁾ Kun kan dolomitisations-theorien (omvandling af kalksten) for Nordlands vedkommende muligens appliceres paa den *cavernøse* dolomit (med aarer af fahlerts, blyglans, zinkblende osv.) ved Pantdalsli, Mikkelfjordet og andre steder i Hatfjelddalen.

marmoren paa den ene side og den rene normaldolomit paa den anden.

Exempelvis kan henvises til hosstaaende profil fra Aspaas marmorfelt, lidt søndenfor Velfjorden kirke, hvor distinkte bænke

Fig. 1.

Profil over kalkspat- og dolomitmarmor i veks-lende lag; fra Aspaas i Velfjorden. (Dolomitmar-mor betegnet med prik-kede linjer).



af grovkornig kalkspatmarmor (oftest himmelblaa) veksler med bænke af finkornig, hvid dolomitmarmor; grænsen mellem de to slags bænke er her aldeles skarp, saa de fleste haandstykker, jeg forsøgte at slaa fra grænsen, netop delte sig efter den papirtynde grænseflade.

Aldeles analoge forholde møder vi ogsaa f. ex. ved de saakaldte „citron“-brud ved Furuli i Fauske, hvor man iagttaget foldede smaa-lag af citrongul kalkspatmarmor (mægtighed snart noget over og snart noget under 1 m) og hvid dolomitmarmor, fremdeles med skarpe grænseflader mellem lagene.

Atter andetsteds synker disse separate smaa-lag af kalkspat- og af dolomitmarmor ned til endnu mindre dimensioner; undtagelsesvis kan man endog, som i en Løvgaff-marmor-lignende bergart fra Kvandal (nær stranden) i Skjærstad observere distinkte lag paa kun nogle faa millimeters tykkelse, af de to slags marmorsorter.

Ogsaa den egentlige Løvgaff-marmor, som vi senere nærmere skal beskrive, afgiver et ypperligt eksempel paa fællesoptræden af separate smaa-lag af kalkspatmarmor og af dolomitmarmor.

Det synes mig utænkeligt, at disse mange separate smaa-lag, af kemisk ren normaldolomit, optrædende med skarp grænse inde i kalkspatmarmoren, skal kunne være fremkomne ved en

omvandling (dolomitisationsproces) af præeksisterende kalklag¹⁾; ved en saadan proces maatte man nødvendigvis, saaledes som det ogsaa iagttages ved de metasomatisk omsatte kalkstene, vente gradvise overgange.

Der blir os saaledes ikke andet tilbage end at antage, at dolomitmarmoren maa være af primær natur, — en opfatning, som ogsaa bestyrkes derved, at den, i modsætning til kalkstenene, næsten altid er fri for organisk substans, og at den jævnlig er en normaldolomit.

Videre kan vi ogsaa fremhæve, at de nordlandske kalkstene og dolomiter meget ofte, saaledes som vi i et efterfølgende afsnit (om Nordlands amts geologi) ganske kort skal gennemgaa, optræder sammen med jernmalmlag, som efter min opfatning utvivlsomt er primært sedimentære og dannede ved en oxydationsproces af jernoxydulkarbonat i kulsyreholdigt vand, efter schema:



Sammen med jernet udskilles ogsaa forhaandenværende kulsyre og fosforsyre (derimod ikke, eller kun underordnet, manganoxydul og svovlforbindelser).

Naar senere ogsaa kulsyren undviger, har vi — ved tilstrækkelig stor magnesiagehalt i opløsningen og ved de fornødne fysiske betingelser (som f. ex. tryk) — alle forudsætninger givne for bundfældning af normaldolomiten.

Mod denne opfatning har man indvendt, at naturlige kilder, som f. ex. Carlsbader-sprudelen, med kalk- og magnesiakarbonat opløst i kulsyreholdigt vand, ved kulsyrens forundstning ikke giver anledning til dannelse af dolomitspat, men at der udskilles kulsur kalk (med noget kulsur magnesia) og kulsur magnesia (med noget kulsur kalk), hver for sig. Herom maa dog bemærkes, at saaledes gaar det vistnok for sig ved *en* atmosfæres tryk og lav temperatur; anderledes kan det dog, som ogsaa bestyrkes ved et experiment²⁾ af *Th. Scheerer*, forholde sig ved *andre fysiske* betingelser (ex. høiere tryk), og

¹⁾ Denne tankegang, som jeg ogsaa har fremholdt i mit tidligere arbejde „Salten og Ranen“, er bleven akcepteret af *F. Zirkel* i dennes „Lehrbuch der Petrographie“, 1894, III, s. 503—504.

overhovedet afgiver, som ogsaa *F. Zirkel* fremhæver i sin nye lærebog i petrografi (no. III, s. 503), enhver dolomitspat-druse et utvetydigt vidnesbyrd om en direkte dannelsesproces af dolomiten.

Vedrørende dolomitens omvandling, ved kontakt- eller regionalmetamorfose, gjælder i princippet det samme, som vi ovenfor har gennemgaaet for kalkspatmarmorens vedkommende.

Marmorens vigtigste egenskaber,

med særligt hensyn til de norske marmorsorter.

I det daglige liv spørger man ved marmor særlig efter *farve, politurevne, kornfasthed, frihed for porøsitet, kornstørrelse, haardhed, styrke, holdbarhed i luften* osv., derimod ikke — eller kun rent underordnet — efter den *chemiske sammensætning*. Da det dog er denne sidste, som i alle fald til en vis grad er bestemmende for en flerhed af de øvrige egenskaber, vil vi indlede dette afsnit med en oversigt over

De norske, navnlig de nordlandske marmorsorters chemiske sammensætning.

Den allermeste norske marmor — saaledes, saavidt hidtil kjendt, al (til ornamentalt brug anvendelig) marmor i de trondhjemske skifere, i det romsdalske grundfjeld, i de bergenske skifere (men ikke paa Talgø ved Stavanger) samt i Kristianiafeltet, desuden ogsaa en meget væsentlig del af den nordlandske marmor — er egentlig marmor eller *kalkspatmarmor*; ved siden heraf findes der i Nordlands og Tromsø amter ogsaa en hel del *dolomitmarmor*, tildels ogsaa *mellemed mellem kalkspat- og dolomitmarmor*.

Til nærmere oplysning om disse *nordlandske marmorsorter* — *dels kalkspatmarmor og dels dolomitmarmor* — skal vi sammenstille en række analyser, der er foretagne, under mit opsyn,

paa universitetets metallurgiske laboratorium, dels af amanuensis og dels af de bergstuderende. Ved de fleste af disse analyser, nemlig ved no. 1—2, 5—6, 8, 11—12, er der lagt særlig vægt paa at faa aldeles exakt bestemmelse af jern- og mangangehalterne¹⁾.

Analyser af nordlandsk kalkspatmarmor.

	Fauskeidet		Fauske Leifsæt <i>Rød</i> No 3	Fauske Leifsæt <i>Graa</i> No. 4	Velfjor- den Troviken <i>Hvid</i> No. 5
	Furuli <i>Citron</i> No. 1	Løvgaf- len <i>Rød</i> No. 2			
Uopløst	3.19	2.95	2.22	0.55	0.77
Jernoxydul (FeO) . .	0.0542	0.409	0.16	0.19	0.0085
Manganoxydul (MnO)	0.0063	0.137	0.10	0.10	0.0016
Kalk (CaO)	53.29	(46.08)	53.10	50.17	55.59
Magnesia (MgO) . .	0.75	6.59	1.46	4.40	0.32
Uopløst	3.19	2.95	2.22	0.55	0.77
Jernoxydulkarbonat (FeCO ₃)	0.087	0.699	0.26	0.30	0.137
Manganoxydulkarbo- nat (MnCO ₃)	0.010	0.221	0.16	0.16	0.0026
Kalkkarbonat (CaCO ₃)	95.16	(82.28)	94.82	89.59	99.27
Magnesiakarbonat (MgCO ₃)	1.57	13.85	3.07	9.24	0.68
Sum . .	100.02	(100.00)	100.55	99.84	100.86

No. 1. Saakaldet *citron-marmor*, fra citronbruddet, lidt søndenfor Løvgafien, Fauske. (Analyseret af amanuensis *G. Thesen*.)

No. 2. Udplukket *rød kalkspatmarmor*, af Løvgafiens rød-hvid-brogede marmor (der er bestaaende af rød kalkspat og hvid, finkornet dolomitspat), Fauske. — (*P. Schei*; kalken for enkelheds skyld kun beregnet som difference). — Den høie magnesiagehalt her skyldes utvivlsomt, at

¹⁾ Ved disse analyser indveiet 20—40 gr.; jernet fældt (ved repeteret fældning) med ammoniak eller ved basisk fældning; manganet med brom og ammoniak. Ved no. 3—4 og 10 er derimod ogsaa ved jern- og mangananalyserne kun indveiet omkring 1 gr.; disse bestemmelser tør derfor ikke siges at være absolut exakte.

der ved udplukningen af den røde kalkspat er kommet med lidt mikroskopisk fint tilblandet dolomitspat.

No. 3. *Rød kalkspatmarmor*, fra Leifsæt marmorbrud, Fauske (C. Damm).

No. 4. *GrovkrySTALLINsk graa kalkspat* (optrædende sammen med grøn, kromførende glimmer, fuchsit) fra kalkbrud (ikke det egentlige marmorbrud) paa odden ved Leifsæt, Fauske (Chr. A. Münster).

No. 5. *Hvid kalkspatmarmor* (kontaktmarmor), fra Troviken, Velfjorden (G. Thesen).

Analyser af nordlandsk dolomitmarmor (normaldolomit).

	Fauskeidet			Skjærstad Kvandal (No. 1) No. 9	Hemnæs Seljeli No. 10
	Hammarfald, Resvik No. 6	Tortenli (ort) No. 7	Furuli (lys, chrême) No. 8		
Uopløst	0.106	} Ubetydeligt (ca. 0.1%)	} 0.082 0.0089	} Ubetydeligt (ca. 0.1%)	0.46
Jernoxydul (FeO)	0.053				0.20
Manganoxydul (MnO)	0.020				0.0089
Kalk (CaO)	30.27				30.33
Magnesia (MgO)	21.87	22.17		22.06	21.47
Uopløst	0.106				0.46
Jernoxydulkarbonat (FeCO ₃)	0.086		0.132		0.32
Manganoxydulkarbonat (MnCO ₃)	0.032		0.144		
Kalkkarbonat (CaCO ₃)	54.05				54.16
Magnesiakarbonat (MgCO ₃)	45.93	46.56		46.33	45.09
Sum	100.21				100.09

No. 6. *Chrême-gul dolomitmarmor*, fra Hammarfald marmorbrud, det udgaaende af Fauskeidets marmordrag i Sørfolden (P. Schei).

No. 7. *Hvid dolomitmarmor*, fra orten mellem Tortenli og Tveraa, Fauskeidet (Chr. A. Münster; kun foretaget magnesiabestemmelse; ca. 0.1% uopløst; 0.01—0.05% FeO).

No. 8. *Hvid dolomitmarmor*, med *chrême-gul nuance*, fra Furuli marmorbrud, Fauskeidet (analyseret af mig; kun foretaget jern- og manganbestemmelse).

No. 9. *Hvid, temmelig finkornet dolomitmarmor*, fra det nederste dolomitmarmorbrud (betegnet som no. I) ved Kvandal, sydsiden af Skjær-

stadfjorden, i Skjærstad hovedsogn¹⁾ (*Chr. A. Münster*; kun foretaget magnesiabestemmelse).

10. *Hvid dolomitmarmor*, fra Seljeli dolomitmarmor-brud (øvre), i Hemnæs, Sørrenan; marmoren med meget grammatit (til analysen udplukket ren marmor). (*A. Holmsen*.)

Analysen af nordlandsk dolomitmarmor, med nogen tilblanding af kalkspat (dolomitspat og kalkspat i blanding).

	Ofoten Hekkel- strand. No. 11	Vefsen Remmen No. 12
Uopløst	Spør	0.253
Jernoxydul (FeO)	0.00365	0.0263
Manganoxydul (MnO)	0.0012	0.0019
Kalk (CaO)	41.40	32.41
Magnesia (MgO)	12.37	19.94
Uopløst	Spør	0.253
Jernoxydulkarbonat (FeCO ₃)	0.0058	0.0424
Manganoxydulkarbonat (MnCO ₃)	0.0019	0.0031
Kalkkarbonat (CaCO ₃)	73.92	57.87
Magnesiakarbonat (MgCO ₃)	25.97	41.79
Sum	99.90	99.96

No. 11. *Hvid dolomitisk marmor, med ganske svagt blaligt skjær*; fra Hekkelstrand, Ofoten (*G. Thesen*). — I andre prøver herfra findes mere magnesia.

No. 12. *Hvid dolomitisk marmor, med yderst svagt graaligt skjær* (kontaktmarmor), fra Remmen, Vefsen (*G. Thesen*).

Af disse analyser fremgaar for det første, hvad ogsaa er bekræftet ved en hel række mikroskopiske undersøgelser, at det *uopløste* — det vil sige, de mikroskopisk fint tilblandede fremmede, i svage syrer uopløselige mineraler (navnlig kvarts, glimmer, hornblende osv. samt rutil) — i den *nordlandske dolomitmarmor* i sin almindelighed kun udgjør en yderst lav procent, oftest under 0.05 eller 0.1%. — I den dels *rød* og dels *gul* far-

¹⁾ Fauske er annex til Skjærstad.

vede nordlandske *kalkspatmarmor* derimod møder vi ofte en hel del uopløst, navnlig kvarts, glimmer og hornblende, videre rutil og jernglans, undertiden ogsaa en bagatel svovlkis.

Jerngehalten i de nordlandske marmorsorter — ligegyldig om kalkspat- eller dolomitmarmor — er i regelen forsvindende lav; analyserne viser saaledes kun:

0.0036, 0.0085, 0.026, 0.053, 0.054, 0.082, 0.16, 0.19, 0.20 og 0.409¹⁾% jernoxydul (FeO);

videre en endnu betydelig mindre *mangangehalt*, nemlig

0.0012, 0.0016, 0.0019, 0.0063, 0.0089, 0.020, 0.10, 0.10 og 0.137¹⁾% manganoxydul (MnO).

Jerngehalten er fra 2 til 12, i middel 3 til 5 gange saa stor som mangangehalten.

Dolomitmarmoren fra Fauskeidet (Furuli, Tortenli, Hammarfald), videre fra Kvandal paa sydsiden af Skjærstad- (eller Fauske-)fjorden, fra Seljeli i Sørranen og fra talrige øvrige steder i Nordland, er i chemisk henseende at betegne som *normaldolomit*, af formel, naar man bortser fra de forsvindende smaa jern- og mangangehalter, CaMgC_2O_6 eller $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ (med støchiometrisk nøiagtig lige dele CaCO_3 og MgCO_3). — Denne normalformel kræver:

$$\left. \begin{array}{l} 30.43\% \text{ CaO} \\ 21.63 \text{ " MgO} \\ 47.94 \text{ " CO}_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 54.35\% \text{ Ca CO}_3 \\ \text{eller } 45.65 \text{ " Mg CO}_3 \end{array}$$

hvad kun afviger en ubetydelighed fra de ved analyserne no. 6—7 og no. 9—10 fundne procenttal²⁾.

Den nordlandske kalkspatmarmor, ligesom ogsaa den nordlandske urene kalksten, fører ofte en ganske høi *magnesiagehalt*, hvad bl. a. praktisk giver sig tilkjende derved, at store mængder af den nordlandske kalksten ved kalkbrænding giver

¹⁾ Ved de tre næstsidsste jern- og de tre sidste mangananalyser er der ikke lagt særlig vægt paa at faa absolut exakte bestemmelser; de fundne tal er antagelig lidt for høie.

²⁾ Ogsaa den ovenfor (anm. s. 2 og 3) omtalte krystalline dolomitmarmor fra Pleasantville i New York er en normaldolomit. Neppe nogetsteds ellers spiller dog den krystalline normaldolomit en saa kolossal rolle som i Nordland.

maver kalk; dog kan man paa flere steder ogsaa faa god, fed kalk.

Ved denne undertiden ganske høie magnesiagehalt formidles overgangen til dolomitmarmoren.

Hvor grænsen mellem kalkspatmarmor og dolomitmarmor (eller dolomitisk marmor) rettest bør drages, kan tildels være gjenstand for et vilkaarligt skjøn; her skal kun paapeges, at marmor no. 4 (med 4.4% magnesia) og no. 2 (med 6.6% magnesia, tildels stammende fra mekanisk tilblandet dolomitspat) har alle kalkspatmarmorens normale kriterier; medens derimod marmoren fra Hekkelstrand i Ofoten, analyse no. 11 (bestaaende af omkring 57% CaMgC_2O_6 , dolomitspat, og 43% CaCaC_2O_6 kalkspat; enkelte prøver dog med mere dolomitspat) med hensyn til en flerhed af egenskaberne (struktur, farve, politurevne osv.) stærkt nærmer sig mod normaldolomiterne. — Den nordlandske marmor synes saaledes at antage en dolomitisk karakter, naar magnesiagehalten overstiger omkring 10%.

Ogsaa i Tromsø amt optræder paa adskillige steder, helt frem til Karlse og ved Lyngseidet i Alten, samme hvide krystalline dolomitmarmor som i Nordlands amt; reiser man derimod endnu længere mod nord eller mod øst, kommer man over i en anden skiferafdeling (*Dahlls* Raipas- og Gaisa-system; *K. Pettersens* Balfjordsgruppe, tildels ogsaa Dividalsgruppen), som vistnok fremdeles fører dolomit, men af ganske anden natur. Denne finmarkske dolomit er uren, ofte kvartsrig, tæt eller stærkt finkornig og med splintrigt brud, og den kan ikke anvendes som marmor; heller ikke er den nogen normaldolomit¹⁾.

¹⁾ I *H. Reusch's* arbeide, „Fra en reise i Finmarken“ („Det nordlige Norges geologi“, 1891) meddeles et par analyser, foretagne af *R. Fridtz*, af denne urene dolomit:

	Porsangerfjorden	
	Fra Ivarholmen	Reno
Kulsur kalk, CaCO_3	46.86	61.82
Kulsur magnesia, MgCO_3	35.32	36.06
Kulsurt jernoxydul, FeCO_3	2.53	0.32
Uopløst	14.61	1.16
Lerjord, m. m.	0.84	0.96

Ogsaa i det centrale Norge, navnlig — eller endog næsten udelukkende — i sparagmitformationen, har man noget dolomit; saaledes f. ex. ved Jutulporten i Vaage, ved Koppang i Østerdalen og i omgivelserne af Rømundfjeldet¹⁾ nær rigsgrænsen i den nordre del af Hedemarkens amt. Videre har man ogsaa paavist et lag af dolomit ved *Talgø nær Stavanger*, hvorom henvises til den efterfølgende detailbeskrivelse, hvor man ogsaa vil finde analyse af bergarten. Men hermed er ogsaa opregnet de hidtil kjendte — eller af mig kjendte — forekomster af dolomit i det sydlige Norge, og man tør saaledes med sikkerhed paastaa, at dolomit i hele den sydlige del af landet hører til sjaldenhederne. Og specielt kan fremhæves, at i grundfjeldet, i Kristianiafeltets silur og i de bergenske skifere er — med undtagelse af en tvivlsom, ikke nærmere studeret forekomst i grundfjeldet nær Kragere — ikke kjendt et eneste dolomitlag, men kun lag af kalksten eller kalkspatmarmor; fra det trondhjemske skiferfelt er dolomit, i ganske tynde lag, hidtil kun paavist i omegnen af Rien og Vigelsjøen, paa kartblad Stuesjø²⁾.

Vedrørende sammensætningen af de forskjellige kalkstene i Kristianiafeltet og i de trondhjemske skiferrækker henvises til den efterfølgende geologiske detailbeskrivelse. Her skal vi indskrænke os til at paapege, at de fleste kalklag i Kristianiafeltets silur kun holder 0.5—1% kulsur magnesia, enkelte lag fra visse partier af etage 8 (fra øerne udenfor Holmestrand) dog et par eller endog 3—5% kulsur magnesia. Videre synes de trondhjemske kalkstene, at dømme efter de i det følgende sammenstillede analyser, gjennemsnitlig at holde lidt mere magnesia, end tilfældet er i Kristianiafeltet. — Jernehalten i kalkstenene baade i det trondhjemske og i Kristianiafeltet er tem-

¹⁾ Ifølge nogle analyser, foretagne af *H. Tornø* og offentliggjorte i et arbejde af prof. *Schiøtz*, om sparagmitformationen (Nyt mag. f. naturv.) holder disse temmelig arene dolomiter:

Kulsur kalk (CaCO ₃)	Kulsur magnesia (MgCO ₃)
29.39%	21 %
48.7 "	37 "
50.2 "	39.3 "

²⁾ Se *H. Reusch's* „Geologiske iagttagelser fra strøget nord for Fæmundsjøen“ (Kristiania vidensk. selskabs forh., 1896).

melig lav; analyserne af de trondhjemske kalkstene og marmorbergarter viser saaledes 0.20—0.87, middel 0.5% jernoxyd og lerjord i sum; og forskellige til kalkbrænding anvendte kalklag i Kristianiafeltet 0.15—0.55% jernoxyd.

Den norske marmors mineralogiske sammensætning.

a) Om de to selvstændige mineraler, kalkspat og dolomitspat.

Kalkspat (kulsur kalk, CaCO_3 eller CaCaC_2O_6) og dolomitspat (kulsur kalk-magnesia, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ eller CaMgC_2O_6) er to selvstændige, om end meget nærstaaende mineraler, der vistnok begge indgaar under den rhomboëdriske karbonatrække (kalkspat, dolomitspat, magnesit, jernspat, manganspat osv.), men som dog, saaledes som det er godtgjort ved forskellige fra den senere tid stammende undersøgelser¹⁾, tilhører forskellige krystalklasser. Kalkspaten krystalliserer nemlig rhomboëdrisk-hemiëdrisk (eller, efter den moderne klasseinddeling, i den *ditrigonal-skalenoëdriske* klasse); dolomitspaten derimod rhomboëdrisk-tetartoëdrisk (i den *rhomboëdriske* klasse).

Denne sidste krystalklasse betegnes i forhold til den førstnævnte ved en lavere symetri; dette har man sat i forbindelse dermed, at dolomitmolekület, CaMgC_2O_6 eller $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_6)\text{Mg}$, ligesom ogsaa det analoge $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_6)\text{Fe}$, er mindre symmetrisk konstrueret end molekülerne af kalkspat, CaCaC_2O_6 eller $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_6)\text{Ca}$, af magnesit $\text{Mg}(\text{C}_2\text{O}_6)\text{Mg}$, jernspat $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_6)\text{Fe}$, osv. Ved opbygningen af disse med halvveret symetri udstyrede dolomitmoleküler skulde — ifølge en theoretisk tankegang, der er bleven bestyrket ved analoge iagttagelser²⁾, — resultere krystaller med lavere (halvveret) geometrisk symetri.

¹⁾ Se særlig et arbejde af *G. Tschermak*, „Ueber die Isomorphie der rhomboëdrischen Carbonate“, *Tschermaks Min. Petrogr. Mitth.*, b. 4, 1883, og af *F. Becke*, „Ueber Dolomit und Magnesit und über die Ursache der Tetartoëdrie des ersteren“, samme tidsskr., b. 11, 1890.

²⁾ Se saaledes en afhandling af *W. C. Brögger*, „Ueber die morphotropischen Beziehungen des Pinakoliths und des Trimerits zu verwandten Mineralien“, *Zeits. f. Kryst. u. Min.*, b. 18, 1890; og af *A. Hamberg*, „Bemerkungen über die Titaneisen-Eisenglanz-Gruppe“, *Geol. Fören. Förh.*, 1890.

Denne distinktion mellem de to mineraler afspeiler sig, som vi senere skal omtale under afsnittet om strukturen, ved forskjellig struktur og forskjelligt forhold lige over for tryk og dannelse af tvillinglameller; videre adskiller de to mineraler sig ogsaa fra hinanden derved, at dolomitspaten er noget tungere (ren jernfri kalkspat specifik vægt 2.72, ren dolomitspat 2.87), noget haardere (kalkspatens haardhed 3, dolomitspatens 3.5—4), og endelig mere modstandsdygtig mod kemiske angreb. Kalkspaten opløses saaledes, under stærk brusning, selv af kold og temmelig stærkt fortyndet saltsyre (som 1 del syre til 8—10 dele vand); dolomitspaten derimod bruser kun ganske svagt ved kold koncentreret saltsyre og ikke, eller, i pulveriseret tilstand, kun næsten umærkeligt ved kold fortyndet saltsyre (som 1 del syre til 4—8 dele vand); opløses derimod meget let af varm saltsyre, der gjerne kan være fortyndet. Og lige over for eddikesyre er forholdet saaledes, at kalkspaten bruser noget ved kold, koncentreret syre og lidt ved kold, fortyndet syre; dolomitspaten derimod ikke noget hverken ved koncentreret eller fortyndet kold eddikesyre; ved varm eddikesyre, selv endog ved noget fortyndet, opløses dog ogsaa dolomitspaten.

Naar man vil anvende dette forhold lige over for syrer til at skille kalkspatmarmor fra dolomitmarmor, bør man for sikkerheds skyld altid foretage kontrolprøve, med allerede tidligere bestemt kalkspat- og dolomitmarmor.

I mineralet kalkspat kan indgaa en eller et par procent magnesia, $\text{Ca Ca C}_2\text{O}_6$ kan, uden at krystalklassens karakter paavirkes, optage i sig nogle faa procent $\text{Ca Mg C}_2\text{O}_6$; marmor med kun en eller et par procent magnesia bestaar saaledes kun af kalkspat, uden mekanisk tilblandet dolomitspat. Ved noget høiere magnesiagehalt derimod, saaledes f. ex. ved 7—12% magnesia (analyserne no. 2 og 11), faar man en mekanisk blanding af kalkspat og dolomitspat; herom henvises til det efterfølgende afsnit om strukturen.

b) De ledsagende mineraler

kan deles i to store hovedgrupper, eftersom marmoren er *kontakt* eller *regionalmetamorfoseret*.

Mineralselskabet i den *regionalmetamorfoserede* marmor, f. ex. i Nordland og i de trondhjemske skifere, er navnlig: *kvarts*, forskellige *hornblendemineraler*, i dolomitmarmoren oftest lys *grammatit*; i kalkspatmarmoren jævnlig *straalsten* eller mørkere, vanlig *hornblende*; videre forskellige *glimmermineraler*, dels lys kaliglimmer, dels brun og sort magnesiaglimmer, ofte ogsaa *grøn kromholdig glimmer (fuchsit)*; desuden *jernglans*, *grafit* med grafitoid og antracitisk kulstøv; talk og chlorit (sekundærprodukter) samt, som mikroskopisk interposition, *rutil*; og endelig som stor mineralogisk sjældenhed *wollastonit*, *turmalin*, *prehnit*, *titanit*, *apatit* og kanske endnu flere mineraler.

Den *kontaktmetamorfoserede* marmor karakteriseres derimod ved selskabet: *granat*, *vesuvian*, *skapolith*, *wollastonit*, forskellige *augit*-, *hornblende*- og *glimmer*-mineraler, *spinel*, *magnetjern*, osv.

De sidstnævnte mineraler pleier vi ogsaa at møde i de i grundfjeldet indlagrede marmorfelter (ved Eg ved Kristianssand desuden *chondrodit*).

Distinktionen mellem disse to mineralselskaber er meget skarp, hvad bedst illustreres derved, at jeg i den ordinære nordlandske regionalomvandlede marmor overhovedet aldrig har iagttaget f. ex. *granat*, *vesuvian*, *skapolith* eller *augit*, hvilke mineraler er saa yderst almindelige, f. ex. i den kontaktomvandlede marmor langs granitgrænsen i Kristianiafeltets silur eller i grundfjeldets krystallinske kalkstene. — *Wollastonit* derimod har jeg i regionalomvandet marmor fundet paa et par steder, nemlig ved Møviken¹⁾ i Ibbestad og i Almendinge-marmoren fra Bjørnør; dette for kontaktmetamorfosen saa høist karakteristiske mineral kan saaledes leilighedsvis ogsaa indgaa

¹⁾ Minerallet herfra bestemt ved følgende kriterier: i snit parallel klinopinakoidet to meget gode spaltbarheder med vinkel temmelig nøiagtig 95° (OP: ∞ P $\infty = 95^\circ 30'$), desuden to daarlige spaltbarheder, liggende omtrent diagonalt mod de to førstnævnte. Udslukning i snit efter klinopinakoidet omkring 35° mod den bedste spaltbarhed; i snit parallel orthopinakoidet efter orthoaxen; i dette snit sees en optisk axe at udtræde skjævt; nogenlunde stærke interferensfarver. Gelatinerer med varm saltsyre; opløsningen giver med ammoniak kun spor af (jern-)bundfæld, derefter med oxalsur ammoniak betydelig kalkfældning.

i regionalmetamorfoseret marmor. — Denne iagttagelse frembyder forsaavidt nogen interesse, som wollastonit, saavidt mig af litteraturen bekjendt, ikke tidligere har været paavist i de yngre regionalmetamorfoserede kalklag¹⁾.

Den nordlandske *hvide dolomitmarmor* fører paa mange steder — f. ex. ved Seljeli i Sørranen, ved Nedrevand i Fauske, ved Kvandal i Skjærstad, ved Tjeldebotn i Ofoten, paa toppen af Likkavarre i Maalselven, paa Karlø osv. osv. — talrige store (indtil over tommelange) krystaller af lys *grammatit*; denne forekomstmaade paavistes allerede af *L. v. Buch* under dennes bekjendte reise i Norge i 1806—07, hvor han fandt grammatit i dolomit ved Kasnæs i Ibbestad, Kløven og Lenvik paa Senjen, videre ved Benjord, Dramfjeld og flere andre steder nær Tromsø, og *L. v. Buch* fremholdt allerede ved begyndelsen af aarhundredet ligheden med den bekjendte analoge forekomst ved Airola og Campo Longo ved St. Gotthardt²⁾. — Foruden grammatit (med anden straalsten) møder vi i den nordlandske dolomitmarmor ogsaa ofte noget *glimmer*, oftest lys kaliglimmer; ved talrige lokaliteter er dog den nordlandske dolomitmarmor temmelig fri for fremmed mineral.

Ved de bekjendte brud paa Fauskeidet (Tortenli, Furuli, Dypvik) og ved Hekkelstrand i Ofoten er det saaledes i en flerhed af blokkene umuligt for blotte øie at opdage nogetsomhelst fremmed mineral. Bedst i saa henseende synes Hekkelstrandmarmoren at stille sig, idet man i denne kun som stor sjældenhed iagttager lidt glimmer og straalsten (videre fandt jeg etsteds ogsaa lidt talk, paa sletter i marmoren). — Furuli-marmoren, som nu er den gangbare hvide handelsmarmor fra Nordland, er vistnok ogsaa nogenlunde fattig paa fremmed mineral; ikke saa ganske sjældent optræder dog her nogle fine sletter af lys glimmer, der paa poleret flade virker generende, i alle fald

¹⁾ Ved Ibbestad findes intet eruptivfelt i nærheden; paa Almendingøen har jeg ikke været, men da marmoren herfra har regionalmetamorfosens vanlige karakter, maa det antages, at der ikke her — saaledes som fleresteds i Vefsen og Velfjorden — foreligger nogen kombination mellem regional- og kontaktmetamorfose.

²⁾ Den grammatit-førende dolomit her antages at tilhøre jura.

naar man staar ganske nær ind mod stenen; i lidt større afstand derimod kan denne glimmer ikke observeres, og derfor nedsætter denne forurening kun i underordnet grad marmorens brugbarhed som arkitekturmarmor; hvor der handles om møbelmarmor, er derimod denne forurening med glimmer temmelig farlig.

Ved behandling med syre efterlader den vanlige hvide nordlandske dolomitmarmor, f. ex. fra Fauskeidet, Hekkelstrand, Seljeli osv., oftest kun en fuldstændig bagatel uopløst, i regelen kun 0.05—0.10% af marmorens vægt; denne uopløste rest viser sig ved mikroskopisk undersøgelse hovedsagelig at bestaa af lys glimmer med lidt kvarts og nogle ersmaa rutilkrystaller.

Den nordlandske *kalkspatmarmor* derimod fører gjerne noget rigeligere tilblanding af fremmed mineral, dog fremdeles hovedsagelig kun i ganske smaa individer, saa marmoren alligevel er fuldt anvendelig. Saaledes holder den nordlandske „citron“ og den intensivt rødt farvede marmor (analyse no. 1—3) gjerne et par procent, leilighedsvis endog tre procent fremmed mineral, nemlig kvarts, forskjellige glimmermineraller og mikroskopisk fin rutil og jernglans. Kvartsen optræder her gjerne i de største individer, af størrelse dog i regelen under 1 mm, sjelden saa meget som 1—2 mm; men selv korn af denne størrelse virker, som vi senere under afsnittet om politurevnen nærmere skal omtale, ikke generende paa poleret flade; blir kornene endnu større, vil derimod marmoren ikke kunne anvendes til finere brug.

Særlig karakteristisk for den røde kalkspatmarmor er talrige interpositioner af smaa *rutil*krystaller (længde indtil 0.15—0.20 mm; dels enkelte krystaller og dels tvillinger eller trillinger efter den vanlige tvillinglov, med $P\infty$ som tvillingflade; undertiden i *primær*, lovmæssig sammenvoxning med jernglans, se herom nærmere i mit tidligere arbejde „Salten og Ranen“, s. 51).

Ligesaa karakteristisk er en *grøn kromførende glimmer*, *fuchsit*, som jeg har iagttaget næsten ved alle de af mig besøgte forekomster af den *røde kalkspatmarmor*, og som flere-

steds ogsaa optræder sammen med den lyse kalkspatmarmor (f. ex. i den saakaldte „antique verdâtre“, hvis grønne farve skyldes den kromholdige glimmer) eller sammen med den hvide dolomitmarmor.

Intensiv grønfarvet glimmer fra Leifsæt i Fauske holder, ifølge en af min daværende amanuensis *Chr. A. Münster* foretagen analyse, 4,63% kromoxyd (Cr_2O_3); videre, ifølge kvalitativ analyse, meget lerjord, temmelig lidet jernoxyd (eller oxydul) og ganske lidet magnesia og kalk. — Denne grønne glimmer optræder næsten altid sammen med hvid kaliglimmer (muscovit), med hvilken den er forbunden ved gradvise overgange; i et og samme haandstykke og endog i et og samme glimmerindivid kan saaledes enkelte skjæl være rent sølvhvide, andre svagt lysegrønne, atter andre middelsgrønne eller intensivt grønne (smaragdgrønne). Endvidere stemmer den sølvhvide, den lysegrønne og den intensiv grønne glimmer i optisk henseende temmelig nøie overens, idet den spidse bissectrix staar omtrent normalt paa basis (afvigelsen saa liden, at den ikke kunde konstateres), og idet vinkelen mellem de optiske axer er middels stor.

En gehalt af kromoxyd er tidligere paavist i forskjellige slags glimmere, nemlig baade i biotit (den „egentlige kromglimmer“, med indtil 5,90% kromoxyd) og i muscovit, hvis kromførende glimmer har faaet navnet *fuchsit*. Da vor kromførende glimmer kun viser forsvindende lidet magnesia, og da den endvidere i optisk henseende stemmer ganske nøie sammen med muscoviten, med hvilken den endog er forbunden ved gradvise overgange, blir mineralet ikke at bestemme som „egentlig kromglimmer“, men som *fuchsit*.

De kromførende glimmermineraller hører rundt om i verden for en væsentlig del hjemme netop i krystallinsk kalksten eller dolomit; kromførende glimmer er saaledes hos os, foruden i Nordland, paavist i diverse marmorlag i det trondhjemske (af prof. *Th. Kjerulf* ved Risvold og Lødølja i „Merakerprofilen“; af mig ved Bukhammeren, Holtaalen); desuden i talrige marmor- eller dolomitlag i udlandet (ex. i dolomit fra Lake Huron; Pfitsch i Tyrol, osv.).

Forøvrigt henvises vedrørende de fremmede mineraler, der indgaar i de forskjellige marmorsorter, til den efterfølgeude lokalbeskrivelse. Her skal vi kun som generel regel fremholde, at de i grundfjeldet optrædende marmorlag næsten altid er saa rige paa fremmed mineral (granat, glimmer, hornblende, augit osv.), at de af denne grund ikke kan faa nogen anvendelse som marmor. Fra denne regel gives der dog enkelte undtagelser; saaledes er nogle partier af de ganske mægtige marmorlag i det romsdalske grundfjeld, f. ex. ved Kornstadvjorden, temmelig fri for fremmed mineral.

En yderst farlig forurening i marmor er *kis*, der ved rustning sætter stygge brune flækker. Værst er i saa henseende magnetkisen, idet denne ruster lettest.

Marmor med nævneværdig forurening af *kis* er til de allerfleste øiemed absolut ubrugbar; en ganske ørliden tilblending af svovlkis kan dog i alle fald under visse betingelser være tilstedelig, nemlig naar marmoren ikke er det allerringeste porøs, og naar svovlkisen selv ikke er det fjerneste forrustet; videre kan det ogsaa være af betydning, om de ørsmaa kiskrystaller ligger udskilte paa grænsen mellem kalkspatindividerne, eller om de — saaledes som i alle fald til en vis grad er tilfælde med Leifsæt-marmoren — ligger fuldstændig indesluttede inde i kalkspatkornene. Exempelvis kan nævnes, at jeg har seet marmorplader af belgisk marmor, som havde holdt sig uden rustflækker gennem lange tider, til trods for, at enkelte ørsmaa svovlkiskrystaller stak frem paa den polerede overflade. Og i den klassiske penteliske statuemarmor, fra Attika i Grækenland, kan man, ifølge *Lepsius's* tidligere citerede arbeide, jævnlig paavise lidt svovlkis, dog kun i forsvindende mængde. Videre holder ogsaa plademarmoren fra Leifsæt i Fauske en liden tilblending af smaa svovlkiskrystaller, som i alle fald i de fleste lag — tildels paa grund af kisens optræden inde i kalkspatkrystallerne — ikke er generende for marmorens anvendelse til gulvfliser og lignende; med blokke, hvor man finder *kis* paa selve skiktfladerne, maa man dog være meget forsigtig.

Man maa — som ogsaa *Th. Egleston*¹⁾ paapeger i sit arbejde „The cause and prevention of the decay of building stone“ — her ikke være altfor theoretisk rigores og fordømme en hvilken som helst marmor, der holder kis i aldeles forsvindende mængde; ved lidt større tilblanding af kis, specielt naar kisen rustet let, er marmoren dog aldeles ubrugbar.

Apatit spiller liden eller ingen rolle i den nordlandske marmor.

Foruden de forskjellige anorganiske bestanddele, som vi ovenfor har beskæftiget os med, indeholder de fleste marmorsorter, i alle fald af kalkspatmarmor, ogsaa noget *grafit* eller anden *kulholdig substans*; jævnlig ogsaa en *organisk forbindelse*, som lugter ved slag, eller som virker farvende paa marmoren. — Som vi under det geologiske indledningsafsnit har omtalt, er kalkspatmarmoren fremkommen ved omvandling af kalksten, ved hvis dannelse organiske processer spillede med ind; den oprindelige kalksten indeholdt af denne grund saa at sige uden undtagelse tilblandet noget organisk substans, der ved den efterfølgende metamorfose — ligegyldig om regional- eller kontakt-metamorfose — alt efter metamorfosens grad blev omvandlet til *grafit* eller anden fast, kulholdig substans, eller til kompliceret sammensatte, „flygtige“ forbindelser; kun undtagelsesvis blev den oprindelige organiske substans, saaledes som vi ovenfor har udviklet, fuldstændig destrueret eller udjaget.

I alle fald til en vis grad anderledes maa dette forhold have stillet sig ved dolomiterne; for de nordlandske felters vedkommende er det saaledes en kjendsgjerning, at *dolomitmarmoren gennemsnillig indeholder meget mindre organisk substans end kalkspatmarmoren*.

Grafit er [en] temmelig hyppig gjæst hos de forskjellige kalkspatmarmor-sorter, saavel i grundfjeldet som i de ordinære kontakt- og regionalmetamorfoserede marmorsorter; hvor metamorfosen har været overordentlig intens, er dog grafiten fuldstændig

¹⁾ Transact. Americ. Soc. Civ. Eng., b. 15, 1886, s. 670.

forsvunden (ex. Troviken marmorbrud i Velfjorden, umiddelbart ved eruptiv-kontakten). — Hos den nordlandske dolomitmarmor erindrer jeg derimod ikke nogetsteds at have fundet grafit; mørke skyer, førende lidt fint kulstøv, ser man dog hist og her.

Endnu hyppigere end grafit er i den nordlandske kalkspatmarmor et oftest temmelig fint fordelt kulstøv, hvis kemiske natur jeg forevrigt ikke nærmere har undersøgt. Kun kan nævnes, at dette kulstøv paa enkelte steder er adskillig grafitlignende og med udseende som det saakaldte „*grafitoid*“ (amorft, grafitlignende kul, med omkring $\frac{1}{4}\%$ vandstof; optrædende f. ex. i kalkspatmarmor fra Wunsiedel i Bayern); paa andre steder derimod er kulstøvet tilsyneladende af antracitisk natur. Det er navnlig dette fint fordelte kulstøv, som fremkalder de graa og sorte farver og schatteringer hos marmoren; ogsaa grafiten er undertiden, som f. ex. i en kalkspatmarmor anvendt som bygningsmaterial i Ibbestad kirke, tilstede i saa rigelig mængde, at den forlener marmoren en graalig tone.

Foruden disse faste kul-bestanddele indeholder den aller-meste kalkspatmarmor, om end i høist vekslende mængde, en *ildelugtende flygtig forbindelse*, som undviger ved slag, c : naar marmoren slaaes istykker, saa den i porer og spalteflader siddende flygtige forbindelse kan slippe løs. Af den nordlandske marmor lugter saaledes den vakre lysegraa Ballangen-marmor ved slag saavidt stærkt, at det endog kan virke lidt generende ved bearbejdelsen. De fleste øvrige kalkspatmarmor-sorter lugter betydelig mindre, jævnlig endog saa lidet, at man er i tvivl, om nogen lugt kan mærkes eller ei. Kalkspatmarmor absolut kemisk fri for saadan flygtig organisk forbindelse hører dog til de store sjældenheder, [og selv Carraras statuario er mig op-givet ikke at være anvendelig, hvor der handles om til finere kemisk brug at fremstille kulsyre *absolut* fri for forurening; man foretrækker da magnesit eller dolomit (se herom under Talgø-dolomiten, efter afsnittet om marmor i de bergenske skifere).

Ved siden af disse ildelugtende flygtige stoffe har vi ogsaa de intensivt, rødt eller blaat farvende organiske forbindelser, der nærmere omtales under afsnittet om marmorens farve.

Ogsaa disse sidstnævnte organiske forbindelser spiller en rent underordnet rolle hos dolomitmarmoren, der aldrig — eller i alle fald kun rent underordnet — lugter ved slag. Paa hele dette omraade er der saaledes en ganske væsentlig forskjel mellem kalkspatmarmoren og dolomitmarmoren.

F a r v e n .

Foruden *hvid marmor*, som fleres teds i Nordland optræder i meget *mægtige lag*, har man i vort land paavist en hel række forskellige slags *farvede* marmorsorter, med høist vekslende farvetoner og schatteringer. Vi skal kort opregne de vigtigste hidtil kjendte sorter.

Hvid, dog kun yderst sjelden, som f. ex. ved Hegge og Rugaasnæs i Velfjorden, absolut snehvid, uden nogensomhelst tone i den ene eller anden retning, men næsten altid hvid med enten yderst svag blaalig, svag gullig eller svag graalig nuance;

hvid med yderst svag blaalig tone (i retning mod det *melkeblaa*); hid hører den meste Carrara-marmor, baade statuario, blanc clair og blanc P; videre hos os Hekkelstrand-marmoren fra Ofoten og Granaas-marmoren fra Vefsen;

hvid med yderst svag gullig (crémegul, flødegul) tone; ex. en større del af den hvide dolomitmarmor fra Tortenli—Furuli paa Fauskeidet; denne dog undertiden næsten ren snehvid, med neppe mærkbar crème-tone; undertiden forevrigt ogsaa med graalig tone og med graa skyer;

hvid med svag graalig tone; ex. fra Remmen ved Mosjøen.

Hos den hvide marmor foretrækker de fleste en ganske svag crémegul tone fremfor den blaalige, idet den gule tone er „varm“, den blaa derimod „kold“. Den nordlandske hvide marmor, specielt Fauskeidets hvide dolomitmarmor, som ofte udmærker sig ved ganske svag crémegul nuance, har i saa henseende, særlig hvor der handles om meget store blokke, til kolos-statuer, søiler, kapitæler osv., et fortrin fremfor den ordinære Carrara-marmor, som næsten altid har et lidet stik mod

det blaalige; en enkelt varietet af Carrara statuemarmor falder dog med en svag *crémegul* tone, og samme nuance udmærker ogsaa den tyrolske statuemarmor, fra Laas. Fleresteds er hos den hvide nordlandske marmor den gule nuance saavidt fremtrædende, at marmoren ikke længere kan opføres som hvid, men som *gul*, nemlig *crémegul*, undertiden ogsaa *vingul*. Dette gjælder navnlig dolomitmarmoren fra Dypvik og Hammarfald i Sørfolden (fortsættelsen af Fauskeidets marmordrag); tilsvarende lysegul marmor (kalkspatmarmor) optræder ogsaa fleresteds i Kornstadvord-feltet, indenfor Kristianssund.

Medens den svagt *crémegule* nuance i Nordland i det hele og store er mest betegnende for den nogenlunde finkornige (og ikke eller kun svagt gennemskinnende) dolomitmarmor, udmærker kalkspatmarmoren sig undertiden — om end meget sjælden — ved en *citrongul* farve; denne „citron-marmor“, eller til daglig kun benævnt „*citron*“, som er svagt gennemskinnende¹⁾ og noget mere grovkornig end de ovennævnte *crémegule* varieteter, brydes saaledes i citron-bruddene paa Fauskeidet; hermed identisk marmor er ogsaa kjendt ved Kvandal, paa sydsiden af Fauske- eller Skjærstadvord; en noget lignende marmor ogsaa i Kornstadvord-feltet paa Nordmøre. Den nordlandske, gennemskinnende citron-marmor, der betaales til endnu høiere priser end den hvide, er hidtil kun paavist i ganske smale lag (noget over eller noget under 1 m).

Saakaldet „*elfenben-marmor*“ — tæt som elfenben: og med elfenbens gule tone — findes ved Gotvasli, i Værran, Indherred.

En ganske *markeret orangegul* tone møder vi hos mange af de tynde striber af kalkspatmarmor i Leifsæt-marmoren, fra Leifsæt i Fauske og hermed analoge felter, f. ex. ved Tjeldebøtn og ved Bø, Ballangen, begge i Ofoten.

¹⁾ Paa grund af denne gjennemsigtighed er den nordlandske citron-marmor undertiden bleven benævnt „*oxyx-marmor*“, — en betegnelse, som dog er vildledende, idet man med *oxyx-marmor* (fra Mexiko) forstaar en *aldeles tæt og stærkt randet*, *vingul*, gjennemsigtig marmor. Navnet skriver sig derfra, at denne eiendommelige marmor paa grund af den ofte krusede stribning minder om den egentlige *onyx* (kiselsyre-onyx).

I høi grad karakteristisk for den nordlandske marmor, specielt for kalkspatmarmoren, er en tildels meget *intensiv rød*, oftest *ren rosenrød eller morgenrød* farve; saadan rødfarvet marmor møder vi paa talrige steder i Skjærstad og i Ofotenfelterne, videre i Gildeskaal og Steigen, rent underordnet ogsaa i Vefsen; derimod er den røde farve, saavidt hidtil kjendt, ikke paavist i Ranen og Velfjorden. Denne røde farve er hovedsagelig bunden til de marmorvarieteteter, som efter de mest bekjendte lokaliteter benævnes „Løvgaff-marmor“ og „Leifsæt-marmor“, hvilke vi begge senere kommer til at omtale udførligere. Af disse er Løvgaff-marmoren, i alle fald populært regnet, en slags brecciemarmor, bestaaende af rød kalkspatmarmor og hvid dolomitmarmor, med noget glimmer (kromførende glimmer, fuchsit); og Leifsæt-marmoren er en plademarmor, med veksellende smaa-lag af rød, gul, graahvid og grønlig kalkspatmarmor, desuden ogsaa her noget glimmer (delvis fuchsit). Disse smaa-lag af homogent farvet rød marmor i Leifsæt-marmoren er oftest kun 3—8, høist 10—15 cm tykke, — altsaa i hvert fald saa smale, at man ikke kan faa større blokke af dem; denne røde plademarmor kan saaledes kun anvendes til gulv- og vægfliser, ganske smale søiler, osv.; den rød-hvid-brogede Løvgaff-marmor derimod falder i store blokke. — Lyserød (blegrød) marmor optræder ved Haugan nær Strømmen, Inderøen, og er ogsaa paavist hist og her i grundfjeldet.

Himmelblaa marmor (kalkspatmarmor) findes ved Vedaa i Hemnæs, Sørranen samt ved Aspaas i Velfjorden; den blaa farve — undertiden intensiv som himmelens rene blaa en vakker sommerdag — taber sig dog fuldstændig, i alle fald ved Vedaa, ved at ligge i luften.

Lys *blaalig graa* marmor er temmelig vanlig; ex. ved Ballangen i Ofoten, [ved Kvandal og øvrige steder i Skjærstad, i Sørraisen i Tromsø amt, osv. osv.; denne graa eller blaagraa, undertiden næsten isblaa marmor har adskillig lighed med den hos os i handel gaaende schlesiske marmor.

Ogsaa en noget mere *mørkegraa* farve, med noget veks-

lende intensitet og jævnlig med en *blaalig tone*, ofte ogsaa med *schatteringer*, er nogenlunde hyppig.

Graasort marmor, der paa poleret flade tager sig ud som næsten fuldstændig *sort*, findes bl. a. ved Saksenvik i Saltdalen, lidt søndenfor Fauskefeltet; marmor af lignende farve er ogsaa paavist ved Dalsbugten og andre steder i Eidanger, nær byen Brevik (Langesundsfjorden); den her optrædende sorte marmor er en silurisk kalksten, enkrinitkalk, med smaa, hvide fragmenter af fossiler, nemlig enkriniter.

Hidtil har vi næsten udelukkende holdt os til de *ensfarvede* marmorsorter; foruden disse findes hos os ogsaa *flerfarvet* marmor, i meget talrige varieteter.‡

En af de mest eiendommelige af disse flerfarvede sorter er den rød-hvid-brogede Løvgaff-marmor („*brèche rubanée*“ eller „*brèche rosée*“), som er bestaaende af smaa-partier af rød kalkspat og hvid dolomitspat, med grøn glimmer, ofte ogsaa spættet med grøn hornblende. Den ganske intensive røde farve er her forherskende, saa i afstand gjør denne unique nordlandske marmor, der forevrigt er paavist ikke alene ved Løvgaffen i Fauske, men ogsaa ved Kvandal i Skjærstad og ved Ballangen i Ofoten, et lys rosenrødt indtryk; paa nærmere hold ser man ogsaa de hvide smaa-partier samt det grønne istænk af kromførende glimmer og af hornblende, hvilke begge bidrager til at give det hele et mere broget og friskt liv. — Lignende farver, nemlig rødt, gult, hvidt og grønt, møder vi ogsaa hos Leifsæts plademarmor.

Hertil kommer de talrige marmorsorter med *graa eller sorte*, undertiden ogsaa grønne *schatteringer paa hvid bund* eller omvendt med *hvide schatteringer paa graa bund*.

Mest opsigt af disse marmorsorter har vakt den saakaldte „*antique vené*“ eller kort kun „*antique*“, hvormed man hos os forstaar en hvid marmor (kalkspatmarmor) med talrige krusede (∩: foldede), graa eller mørke *schatteringer* (tiger- eller zebra-skinds *schatteringer*); et ganske stort brud paa denne slags marmor, hvor snart den hvide bundtone og snart de graa *schatteringer* er forherskende, findes ved Furuli paa Fauskeidet; no-

get lignende marmor er ogsaa paavist flere andre steder i Nordland, samt ved Kjenneraasen i Snaasen.

Med „*antique verdâtre*“ (grøn antique), som ogsaa optræder ved Furuli i Fauske, forstaar man en noget lignende marmor, kun med nogen tilblending af grønt (grøn kromholdig glimmer).

Tilsvarende *lysegraa schatteringer*, men paa svag *lysegul (crémegul) bund*, findes f. ex. ved Hammarfald og Dypvik, Sørfolden.

Atter andetsteds kan de lysegraa, blaaliggraa eller graa-sorter skyer, aarer eller linjer fortone sig paa anden maade, saa man herved kan faa frem en hel række forskellige varieteter; eksempelvis kan saaledes nævnes en hvid marmor (kalkspatmarmor) med næsten rette, graasorte schatteringer, fra Kvandal (lignende antiqu'en, men med rette schatteringer istedenfor de krusede). — Af disse vakre schatterede (eller „marmorerede“) marmorsorter vil man utvivlsomt i Nordland i tidernes løb komme til at levere en mængde forskellige sorter.

Ved „*St. Anna*“, der er en fra Belgien laant betegnelse, forstaaes en mørkfarvet *brecciemarmor*, nemlig en graasort eller næsten ganske sort marmor, gjennessat af hvide aarer (kalkspataarer); findes paa Inderøen og ved Snaasen kirke, i Indherred. — Ogsaa denne slags marmor kan leveres i talrige varieteter.

Ovenstaaende opregning vil i alle fald være tilstrækkelig til at godtgjøre, at hos den norske marmor er repræsenteret en hel række forskellige farver, nemlig *hvidt*, *gult* (crémegult, citrongult, vingult), *rødt* (rosenrødt, blegrødt), *graat* (blaagraat, ren graat, mørkegraat), *sort*, *blaat*, — alle de sidstnævnte med forskellige fortoninger; videre ogsaa *grønt*; derimod er de brune farver og nuancer hidtil ikke paaviste hos os¹⁾. Vi mangler saaledes ekvivalent til den belgiske brune eller rødbrune marmor („*rouge royal*“, „*rouge reine*“ osv., hvilke tildels minder om poleret mahogni).

¹⁾ Af brun marmor har jeg kun seet en enkelt prøve, fra Meraker-jernbanen, dog saavidt vides fra den svenske side af rigsgrænsen; nærmere lokalitet ikke opgivet.

Om aarsagerne til de forskellige farver.

Herom kan man for de nordlandske marmorsorters vedkommende i korthed sige, at de forskellige blaagraa eller graasorte nuancer eller schatteringer fremkaldes ved en fint fordelt *mekanisk* tilblanding af en kulholdig substans, nemlig antracitisk kulstøv eller grafitoid, sjeldnere grafit; rent undtagelsesvis skyldes den mørke farve ogsaa tilblanding af jernglans; de intensive røde, blaa eller gule farver derimod beror, paa lignende maade som tilfældet er f. ex. med de intensivt farvede flusspater, paa en i aldeles minimal (praktisk talt vægtløs) mængde forhaandenværende *organisk forbindelse*; videre kan vi ogsaa fremhæve, at jern- og mangangehalterne gjennemgaaende er saa lave, at de ikke har nogen dominerende indflydelse paa marmorens farve. Specielt er den røde farve *ikke* at føre tilbage til nogen høj mangangehalt, ligesaa lidt de nogenlunde intensive gule farver til nogen høj jerngehalt.

At farven hos disse sidstnævnte marmorsorter ikke skyldes noget fast anorganisk stof, som jern- eller manganoxydul, men derimod en organisk forbindelse, er mest paatageligt ved den *himmelblaa* marmor fra *Vedaa* (Lervikbugten i Hemnæs), idet den blaa farve her taber sig fuldstændigt, naar marmoren har ligget i luften et par aar paa rad. — Første gang, jeg besøgte Vedaa-forekomsten, nemlig i 1890, umiddelbart efter at der her havde været mineret noget, viste marmoren — grovkrystallinsk kalkspatmarmor, optrædende i et 30—40 m mægtigt lag i gneis og gjennemsat af mange granitpegmatitgange¹⁾ — sig med en ren, dyb himmelblaa farve; i sidstledne sommer (1895) derimod var den blaa farve oppe i dagen aldeles forsvunden, medens kjærnen af blokkene fremdeles havde beholdt den blaa farve. I løbet af fem aar var saaledes farven hos de

¹⁾ Denne himmelblaa farve synes, som vi senere nærmere skal omtale under Vedaa, Serranen, at være bunden til usædvanlig stærkt metamorfoserede lag; o: under en bestemt, meget stærk metamorfose er den oprindelig iboende organiske substans bleven omdannet til den farvende forbindelse.

i dagen liggende blokke forduftet — i ordets egentligste forstand — i overfladen, til 2—5 cm ind i blokkene.

Paa tilsvarende maade forholder det sig derimod ikke med den røde farve hos Løvgaff- og Leifsæt-varietetterne, idet disse marmorsorter uden forandring har beholdt sin røde farve lige i dagskorpen, paa steder, som f. ex. i bækkeleier eller lige i eller over havstanden, hvor dagfladen i aarhundreder eller aartusinder har ligget aldeles bar, uden saameget som et mosdække. — Derimod er det vistnok paastaaet, at ogsaa denne marmor blegner lidt ved at staa ude i dagslyset eller sollyset; denne blegning er dog temmelig ubetydelig, nemlig saa svag, at den i løbet af 5 eller 10 aar neppe med sikkerhed kan konstateres.

Ved første øiekast laa det meget nær at tænke sig, at farven hos denne røde marmor skulde skyldes en mangangehalt; at det dog ikke kan forholde sig saaledes, godtgjøres meget enkelt ved de foretagne analyser, idet disse viser, at den røde marmor i sin helhed ikke holder nævneværdig høiere mangan- og jerngehalter end de anderledes farvede; analyserne af den

røde nordlandske marmor viser saaledes:

0.10, 0.137 % manganoxydul (MnO)

0.16, 0.409 ¹⁾% jernoxydul (FeO);

de anderledes farvede marmorsorter:

0.0012—0.10 % manganoxydul (MnO)

0.0036—0.20 % jernoxydul (FeO).

I hvert fald vil en saa lav gehalt som omkring 0.1 % manganoxydul være aldeles utilstrækkelig til at fremkalde saa intens rød farve som den, der her handles om.

Den røde marmor holder ofte — eller kanske altid — en hel del fine interpositioner af rødbrun rutil, dog ikke i saa rigelig mængde, at farven (paa samme maade som tilfældet er f. ex. med carnallitens og heulanditens røde farve, der fremkaldes ved talrige, yderst smaa jernglansblade) kan skyldes rutil-interpositionerne; dette fremgaar til overflod deraf, at og-

¹⁾ Disse bestemmelser er ikke udførte med særlig omhyggelighed og er muligens lidt for høje (se note s. 19).

saa enkelte af de hvide marmorsorter fører en del mikroskopisk fin rutil¹⁾.

Naar man opvarmer den himmelblaa Vedaa-marmor til 100° eller lidt derover, forsvinder den blaa farve lidt efter lidt, og efter afkøling er og blir marmoren aldeles hvid.

Ved den røde Leifsæt- eller Løvgaff-marmor forholder det sig derimod paa en noget anden maade; vistnok taber den røde farve sig ved længere tids opvarmning til noget over 100° eller ved kortere opvarmning til 300°, — eller rettere, ved opvarmning blir marmoren lysegraa, kun med et yderst svagt stik i det rødlige, — men naar stykkerne blir kolde igjen, kommer den røde farve tilbage med nøiagtig samme nuance som før²⁾. Først naar man opvarmer til nær under kalkspatens dissociationspunkt (uddrivningen af kulsyren), blir den røde farve fuldstændig destrueret, kommer saaledes ikke tilbage, naar marmorstykkerne er afkølede.

Den blaa farve er altsaa mere flygtig og mere sensibel end den røde, — og hermed maa staa i forbindelse, at den blaa farve (i alle fald fra Vedaa) forholdsvis hurtigt forsvinder ved at ligge i luften, den røde derimod ikke.

Ogsaa de gule farver, f. ex. hos den citronfarvede kalkspatmarmor og den crèmefarvede dolomitmarmor, skyldes formentlig organiske forbindelser, og ikke — eller i alle fald kun rent underordnet — nogen jern- (eller mangan-)gehalt. Det viser sig nemlig, at der ikke er nogen proportionalitet mellem intensiteten hos den gule farve og marmorens jerngehalt; saaledes er den crème-gule tone hos den analyserede dolomitmarmor fra Hammarfald (anal. no. 6), med 0.053% jernoxydul, meget stærkere end hos den analyserede prøve af dolomitmarmor fra Fu-

¹⁾ En noget lignende rød (kjød rød) tone møder man undertiden ogsaa hos kalkspat (med lav jern- og mangangehalt) fra de Arendal'ske jernmalngruber. — Samtidig kan ogsaa paapeges, at rød marmor leilighedsvis ogsaa optræder i grundfjeldet (i Kornstadfeltet) og i de trondhjemske skifere (Haugan ved Inderøen); den røde farve er saaledes ikke specifik karakteristisk for den nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe.

²⁾ At det faktisk forholder sig saaledes, har jeg verificeret ved gjentagne forsøg.

ruli (anal. no. 8), med 0.082% jernoxydul; og en endnu meget stærkere gul farve — vistnok citrongul, medens de to sidstnævnte var crémegule — møder vi hos den analyserede citronkalkspatmarmor fra Furuli (anal. no. 1), med 0.0542% jernoxydul. Overhovedet er det heller ikke rimeligt, at saa smaa jerngehalter skulde kunne fremkalde saavidt markerede farver som de, der her handles om.

Alle disse farvende organiske forbindelser, som maa skyldes omformning under dynamometamorfosen af den organiske substans, der oprindeligt var tilblandet kalkstenene (eller dolomiterne), er tilstede i saa aldeles minimal mængde (utvivlsomt betydelig under 0.01%), at det vistnok vil være meget vanskeligt, antagelig endog umuligt, at efterspore forbindelsernes kemiske sammensætning.

I praksis spørges der mest efter *hvid marmor*, og *omsætningen af den hvide marmor vil vistnok hos os blive 5 eller kanske endnu flere gange saa stor som af alle de farvede varieteter tilsammen*. I Nordland har man af hvid marmor forskellige sorter, ikke alene af *hvid dolomitmarmor*, som hidtil fortrinsvis har været gjenstand for drift, men ogsaa paa forskellige steder dels af ren snehvid og dels af ganske svagt graaskyet, hvid *kalkspatmarmor*, saaledes f. ex. ved Rugaasnæs i Velfjorden, ved Granaas i Vefsen, ved Indyr og Valle i Gildeskaal, nær ved Ofoten kirke, osv. Disse noget forskjelligartede sorter af hvid kalkspatmarmor har dog hidtil ikke været bearbejdede i nævneværdig udstrækning; men det er netop *denne slags hvide marmor, som efter min opfatning i fremtiden vil komme til at spille stor rolle i vort land*.

Kornstørrelsen

er i høi grad vekslende, *fra nogle faa hundrededels millimeter til omkring eller endog over en centimeter*.

En praktisk inddeling for de forskellige grader af kornstørrelse er følgende:

Aldeles tæt, σ : med saa yderst smaa korn, at hvert enkelt af disse ikke kan sees for blotte øie; eksempel Gotvasli-marmoren fra Værran i Indherred og den saakaldte blanc P fra Carrara;

stærkt finkornet, hvor de enkelte korn saavidt kan observeres hver for sig, i alle fald med lupe; ex. Carrara blanc clair;

temmelig finkornet, med lidt større korn, men dog fremdeles med saa smaa, at de enkelte korn ikke er noget særlig iøinefaldende; ex. Carrara statuemarmor (statuario);

middels finkornet, med noget større korn; ex. Furuli-marmoren (dolomitmarmor) fra Fauske;

lidt grovkornet, med korn paa oftest fra 0.75 til 2 mm;

middels grovkornet, med korn paa fra 1 til 3 mm; ex. den nordlandske citron og røde kalkspatmarmor;

meget grovkornet, med korn paa fra 2 til 5 mm;

og endelig i *høi grad grovkornet*, naar kornene naar en størrelse af 5—10 eller op til 15 mm.

Til nærmere oplysning om kornstørrelses-graderne skal vi hidsætte nogle under mikroskopet foretagne maalinge:

Gotvasli-marmoren, fra Værran i Indherred (den saakaldte elfenben-marmor); en hel del korn med diameter kun 0.01 mm, de fleste med diameter 0.02 til 0.03 mm, enkelte ogsaa noget større;

Carrara blanc P; de fleste korn af størrelse mellem 0.03 og 0.06 mm, enkelte helt op til 0.1 mm (decideret med lidt større korn end hos Gotvasli-marmoren); begge disse sorter ytrer sig praktisk talt som tætte, medens derimod den efterfølgende i skalaen

Carrara blanc clair, med kornstørrelse mellem 0.1 og 0.3 mm, er at betegne som i høi grad finkornig;

den vanlige *Carrara statuemarmor* har noget større korn, af størrelse oftest mellem 0.25 og 0.50 mm, op til 0.75 mm;

af de nordlandske *dolomitmarmor*-sorter er enkelte, f. ex. den fra Aspaas i Velfjorden (kornstørrelse 0.05—0.2 mm) noget mere finkornige end Carraras statuemarmor; andre, som f. ex. den fra Kvandal, viser omtrent samme kornighedsgrad; atter andre er mere grovkornige; saaledes:

den hvide marmor (*dolomitmarmor*) fra Furuli og Tortenli paa Fauskeidet, med korn oftest mellem 0.4 og 0.8 eller 1 mm;

dolomitmarmoren fra Hammarfald og Dypvik i Sørfolden har et endnu lidt større korn;

adskillig mere *grovkornet* er i regelen, om end med enkelte undtagelser, den *nordlandske kalkspatmarmor*; den saakaldte citron, den røde kalkspatmarmor (f. ex. fra Løvgaffen og Leifsæt), de forskjellige antique-varieteter, videre Ballangens graa „schlesiske“ marmor og forskjellige øvrige hvide, graa eller graa-skyede nordlandske kalkspatmarmor-varieteter viser saaledes oftest kornstørrelse paa mellem 1 og 3 mm, nu og da endog paa mellem 2 og 5 mm.

Ikke fuldt saa grovkornige er de fleste marmorsorter (St. Anna osv.) fra Indherred (Indereen, Snaasen osv.).

Og endelig kan som eksempel paa ganske overordentlig grovkornig marmor nævnes enkelte sorter fra Kornstadfeltet i det romsdalske grundfjeld, hvor kornstørrelsen kan gaa helt op til 1—1.5 cm.

Som en paafaldende eiendommelighed kan fremhæves, at i den nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe er *kalkspatmarmoren gjennemgaaende betydelig mere grovkornig end dolomitmarmoren*; undtagelse herfra danner kun de ganske underordnede partier i de smale kontaktzoner langs de forskjellige yngre eruptivfelter (som Møsjøens gabbro- og granitfelt og Velfjordens basiske eruptivfelt).

Forskjellen i kornstørrelse mellem kalkspatmarmoren (grovkornig) og dolomitmarmoren (finkornig) er paa mange steder i høi grad iøinefaldende; saaledes f. ex. ved de forskjellige Løvgaff-marmor-varieteter, som er bestaaende af separate smaa-partier af temmelig *grovkornig* rød kalkspatmarmor med *finkornig* hvid dolomitmarmor; og paa adskillige steder, saaledes f. ex. ved citron-bruddene paa Fauskeidet, ved Kvandal i Skjærstad og ved Aspaas i Velfjorden, kan man, som vi ogsaa allerede tidligere har omtalt, observere veksellagring mellem *finkornig* dolomitmarmor og *grovkornig* (forskjellig-farvet) kalkspatmarmor.

Aarsagen til denne forskjel i kornstørrelse hos de to marmorsorter, naar disse optræder i regionalmetamorfoserede lag,

maa bero paa egenskaber, som er specielt betegnende for de to selvstændige mineraler kalkspat og dolomitspat; om disse egenskabers indre væsen ser vi os dog ikke istand til at give nogensomhelst oplysning¹⁾.

Og vedrørende kornstørrelsen hos kalkspatmarmoren i vore forskellige regionalmetamorfoserede skiferdistrikter gjælder i det hele og store som regel — fra hvilken der vistnok gives enkelte undtagelser, — at kalkspatmarmoren i den nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe er noget mere grovkornig, end tilfældet er i Balsfjords- og Dividalsgrupperne i Tromsø amt og i de trondhjemske skiferafdelinger; omvendt udmærker marmoren i grundfjeldet sig i det hele og store ved det allergroveste korn (oftest korn paa omkring 5 mm, undertiden paa 1—1.5, endog paa 2—2.5 cm). Denne gradering i kornstørrelse falder i det hele og store sammen med krystallinitetsgraden hos de forskellige skiferafdelinger; de trondhjemske skifere, f. ex. paa Inderøen med omgivelser, samt Balsfjords- og Dividalsgrupperne i Tromsø amt er i det hele og store ikke saa stærkt regionalmetamorfoserede som den nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe — de førstnævnte grupperes „lerglimmerskifere“ og fylliter er hos den sidstnævnte gruppe erstattet ved glimmerskifer; — og det maa vel ogsaa medgives, at krystalliniteten i regelen vil have naaet maximum af udvikling i grundfjeldet. — I overensstemmelse hermed optræder den mest grovkornede kalkspatmarmor, som jeg overhovedet har observeret i Nordland, nemlig den himmelblaa marmor ved Vedaa i Hemnæs, som indleining netop i gneis-bergarter (graa gneis, øiegneis osv.); metamorfosen maa her have været endnu mere indgribende end oftest ellers i Nordland.

Videre kan det ogsaa paapeges, at mange af de temmelig finkornige eller endog aldeles tætte marmorsorter i udlandet (f. ex. fra Carrara i Italien) stammer fra *yngre* (mesozoiske eller kænozoiske) formationer, hvor regionalmetamorfosen som regel, hvorfra der vistnok igjen gives talrige undtagelser, neppe vil

¹⁾ Forskjellen i kornstørrelsen beror ikke paa nogen sekundær opknusning, ved dynamometamorfosen.

have været saa gjennemgribende som hos de ældre (algonkiske og palæozoiske) formationer.

De foreliggende observationer maa, som foreøvrigt ogsaa paapeget af tidligere forskere, tydes didhen, at kornstørrelsen hos kalkspatmarmoren i alle fald til en vis grad er en funktion af omvandlingens (regionalmetamorfosens) grad: *jo stærkere regionalmetamorfose, des større korn, α : des bedre anledning til dannelse af større individer.*

Foruden denne faktor maa der dog ogsaa have været en hel del andre, som har været medbestemmende for kornstørrelsen; paa forskellige niveauer inden et og samme marmorlag kan vi nemlig, selv ved marmor af samme kemiske sammensætning, møde temmelig vekslende korn; et instruktivt eksempel herpaa afgiver de forskellige marmorlag i grundfjeldet, som i Kornstadfeltet paa Nordmøre.

Hos den *kontaktmetamorfoserede* marmor er kornstørrelsen paa de forskellige steder i høi grad variabel; kontaktmarmoren ved Granaas i Vefsen, lige ved eu gabbrobergart, er saaledes stærkt finkornet eller næsten tæt; kontaktmarmoren fra Remmen, fremdeles ved Vefsens eruptivfelt, er noget grovere i kornet (mellem middels finkornet og temmelig finkornet); og endelig er kontaktmarmoren fra Troviken og Rugaasnæs i Velfjorden, lige ved Velfjordens basiske eruptiv, jævnlig meget stærkt grovkornet (se herom i det efterfølgende afsnit, om strukturen; ved Rugaasnæs findes dog ogsaa temmelig finkornet vare). Selv under geologisk nogenlunde analoge forholde kan saaledes kornstørrelsen hos kontaktmarmoren være i høi grad vekslende, — et vidnesbyrd om, at kornstørrelsen her maa være en „funktion af flere uafhængig variable“.

Hos det store publikum møder man ofte den opfatning, at marmor under ellers lige betingelser skal være des værdifuldere, jo mere finkornig den er; og at de marmorsorter, som vi ovenfor har graderet som „middels“ eller „meget grovkornede“, kun kan finde en rent underordnet anvendelse. Disse forestillinger er dog urigtige, om det end kan medgives, at til visse

anvendelser, navnlig ved møbelmarmor, er den finkornige at foretrække. Ved arkitekturmarmor derimod ønsker man jævnlig en nogenlunde grovkornet marmor, og mod Carraras statuemarmor — den mest grovkornede af samtlige Carraravarieteter — har mange, efter hvad flere baade norske og udenlandske billedhuggere har oplyst mig om, netop at indvende, at denne marmor, særlig hvor der handles om større statuer, er noget for finkornig. Man foretrækker her, ved større statuer, jævnlig en lidt mere grovkornig marmor (af kornstørrelse som f. ex. Furuli-marmoren, med korn paa 0.5—1 mm, gjerne endog korn paa 1—2 mm), fordi det lidt større korn meddeler bysten mere liv og mere glans (reflex fra kornenes spalteflader), medens den tætte eller finkornige marmor er altfor død.

Det kan her indskydes, at den bekjendte græske statuemarmor fra øen Paros, den saakaldte „pariske“ marmor, der ansaaes at være oldtidens ypperligste billedhuggermarmor, er adskillig mere grovkornet end Carraras statuemarmor, nemlig (ifølge *Lepsius* „Geologie von Attika“) med kornstørrelse paa i middel 1—2, selv op til 3—5 mm, — altsaa omtrent som hos den vanlige nordlandske kalkspatmarmor. — Og vedrørende den vakre alpine statuemarmor, fra Laas i Tyrol, som i senere tider i ganske stor udstrækning benyttes som billedhuggermarmor i Østerrige, ansees det netop som en fordel, at denne marmor er noget mere grovkornig end den italienske billedhuggermarmor. — Den nordlandske billedhuggermarmor, nemlig dolomitmarmoren fra Furuli, har saaledes, hvor der handles om større statuer, netop det korn, som for tiden i alle fald hos mange kunstnere er mest efterspurgt.

Og hvor det gjælder arkitekturmarmor (til søiler, kapitæler, vægfliser osv.), er der mange arkitekter, som foretrækker et endnu grovere korn. — Vistnok benyttes i udlandet de tætte eller finkornige italienske og belgiske marmorsorter i meget stor udstrækning i arkitekturens tjeneste; men samtidig er paa dette omraade ogsaa anvendt betydelige mængder af grovkornig marmor, endog med korn paa 3—4 mm's størrelse.

Exempelvis kan saaledes henvises til den temmelig grovkornige, lysegraa schlesiske marmor (kalkspatmarmor), som bl. a. har fundet en meget betydelig anvendelse i Berlin (f. ex. i trappeopgangene og til søiler i flere af de store museer); og tilsvarende grovkornet alpin marmor, fra Ratschinges i Tyrol og fra Grasthal i Kärnthen, benyttes i stor udstrækning i Wien (f. ex. i trappeopgangene i Hofmuseum og i universitetet). Disse lysegraa, grovkornige marmorsorter, som alle har temmelig stor lighed med de lyseste varieteter af den nordlandske Ballangenmarmor, har man ogsaa brugt til billedhuggerverker (ex. de talrige og meget store mythologiske og allegoriske kolosstøtter, som staar under aaben himmel i haverne ved Schönbrunnslottet lige ved Wien og ved Nymphenburgslottet lige ved München).

Af øvrige udenlandske temmelig grovkornige marmorsorter, med korn oftest paa 2—4 mm, kan bl. a. nævnes¹⁾:

Hvid marmor fra Almeria i Spanien; efter hvad jeg selv har seet, benyttet i nogen udstrækning til bordskiver osv. i restaurationer paa forskellige steder i Spanien;

hvid statuemarmor fra Laodicea i Antiokien, Lilleasien; lignende marmor ogsaa fra Synnada i Lilleasien (drives efter opgivende for tiden af et fransk selskab);

hvid dolomitmarmor fra Pleasantville, New York;

hvid kalkspatmarmor fra Maryland (bl. a. benyttet til den øvre del af Washington-monumentet).

I Schlesien, i Tyrol, Steyermark og Kärnthen, i Spanien, i Grækenland og Lilleasien, fleres teds i de Forenede Stater og vistnok endnu paa adskillige andre steder rundt om i verden, udvinder man, som netop omhandlet, grovkornige marmorsorter, ligesaa grovkornige som den vanlige nordlandske kalkspatmarmor; og da flere af disse udenlandske grovkornige marmorsorter har fundet et betydeligt marked, og da de til enkelte oie med netop er særlig efterspurgt paa grund af sit grove korn, kan den frygt, man hos os leilighedsvis har hørt udtalt,

¹⁾ De efterfølgende korte oplysninger skyldes tildels optegnelser i udenlandske museer, navnlig i Wien og Berlin.

nemlig at den nordlandske grovkornige kalkspatmarmor paa grund af sin grovkornighed ikke skulde kunne opnaa nogen større omsætning i udlandet, med sikkerhed tilbagevises.

Opadtil vil der dog sættes en grænse for grovkornigheden derved, at det vil være vanskeligt at faa skarpe kanter ved altfor grovt korn; som erfaring praktisk har godtgjort — vi henviser særlig til den fine udmeisling hos de oven omtalte kolos-statuer ved Schönbrunn og Nymphenburg, videre til den zarte profilering og de skarpe, solide kanter hos den grovkornige pariske, schlesiske og alpine marmor og hos vor egen nordlandske kalkspatmarmor, — er dog denne grænse ikke naaet ved kornstørrelse paa 2—3 mm; ved endnu større korn, paa f. ex. 6—8 mm, vil det dog antagelig være vanskeligt eller umuligt at faa aldeles solide kanter, og saa grovkornig marmor har jeg aldrig seet anvendt.

Medens vi saaledes har seet, at ved arkitekturmarmor foretrækkes ofte en temmelig grovkornig sten (kornstørrelse f. ex. 2—3 mm), og at man til statuemarmor, ved større statuer, gjerne vil have noget mere grovkornig vare end Carraras statuario, maa paa den anden side — efter hvad der fra forskjelligt hold er bleven mig fremholdt, og efter hvad jeg selv ogsaa synes at være det naturlige, — den finkornige marmor være mest at anbefale til møbelmarmor (bord- og diskplader, vaskeservanter osv.). Ogsaa hertil kan dog den grovkornige marmor anvendes, og jeg har endog truffet enkelte, som ogsaa ved møbelmarmor foretrækker den grovkornige marmor, idet denne ansees at „bringe mere liv“; i det hele og store vil dog vistnok den finkornige marmor paa dette omraade komme til at beholde det store marked.

Strukturen.

Som vi ovenfor (s. 26—27) har omtalt, tilhører dolomitspaten en krystalklasse med lavere symetri end kalkspaten; en følge heraf er, at de to mineraler forholder sig paa forskjellig maade lige over for tryk. Hos kalkspaten dannes som bekjendt ved tryk med stor lethed glideflader, med tvillinglameller, efter

fladen $\div \frac{1}{2}$ R; hos dolomitspaten derimod sker dette ikke (i alle fald ikke efter $\div \frac{1}{2}$ R, men under særegne omstændigheder muligens efter $\div 2$ R). *G. Tschermak* (l. c.), som ved sine eksperimenter endog ved temmelig lavt tryk og med stor lethed fik frem glideflader efter $\div \frac{1}{2}$ R. hos kalkspaten, betoner saaledes specielt, at han ved tilsvarende fremgangsmaade ikke kunde fremkalde tilsvarende glideflader, efter $\div \frac{1}{2}$ R, hos dolomitspaten; og videre, at hans forsøg at fremkalde glideflader hos dolomitspaten efter fladen $\div 2$ R, som her danner en tvillingflade, „ikke gav noget gunstigt resultat.“

Denne forskjel mellem den rhomboëdrisk-hemiëdriske (eller efter moderne nomenclatur, den ditrigonal-skalenoëdriske) kalkspat og den rhomboëdrisk-tetartoëdriske (eller efter moderne nomenclatur, den rhomboëdriske) dolomitspat beror ifølge *Th. Liebisch*¹⁾ og andre theoretiske krystallografer derpaa, at planet gennem rhomboëderkanten lodret paa $\div \frac{1}{2}$ R. er et symmetriplan hos kalkspaten, derimod ikke hos dolomitspaten. Gyldigheden af denne tankegang er dog af andre krystallografer bleven bestridt, idet man endnu ikke har naaet frem til absolut klarhed over det afhængighedsforhold, i hvilket alle de indre egenskaber staar til krystallens geometri; og hvad specielt glidefladerne angaar, kan nævnes, at *O. Mügge*²⁾ nylig ad experimental vei har faaet frem glideflader ogsaa hos triklone krystaller; den theoretiske mulighed, at det samme ogsaa kan ske ved den rhomboëdrisk-tetartoëdriske dolomitspat, kan saaledes ikke absolut afvises.

Forskjellen mellem kalkspat og dolomitspat med hensyn til forholdet lige over for tryk er saaledes muligens ikke af kvalitativ, men af kvantitativ natur, — men denne gradforskjel kan vistnok være saa stor, at den i praxis blir næsten af kvalitativ art.

Hvad tvillinglovene og tvillingstribningen angaar, saa udmærker kalkspaten sig som bekjendt, hvor den optræder i berg-

¹⁾ Se *Liebisch's* „*Physikalische Krystallographie*“, især lig afsnittet om glideflader.

²⁾ *Neues Jahrb. f. Min. Geol. Pal. Beil.*, Bd. 6, 1889; 1894, I.

art, ved en ofte stærkt gennemgribende tvillinglamellering efter $\div \frac{1}{2}$ R; denne tvillinglov savner man hos dolomitspaten, derimod møder man hos dette mineral, som tidligere bl. a. paavist af *Haidinger* (Pogg. Ann., b. 63) og *Tschermak* (l. c.), tvillinger, undertiden ogsaa tvillinglameller, efter $\div 2$ R.

Saaledes som jeg allerede omtalte i mit tidligere arbejde „Salten og Ranen“, møder vi denne tvillingstribning ikke saa ganske sjelden hos den nordlandske dolomitmarmor, i alle fald naar denne er nogenlunde grovkornig. I de mikroskopiske præparater af dolomitmarmor — normaldolomit, se analyserne no. 6—10 — fra Tortenli, Hammarfald og Dypvik paa Fauskeidet, hvor marmoren har korustørrelse 0.4 til 1 mm, er saaledes skjønsmæssig hvert tredje eller fjerde individ udstyret med tvillinglameller; i præparater af mere finkornig dolomitmarmor, som f. ex. fra Kvandal, kan tvillingstribning derimod ikke iagttages.

At tvillinglamellerne i de oven nævnte prøver af nogenlunde grovkornig normaldolomit, — hvor man under mikroskopet kan afgjøre, at der ikke foreligger nogen mekanisk tilblending hverken af kalkspat eller af magnesitspat, — følger efter dolomitspatens tvillinglov $\div 2$ R, og ikke efter $\div \frac{1}{2}$ R, bestemmes paa følgende maade: paa rhomboëderfladerne, R, gaar tvillinglamellerne efter $\div \frac{1}{2}$ R parallelt med rhomboëderkanterne og med den lange diagonal; tvillinglamellerne efter $\div 2$ R derimod gaar parallelt baade med den lange og med den korte diagonal, men ikke med rhomboëderets kanter. Denne distinktion kan man ogsaa gjenkjende under mikroskopet; det er saaledes aldeles sikkert, at tvillinglamellerne hos vor dolomitmarmor forløber efter $\div 2$ R-loven.

Disse tvillinglameller hos dolomitspaten er i regelen noget grovere eller tykkere end hos kalkspaten, og de er hos dolomitspaten heller ikke tilstede i saa stort antal; dolomitspaten er saaledes i vore marmorbergarter ikke i den grad, som tilfældet ofte er med kalkspaten, fuldstændig opbygget af et krydsende net af tvillinglameller

Enkelte tidligere forskere, og da navnlig den russiske geolog *A. v. Inostranzeff* (Min. Mitth., 1872) har paastaet, at

man under mikroskopet med lethed skulde kunne holde dolomitspat og kalkspat ud fra hinanden derved, at den første altid skulde have tvillingstribning, den anden derimod aldrig. Dette skillemærke kan dog ikke anvendes med saadan præcision, som *Inostranzeff* troede, idet, som netop paavist, dolomitspaten ogsaa ikke saa ganske sjelden er forsynet med tvillingstribning, hvortil kommer, at i alle fald i middelskornet kontaktmarmor observeres jævnlig en del smaa kalkspatkorn, som savner tvillinglameller.

Alligevel kan man i de mikroskopiske præparater, naar man har faaet nogen øvelse deri, jævnlig med fuld sikkerhed holde de to mineraler ud fra hinanden: for det første følger tvillinglamellerne hos de to mineraler efter forskellige love, hvad ogsaa kan erkjendes under mikroskopet; for det andet karakteriseres de to mineraler ved forskellig kontur, hvad vi i det følgende nærmere skal omtale; og for det tredje kan et øvet øie ogsaa gjøre lidt forskjel paa glans- og interferensfarver ($n_g - n_p$ er hos kalkspat 0.1719, hos dolomitspat 0.179, altsaa vistnok kun en liden bagatel større). — Spaltbarheden er i de mikroskopiske præparater ligesaa udpræget hos dolomitspaten som hos kalkspaten og kan saaledes ikke benyttes som skillemærke. Om de mikrochemiske reaktioner henvises f. ex. til oversigten i *Zirkels* petrografi.

Ved hjælp af de nys omtalte kriterier kan det bl. a. afgjøres, at i den vanlige grovkornige nordlandske kalkspatmarmor, som gjerne holder en eller et par procent magnesia (se analyserne no. 1 og 3—5), bestaar hvert eneste karbonatkorn af kalkspat og ikke noget af dolomitspat; ρ : en ganske liden gehalt $\text{Ca Mg C}_2\text{O}_6$ kan indgaa i kalkspatens støchiometriske formel. Ved noget større magnesiagehalt derimod faar vi, som vi senere skal omtale, en mekanisk blanding af kalkspat og dolomitspat. — Kommer vi derimod op til normaldolomiterne, analyse no. 6—10, saa bestaar disse kun af mineralet dolomitspat, uden tilblanding hverken af kalkspat eller af magnesitspat.

Med hensyn til *strukturen* maa vi holde ud fra hinanden, *kalkspatmarmor* fra *dolomitmarmor* og *kontaktmetamorfoseret*

marmor fra *regionalmetamorfoseret*; først skal her omtales den

regionalmetamorfoserede marmor, idet denne for os er den vigtigste.

Mellem den *regionalmetamorfoserede*, oftest nogenlunde grovkornede kalkspatmarmor fra Nordland, det trondhjemske osv., og den omtrent gennemgaaende meget mere finkornede nordlandske dolomitmarmor møder vi en ganske fremtrædende strukturforskjel, der ogsaa er af væsentlig betydning i teknisk henseende. Denne forskjel kan i korthed betegnes derved, at hos kalkspatmarmoren er individerne aldeles uregelmæssigt begrænsede, medens derimod „dolomitspaten i bergarterne fornemmelig optræder i krystaller, og selv i tætte, homogene aggregater kan man mærke en bestræbelse efter ydre krystallin begrænsning, saa der resulterer en sukkerkornstruktur. Formen for de i bergarter forekommende dolomitkrystaller synes næsten udelukkende at være grund-rhombøederet, R; sjelden træffer man spidsere rhombøedere. Følgelig er tversnittene tresidige, seksidige og rhombiske; paa grund af den tendens til at danne boiede flader, som karakteriserer dolomiten, blir omridsene ofte krumlinjede og fortrykte“. (Citat efter *H. Rosenbusch*¹⁾.)

I analog retning gaar ogsaa tidligere undersøgelser af *A. Renard* og *Th. Liebe*²⁾.

I de mikroskopiske præparater af den *regionalmetamorfoserede kalkspatmarmor*, fra Nordland og det trondhjemske, kan aldrig mærkes nogensomhelst tendens til lovmæssig krystallin begrænsning; de enkelte korn er aldeles uregelmæssige og griber ved kanterne, saaledes som gjengivet ved fig. 2, paa kryds og tvers ind i hverandre. Og selve grænselinjerne mellem de forskellige individer er oftest stærkt zikzak-kruset, saa smaa-

¹⁾ „Mikroskopische Physiographie der Mineralien“, 1885, s. 351—352.

²⁾ *A. Renard*, „Des caractères distinctifs de la dolomie et de la calcite dans les roches calcaires et dolomitiques du calcaire carbonifère en Belgique“. Bull. Acad. Roy. Belgique. b. 47, 1879. — *Th. Liebe*, Zeits. d. Deutschen geol. Ges., b. 31, 1879, s. 764. — Se ogsaa *Fr. Zirke's* „Lehrb. der Petrographie“, 1894. III, s. 492.

grene af det ene individ jævnlig stikker langt ind i de tilgrænsende individer.

I modsætning hertil staar dolomitmarmoren (normaldolomiten), hvor individerne næsten gennemgaaende karakteriseres ved en mere eller mindre udpræget polygonal form. Konturerne for de enkelte individer dannes hovedsagelig af svagt krummede linjer, og har ikke nogen lighed med de næsten om løvsag-arbeide mindende aldeles uregelmæssige forgreninger, som karakteriserer kalkspatmarmorens individer.

Disse to strukturformer har jeg i mit tidligere arbejde „Salten og Ranen“ forsøgt at gjengive ved to tegninger, fig. 14 a og b (side 58) — udførte med saa stor nøiagtighed, som det var mig muligt for frihaand — af de mikroskopiske præparater af henholdsvis kalkspat- og dolomitmarmor.

Fig 2.

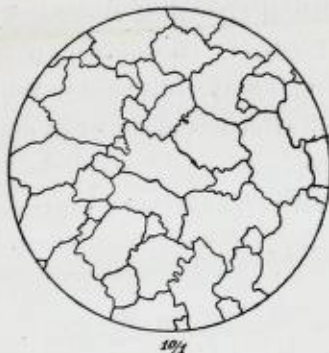
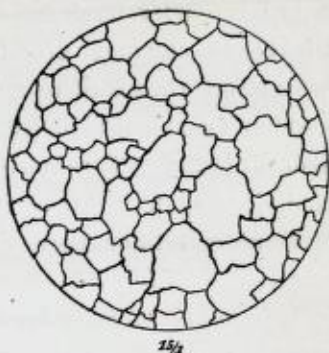


Fig 3.



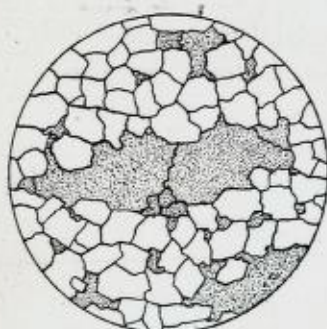
Mikroskopiske præparater af
Kalkspatmarmor Dolomitmarmor (fra Fauskeidet)

For dette arbejde har jeg — nærmest til kontrol af de ældre figurer — efter de mikroskopiske præparater paany forsøgt at kopiere de to strukturformer, der karakteriserer de to kemisk og mineralogisk differente marmorsorter; forskjellen i struktur er i sin almindelighed mindst ligesaa markeret som paa figurerne indtegnet. Samtidig maa dog ogsaa paapeges, at dette konturfenomen snart er noget mere og snart noget mindre fremtrædende; eksempelvis udmærker saaledes mikroskopisk præparat af normaldolomiten (anal. no. 6) fra Hammarfald ved Fauskeidets udgaaende i Sørfolden sig ved noget mere forgrenet

kontur, end tilfældet er med normaldolomiterne ved Tortenli og Furuli længere syd paa Fauskeidet; i overensstemmelse hermed er ogsaa dolomitmarmoren fra Hammarfald oppe i dagskorpen noget solidere i kornet, end den samme slags marmor nogle km længere mod syd.

Ovenstaaende fremstilling gjælder de marmorvarieteter, der er bestaaende henholdsvis kun af kalkspat og kun af dolomitspat; hvor derimod marmoren er sammensat af begge mineraler i fællesskab, stiller forholdet sig paa nogen anden maade. — Som eksempel paa saadan marmor vælger vi Hekkelstrand-marmoren fra Ofoten, hvor en enkelt stufanalyse (no. 11) viser sammensætning 57% CaMgC_2O_6 , dolomitspat, og 43% CaCaC_2O_6 , kalkspat, medens andre prøver synes at indeholde mere overveiende dolomitspat. Ogsaa i denne marmor optræder en del af kalkspaten i lidt større individer, end tilfældet er med

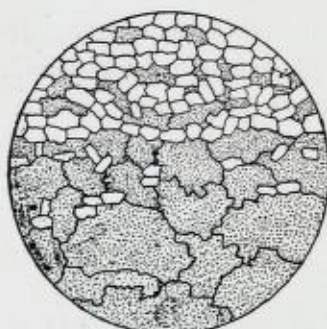
Fig. 4.



20X

Hekkelstrand-marmoren, bestaaende af kalkspat og dolomitspat i intim blanding (kalkspaten tegnet graa punkteret; dolomitspaten ufarvet).

Fig. 5.



25X

Dolomitmarmor og kalkspatmarmor i selvstændige smaa-skikt, fra citron-bruddet paa Fauskeidet. (Dolomitspaten i smaa individer og tegnet hvid; kalkspaten i større individer og tegnet graa punkteret).

dolomitspaten; og i sin helhed beholder i den intime blanding hvert enkelt mineral sine specielle struktureiendommeligheder og hermed ogsaa sine karakteristiske konturer, — dolomitspaten den polygonale med svagt krummede grænselinjer, kalkspaten derimod den uregelmæssigt forgrenede. Kalk-

spaten kommer paa denne maade mangesteds, saaledes som illustreret ved hosstaaende figur, til at omslutte dolomitspaten; de store kalkspatindivider sender uregelmæssige forgreninger ind mellem dolomitindividerne, og de smaa kalkspatindivider optræder ofte som en slags „mellemklemningsmasse“ mellem dolomitindividerne. — Paa grund af dette strukturforhold er Hekkelstrand-marmoren nær dagen, som vi senere skal omtale, „stærkere i kornet“, end tilfældet er f. ex. med Fauskeidets normaldolomiter.

Medens figuren fra Hekkelstrand gjengiver billedet af en marmor, der bestaar af kalkspat og dolomitspat i intim blanding, illustrerer fig. 5, fra citron-bruddet ved Furuli paa Fauskeidet, grænsefladen mellem separate smaa-lag af kalkspatmarmor paa den ene side og af dolomitmarmor paa den anden. — Man fæster her først opmærksomheden ved den store forskjel i kornstørrelse, idet kalkspatmarmoren — saaledes som i regelen er tilfælde i Nordland — optræder i 5—10 gange saa stort korn som dolomitmarmoren; videre iagttages ogsaa her de for hvert enkelt mineral karakteristiske konturer, og endelig vil man vistnok ogsaa forbauses ved at se, hvor paafaldende skarp grænsen mellem de to kemisk og mineralogisk differente deposita er: øverst i præparatet ren dolomitspat, uden tilblending af kalkspat; dernæst en smal overgangszone, bestaaende øverst af dolomitspat med lidt tilblandet kalkspat, saa mere kalkspat, dernæst en zone med forherskende kalkspat og kun lidt dolomitspat, — og tilslut ren kalkspat; hele denne overgangszone fra dolomitspat til kalkspat er ikke mere end $\frac{1}{2}$ til 1 mm tyk.

Hos en enkelt kalkspatmarmor, fra Segelfor i Rødo, kan man allerede for blotte øie iagttage et ganske eiendommeligt forhold, nemlig at de forskjellige kalkspatindivider griber „skriftgranit-mæssigt“ („pegmatitisk“) ind i hverandre. Hvert enkelt individ kan her, som illustreret ved den hosstaaende tegning, undertiden følges i en længde og bredde af en eller et par cm, dog saaledes, at individet er aldeles gjennemvokset ved baade smaa og store forgreninger fra de tilstødende individer. — Denne marmor udmærker sig ved en iøinefaldende reflex fra

Fig. 6.

Kalkspatmarmor med „skriftgranitstruktur“, fra Segelfor i Rødø. (Tegningen gjengiver fire forskellige individer, betegnede ved forskellig slags stregning eller prikning og ved ufarvet.)



de store spalteflader og endvidere ved et usædvanlig stærkt korn, idet individerne ved en uendelighed af forgrenede fingre sætter ind i hverandre.

Hvor den regionalmetamorfoserede kalkspatmarmor synker ned til ganske fint korn, saaledes som tilfældet er med marmoren f. ex. fra Følstad paa Inderøen, Tretlien i Skogns Markabygd og Gotvasli i Værran (kornstørrelsen hos den sidstnævnte kun 0.02—0.03 mm), beholder kalkspatkornene fremdeles sine karakteristiske, forgrenede konturer. Særlig interesse i disse tætte marmorbergarter frembyder undertiden nogle lidt større „porfyriske“ kalkspatkorn, som ligger indleiede i den tætte grundmasse, og som aabenbart, som ogsaa *Lepsius* tidligere har fremholdt for den attiske marmors vedkommende, danner det første embryonale trin til udviklingen af en mere grovkornig bergart.

Som vi ovenfor har omhandlet (se s. 29), holder den vanlige nordlandske kalkspatmarmor jævnlig et par procent tilblanding af fremmede, i ganske smaa individer udviklede mineraler, hovedsagelig kvarts, glimmer og grafit. Disse ligger fortrinsvis udskilte netop paa grænsefladerne mellem kalkspatkornene; undtagelsesvis finder vi dem dog ogsaa midt inde i kornene, og da fuldstændig omsluttede af kalkspaten (se s. 31).

Vedrørende den *kontaktmetamorfoserede kalkspatmarmor* er med hensyn til strukturen først at fremhæve, at

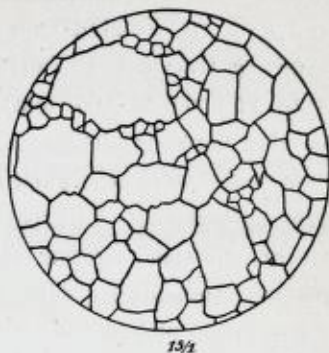
mange af de fremmede mineraler, som indgaar i denne slags marmor, jævnlig betegnes ved en paafaldende *krumning af fladerne* og ved *afrundede kanter og hjørner*; overfladen har ofte en fernis-lignende glans, og mineralerne ser tildels næsten ud, som om de havde været smeltede i skorpen (noget, som dog ikke har været tilfælde); videre kan ogsaa paapeges, at disse mineraler ofte karakteriseres ved en perimorf struktur, hvad temmelig sikkert beror derpaa, at mineralerne har krystalliseret sig frem inde i en viskøs eller næsten fast masse.

Denne karakter hos disse fremmede mineraler, specielt hos granat, vesuvian, skapolith, augit og hornblende, medfører, at hvor de er tilstede i nævneværdig mængde, blir marmoren „løs i kornet“ og følgelig til de fleste øiemed ubrugbar¹⁾.

Hertil kommer, at man meget ofte kan paavise en væsentlig forskjel med hensyn til den maade, paa hvilken kalkspaten

Fig. 7.

Kontakt-kalkspatmarmor, fra Gjellebæk i Lier.



13/2

er udviklet hos den regional- og hos den kontaktmetamorfe kalkspatmarmor; hos den regionalmetamorfoserede er kalkspat-individerne i regelen aldeles uregelmæssigt forgrenede, med konturer fuldstændig i zickzak; hos den vanlige kontaktmetamorfoserede kalkspatmarmor derimod, f. ex. fra Gjellebæk i Kristianiafeltet, savnes denne uregelmæssigt forgrenede kontur, og isteden møder vi for den væsentligste del næsten rette begrænsningslinjer for de enkelte individer. Der er saaledes en vis analogi

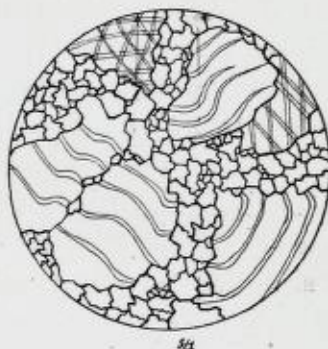
¹⁾ En liden tilblending af wollastonit og glimmer synes derimod ikke at virke saa generende paa marmorens soliditet.

mellem den *kontaktmetamorfe kalkspatmarmor*, med typus Gjellebæk-marmoren (fig. 7) og den *dynamometamorfe dolomitmarmor* (fig. 3); forskjellen mellem konturformerne er væsentlig kun, at hos dolomiten er konturen mere krumlinjet, hos kalkspaten mere retlinjet.

Et andet strukturfenomen, som jeg leilighedsvis har iagttaget hos kontaktmarmor, er en ganske markeret kataklas- eller brecciestruktur, som giver sig tilkjende derved, at kalkspatkry-

Fig 8.

Kontakt-kalkspatmarmor med kataklas- eller brudstykke-struktur, fra Troviken i Velfjorden. — Paa de store individer er indtegnet de stærkt bøiede tvillinglameller.



stallerne tildels er opknuste til smaa-gryn, og at tvillinglamellerne jævnlig er meget stærkt bøiede, undertiden endnu stærkere end paa fig. 8 angivet. Paa flere steder kan man se, at de store kalkspatkrystaller er knust itu netop paa de steder, hvor tvillinglamellerne er allerværst bøiede eller vredne.

Denne kataklasstruktur, der giver sig tilkjende ved et tilsyneladende porfyragtigt udseende, synes hos vore norske marmorarter at være temmelig sjelden; jeg har saaledes kun observeret den hos en stærkt grovkornig, aldeles hvid kalkspatmarmor, — som har været underkastet baade regional- og kontaktmetamorfose (først regional- og senere kontaktomvandling) — fra Troviken¹⁾ i Velfjorden; den samme struktur er forøvrigt gjentagen beskrevet fra udenlandsk marmor²⁾.

¹⁾ Paa den nærliggende Rugaasnæsodde findes en aldeles snehvid, noget finkornet kalkspatmarmor, som — ifølge prøver, jeg netop (under korrekturlæsningen) har faaet gennem direktør *Corneliusen* — ikke udviser dette kataklasfenomen, men derimod en god og solid struktur (i den baade regional- og kontaktomvandlede marmor, mellemlid mellem fig. 2 og 7).

Se f. ex. *E. Weinschenk's* arbejde over den alpine Gross-Venedigerstock, I, tavle IV, fig. 3.

Denne grovkrystallinske kataklas-marmor — ligeledes den ordinære kontakt-kalkspatmarmor, med rette konturer mellem kalkspatindividerne og med iliggende fremmede mineraler, der udmærker sig ved krummet overflade og tilrundede hjørner, — betegnes ved et „løst korn“ og er derfor ikke brugbar som marmor. Undtagelsesvis møder man hertillands dog ogsaa solid og fast kontakt-kalkspatmarmor, saaledes fleresteds (Granaas, Kulstadsjøen osv.) i Vefsenfeltet og enkelte partier paa Rugaasnæsset i Velfjorden, hvor dog marmoren har været underkastet begge slags metamorfoseprocesser, først regional- og senere kontaktmetamorfose.

De forskellige lag af krystallinsk kalksten i grundfjeldet udmærker sig ved noget vekslende struktur, idet enkelte nærmer sig mere mod den kontaktmetamorfoserede (fig. 7), andre mod den regionalmetamorfoserede kalkspatmarmor (fig. 2). De fremmede mineraler, granat, vesuvian, augit, skapolith, osv., altsaa i korthed det samme mineralselskab (s. 27) som i den kontaktmetamorfoserede marmor, betegnes ogsaa i grundfjeldets kalklag (f. ex. ved de Arendal'ske jernmalforekomster) ved de samme slags tilrundede, tilsyneladende „ansmeltede“ kanter og hjørner som i den vanlige kontaktmarmor (s. 58), og denne slags grundfjeldsmarmor er derfor relativt „løs i kornet“.

Andre marmorlag i grundfjeldet derimod, saaledes fleresteds i Kornstadfjord-feltet paa Nordmøre og i Borgund og Giske paa Søndmøre (byggningsstenene i Borgund- og Giske-kirkerne), fører kun en ganske uvæsentlig tilblending af fremmed mineral (nemlig lidt kvarts, skjæv feldspat, glimmer, titanit, apatit osv.), og her er strukturen omtrent som hos den vanlige nordlandske kalkspatmarmor (fig. 2).

Forøvrigt vil jeg ikke undlade at paapege, at jeg ikke har gjort strukturfenomenene hos grundfjeldets kalklag til gjenstand for noget særdeles omfattende studium.

Aarsagen til alle de ovenfor beskrevne strukturciendommeligheder maa søges dels i de forskjelligartede kemiske og fysiske

(hovedsagelig *mekaniske*) *betingelser*, under hvilke den — temmelig sikkert i forbindelse med en slags kemisk *opløsningsproces* (s. 8) *staaende* — *omkrystallisation* ved de to slags metamorfoseprocesser fandt sted, og dels i de *særegenskaber*, der karakteriserer de to mineraler kalkspat og dolomitspat. — Saaledes maa forskjellen mellem *kalkspatmarmor* fremkommen paa den ene side ved *kontaktmetamorfose* (fig. 7) og paa den anden ved *regionalmetamorfose* (fig. 2) antagelig i korthed bero derpaa, at i førstnævnte tilfælde gik omkrystallisationen for sig *under relativt lavt tryk*, med deraf følgende forholdsvis mindre antal af glideflader og tvillinglameller; individernes kontur er følgelig her under ordinære forholde bleven af mere lovmæssig, primær natur. Hos den regionalmetamorfe kalkspatmarmor derimod fandt omkrystallisationen sted *under et ganske anderledes kolossalt tryk*, der gav anledning til en uendelighed af glideflader og tvillinglameller og følgelig ogsaa til en stærkt forgrenet, aldeles uregelmæssig kontur.

Fenomenet kan ikke være saaledes at fortolke, at det skulde være de oprindelige — før omkrystallisationen eksisterende — korn, som ved metamorfoseprocesserne skulde være blevne i større eller mindre grad opknuste og udstyrede med kataklas- eller brecciestruktur. Denne strukturform møder vi nemlig ikke, saaledes som i saa fald maatte have været tilfælde, hos den regionalmetamorfe marmor, men derimod leilighedsvis hos enkelte kontakt-marmorsorter, som efter den egentlige omkrystallisation maa have været udsat for et extra pres (fig. 8). — At der har fundet sted en fuldstændig omkrystallisation, med destruktion af de oprindelige korn, fremgaar ogsaa ganske enkelt deraf, at individerne hos den endelig resulterende marmor jævnlig naar ganske anderledes store dimensioner, end tilfældet kan have været hos den oprindelige kalksten.

Og hvor det gjælder forholdet mellem *regionalmetamorfoseret kalkspatmarmor* og paa samme vis fremkommen *dolomitmarmor*, maa det erindres, at *dolomitspaten* viser en betydelig *høiere modstandskraft* (s. 50) mod dannelse af tvillinglameller, end tilfældet er med kalkspaten; dolomitspaten vil saaledes sidde inde med en foret tendens til under omkrystallisationen at indtage

sin normale, krystalline kontur, med de for mineralet karakteristiske krumfladede begrænsninger. — At disse sidste snart er noget mere og snart noget mindre udprægede (s. 54 nederst), afhænger sandsynligvis af underordnede modifikationer i de kemisk-fysiske forholde, der herskede under metamorfosen.

Den paafaldende *høie modstand mod knusning*, som *dolomitmarmoren* sidder inde med (se det efterfølgende afsnit), betinges sandsynligvis ogsaa af, at selve dolomit-individerne er udstyrede med meget betydelig høiere modstandsevne mod mekaniske deformationer, end kalkspaten. Knusningen, ved de vanlige terning-prøver, af kalkspatmarmoren beror temmelig sikkert paa dannelse af glidelammeller, \circ : paa ødelæggelse af selve kornet; hos dolomitmarmoren derimod paa ophævelse af sammenhængen mellem de enkelte korn.

Styrken

(*bæreevnen eller modstanden mod knusning*).

Vedrørende den nordlandske *hvide dolomitmarmor* fra Fauske (fra de øvre, forvitrede bænke i Tortenli-bruddene, enkelte prøver muligens ogsaa fra Kvænflaet, derimod ikke fra de først senere optagne brud ved Furuli) foreligger en i januar 1885, for regning af de daværende eiere foretagen undersøgelse ved „Kgl. Prüfungs-Anstalt für Baumaterialien in Berlin“ (Charlottenburg), hvorom hid sættes i oversættelse (aftryk efter mit tidligere arbejde „Salten og Ranen“, s. 190):

10 styk efter afgiven forskrift bearbejdede hvide marmorterninger, af dimensioner $6 \times 6 \times 6$ cm, blev (25. 1. 1885) prøvede paa trykfasthed mod flade 36 cm^2 .

Gjennemsnitsresultater:

For indtrædelse af rids 1746 kg pr. cm^2
 „ knusning („Zerstörung“) 1743 „ - „

10 andre ligestore terninger viste, efter at de i 125 timer havde ligget i vand og var fuldstændig mættede med vand,

gjennemsnitsresultater:

for indtrædelse af rids 1724 kg pr. cm^2
 „ knusning 1752 „ - „

10 andre ligestore terninger, som først havde ligget 12 timer i vand og senere havde været udsat for indvirkning af frost paa 6-9° C, i 25 timer, viste

gjennemsnitresultater:

Efter at have været udsat for frost i luft	{ For indtrædelse af rids . . .	1770 kg pr. cm ²
	{ „ knusning	1798 „ - „
Efter at have været udsat for frost i vand	{ For indtrædelse af rids . . .	1727 „ - „
	{ „ knusning	1751 „ ¹⁾ - „

Til sammenligning medtager vi ogsaa en række opgaver over andre bergarters trykfasthed, efter undersøgelse af samme prøvebureau²⁾:

1) Fortsættelsen af den foreliggende undersøgelse lyder:

Optagelsen af vand pr. kg stenvægt beløber sig til, i middel af 10 forsøg:

efter 10 timer 0.005 kg = 0.5 %
 „ 125 — 0.005 „ = 0.5 % } fuldstændig mættet.

a) Til undersøgelse paa materialets kohæsiionsbeskaffenhed blev af tre forskellige prøvestene afslaaet seks smaa stykker og betragtet med skarp lupe; disse viste i brudfladerne et meget homogent, tæt og schuppig krystallinsk „Gefüge“.

b) Spec. vægt i middel af tre forsøg 2.701. (??).

c) Til undersøgelse paa materialets veir- og frostbestandighed blev de under a) nævnte 6 prøver

I. I vandbad lidt efter lidt bragt til kogvarme, holdt nogen tid ved denne temperatur og derpaa ved indkastning i koldt vand pludselig afkølede.

II. En time kogt med 15 % kogsalt-opløsning og i denne tid oftere pludselig afkølet; vandet forblev herved fuldstændig klart.

III. En halv time kogt med 5 % natronlud.

IV. En halv time kogt i samme løsning med tilsats af 1 % svovlammonium.

V. En halv time kogt i en opløsning med 2 % jernvitriol og 10 % kogsalt. Prøvestykkerne blev ved disse operationer fuldkommen intact; vægtstabt beleb sig til 0.22 %; struktur-forandring havde ikke fundet sted.

VI. Seks andre brudstykker blev lagt 75 timer i 3 %'s saltsyre og videre 50 timer i 5 %'s saltsyre; prøvestykkerne blev ogsaa herved intact; vægtstab 12.2%. Nogen indflydelse af syren paa strukturen kunde ikke iagtages.

VII. Ved videre 4-timers behandling med 4 %'s saltsyre i dampbad fremkom en vandklar vædske, som ved prøvning med barytsalt viste, at svovlsure-salte — aarsag til forvittrings-produkter — ikke var tilstede.

2) Efter prof. Dr. Böhme „Untersuchungen von natürlichen Gesteinen“, 2te Ergänzungsheft der „Mitth. aus der kgl. tech. Versuchs-Anstalten“, Berlin 1889. Referat af Max Gary i „Centralblatt der Bauverwaltung“, 1890, no. 5 a.

Granit, mell. 1103 og 2576 kg pr. cm ² , middel af 59 undersøgte arter 1834 kg				
Porfyr " 1301 " 2583 " " " — " 28 — " 2120 "				
Basalt " 1664 " 4442 " " " — " 19 — " 3111 "				
Kalksten " 235 " 1826 " " " — " 24 — " 1000 "				
Sandsten " 357 " 2063 " " " — " 48 — " 761 "				
Graavakke " 803 " 2252 " " " — " 14 — " 1857 "				

Og specielt vedrørende *norsk granit*¹⁾, fremdeles ifølge undersøgelser ved Charlottenburg, Berlin:

Drammensgranit, fra Wilhelmsberg ved Drammensfjorden; trykfasthed (ved 8 prøver, à 6 × 6 cm), indtrædelse af rids gennemsnitlig ved 1192 kg og knusning (Zerstörung) ved 1238 kg pr. cm². — En anden samtidig undersøgelse (begge fra 1883) gav (ved 10 prøver) henholdsvis 1163 og 1212 kg pr. cm².

Idefjordsgranit, fra Bjørnerød ved Idefjorden (paa den svenske side af fjorden); trykfasthed, ved 4 × 4 cm; middel af 10 (henholdsvis af 7) forskellige prøver:

Knusning (Zerstörung):	
lufttørret	1985 kg pr. cm ²
mættet med vand	1893 " " "
udfrosset {	i luft 1834 " " "
	under vand 1915 " " "

Tilsvarende bestemmelser udførte ved den tekniske prøveanstalt i München²⁾:

Granit (6 forsøg)	1601 kg pr. cm ²
Dolerit (3 forsøg)	1877 " " "
Diorit (3 forsøg)	2337 " " "
Kalksten (6 forsøg)	1073 " " "
Sandsten (51 forsøg)	744 " " "

Videre medtager vi ogsaa en del opgaver efter *B. Kosmann's* af „Verein zur Beförderung des Gewerbevereines zu Berlin“ pris-kronede afhandling „Die Marmorarten des Deutschen Reichs“.

Diverse slags kalksten og marmor fra provins Hannover; fra formationsafdelingerne muslingkalk og broget sandsten:

Rogenstein	1368 kg pr. cm ²
Muslingkalk 337, 560, 577, 620, 632, 675, 682, 718, 709—728, 748,	
779, 829, 961, 1050, 1205 " " "	
Koraloolith, pteroceraskalk, portlandkalk, pladekalk, fra jura-formationen	544, 622, 626, 713, 740 " " "
Marmor fra Unterberg, Bayern, nær Salzburg	1919 " " "

¹⁾ Ifølge prøver foretagne for regning af *W. Werner (A. Getz)*, Kristiania

²⁾ Efter prof. *Bauschinger* „Versuche über die Frostbeständigkeit natürlicher und künstlicher Bausteine“, i „Mitth. aus dem mech.-techn. Labor d. techn. Hochschule in München“, 19 hefte, 1889. Referat af *Max Gary* i „Centralbl. d. Bauverw. und Thonindustrie-Zeit.“, 1890, no. 31.

Marmor fra Nassau, fra devonformationen;	
indtrædelse af rids	1532 kg pr. cm ²
knusning	1590 " " "
Den belgiske saakaldte „granit-marmor“ (mørkegraa, krystal-	
linsk kalksten):	
indtrædelse af rids	574 " " "
knusning	619 " " "

Vor sammenstilling skal ogsaa kompletteres med nogle østerrigske undersøgelser¹⁾:

Knusning indtræder ved:

Statuemarmor fra Laas	810 kg pr. cm ²
Marmor fra Sterzing	620 " " "
— „ Unterberg	1340 " " "
— „ Pörtschack	1210 " " "
— „ (arrara)	950 " " "

Enkelte af de øvrige kalkstene viser knusning ved 1500—2000 kg; en del ved 1000—1500 kg; hovedmassen ved 500—1000 kg, og nogle ved under 500 kg. — Af de undersøgte graniter taaler nogle over 2000 kg pr. cm²; henimod halvdelen ligger ved 1500—2000 kg; talrige ved 1200 til 1500 kg og nogle faa under 1200 kg.

Afslidningsgrænsen hos granit er omkring 30 og hos kalksten 18—25 kg pr cm².

Carrara-marmoren har jeg andetsteds seet angivet til en knusningsfasthed af omkring 445 kg pr. cm² (ifølge den østerrigske undersøgelse 950 kg.)

Til sammenligning kan endvidere anføres, at vanlig mursten oftest taaler 300—600 kg pr. cm², og at rujern knuses ved omkring 5000 kg pr. cm²; afslidningsgrænsen hos staal ligger ved 7,500—10,000 kg, op til 13,000 kg, ved kromstaalet og nikkelstaalet kanske endog helt op til 14,000—15,000 kg pr. cm².

Øverst med hensyn til trykfasthed hos bergarterne staar, ifølge de ovenfor gjengivne undersøgelser, navnlig en række basiske og nogenlunde finkornige eruptiver, med trykfasthed oftest mellem 2,000 og 3,000 kg, undtagelsesvis endog helt op til 4,000 kg; derefter følger de bedste granitsorter, med omkring eller henimod 2,000 kg²⁾; derpaa vor nordlandske dolomit-

¹⁾ Efter August Hanisch „Resultate der Untersuchungen mit Bausteinen der österr.-ung. Monarchie“, Wien 1892, I.

²⁾ Vore augitsyeniter („labradorer“) følger antagelig nær efter granitene eller kan næsten være at sidestille med disse.

marmor, med ca. 1750 kg, og senere den vanlige krystalline kalkspatmarmor samt de forskjellige tætte kalkstene, hvor trykfastheden er høist vekslende, fra 300 helt op til 1,900 kg, oftest dog omkring eller noget under 1,000 kg.

Særlig vil vi fremhæve den *paafaldende høie trykfasthed*, som karakteriserer den *nordlandske dolomitmarmor*; ved konstruktionsberegninger, f. ex. over bæreevnen af søiler, tør man saaledes belaste denne slags marmor med 75—90% af granitens bæreevne. — Det vil dog være temmelig sjelden, at marmor indgaar i konstruktionerne som *bærende søiler* eller mure; og overhovedet maa det ogsaa erindres, at alle de her omhandlede trykfasthedsprøver — de saakaldte „*terning*“-prøver — ikke er af saa stærkt fremskudt betydning, som man formodede for en del aar siden, da denne slags prøvning indførtes. Faren ved bergarterne er nemlig fortrinsvis ikke knusningen af selve kornet, men opsprækning efter skjulte spalter („*glassletter*“), og dette kan ikke kontrolleres ved *terning*-prøverne. Paa den anden side er det dog altid en fordel at have med et material at gjøre, som i selve sin masse viser en høi trykfasthed.

Om den formodede aarsag til dolomitmarmorens betydelige styrke henvises til nogle bemærkninger i slutten af foregaaende afsnit (s. 62).

Haardheden.

En bergarts *haardhed* — σ : maalet for den modstand, som bergarten viser mod indtrængen f. ex. af en knivspids eller af sagblad¹⁾ — afhænger af to forskjellige faktorer, nemlig

- 1) af sammenhængskraften mellem de enkelte korn, og
- 2) af de enkelte korns (mineralogiske) haardhed.

¹⁾ I modsætning hertil benytter publikum ofte udtrykket „haardhed“ for at betegne „kornfastheden“ (se det efterfølgende afsnit).

En bergarts haardhed maales teknisk efter *Bauschingers* methode ved afslibningen af en *terning*flade, som under bestemt tryk slibes mod en jernskive; og efter *Siebeneichers* methode ved længden af det *borhul*, som i tidsenhed kan slaas ind med en bormaskine, der arbejder med konstant tryk.

Efter den vanlige mineralogiske haardhedsskala har kalkspat haardhed 3 og dolomitspat haardhed mellem 3.5 og 4, kanske endog lidt over 4; og af de vigtigste forurenende mineraler har glimmer omtrent samme haardhed som kalkspat, medens derimod kvarts og straalsten er meget betydelig haardere (kvarts haardhed 7, straalsten 5.5—6).

Følgen heraf er, at al marmor, som holder kvarts eller straalsten i nævneværdig mængde, er meget haard at bearbejde; værst er kvarts i større klumper, idet disse ikke alene medfører, at marmoren blir ubrugbar, men ogsaa — naar de findes midt inde i marmorblokke, som skal sages op i plader, — ødelægger sagbladene. — Som eksempel paa marmor, hvor en tilblanding af kvarts virker adskillig generende, kan nævnes en graa, hvidaaret St.-Anna fra enkelte lokaliteter paa Inderøen (Strømmens kalkbrud, osv.).

Da mineralet dolomitspat er noget haardere end mineralet kalkspat, blir dolomitmarmoren — trods sammenhængen mellem kornene her oftest ikke er saa solid som hos (den regional-metamorfoserede) kalkspatmarmor — lidt haardere end denne sidste slags marmor. Denne forskjel gjør sig til en vis grad gjældende, naar marmoren behandles med meisel for haand, idet eggen oftere maa hvæsses, naar man hugger i dolomitmarmoren. Og naar man meisler med maskine (med stærkt hærdede meisler), kan den nordlandske dolomitmarmor fra Furuli, efter hvad jeg selv gjentagende har havt anledning til at overbevise mig om, endog give „gnist for staal“¹⁾; dette sker derimod ikke med Hekkelstrand-marmoren (anal. no. 11), som ved siden af dolomitspat ogsaa fører noget kalkspat.

Denne lidt større haardhed hos dolomitmarmoren medfører, hvor der handles om *meisling eller boring for haand*, lidt forøgelse af arbeidet, — en forøgelse, som dog efter den praktisk vundne erfaring er saa uvæsentlig, at den omtrent kan sættes ud af betragtning. Og hvor der handles om *meisling med maskine*

¹⁾ Det bemærkes, at vedkommende dolomitmarmor, anal. no. 7—8, er fri for kvarts.

eller om *opsugning* i plader, ligeledes *med maskine*, gaar det praktisk talt ligesaa fort med dolomitmarmoren som med kalkspatmarmoren (man kan holde samme akkordpriser ved begge sorter). *Poleringen* derimod falder, som vi i et efterfølgende afsnit skal omtale, en del vanskeligere ved dolomitmarmoren. Ved profileret og saget eller finsleben — men ikke poleret — overflade kan de forøgede udgifter, som dolomitmarmorens haardhed medfører, omtrent sættes ud af betragtning, i alle fald naar arbeidet sker med maskine; paa den anden side frembyder den noget forøgede haardhed den fordel, at dolomitmarmoren — naar den besidder den fornødne kornfasthed — er mere modstandsdygtig mod slitage, f. ex. i trappeopgange.

I forbindelse med ovenstaaende kan vi ogsaa fremhæve, at hvad der nærmest betinger *marmorens betydelige anvendelse i arkitekturens og møbelindustriens*, til en vis grad ogsaa i *billedhuggerkunstens* tjeneste, er den *lethed, med hvilken den lader sig bearbejde*, — og specielt er marmoren saa let at *sage* og at *polere*. Heri ligger den store forskjel mellem *marmor* paa den ene side og de *haarde bergarter*, som granit, syenit, augitsyenit (saakaldet „labrador“), porfyrbergarter, jaspis osv osv. paa den anden. En plade af marmor sager man flere gange saa hurtigt og saa billig som f. ex. en plade af granit¹⁾.

Lignende haardhed — eller blødhed — som marmoren har ogsaa *serpentinaen*, der dog har den ulempe, at den ikke tager saa god politur som marmoren, at den oftest er stærkt aaret, og at den i længden ikke taaler at staa i fri luft uden at slaa sprækker²⁾. Til gjengjæld har serpentinaen, i alle fald fra mange lokaliteter (som f. ex. Smulen, se under Inderøen), en værdifuld egenskab

1) Marmor sages med vanlig kvartssand, granit derimod bedst med jernsand. — Om prisforskjellen mellem saget og poleret plade af marmor og af granit se s. 122.

2) Dette er i alle fald tilfælde med den sachsiske serpentin (fra Zöblitz), som tidligere hos os anvendtes i ganske stor udstrækning til gravmonumenter. Hermed har man dog nu næsten aldeles holdt op i vort land, idet ældre serpentin-monumenter, som man ser paa kirkegaardene, næsten altid er opsprukne og følgelig stygge.

i den vakre, *grønne* farve; og den egner sig derfor fortrinlig til (indvendige) indramninger, om f. ex. hvid, graa eller rød marmor.

Endnu blødere end marmor og serpentin er *alabast* (tæt gibs; haardhed 2), som dog har den ulempe, at den er meget kostbar, at den ikke tager god politur, og at den er saa blød, at den altfor let ripes. Alabasten er derfor omtrent i sin helhed begrænset til anvendelse til nipsgjenstande.

Kornfastheden

beror paa den kraft, med hvilken de enkelte korn er bundne til hverandre; ved grovkornig vare kommer ogsaa kornets indre styrke (sammenhængen efter spalteflader og glideflader) med i betragtning. Kornfastheden maa ikke forveksles med styrken, ρ : modstandsevnen mod knusning, og heller ikke med haardheden, som for en væsentlig del afhænger af vedkommende minerals egen haardhed, til en vis grad forøvrigt ogsaa af kornfastheden. — At styrken, ρ : bæreevnen, f. ex. af soiler, og kornfastheden er to forskellige egenskaber, fremgaar bl. a. deraf, at selv noget løs og forvitret dolomitmarmor, fra de øvre bænke i de gamle brud ved Tortonli (s. 62), udmærker sig ved adskillig høiere bæreevne (trykfasthed) end de fleste tætte og kompakte marmorbergarter (Carrara, Belgien) med aldeles solid korn. — Og at kornfastheden ikke er det samme som haardheden, giver sig eksempelvis tilkjende derved, at den nordlandske dolomitmarmor er lidt haardere at bearbejde, f. ex. med meisel for haand (s. 67), end den sammesteds optrædende kalkspatmarmor; men den sidste udviser et stærkere korn.

Kornfastheden afhænger hovedsagelig af bergartens struktur, ρ : af den maade, paa hvilken de enkelte korn er knyttede til hverandre (se fig. 2—8); videre maa man ogsaa tage hensyn til forvitringen, specielt til den „mekaniske forvitring“, som vi i et efterfølgende afsnit nærmere kommer til at omhandle.

Regionalmetamorfoseret og for fremmed mineral aldeles fri *kalkspatmarmor* betegnes — ligegyldig om marmoren er finkornet

eller grovkornet (indtil kornstørrelse 2—3 mm) — ved at være aldeles fast eller stærk i kornet, strax man hos os kommer ned $\frac{1}{2}$ eller 1 m under dagskorpen; kun undtagelsesvis behøver man at gaa ned til endnu større dyb. Denne solide kornfasthed betinges deraf, at de enkelte korn paa kryds og tvers i godt „forbandt“ griber ind i hverandre, som illustreret ved fig.

Fig. 9.



Buste af grosserer Peter Martin Anker, Fredrikshald († 1863); huggen (efter fotografi) af herr Uthuslien, i hvid dolomitmarmor fra Furuli i Fauske.

2 (se ogsaa fig. 6), og at som følge heraf den mekaniske forvitring i regelen ikke har kunnet trænge ned til noget større dyb. Og specielt vil vi fæste opmærksomheden ved, at ogsaa den *grovkornede* marmor, med korn paa indtil 2—3 mm, er fuldstændig fast i kornet, og at ogsaa denne slags marmor med tryghed lader sig behandle f.ex. med meisel og fil, selv til ganske tynde profiler. Først ved endnu større korn begynder spaltbarheden hos kalkspaten at blive generende (s. 49).

I modsætning til den regionalmetamorfoserede viser den *kontaktmetamorfoserede kalkspatmarmor* i regelen, paa grund af

strukturforholdene (fig. 7), en meget lavere grad af kornfastheden, — og oftest er denne slags marmor af denne grund aldeles kassabel (s. 9, 58); undtagelse herfra kan dog gives, specielt hvor marmoren, som i Velfjorden og Vefsen, har været underkastet baade regional- og kontaktmetamorfose (s. 60).

Den *nordlandske dolomitmarmor*, som, paa grund af sin struktur (fig. 3), omtrent uden undtagelse er mekanisk forvitret til adskillige m's dyb (s. 88), er temmelig løs i kornet

Fig. 10.



„Fredens engel“, huggen af den danske billedhugger A. C. Poulsen, i hvid dolomitmarmor fra Furuli i Fauske. Statuen, som er omtrent mandshøi, er huggen i en blok udtaget 1893 paa omkring 5 m's dyb.

oppe i dagskorpen; paa større dyb derimod blir ogsaa denne marmor, saaledes som det er godtgjort ved den positive erfaring fra f. ex. Furuli i Fauske og Hekkelstrand i Ofoten, betydelig bedre; og paa tilstrækkelig stort dyb kan ogsaa denne marmor benyttes, selv til den allerfineste profilering. Udtrykkelig kan saaledes paapeges, at den hvide, glimmerfri Furuli-marmor (anal.

no. 6 – 8) kan anvendes og gjentagne gange allerede er anvendt endog som *billedhuggermarmor*; og man kan i denne vakre hvide dolomitmarmor, saaledes som enhver kan overbevise sig om ved et blik paa de hosstaaende fotografier af nordlandske marmorstatuer, gjengive selv de zarte linjer f. ex. ved mund og øie.

Alligevel finder jeg ikke at burde undlade at fremholde, at der trods dette efter mit skøn er en gradforskjel med hensyn til kornfastheden mellem de to kemisk og strukturelt forskjellige marmorsorter; selv hvor der handles om aldeles uforvitret vare, vil dolomitmarmoren neppe sidde inde med en saa udpræget kornfasthed som den vanlige kalkspatmarmor¹⁾, men ogsaa dolomitmarmoren kan, fra tilstrækkelig stort dyb, anvendes til f. ex. søiler, vægplader osv. samt, som netop omtalt, endog til statuer.

Politurevnen.

Al ren marmor tager politur, ligegyldig om marmoren er grovkornig eller finkornig, og uanseet marmorens kemiske sammensætning; dog er der her den ganske væsentlige forskjel, at *dolomitmarmoren tager adskillig daarligere — eller langsommere — politur end kalkspatmarmoren.*

For denne sidstes vedkommende er det vel navnlig den bekjendte tætte blanc P fra Carrara, som udmærker sig ved, at polituren blir allermost speilende; men ogsaa den anden extrem med hensyn til kornstørrelse, nemlig den grovkornige nordlandske — ligesom ogsaa den grovkornige schlesiske, tyrolske og pariske (græske) — kalkspatmarmor kan faa aldeles upaa-klagelig, endog en ypperlig politur.

Dolomitmarmoren derimod stiller sig her ikke fuldt saa gunstig, hvad bl. a. meget enkelt fremgaar ved poleringen af Løvgaffens rød-hvid-brogede marmor, som bestaar af vekslende smaa-partier af rød kalkspatmarmor og hvid dolomitmarmor. Naar man her

¹⁾ Exempelvis kan nævnes, at ved de amerikanske huggemaskiner slaaes kalkspatmarmoren, ved udtagningen af blokke i fast fjeld, „død“ i en bredde af en eller et par cm langs borhullet eller borrenden; dolomitmarmoren derimod i en bredde ofte af næsten en dm.

har poleret saavidt længe, at kalkspatpartierne begynder at blive vakkert speilende, er dolomitpartierne fremdeles uden nævneværdig politur; for at ogsaa disse skal blive tilstrækkelig blanke, maa man fortsætte med poleringen en stund extra, — en forevrigt temmelig underordnet udgift, hvor man arbejder med maskine. Hvor man derimod polerer med haand, er dolomitmarmorens ringere politurevne adskillig generende; og af denne grund har *kalkspatmarmoren* en ikke ganske uvæsentlig fordel fremfor *dolomitmarmoren*, hvor det gjælder *møbelmarmor*, idet her selv ved de større marmorfabrikker en del af polituren (f. ex. paa hjørnerne ved vaskeservanter) udføres med haand og ikke med maskin.

Ved behandlingen af marmor skiller man mellem *finslibning* og *politur*. Finslibningen kan eksempelvis, naar man arbejder med haand, udføres med først Bremer-sandsten, saa Gotlands-sandsten, derefter pimpsten og tilslut smergel (undertiden støbt sammen med schellak), og polituren med filt og tinaske¹⁾, hvorhos undertiden ogsaa anvendes oxalsyre (den sidstnævnte giver aldeles straalende politur, som dog taber sig temmelig hurtigt). Det har erfaringsmæssig vist sig, at hvor man skal have rigtig god politur paa dolomitmarmoren, bør man lade finslibningen, med ganske finreven smergel, gaa extra længe; ved denne fremgangsmaade kan man, i alle fald ved maskinarbejde, faa næsten ligesaa god politur paa denne marmor som paa kalkspatmarmoren. Efter mit skøn tager dog dolomitmarmoren sig allerbedst ud i *finleben* tilstand, og bearbejdelsen f. ex. af trappetrin og vægplader vil ved dolomitmarmoren dels af dette skjønhedshensyn og dels af hensyn til prisbilligheden ofte komme til at stanse netop med finslibningen.

I overensstemmelse med den mineralogiske sammensætning tager Hekkelstrand-marmoren, som bestaar af kalkspat og dolomitspat i intim blanding, noget bedre politur end normaldolomitterne f. ex. fra Fauskeidet, derimod ikke saa god politur som den rene kalkspatmarmor.

¹⁾ Navnlig for politurens vedkommende gives der en mængde opskrifter, som til en vis grad betragtes som fabrikkhemmeligheder.

Som bekjendt taber den stærkt speilende politur sig temmelig hurtigt hos marmoren, allerhurtigst naar marmoren staar i fri luft, udsat for atmosfærilernes indvirkning, men ogsaa, naar marmoren staar inde i værelse. Da dolomitmarmoren baade er haardere end kalkspatmarmoren og bedre modstandsdygtig mod chemiske angreb, ledes man til den opfatning, at polituren muligens(?) vil holde sig bedre hos den førstnævnte end hos den sidstnævnte. Selv om saaledes f. ex. en plade af kalkspatmarmor direkte leveret fra fabrikken har en mere speilende politur end en plade af dolomitmarmor, kan forholdet efter en række aars forløb kanske stille sig lige eller muligens omvendt. Herom har man dog endnu ikke nogen positiv erfaring, da vor marmorindustri ikke er tilstrækkelig gammel.

Af *fremmede mineraler* er de fleste stærkt generende for polituren; enkelte derimod kan ved *farvet* marmor virke ganske dekorativt paa poleret flade. Dette er saaledes tilfælde med en mørkegrøn hornblende, som man ofte møder i Løvgaff-marmoren, og hvilken hornblende tager god politur; paa poleret flade skaffer den, ved sin grønligsorte farve, et ganske behageligt liv i det brogede billede. Paa tilsvarende maade forholder sig ogsaa i den røde Leifsæt- og Løvgaff-marmor samt i Furulis antique verdâtre med den smaragdgrønne kronglimmer.

I *hvid* marmor er derimod større blade eller striber af *glimmer* meget farlig, hvor det gjælder smuk politur; glimmerbladene selv tager nemlig ikke politur, men fliser sig bare op ved finslibningen eller poleringen. Herved faar man for det første generende smaa-huller, og for det andet tager selve glimmeren sig ud som stygge flekker eller striber. Større glimmerblade er saaledes paa poleret flade — og endnu værre ved billedhuggerverker — at betegne som „feil i stenen“.

Mindst lige saa ilde som glimmer er *straalsten* (grammatit), naar denne optræder i større krystaller jævnt fordelt over den hele masse, saaledes som tilfældet er f. ex. med Seljeli-marmoren i Hemnæs (se under afsnittet Ranen). Paa netop friskt poleret flade er denne straalsten vistnok generende, men alligevel ikke

saa særdeles farlig; efter en stunds forløb derimod vil der altid sætte sig af en hel del smuds (støv) paa straalstenens spalteflader, — og marmoren blir styg at skue.

Vedrørende *kvarts* i marmor forholder det sig saaledes, at kvartsen vistnok i og for sig tager ganske god politur, men da den er meget haardere end marmoren, gaar poleringen langsomt, og kvartsen blir desuden ved poleringen stikkende lidt op som knuder eller punkter. *Store* kvartskorn virker derfor aldeles ødelæggende; ganske *smaa* korn, som knappenaalshoved eller derunder, generer derimod ikke, hvad man har praktisk bevis for hos de røde Løvgafl- og Leifsæt-varieteteter og hos Furulis citron-marmor. Alle disse sorter indeholder nemlig (se anal. no. 1—3) i regelen et par, undtagelsesvis endog over tre procent uopløst, for den væsentligste del kvarts i ganske smaa individer, sjelden paa mere end 1—2 mm. Paa poleret flade kan man ved skarp iagttagelse allerede for blotte øie se, at disse kvartskorn stikker frem som smaa prikker; de forstyrrer dog ikke totalindtrykket, og erfaring har allerede godtgjort, at de fleste arkitekter, som har havt med de her omhandlede marmorsorter at gjøre, ikke engang har lagt mærke til kvartsen. En tilblanding af et par procent kvarts i *ganske ørsmåa korn* er saaledes ikke nogen farlig forurening.

Gjennemsigtigheden.

Den marmor, der viser den høieste grad af gjennemsigtighed, er vistnok den nu i udlandet saa efterspurgte mexikanske *onyx-marmor*, til hvis ypperste egenskaber man netop regner dens høie gjennemsigtighed; endog i plader af et par tommers tykkelse falder lyset saavidt igjennem.

Videre udmærker den bekjendte pariske marmor — de gamle grækernes ypperligste billedhuggermarmor — sig ved en vakker gjennemsommelighed; herom hidsættes, efter *Lepsius's* „*Geologie von Attika*“: „holder man et fladt stykke god parisk marmor (den saakaldte *Lychnites* eller *lampe-sten*) op mod lyset, saa kan man øie lyset selv ved en pladetykkelse paa 35 mm; ved den bedste *carrariske* marmor falder lyset gjennem indtil en tykkelse af 25 mm;

ved den penteliske derimod kun ved 15 mm's tykkelse. Lyset trænger dybere ind i marmoren, jo renere dens masse er, og jo grovere kornene er¹⁾; derfor besidder den polerede overflade af statuer og byster af parisk marmor en stærkere glans af den indtil 30 mm's dyb gjennemskinnelige hud, end tilfældet er med den carrariske marmor; og de gode marmorsorter fra Carrara lyser igjen stærkere end selv de bedste fra Pentelikon i Attika. — og selvfølgelig endnu bedre end de øvrige attiske marmorsorter, som pleier at være mindre krystalline og mindre rene end den pariske.*

Af de norske marmorsorter er det den saakaldte citron, der ogsaa. omend meget vildledende, er bleven benævnt onyx (se anm. s. 35), fra Furuli og Kvandal i Salten, som udmærker sig ved den høieste grad af gjennemsigtighed; og denne citron kan i saa henseende næsten maale sig med den pariske marmor. I sleben tilstand, f. ex. til urner, smaasøiler osv., tager denne citronmarmor sig aldeles ypperligt ud, navnlig fordi man har følelsen af, at man kan kaste blikket et stykke ind i selve stenen.

Den øvrige vanlige nordlandske kalkspatmarmor viser, skjønt den har samme kornstørrelse som citronmarmoren, oftest adskillig mindre gjennemskinnelighed, og endnu noget mindre transparent er den nordlandske hvide dolomitmarmor.

Porositeten

er en af marmorens farligste fiender, og marmor, som i nævneværdig grad lider af denne kroniske sygdom, er paa alle eller de allerfleste omraader absolut ubrugbar.

Exempelvis kan saaledes anføres, at porøs marmor anvendt f. ex. til bordskiver, diskplader, gulvfiser eller indvendige trappeopgange tager flekker (af f. ex. indsuget blod i slagterbutikker, væltet ølgas eller olje paa restaurationsbord, og gadesmuds i trappeopgange), som ikke lader sig vaske bort, idet forureningen er trængt ind i selve stenen. Og endnu værre er det, naar man anvender porøs sten til udvendigt brug, idet marmoren ikke alene opsuger smuds (f. ex. af røg), men ogsaa fordi forvitringen — for en væsentlig del paa grund af indsuget

¹⁾ Denne bemærkning har ikke nogen generel gyldighed, idet ogsaa aldeles tæt marmor, som f. ex. den mexikanske onyx, kan udmærke sig ved høj grad af gjennemsigtighed.

vand, som senere i vort klima fryser til is — forholdsvis hurtig medfører, at saadan marmor blir løs og smuldrende.

Det maa forevrigt strax her paapeges, at *porøsiteten* ikke er noget absolut, men *et relativt begreb*; marmor aldeles fri for porøsitet er ikke kjendt, og selv den bekjendte carrariske marmor — statuario, blanc clair og blanc P — er lidt porøs, om end vistnok kun i ganske liden grad. Dette fremgaar ikke alene af de i det følgende omhandlede prøver, men det er ogsaa noget, enhver kan overbevise sig om ved f. ex. at gaa rundt i slagterbutikker, hvor man har diskplader af marmor, og hvor kjødet i alle fald undertiden lægges lige ned paa stenen. Hvor diskpladen er af den vanlige graaskyede hvide Carrara blanc clair, vil man efter et par aars forløb kunne se nogle lys graagule flekker lige under der, hvor kjødet eller flesket har ligget; og disse flekker lader sig ikke vaske bort. Denne slags marmor er forevrigt saa yderst lidet porøs, at flekkerne ikke blir synderlig fremtrædende, og de generer ikke i nævneværdig grad marmorens friske og vakre udseende. Ganske anderledes stygge var nogle diskplader, som jeg leilighedsvis saa i en fedevarehandel, af hvid nordlandsk dolomitmarmor, taget fra de *øvre* dele af Furuli-bruddet; og saadanne diskplader kan være et tilstrækkeligt vidnesbyrd om, at forvitret og porøs marmor ikke maa anvendes.

Ved de udenlandske tekniske prøvebureauer, f. ex. i Charlottenburg ved Berlin, i München, Zürich osv., undersøger man bergarterne paa porøsitet derved, at man lader afslaaede stenbiter (eller polerede terninger) ligge det fornødne antal timer i vand, og saa veier man stenbiterne før og efter neddybningen; differencen er det opsugede vand. Denne prøve kan være nogenlunde effektiv, hvor det gjælder at bedømme, i hvilken grad bergarterne kan opsuge smuds; anderledes derimod kan sagen stille sig, hvor man skal undersøge faren for forvitring ved opsuget vand, som senere fryser til is. Her maa man, som fremholdt, bl. a. af prof. *L. Tetmajer* (Zürich), i forskellige tyske fagskrifter¹⁾,

¹⁾ Se ogsaa en artikel af prof. *W. C. Brögger* "Om anvendelsen af naturlig sten i vor husbygningskunst", Teknisk Ugeblad, marts og april 1896.

for det første tage hensyn til, om stenen er *kapillær-poret* (som f. ex. meget af den udenlandske sandsten) gennem hele sin masse, eller om der er et forholdsvis *mindre* antal af *større, ikke sammenhængende hulerum eller druser*. Det sidste tilfælde er mindst generende; saaledes kan, for at vælge et ekstremt eksempel, henvises til den bekjendte „Niedermeudig-lava“ (fra omegnen af Laacher-See nær Koblenz), hvilken bergart bestaar næsten af ligesaa meget blærerum som af fast masse, men som alligevel er en ypperlig og solid bygningssten. — Selv ved kapillær-porede bergarter som marmor, sandsten osv. maa man endvidere tage hensyn til porernes form, idet denne kan være saadan, at der, naar stenen efter regnveir har indsuget mest muligt vand, fremdeles ved frysning kan være nogen plads i porerne tilbage til isens udvidelse. For at kunne bedømme dette forhold agter prof. *Hirschwald* (formand i den s. 93 omtalte, i Preussen nedsatte kommission for prøvning af bergarter), efter hvad han mundtlig har meddelt mig, at foretage en række undersøgelser over porøsiteten, 1) paa vanlig maade, ved nedlægning i vand under 1 atmosfæres tryk, og 2) ved først i længere tid at lade biterne ligge under luftpumpe, saa alle porer blir lufttomme, og derpaa lade dem opsuge vand under meget høit tryk (f. ex. 40 atmosfærer); differencen skulde representere det porerum, som ikke blir fyldt under normale forholde, og følgelig jo større difference, des mindre fare skulde der være ved frysning. Det er vel foreøvrigt tvivlsomt, om disse porøsitetsbestemmelser bedre end de hidtil foretagne kunstige frysningsforsøg kan afgive noget aldeles sikkert udgangspunkt for bedømmelsen af faren ved opsugning af vand, med derefter følgende itusprængning ved frysning.

For at kunne levere nogen forestilling om porøsiteten hos den vanlige norske marmor har bergkandidat *Ansgar Guldberg* (vikariierende amanuensis paa det metallurgiske laboratorium) paa anmodning af mig og under mit stadige tilsyn foretaget en undersøgelsesrække. Afslaaede smaastykker, af vægt mellem 35 og 50 gr, blev først indveiede (uden foregaaende opvarm-

ning til 100° og uden foreløbig at have ligget i exsiccator); derefter laa stykkerne i vand i mindst 3, enkelte i 4 eller 5 døgn, og blev saa veiede, umiddelbart efter at den for øiet synbare fugtige hud paa overfladen var dunstet bort (exsiccator her selvfølgelig ikke anvendt; fint under neddybningen paa bunden af glasset nedfaldt marmorpulver omhyggelig opsamlet og veiet); og tilslut blev biterne i længere tid tørrede ved 100 eller 110°, for at alt vand (og overflade-luft) fuldstændig kunde udjages, og saa paany veiede. Differencen mellem anden og første veining gjengives i første kolonne; differencen mellem anden og tredje veining i anden kolonne.

Porøsitetsbestemmelser

(opsuget vægtsprocent vand).

		Difference mellem vand-opsuget og naturlig tilstand.	Difference mellem vand-opsuget og ved 100° tørret tilstand.
		pCt.	pCt.
Carrara	Statuario	0.025	0.046
	Ordinario (blanc clair)	0.023	0.046
	Blanc P	0.012	0.065
Middels grov-kornet kalkspatmarmor	Furuli antique (hvid)	0.055	0.070
	Kvandal (hvid, ved fjorden)	0.086	0.102
	Ballangen (lysegraa)	0.016	0.043
	Soile, domkirken (Almendinge)	0.052	0.104
Dolomitmarmor	Furuli, huggen rosette	0.053	0.067
	Dypvik, Sørfolden	0.025	0.050
Smuldrende, forvitret vare	Kvandal, dolomitmarmor	0.44	0.47
	Rugaasnæs, Velfj. (fig. 8)	0.248	0.278

Om prøverne er at bemærke: søilen fra Trondhjems domkirke, af Almendinge-marmor, har i 600—700 aar staaet dels ude i fri luft, dels ligget tildækket med jord, hestemøg osv. — Den hugne rosette af Fauskeidets dolomitmarmor veier 168 gr, altsaa mere end de øvrige prøver. — Til sammenligning blev ogsaa medtaget prøver af Carrara-marmor, endvidere et par prøver af aldeles smuldrende nordlandsk marmor, nemlig af fingrynet dolomitmarmor taget lige op i dagen ved et nedlagt brud ved Kvandal, Skjærstad, og af grovkornet kalkspatmarmor med kataklasstruktur fra Rugaasnæs i Velfjorden.

Ovenstaaende tabel frembyder i flere henseender adskillig interesse.

Det viser sig for det første, at, saaledes som vi ogsaa tidligere har omtalt (s. 76), al marmor, endog Carrara-marmoren, er lidt porøs, men at porøsiteten i det hele og store er noget mere fremtrædende hos en del af den nordlandske marmor end hos Carrara-marmoren. Nogen væsensforskjel er dog — selvfølgelig naar vi kun holder os til de gode og solide, ikke forvitrede nordlandske marmorsorter — ikke at paavise, og undtagelsesvis kan vi ogsaa fra Nordland fremlægge marmor, som opsuger mindre vand end Carrara-sorterne. — Ved ovenstaaende raisonnement maa erindres, at alle de nordlandske her omhandlede prøver er tagne temmelig nær dagfladen (paa en enkelt undtagelse nær høist $\frac{1}{2}$ —1 m under dagen), og at porøsiteten antagelig vil blive endnu lavere, naar man kommer paa større dyb. Tager man dette med i betragtning, maa resultatet af sammenligningen med Carrara i det hele og store siges at være faldt ud meget tilfredsstillende.

Selvfølgelig stiller sagen sig ganske anderledes, naar der ikke handles om frisk og solid, men om mere eller mindre forvitret og skrøbelig vare, og her gaar mængden af opsuget vand helt op til 0.25—0.45 %.

Endvidere vil vi fæste opmærksomheden ved, at den sidste kolonne i vor porøsitets-tabel gennemgaaende viser adskillig høiere tal end den første; forskjellen er, naar vi ikke tager hensyn til de forvitrede marmorsorter, og naar vi desuden sætter to usædvanligt høie ziffre ud af betragtning, i de resterende syv tilfælde vekslende mellem 0.014 og 0.027, med middel 0.020 %; *∴* saa meget findes opsuget af vand (og tynde lufthinder)

i *porerne i ordinær, kompakt marmor*, som har ligget først udsat for vind og veir og senere et eller nogle faa aar inde i værelse¹⁾ (i tillukkede skuffer i samlinger).

En anden, meget enkel porøsiteds-undersøgelse bestaar i at slaa tyndflydende blæk, helst anilinblæk, paa marmoren. Paa brudflade — altsaa ikke paa poleret eller saget flade — gives der vel overhovedet ingen marmor, som ved en saadan prøve viser sig absolut fri for porøsitet; men alligevel kan man se stor forskjel paa porøsitedsgraden, idet stærkt porøs marmor hurtig suger blækket ind, næsten som trækpapir, medens god marmor, som f. ex. Carrara-marmoren og en hel del af den nordlandske grovkornige kalkspatmarmor, lader blækket storkne paa stedet, medens der vistnok samtidig altid blir indsuget noget i porerne i de nærmeste 2—5 mm rundt om klatten. — Slipper man derimod en blækklat paa *poleret* marmor, bør man, efter at blækket er tørret, kunne vaske flækken fuldstændig bort, og man bør ikke kunne se spor tilbage af farve.

En del af den *nordlandske middels grovkornige kalkspatmarmor* viser — selvfølgelig under forudsætning af, at marmoren er frisk og ikke slaaet lige oppe i dagskorpen — ved disse prøver ligesaa tilfredsstillende resultat som Carrara-marmoren; specielt kan saaledes fremhæves, at ved en hel række parallel-

¹⁾ Det kan her indskydes, at det mange gange, særlig i ældre dage har været fremholdt, at enhver bygningssten bør ligge lagret en god stund før benyttelsen, for at den oprindelige bergfugtighed skulde gaa sin vei; eksempelvis kan saaledes henvises til, at bygmesteren for St. Paul's katedral i London, Sir *Christopher Wren*, forlangte, at alle stene til denne bygning skulde have ligget i fri luft mindst 2 aar før benyttelsen (se *Th. Egleston*, „On the cause and prevention of the decay of natural building stones“, i *Transact. Amer. Soc. Civ. Eng.* 1886, s. 684). — Hvad betydning dette har, kan dog ved vore solide og lidet porøse bergarter være noget tvivlsomt, bl. a. fordi bergarter, selv naar de aarevis ligger indendørs, ikke gir slip paa de sidste rester af indsuget fugtighed. — Hertil kommer, at gennemførelsen af det gamle forslag under nutids forholde vil støde paa store merkantile vanskeligheder, idet bestillingerne, efter opgivne dimensioner, gjerne udstedes saa sent, at leverandørerne ikke faar tid til at lade stenen ligge og „sole sig“ noget. — Ganske anderledes kan hele dette forhold stille sig ved stærkt porøse bergarter, som f. ex. den vanlige udenlandske sandsten.

prøver, baade med norsk og italiensk marmor, var det, paa friskt (ikke poleret) brud, en norsk marmor, nemlig den ganske grovkrystallinske Almendinge-marmor (fra en urgammel soile i Trondhjems domkirke, s. 80), som sugede allermindst blæk op, endog mindre end Carrara-sorterne (statuario, blanc clair og blanc P). Og endvidere kan nævnes, at jeg paa mit skrivebord nu i flere aar har havt liggende en paa oversiden poleret brevpresse, af grovkornig kalkspatmarmor (Furuli antique), som jeg ofte med vilje har aldeles tilsmurt med blæk, men hvor man alligevel nu ikke kan opdage fjerneste spor af den behandling, som den polerede overflade her har været udsat for.

I henhold hertil kan man med tryghed tilbagevise den opfatning, som man leilighedsvis kan høre udtalt, nemlig at porøsiteten (hos kalkspatmarmor) som generel lov og i væsentlig grad skal tiltage med kornighedsgraden. Dette maatte i tilfælde bero derpaa, at opsigningen skulde finde sted fortrinsvis efter spalteflader og glideflader i de store individer, men disse flader vil i den kompakte blok være temmelig lukkede (anderledes derimod i de mikroskopiske præparater, hvor spaltefladerne tildels kommer frem netop under preparationen). — Som en ganske paafaldende kjendsgjerning kan ogsaa berøres, at af de to mest gangbare Carrara-sorter er en hel del af den tætte blanc P, i modsætning til, hvad de fleste derom forestiller sig, ifølge den i stort vundne erfaring lidt mere porøs end blanc clair.

Den *nordlandske dolomitmarmor* er i det hele og store adskillig mere porøs end kalkspatmarmoren, paa grund af dolomitmarmorens iboende struktur (fig. 3), og fordi den „mekaniske forvitring“ her har trængt saa langt ned i fjeldet. Og det lader sig ikke benægte, at en hel del af den nordlandske dolomitmarmor, som hidtil har været bragt paa markedet (fra de endnu ikke tilstrækkelig dybe brud), har været altfor porøs — og med altfor lav kornfasthed, — saa den egentlig burde opføres som kassabel eller som værende af rent underordnet kvalitet. Mod større dyb derimod blir ogsaa denne slags marmor bedre, og ogsaa saavidt god, at den kan anvendes, i alle fald hvor faren for opsigning af smuds osv. ikke er ganske exceptionelt stor.

Vi vil her udtrykkelig fremholde, at undersøgelse over marmorens porøsitet — saavel efter veinings- som efter „blæk“-methoden — bør indgaa i det daglige kontrolarbeide ved vore marmorbrud, og at man aldrig maa slippe ud i handelen virkelig porøse blokke. Den leverandør, som forsynder sig mod denne lov, vil sent eller tidlig komme til at svække sit renomé i en sørgelig grad.

I tilknytning til ovenstaaende skal vi, i henhold til undersøgelser foretagne ved den tekniske prøveanstalt ved Charlottenburg¹⁾, ogsaa medtage en oversigt over porøsiteten hos andre bergarter.

Vandoptagning, til fuldstændig mætning, i middel for tyske bergarter:

Sandsten	5.93%
Kalksten	2.44 „
Granit	0.62 „
Graavakke	0.73 „
Porfyr	0.76 „
Basalt	0.41 „

Vandoptagning hos en række tyske kalksten-terninger, som havde ligget 125 timer i vand:

0.31, 0.33, 0.42, 0.43, 0.50, 0.50, 0.52, 0.60, 0.74, 0.76, 0.90, 0.90, 1.00, 1.10, 1.20, 1.36, 1.40, 1.69, 1.80; — 3.20, 3.80, 4.10, 4.20, 4.60, 5.30 og 5.60²⁾‰

Og i middel for ikke-tyske graniter:

Bohmisk granit	0.46%
svensk —	0.55 „
norsk —	0.70 „ ²⁾
østerrigsk —	1.05 „

Som man ser, handles der her om ganske andre tal end hos de gode marmorsorter; men samtidig maa det ogsaa erindres, at porøsiteten hos en flerhed af alle de sidstnævnte bergarter tildels antager andre former end hos marmoren, og at

¹⁾ Max Gary, „Die deutschen natürlichen Bausteine in Bezug auf ihre Festigkeit und physikalischen Eigenschaften“; Centralbl. der Bauverwaltung, 1890, b. 10, s. 53. — Og sammes „Die physikalischen Eigenschaften der Kalksteine“, Thonindustrie-Zeitung, 1891, b. 15, s. 873.

²⁾ Det er forøvrigt meget tvivlsomt, om dette tal repræsenterer noget, virkeligt middel for de norske graniter. — Idefjordsgranit har jeg, ifølge tysk undersøgelse, seet opført til en porøsitet paa 0.17²⁾‰.

Tyve amerikanske graniter viste (ifølge Merrill) fra 0.16 til 0.71, oftest 0.35—0.55‰.

man hos marmoren maa stille ganske anderledes skarpe fordringer til frihed for porositet end hos de vanlige øvrige bergarter

Forholdet lige over for forvitring i fast fjeld.

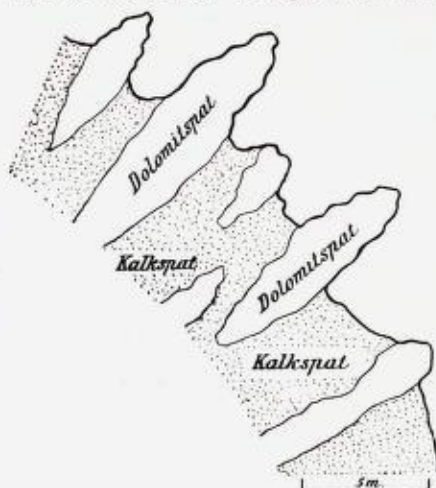
Vi maa her holde ud fra hinanden modstandsevnen mod to forskjellige slags agencer, nemlig paa den ene side de *chemiske* og paa den anden de *fysiske (mekaniske)*. Ved de mekanisk destruerende kræfter (som indsugning af vand og luft, udvidelse ved opvarmning og sidst, men ikke mindst, sprængning ved frost) er det hovedsagelig sammenbindingen mellem de enkelte korn, som blir svækket; ved de chemisk angribende kræfter (navnlig den opløsende evne af kulsyreholdigt vand, videre ogsaa angreb af syrer som humussyre, svovlsyre osv.) gaar det derimod ogsaa ud over massen i sin helhed, altsaa ikke kun over sammenhængen mellem kornene, men over kornene selv.

Som vi allerede ovenfor (s. 26) har gjort opmærksom paa, er dolomitspat meget mere modstandsdygtig i chemisk henseende end kalkspat; *dolomitmarmor kan følgelig i meget bedre grad end kalkspatmarmor holde stand mod alle de i naturen virksomme chemiske kræfter.*

At det virkelig forholder sig saaledes, illustreres meget smukt ved dagoverfladens beskaffenhed hos Løvgaff-marmoren

Fig. 11.

Løvgaff-marmorens ordinære fjeld-overflade; dolomitspaten stikker frem i takker og pigger; kalkspaten derimod er forvitret til dybe „dale“.



(Skrivfeil paa tegningen: længdemaalet skal ikke være 5 m, men 0.5 m).

(s. 37), idet her smaa-linserne af den hvide, fingrynedede dolomitmarmor stikker frem i skarpe takker og spidse, medens kalkspatmarmoren er udgravet til render og fordybninger. Og at dette forhold skyldes den kemiske aktion, nemlig angreb gennem aartusinder navnlig af kulsyreholdigt vand, og ikke de forskellige varieteters mekaniske natur, viser sig bedst derved, at kalkspatmarmoren i overfladen er solid eller „fast i kornet“ medens de fremstikkende takker af dolomitmarmoren er „raadne“ eller „løse i kornet“.

Videre kan vi i denne forbindelse ogsaa omtale, at der i kalkstenen og i kalkspatmarmoren i Nordland er udgravet — ved vandets opløsende evne — en utallighed af huler (grotter) og af underjordiske elveløb; hos dolomitmarmoren derimod hører denne slags udgravninger til sjeldenhederne.

Efter min opfatning spiller forøvrigt ved forvitringen hele denne kemiske aktion, navnlig af kulsyreholdigt vand, en forholdsvis underordnet rolle; *langt farligere er de mekanisk angribende kræfter*, idet herved sammenhængen mellem de enkelte korn løsnes. Og her *gaar det mest ud over dolomitmarmoren*, hvis korn ikke er fæstnede saa solid og intimt sammen, som tilfældet er med den regionalmetamorfoserede kalkspatmarmor¹⁾. Det viser sig nemlig, at dolomitmarmoren, endskjønt dennes meget høiere modstandsevne mod de kemisk angribende kræfter, gennemgaaende er forvitret til meget større dyb, end tilfældet er med den regionalmetamorfoserede kalkspatmarmor. Den vanlige *kontaktmetamorfoserede kalkspatmarmor* (med typus Gjellebæk-marmoren) blir derimod nærmere at sidestille med den *regionalmetamorfoserede dolomitmarmor*, hvilket beror paa, at strukturen beggesteds er nogenlunde den samme (cfr. fig. 3 og 7).

I vort land, hvor hele den sekulært forvitrede overflade fuldstændig blev bortskrabt ved istidens erosion, er den *regionalmetamorfoserede kalkspatmarmor*, baade i Nordland og i det

¹⁾ Et analogt fenomen gjør sig gjældende f. ex. hos olivinstenen paa Søndmøre, der oftest er mekanisk forvitret til meget stort dyb, endskjønt bergartens mineraler, og da navnlig hovedmineralet olivin, i det foreliggende tilfælde næsten ikke viser nogensomhelst kemisk forandring.

trondhjemske, oftest saa frisk helt oppe i dagen, at den — trods forvitringens angreb i de mange aar-titusinder eller hundredetusinder efter istiden — kan benyttes selv til finere ornamentalt brug kun nogle faa decimeter eller en halv meter under overfladen; eksempelvis kan saaledes henvises til:

Leifsæt-bruddet i Fauske, som ikke nogetsteds er mere end 1.5—2 m under den oprindelige dagflade, og hvor hovedmassen af marmoren er taget kun 0.5—1 m under dagen; alligevel har man i ganske stor udstrækning benyttet denne marmor (plademarmor) til gulvfliser i Trondhjems domkirke, og den har her vist sig absolut stærk og solid, ikke det ringeste forvitret. — Kun paa begge sider af en steiltstaaende tverslette er bergarten i det lige ved fjordkanten liggende brud noget opffiset og smuldrende, selvfølgelig beroende paa, at vandet har sivet fra sletten ind langs skiktfladerne i sidestenen og her sprængt pladerne itu.

Ogsaa de for flere aarhundreder siden drevne brud paa plademarmor ved *Lein og Frøset i Sparbu* viser et lignende fortrinligt resultat; bruddene er her kun fra en halv op til et par m dybe, men alligevel har de herfra hentede blokke holdt sig udmærket, endog hvor de, som tilfældet tildels har været i Trondhjems domkirke, har været anvendt til udvendigt brug. — Det samme gjælder ogsaa marmorbruddene paa *Almendingsøen* — domkirkens vigtigste marmorbrud i gamle dage, — hvilke brud ligeledes efter opgivende kun er ganske smaa og lidet dybe; skjønt saaledes marmoren her er taget ganske nær dag-skorpen, har den, anvendt i Trondhjems domkirke baade til udvendigt og indvendigt brug, klaret sig meget tilfredsstillende, og der er her ingen forvitring at observere (se porositetsundersøgelserne s. 79, 82).

Ogsaa de nuværende brud paa kalkspatmarmor paa *Fauskeidet*, nemlig paa antique, antique verdâtre, citron osv., er endnu kun et par m dybe, men leverer alligevel aldeles sikker og paalidelig sten. — Og at kornstørrelsen her ikke har nogen betydning, fremgaar bedst deraf, at den tætte Gotvasli-marmor (fra Værran i Indherred), den ordinære noget finkornige trondhjemske marmor og den grovkornige nordlandske kalkspatmar-

mor alle i regelen er lige stærke og solide nær ude mod dagen. Det forholder sig saaledes ikke, som hos os leilighedsvis paa-staaet, nemlig at grovkrystallinsk marmor altid skal være særlig udsat for forvitringen. Hvor derimod den grovkrystallinske kalkspatmarmor holder en rigelig tilblanding af *fine grafitskjæl*, synes den, efter hvad der kan iagttages paa forskellige steder (ex. brud lige ved Ibbestad kirke, i Tromsø amt) forholdsvis let at forvitre; dette beror paa, at de smaa grafitblade, som paa overfladen er glatte og sæbeagtige, og som følgelig ikke giver noget solid fæste, netop ligger indkilede paa grænsen mellem kalkspatindividerne og saaledes virker til at løse sammenhængen mellem kornene.

Alle de ovenstaaende eksempler gjælder den *regional* metamorfoserede *kalkspatmarmor*; i modsætning til denne staar paa den ene side den *regional* metamorfoserede *dolomitmarmor* og paa den anden den vanlige *kontakt* metamorfoserede *kalkspatmarmor*, idet ogsaa hos denne forvitringen fleresteds strækker sig til ganske betydeligt dyb.

Som eksempel paa den sidstnævnte kan henvises til det i begyndelsen og midten af forrige aarhundrede drevne marmorbrud ved *Gjellebæk i Lier* (se fig. 7), hvor marmoren omtrent over det hele felt er forvitret og raadden helt ned til bunden af bruddene, som kan være fra et par til otte m dybe. Ligeledes kan nævnes det i slutten af 1870-aarene og begyndelsen af 1880-aarene drevne brud paa „kataklas-marmor“ (fig. 8) ved *Troviken* eller *Hegge i Velfjorden*, hvor man arbejdede sig ned til omkring otte m's dyb, men hvor marmoren i bruddets bund syntes mig at være ligesaa skrøbelig som i overfladen; man fik her neppe en eneste fuldt ud tilfredsstillende blok. — Andetsteds, hvor marmoren har været udsat baade for kontakt- og regional-metamorfose, kan man derimod have solid marmor (s. 59, 60).

Hvad den *nordlandske dolomitmarmor* angaar, saa er denne paa de fleste steder aldeles forvitret og ubrugbar i de øverste m, snart til et par og snart ned til adskillige m's dyb; værst er det gjerne med den aldeles fingrynedede marmor, der ofte er aldeles smuldrende som sand oppe i overfladen. Denne sidste slags, rent fingrynedede marmor har hos os aldrig været gjort til gjenstand for nærmere undersøgelse; for den noget mere grov-

kornige dolomitmarmors vedkommende har man derimod nu vundet nogen praktisk erfaring, og denne gaar decideret i den retning, at marmoren blir bedre mod dybet. Navnlig kan henvises til det allerede gjentagne omtalte Furuli-brud i Fauske, som nu er 10—12 m dybt, og hvor man i de midtre og dybere partier af bruddet endog har faaet blokke, som kan anvendes som billedhuggermarmor (s. 70, 71). — I dette brud strækker forvitringen sig, selv paa ganske nærliggende punkter, snart ned til noget større og snart til noget mindre dyb, vistnok fordi forvitringen fortrinsvis har arbeidet sig frem langs sprækker og spring i stenen.

Hele denne paa strukturforholdene beroende „mekaniske“ overfladeforvitring — baade hos dolomitmarmoren og hos den vanlige kontakt-kalkspatmarmor — skyldes temmelig sikkert for den allervæsentligste del, at vand (og luft) har suget sig frem langs grænsefladerne mellem de enkelte korn og herved løst den allerede paa forhaand forholdsvis ringe sammenhængskraft mellem kornene; samtidig har det kulsyreholdige vand virket opløsende paa stenen og bidraget til at gjøre porerne større; vand-opsugningen har saaledes stadig antaget større og større dimensioner, og naar saa vandet en gang imellem fryser til is, har man rigtig faaet kronen paa dette langsomt, men stadigt paagaaende destruktionsarbeide.

Holdbarheden i fri luft.

Bergarter, som staar ude i fri luft anvendt til bygningssten, gravmonumenter, billedhuggerverker osv., er udsat for de samme kemisk og mekanisk destruerende kræfter, som hvor bergarten endnu ligger i den faste fjeldgrund, — dog med den forskjel, at naar *stenen staar i fri luft, blir alle angreb mere intense*; hertil kommer, at ved anvendelse inde i store byer maa man ogsaa tage noget hensyn til *storby-atmosfærens generende indflydelse*, paa grund af kulrøgens sod og gasarter.

Ved det store forbrug af *kul* (navnlig af stenkul) i store byer og fabrikdistrikter *øges atmosfærens kulsyregehalt noget*, forøvrigt i mindre grad, end man paa forhaand skulde formode.

Herom giver de efterfølgende analyser, som tildels er aftrykte efter *Th. Eglestons* og *G. P. Merrills* allerede ovenfor (s. 3, 32) citerede afhandlinger, den fornødne oplysning.

Kulsyregehalt i 10.000 dele luft, i middel efter volum.

Vanlig luft (udenfor byer)	lidt over 3, max. 4.15
Paris (middel af mange prøver)	3.168
Liège (266 prøver; kulgrube-, fabrik- og agerbrugsdistrikt)	3.353
Cambridge, Foren. Stater (11 prøver, vinteren)	3.37
Boston (21 prøver, vaaren 1870)	3.85
Washington	3.87—4.48
Berlin	3.9—4.5
Manchester (talrige prøver, middel)	4.42

I henhold til disse analyser holder storby-atmosværen i alle fald kun rent undtagelsesvis mere end halvanden gang saa meget kulsyre som ellers; oftest handles der om endnu mindre foregelse¹⁾.

Værre end denne lidt foregede kulsyremængde er aabenbart, at luften i de store byer, paa grund af stenkulrøgen, ogsaa fører en ganske liden gehalt af *svovlsyre* (med svovlsyrling) og saltsyre, endog lidt salpetersyre og enkelte organiske syrer; saaledes, ifølge nogle analyser (af Dr. *Smith*, i „*Air and Rain*“) gjengivne i *Merrills* arbeide:

1 million vægtsdele luft holder:

	Svovlsyre	Saltsyre	Salpetersyre
London	20.49	1.250	0.840
Liverpool	39.59	10.16	0.582
Manchester	41.66	5.79	0.886

Disse syrer vil til en vis grad være bundne til atmosværens lille ammoniakgehalt (og saltsyren kan muligens(?) for en del skyldes kogsalt ophvirvlet fra havet).

Inde i de store byer er ogsaa i høi generende *soden* fra stenkulrøgen og andet støv; alle disse forurensninger, som luften

¹⁾ *Th. Egleston* (l. c.) anfører, tildels i henhold til flere af de netop aftrykte procenttal, at luften i de store byer skal kunne holde 3 — tre — gange saa meget kulsyre som ellers; dette er dog ikke i overensstemmelse med de foreliggende analyser.

her ofte er ganske fuld af, sætter sig fast i porer og ujævnheder paa stenoverfladerne og gjør sten mørk og skidden; og her gaar det værst ud over den hvide marmor, hvis friske udseende aldeles kan ødelægges ved sodflekke.

Ogsaa de mekanisk angribende kræfter virker med forøget styrke, hvor stenen staar i fri luft, dels fordi stenen her staar mere exponeret, og dels fordi temperaturvekslingerne her indtræder meget baade hurtigere og hyppigere, end hvor stenen ligger i fast fjeld.

Vedrørende *udvidelsen ved opvarmning* har man for mineralernes og bergarternes vedkommende en række maalinge:

Lineære udvidelseskoefficient.

Granit	0.000 006 57	(Totten)
Do.	0.000 007 24	(Adie)
Marmor	0.000 008 50	(Totten)
Do., hvid	0.000 009 20	(Adie)
Sandsten	0.000 014 3	(Totten).

Kubiske udvidelseskoefficient.

Kvarts	0.000 036 — 0.000 042								
Orthoklas	0.000 017 — 0.000 026								
Adular	0.000 0179								
Hornblende	0.000 0284								
Beryl	0.000 001								
Turmalin	0.000 022								
Granat	0.000 025								
Kalkspat	0.000 018 — 0.000 020								
Dolomit	0.000 035								
Bergarter	<table> <tbody> <tr> <td>Marmor</td> <td>0.000 019</td> </tr> <tr> <td>Granit</td> <td>0.000 026</td> </tr> <tr> <td>Basalt</td> <td>0.000 03</td> </tr> <tr> <td>Sandsten</td> <td>0.000 038</td> </tr> </tbody> </table>	Marmor	0.000 019	Granit	0.000 026	Basalt	0.000 03	Sandsten	0.000 038
		Marmor	0.000 019						
		Granit	0.000 026						
		Basalt	0.000 03						
Sandsten	0.000 038								

(Den *kubiske* udvidelse tre gange saa stor som den *lineære*).

Videre maa man ogsaa tage hensyn til, at den lineære udvidelse ved de anisotrope mineraler er forskjellig i de forskjellige krystallografiske retninger; saaledes for kvarts 0.000 00769 parallel hovedaxen og 0.000 01385 lodret samme; for adular 0.000 0156, 0.000 000659 og 0.000 00294 efter de tre axer; og for hornblende efter samme axer 0.000 0081, 0.000 00084 og 0.000 0095 (andre maalinge har forøvrigt givet et herfra noget afvigende resultat).

Medens de *chemiske angreb er mest generende for marmorbergarter, som alle er mere eller mindre let opløselige i kulsyre-*

(og svovlsyre-)holdigt regnvand, er temperaturvekslingerne formentlig farligst for „sammensatte“ bergarter, som er opbyggede af forskellige mineraler, som tilmed kan have forskjellig udvidelseskoefficient i mineralernes forskjellige krystallografiske retninger¹⁾. Ogsaa for marmor, som kun bestaar af et enkelt mineral (fremdeles med forskjellig udvidelse i de forskjellige retninger), kan dog temperaturvekslingerne spille en vis rolle. Saaledes har jeg i beretninger om marmorens holdbarhed i Italien og Grækenland leilighedsvis seet klage over, at marmoren undertiden fliser sig op i skorpen, hvor solen staar og steger hele dagen; overfladen blir her stærkt opvarmet, medens de indre dele, paa grund af bergartens daarlige ledningsevne, kun er middels varme. — Paa den anden side skal vi i det følgende se, at stærk vinterkulde — i modsætning til, hvad man herom vil kunne læse i adskillige tekniske fremstillinger — ikke er saa farlig, i alle fald ikke for vor solide nordlandske, trondhjemske og romsdalske kalkspatmarmor, som har været benyttet til mange hundrede aar gamle kirker, der fremdeles klarer sig udmærket godt.

Allerværst for marmorens holdbarhed er den oprindelig iboende *porøsitet* (kapillær-porøsitet), som jævnt, men sikkert øges ved atmosfærens kemiske angreb samt ved de stadige volumforandringer ved varme og kulde; og naar saa det opsugede vand fryser til is, gaar bergarten sin undergang imøde.

¹⁾ Dette, i forbindelse med den *langsomme ledningsevne*, er vistnok den væsentligste aarsag til, at specielt *graniterne* staar sig saa daarligt ved ildebrand, og tilmed daarligere end de fleste øvrige bergarter, — en bemærkning, som gælder ikke alene de skifrige, men ogsaa de jævnt kornige graniter.

Det er leilighedsvis endog bleven paastaet (i *Merrills* afhandling), at kalksten eller marmor indtil kulsyrens uddrivning (ved 600—700 °) skulde staa sig bedre mod ild, end tilfældet er med *graniterne*; tilstrækkelig erfaring har man dog neppe paa dette omraade.

Der er, som ogsaa bestyrket ved nogle mindre, rent foreløbige forsøg, grund til at tro, at vor vakre *augitsyenit* (den saakaldte „*labrador*“, som ofte i overveiende grad fører et enkelt mineral, *feldspat*, og som ikke fører *kvarts*, der betegnes ved forholdsvis stor udvidelseskoefficient), skal staa sig adskillig bedre mod ild end *graniterne*.

Videre er bergarter, staaende i fri luft, udsatte for korroderende indflydelse af vinden, navnlig naar denne fører med sig ophvirvlet sand eller andet støv; denne *vindslibning* kan, efter erfaring fra de Forenede Stater, leilighedsvis være ganske uheldig for den bløde marmor, medens den haarde granit her neppe lider noget synderlig. — Ogsaa kan nævnes, at *lavarter* og andre organismer, som vokser paa stenen, kan virke til at sprænge kornene fra hverandre; for marmor-bygninger eller -monumenter spiller dog dette liden rolle, idet organismer i denne lidet porøse sten kun undtagelsesvis vil kunne faa det fornødne fæste.

Foruden alle disse naturens destruerende kræfter maa man ogsaa tage med i betragtning, at de bløde bergarter og herunder da særlig marmoren kan være udsat for adskillig molest ved *menneskehaand*. Det skulde kanske synes noget søgt at gjøre opmærksom derpaa, men faktum er, at man i udlandet ved søilekolonner og lign. af marmor jævnlig kan se, at marmoren har lidt ganske væsentlig ved mennesket, „naturens værste rovdyr“. Her tænkes nærmest paa, at publikum stadig i forbifarten skal tage paa stenen med fingrene, saa der sent eller tidlig blir smuds- eller fedtflekker siddende igjen; og enhver kjender ogsaa den eiendommelige hang, mange har til overalt at skulle skrive sine navne. Resultatet kan være, at marmoren, som her er meget mere ømfindtlig end den haarde granit, selv om der ikke foreligger noget intensionelt hærverk, kan have tabt adskillig i sit friske udseende saa hoit op som en mandshøide. — Dette, i forbindelse med skvæt af gadesmuds osv., kan medføre, at man bør vise særskilt forsigtighed ved anvendelse af marmor i stærkt befærdede gader, lige nede i selve gadekanten.

Hvilken betydning hver enkelt af naturens mange destruktive kræfter skal tillægges, er endnu for mange bergarters vedkommende lidet udredet, og overhovedet befinder kjendskaben til bergarternes holdbarhed sig paa et forholdsvis lidet udviklet standpunkt. Under følelsen heraf har man i Preussen for et

par aar siden nedsat en stor kommission, bestaaende af arkitekter, kemikere og mineraloger (med *J. Hirschwald*, professor i mineralogi og geologi ved Charlottenburgs polyteknikum, som formand) for at udrede holdbarheds-spørgsmaalet for de vigtigste tyske (eller preussiske) bergarters vedkommende; denne kommission, hvis beretning utvivlsomt vil blive et kildeskrift af rang, blir dog endnu ikke paa et par aar færdig med sit omfattende arbeide.

For en del aar siden begyndte man ved de udenlandske tekniske prøveanstalter, navnlig i Berlin (Charlottenburg) og München, med en række undersøgelser for ad experimentel vei (som frysningsforsøg, kogning med forskjellige slags salt-, lud- eller syreopløsninger) at bestemme holdbarhedsgraden; det har dog vist sig, at man, i alle fald ved de hidtil brugbare arbejdsmethoder, ikke med den fornødne præcision har kunnet kopiere de i naturen virkende kræfter, — eksempelvis kan saaledes henvises til, at de i note 1, s. 63 aftrykte forvitningsforsøg med nordlandsk marmor er af liden eller ingen værd, — og disse kunstige forvitningsforsøg er nu ved flere udenlandske prøveanstalter indstillede, som værdiløse. Porøsitetsbestemmelser samt frysningsforsøg — selvfølgelig ogsaa trykfasthedsbestemmelser og ildsikkerhedsprøver — vil dog fremdeles beholde sin gyldighed.

Den eneste maade, ved hvilken man kan komme til sikkert resultat, er ved at studere, hvorledes den i fri luft staaende sten gennem aarhundreder faktisk har klaret sig.

Hvad her angaar de mange tidligere undersøgelser over marmor, maa specielt betones, at man jævnlig ikke tilstrækkelig har havt øie oppe for, at man *ikke* uden videre kan overføre erfaring fra en slags marmor til en anden slags; det er saaledes uberettiget uden videre at drage den slutning, at fordi f. ex. den finkornige italienske eller den tætte tyske (kalksten-) marmor i store byer jævnlig har vist sig uskikket som bygningsmaterial, saa skal det samme ogsaa være tilfælde med den norske grovkornede marmor. For at illustrere dette ved et specielt tilfælde kan nævnes, at meget af den tyske „marmor“,

som egentlig kun er en vakker lys kalksten, har tabt sig ved at staa i fri luft navnlig derved, at lerskifer-striberne i kalkstenen er blevne udgravede ved regnvandet; og saa kan man høre dette benyttet som argument mod anvendelsen af vor norske marmor, som er af ganske anden struktuel natur. — Ligesaa uberettiget vilde det være at paastaa, at fordi det i de Forenede Stater ifølge enkelte forskere skal have vist sig, at den *grovkornede* marmor skal forvitre hurtigere end den *fin-kornede* (— noget, som forøvrigt fra andet hold, som vi senere skal omtale, er bestridt —), saa skulde det samme ogsaa gjælde den norske *grovkornede* (kalkspat-)marmor; selv ved samme kornstørrelse¹⁾ kan strukturen („forbandtet“ mellem kornene) være saa forskjelligartet, at man ikke kan generalisere erfaringerne.

Vedrørende holdbarheden af marmor i de *store byer* (*stenkulsrøg-byer*) foreligger der flere undersøgelser, navnlig af den bekjendte engelske geolog *Archibald Geikie*²⁾ og af prof. *A. A. Julien*³⁾ i New York.

Ifølge *Geikie*, som omhandler marmor-monumenter paa kirkegaardene i *Edinburgh* (altsaa i en by med raat og fugtigt klima og samtidig med usædvanlig meget stenkulsrøg i luften), begynder angrebet med, (1) at polituren taber sig, idet den speilende glans er forsvunden efter et eller et par aars forløb (hurtigst paa regnsiden), og den tidligere aldeles glatte overflade blir ru og noget porøs. Det næste skridt (2) er, at kornet ogsaa i det indre af monumentet blir raaddent (med løst sammenhæng), hvad hovedsagelig maa tilskrives indvirkning af storby-atmosfærens urene, sod-rige regnvand, som ogsaa altid holder lidt — om end vistnok ganske lidt — svovlsyre (med svovlsyring og

¹⁾ Endog ved samme geologiske dannelsesproces kan der — ved samme kornstørrelse og samme kemiske sammensætning — være adskillige modifikationer i strukturen (s. 54—55)

²⁾ „Rock-weathering measured by the decay of tombstones“, i „Geological sketches home and abroad“, London, 1882.

³⁾ „The decay of building stones“, New York Acad. of Sc., jan. og april 1883.

saltsyre); i overensstemmelse hermed kunde *Geikie* paavise lidt svovlsur kalk, som yderst fint (nydannet) dække udenpaa stenen samt indtrængt ind mellem kornene. Tilslut (3) brister stenen itu, eller den blir lidt plastisk¹⁾ og kan slaa bue paa sig, naar den staar indmuret som inskriptionsplade i monument af mere solid sten; denne plasticitet antages at bero paa, at de enkelte korn ved frostens indvirkning blir sprængt lidt fra hverandre, hvorved stenen skulde faa en vis lighed f. ex. med den brasilianske itacolomit (bøielig sandsten).

Inskriptionerne paa marmor-gravmonumenterne i Edinburgh blir ulæselige oftest inden et aarhundrede; jævnlig medgaar der betydelig kortere tid, og *Geikies* konklusion er, at marmor under forholde som i Edinburgh er „yderst uskikket til ydre brug“.

Næsten alle de her omhandlede gravmonumenter er af hvid Carrara-marmor, anvendt dels som monolither eller obilsker, urner osv. (vistnok for den allervæsentligste del Carrara blanc clair, som paa denne maade bruges overalt i verden) og dels som tynde, kun 1—2 tommer tykke inskriptionsplader (vistnok for en væsentlig del den aldeles tætte Carrara blanc P), indfældt i anden sten.

I tilsvarende retning, om end ikke med fuldt saa pessimistisk resultat, gaar ogsaa nogle undersøgelser af *Julien*, over marmorens holdbarhed i New York og øvrige store nordamerikanske byer; særlig fremhæver han, at inde i de store byer ødelægges marmoren adskillig hurtigere end ude paa landsbygden. — Kon-

¹⁾ Dette eiendommelige forhold, at marmor (undertiden ogsaa vanlig sandsten) nu og da viser sig at være lidt bøielig (eller endog elastisk), er ogsaa omtalt af adskillige andre forskere (saaledes kan henvises til *Juliens* og *Eglestons* afhandlinger, samt til studier af *Dolomieu*, *Gwilt* m. fl.); fenomenet er ogsaa berørt af forskjellige authorer i tidligere dage.

Mest paafaldende synes mig at være en observation af *F. M. Staff* (i „Himmel und Erde“, 1891, III), omhandlende en „Gebogener Marmorposten im Patio de la mezquita der Alhambra zu Granada“, hvor en henimod 3 m lang og kun 5 cm tyk marmorplade i tidernes løb var bleven meget stærkt bøiet, med krumningsradius paa 9 m. — *Staff* drager en vis parallel mellem denne bøiede marmorplade og de vanlige, uden brud foldede skifere og kalklag.

klusionen af hans fremstilling er, „at paa kirkegaardene inde i selve New York by er polituren paa de vertikalt staaende marmorplader oftest aldeles forsvunden inden omkring 10 aar; kun for en mindre del udviskes inskriptionerne (paa marmorpladerne) inden 30—50 aar, og oftest er de fuldstændig læselige paa de ældste gravmonumenter, som daterer sig fra 1798; og videre, at endskjønt overfladens forandring til en løs, kornet beskaffenhed kan naa et dyb af 10 mm, saa overskrider den virkelige formindskelse af overfladen sjelden 5—6 mm; den indre ophævelse af kornsammenhængen har aldrig, i den tidslængde, stenene hidtil har været udsatte for veir og vind, været fundet at være tilstrækkelig til i mærkbar grad at svække stenens styrke; og de midtre dele af horizontale, 2 m lange plader har undertiden været udsatte for en mindre krumning, maaske til et beløb af 12—15 mm.

Paa kirkegaardene udenfor New York by kan polituren nær mod jorden paa de vertikale marmorplader ofte holde sig vedlige i over 150 aar¹⁾; forandringen af overfladen til en kornig masse naar sjelden et dyb paa mere end 3—4 mm, og alle inskriptioner er fuldstændig vedligeholdte paa de ældste vertikale gravstene; kun de horizontale plader har været udsat for en delvis udviskning af skriften.“

De her refererede iagttagelser over marmorens holdbarhed synes i alle fald nogenlunde tilfredsstillende; fortsættelsen af hans konklusion lyder:

„Skjønt disse kjendsgjæringer godtgjør en betydelig større varighed („far greater durability“) af marmoren i vor tørre og rene atmosfære²⁾, viser den hyppige udsettelse af inskriptionerne, den almindelige og ofte hurtige forandring af overfladen til kornet tilstand og den leilighedsvis opsprækning af marmorpladerne, at marmorens ødelæggelse — i de varieteteter, som hidtil har været benyttede i New York — er stadig, uundgaaelig og kun et tidsspørgsmaal; og med *Geikie* er jeg (*Julien*)

¹⁾ Hermed kan ikke sigtes til den *speilende* eller *glinsende* politur, som taber sig *meget* hurtigere.

²⁾ (End i Edinburgh, ifølge *Geikies* fremstilling).

overbevist om, at dette material, hvis det ikke er beskyttet, er yderst uskikket til ydre brug, i det mindste til dekorativ anvendelse eller til kirkegaards-monumenter, inde i en by-atmosvære.“

Julien gjør samtidig opmærksom paa, at ogsaa en hel del af de øvrige bergarter i de store nordamerikanske byer lider meget stærkt ved at staa ude i fri luft; saaledes anslaaer han stenenes „levealder“ (o: den tid, som medgaar, uden at stenen behøver nogen reparatur) under forholde som i New York til:

	„Levealder“
Grovkornig brun sandsten	5— 15 aar
Skifrig finkornig sandsten	20— 50 —
Kompakt finkornig sandsten	100—200 —
Nova Scotia sandsten	maaske 50—200 —
Ohio sandsten (bedste kvalitet),	maaske fra et til flere aarh.
Grovkornig fossilkalk	20— 40 —
Fin oolithisk, fransk kalksten	30— 40 —
Grovkornig dolomitmarmor	40 —
Finkornig dolomitmarmor	60— 80 —
Finkornig marmor	50—100 —
Granit	75—200 —
Gneis	50 aar til mange aarhundreder

Julien er meget streng i sine fordringer, hvad bl. a. ogsaa fremgaar deraf, at den nordamerikanske granit kun tildeles en evealder af 75—200 aar, — altsaa kun med rundt tal det dobbelte af, hvad tilfældet er for de bedste marmorvarieteteters vedkommende. — Ogsaa kan det paapeges, at han ikke stiller marmoren i den allerdaarligste klasse.

Prof. *W. C. Brøgger*, som i sin oven citerede afhandling i *Teknisk Ugeblad* (vaaren 1896) har leveret referat af *Geikies* og *Juliens* fremstillinger, udtaler sig — paa grundlag af de her fremholdte engelske og amerikanske erfaringer — i samme retning og fraaader, under forholde som i de centrale dele af *Kristiania*, anvendelse af marmor til ydre brug.

De to studier af *Geikie* og *Julien* har ogsaa til en vis grad ligget til grund for en ganske omfattende afhandling af *G. P. Merrill* (l. c., s. 3), og *Geikies* arbeide er ogsaa benyttet i *Th. Eglestons* brochure (l. c., s. 32), over forvitringen af de naturlige bygningsstene. Begge de sidst nævnte amerikanske forskere, *Merrill* og *Egleston*, fremholder ogsaa den opfatning, at

marmoren i de store amerikanske byer ikke passer til ydre brug; *Egleston* gaar endog saa vidt, at han paastaar, at i sin almindelighed kalksten (altsaa ikke kun den egentlige marmor), „hvorledes end dens karakter er, skulde være fuldstændig uskikket i det nordamerikanske klima til anvendelse af monumenter, som skulde staa ude under fri luft i de større byer“¹⁾. — Samtidig bør forøvrigt ogsaa paapeges, at begge disse amerikanske forskere drager stærkt tilfelts ikke alene mod marmoren, men ogsaa mod en flerhed af de øvrige i New York og andre byer anvendte bygningsstene, og der er ikke meget material, som finder naade for deres øine.

Den dom, at al slags marmor skulde være aldeles uskikket til udvendig brug i de store nordamerikanske byer, er ikke enstemmig; saaledes gjør *G. W. Perry*, i en liden notits, som vi senere kommer til at omtale, opmærksom paa, at vistnok holder de vanlige Carrara-sorter sig daarlig i Ny-Englands raae klima, men denne dom gjælder ikke den middels grovkrystallinske Vermont-marmor (kalkspatmarmor); „der er plader af denne marmor, som nu staaar paa kirkegaardene i Vermont, og som er ligesaa friske, som da de blev opsatte for næsten et halvt hundrede aar siden, skjønt de kun er to tommer tykke.“

Som vi senere skal tale om, stemmer denne observation, at solid, noget grovkrystallinsk marmor staaar mindst ligesaa godt, kanske endog bedre end den finkornige italienske, ogsaa med mine egne iagttagelser; og dette er et moment, som til en vis grad svækker navnlig *Geikies*, tildels ogsaa *Juliens* nedsættende dom om marmoren i sin almindelighed, idet disse forskeres studier for en væsentlig del omhandlede netop den italienske marmor.

Heller ikke synes det, som om de amerikanske arkitekter gjennemgaaende nærer nogen absolut frygt for ydre anvendelse af

¹⁾ Overført paa norsk arkitektur, vilde dette sige, at man f. ex. ved Gamle Akers kirke, inde i Kristiania by, ikke burde have benyttet kalksten (orthocer-kalksten) til murene; stenen har dog her holdt sig meget bra' i otte hundrede aar (siden omkring aar 1100), og murene vil nok kunne klare sig i mindst lige saa lang tid til.

marmor¹⁾. I en af *Merrill* (l. c.) leveret liste, paa 193 forskellige nummere, over de vigtigere sten-bygninger (kirker, skoler, banker, toldboder, posthuse, monumenter osv.) i de Forenede Stater, er saaledes 142 no. eller 74% af granit, sandsten, konglomerat, gneis, glimmerskifer, serpentin osv. og resten, altsaa ikke mindre end 51 no. eller 26%, af forskellige marmorbergarter, hovedsagelig af (krystallin) dolomitmarmor, som i de Forenede Stater spiller ganske stor rolle (anm. 2, s. 2—3), videre en hel del af amerikansk kalkspatmarmor, et par af italiensk marmor, et par forøvrigt ogsaa af kalksten. — Den amerikanske arkitekt har saaledes god anledning til selv, i det praktiske liv, at overbevise sig om, hvorledes marmoren staar, — og fremdeles skal der, efter hvad der fra forskjelligt hold er bleven mig meddelt, i de store nordamerikanske byer anvendes adskillig marmor til udvendigt brug. Saaledes oplyser ing. *H. Lund* i *Teknisk Ugeblad*, 30te april 1896, at enkelte marmorfirmaer i New York kan se tilbage paa omkring 30 større bygningsarbejder i marmor.

I de varme lande, Ægypten, Grækenland, Italien osv., stiler holdbarheds-spørgsmaalet sig meget gunstigt, og marmoren har her i det hele og store klaret sig tilfredsstillende, ikke alene i aarhundreder, men i aartusinder.

Om den fra den *klassiske græske oldtid* stammende marmor beretter saaledes prof. *Lepsius* i sit allerede gjentagende citerede arbejde (*Geologie von Attika*), at denne marmor, anvendt ved de forskjellige templer osv. i Grækenland, gennemgaaende har holdt sig udmærket godt, selv hvor den paa veirhaarde punkter nu har staaet i fri luft i to tusind aar eller derover. Exempelvis kan saaledes henvises til den penteliske marmor (med kun

¹⁾ Ogsaa kan berøres, at marmor anvendt [til grav-monumenter (som fortrinsvis har været gjenstand for *Geikies* og *Juliens* studier)] er mere exponeret end ved ydre anvendelse i bygninger; en obelisk angribes fra 4 sider og topfladen, en bygningssten derimod kun fra 1 side, eller ved hjørner fra 2 sider. — Hertil kommer, at arkitektens opgave ved brug af marmor inde i de store byer er i alle fald til en vis grad at beskytte den ene eller de to sider, som kan angribes, mod indvirkning af sod og regn.

spor af jerngehalt) fra Agrilesa, anvendt til søiler, kapitæler osv. paa det bekjendte Athena-tempel; trods dette tempel nu i 2300 aar har staaet paa et ganske særlig exponeret punkt, nemlig paa toppen af det fremstikkende forbjerg Sunion, har marmoren fremdeles beholdt sin deilige hvide farve, men alle finere arkitektoniske linjer er nu vistnok noget udviskede. — Marmoren i ruinerne paa Akropolis og andre antike bygninger i Athen, f. ex. Theseus-templet, har derimod nu — efter i to tusind aar at have trodset vind og veir — faaet en lysebrun, i aftensolen med guldgul farve skinnende overflade, der er mest fremtrædende paa vindsiden; denne patina-hud stammer derfra, at den her anvendte marmor, den penteliske Spiliamarmor, holder lidt mere jern end den foregaaende marmor, nemlig 0.122% jernoxydul (med oxyd; lidt jern ogsaa som svovlkis).

Og vedrørende den fra den romerske oldtid stammende marmor har man gjort den erfaring, at søiler og skulpturarbejder i det hele og store har holdt sig meget godt, hvor de har staaet ude i fri luft; hvor de derimod har ligget nede i jorden, udsat for stadigt angreb af kulsyreholdigt vand, humussyre osv., er de blevne mere korroderede, og der har her dannet sig en epidermis-hud, af vekslende tykkelse.

Videre kan vi vedrørende den italienske marmor fremhæve, at denne fremdeles i meget stor stil anvendes til *udvendig beklædning* (for en væsentlig del som pladebelæg), ikke alene af pragtbygninger (som f. ex. tidligere ved Markuskirken og dogepaladset i Venedig; domkirken i Mailand), men ogsaa ved en flerhed af de ordinære privathuse, i byer som Genua, Pisa, Florenz osv. Marmoren beholder her gennem aarhundreder sin friske farve og sit solide korn; rent undtagelsesvis kan man dog høre klage over, at marmoren „skallar af“ i solstegen (s. 91); og ved den bekjendte Markusdom i Venedig, som nu er omkring tusind aar gammel, har man (efter hvad jeg har seet berette i „Baumaterialienkunde“ for 1896, no. 3) nylig været nødt til at foretage nogle reparationer; som helhed betragtet er dog resultatet ogsaa her meget godt.

Gaar vi fra Italien længere mod nord, til de store byer i *Østerrige* og *Tyskland*, saa kan man her i korthed sige, at marmor kun rent *undtagelsesvis* benyttes som *udvendig dekorationssten paa husbygninger*, medens man derimod her *stadig* har *marmorstatuer staaende i fri luft*.

At marmor i de store tyske byer, som f. ex. Berlin (hvor man forgjæves i de store gader spejder efter et marmor-hus) og München (hvor jeg kun erindrere en eneste større bygning, nemlig Bavaria, af marmor, — Untersberger-marmor eller -kalksten) spiller liden eller praktisk talt næsten ingen rolle som udvendigt bygningsmaterial, staar vistnok til en vis grad i forbindelse dermed, at Tyskland er et paa marmor fattigt land, og at den meste her som „marmor“ anvendte indenlandske vare kun er en lys (ikke metamorfoseret) kalksten, som jævnlig fører nogle indleininger af lerskifer. Som vi allerede tidligere (s. 94) har berørt, *udvaskes denne lerskifer temmelig let af regnvandet*, og da desuden de tyske farvede marmor-sorter næsten alle taber noget af sin friske farve (blegner) ved at staa i luften, kan man med tryghed underskrive den dom, at den meste *tyske* marmor ikke er skikket til at staa i fri luft. Og dette har utvivlsomt ogsaa bidraget til at indjage navnlig de tyske arkitekter en frygt for ydre anvendelse af marmor i sin almindelighed. Ordinær kalksten derimod benyttes meget ofte, i alle fald i Østerrige; saaledes er i Wien *Votivkirken* og store dele af *Stephansdomen*, *Burgtheatret*, *raadhuset*, *universitetet* osv. opført af kalksten; og i universitetet har man til enkelte partier i façaden ogsaa benyttet den lysegraa, *grovkrystallinske Grasthaler-marmor*.

I sin helhed spiller dog egentlig marmor baade i Tyskland og Østerrige liden eller ingen rolle i den ydre arkitektur; derimod lader man i begge lande i ganske stor udstrækning *marmorstatuer — af virkelig, krystallin marmor — staa ude i fri luft*, tilmed ofte uden tildækning om vinteren.

Exempelvis kan saaledes nævnes, at man i de store parkanlæg ved *Nymphenburg-slottet* lige ved München og ved *Schönbrunn-slottet* lige ved Wien har en hel række allegoriske og

mythologiske figurer, i overnaturlig størrelse, af grovkornig lysegraa marmor, med samme korn som den nordlandske Ballangen-marmor, men lidt lysere i farven; ved Schönbrunn, hvor støtterne er omkring 125 aar gamle, har man benyttet den tyrolske Ratschinges-marmor; og ved Nymphenburg, hvor anlægget er noget ældre, har man en lignende marmor. Alle disse støtter har — udsat for vind og veir i gennemsnitlig med rundt tal halvandet hundrede aar — holdt sig ganske godt, og specielt er de *finere linjer f. ex. i ansigtstrækkene ikke blevne forvirkede i nævneværdig udstrækning*, og overfladen er ikke bleven ødelagt. Derimod er støtterne undertiden blevne *noget opsprukne efter skiktfugerne*, som ofte er stærkt fremtrædende, og har der først her dannet sig en spræk, saa har vand og frost faaet aabnet sig en god bresche ind i stenen, og angrebet har her medført, at kornet langs selve sprækken er bleven noget smuldrende. Men forevrigt er kornfastheden næsten overalt i behold.

Disse talrige støtter, lige ved to af Mellemeuropas allerstørste byer, af grovkrystallinsk marmor lærer os, at man *udvendig ikke bør anvende marmor med markeret skiktning*; men forevrigt har marmoren klaret sig ganske bra' baade mod de chemiske og mod de mekaniske angreb.

I Wien har man — foruden de mange støtter af grovkrySTALLIN, graa marmor i Schönbrunn-parken — staaende ude i fri luft midt inde i tyk-byen ogsaa en del statuer osv. af egentlig statuemarmor, baade af Carrara statuario og af den tyrolske Laaser-marmor, som østerrigerne — og med rette — skatter saa høit som billedhuggermarmor; af denne sidste marmor er saaledes Grillparzer-monumentet, Ghega-monumentet, rigsdagsfrisen osv.; og vaaren 1896 har man af denne marmor afsløret et nyt monument, over Mozart (i noget over legemsstørrelse og paa postamentet med reliefs af amoriner osv.; fundamentet af Sterzinger-marmor; alt billedhuggerarbejde af Laaser-marmor). Vedrørende denne statue, som staar lige ved (bagefter) operaen, altsaa indenfor den bekjendte „Ring“, blev der for nogle aar siden nedsat en særskilt, baade af kunstnere og mineraloger bestaaende komité, for at afgjøre, om statuen skulde hugges i

marmor eller støbes i bronze. Efter besigtigelse af alle de ældre marmor-monumenter i Wien vedtog denne komité (som havde kjendskab til *Juliens* oven citerede arbeide), om end under dissens, at man skulde benytte marmor; saavidt tillid havde man altsaa, paa grundlag af de paa stedet foretagne undersøgelser, til marmorens holdbarhed, selv under saa vanskelige forhold som midt inde i centrum af Wien (med en befolkning paa $1\frac{1}{2}$ mill.; talrige fabrikker i og ved byen; middeltemperatur i de tre koldeste vintermaaneder $\div 0.6^{\circ}$, og laveste observerede temperatur $\div 25.5^{\circ}$ C). Og komiteen besluttede endvidere, at marmor-statuen skulde staa uden dække om vinteren, altsaa udsat baade for kulde og for reg¹⁾.

Tilsvarende har man ogsaa midt inde i Berlin, samt i Thiergarten og i Potsdam, en hel del marmor-monumenter (af Carrara statuaro) staaende under aaben himmel; eksempelvis kan nævnes monumentet over Lessing (afsløret 1890), dronning Lovise (1880), Goethe (1880), Schiller (1871; ved Schauspielhaus, midt inde i byen); videre over brødrene Wilhelm og Alexander v. Humboldt (endnu ældre, foran universitetet); over Fredrik Wilhelm den 3die (afsløret 1849; i Thiergarten); over Bülow og Scharnhorst (begge opsat 1822, foran den nye vagt) osv. Og ogsaa her har den tyske opinion fundet, at disse ældre marmor-monumenter — skjönt trækkene inden et aarhundrede blir lidt udviskede, og skjönt der afsætter sig sod og andet smuds i f. ex. næsebor, øienkroge osv. — i alle fald staa sig saavidt godt, at man fremdeles, paa offentlig bekostning, hugger marmor-statuer, som skal staa i fri luft (se forøvrigt nedenstaaende anm.).

Saa rent kassabel kan marmor (o: god, solid marmor) her ikke være, i alle fald naar man til en vis grad beskytter den mod sod og regn.

¹⁾ Jeg vil her ikke unklade at paapege, at jeg for min part i tilfælde ved et første rangs kunstverk, som er paaregnet at skulle staa uforandret i aarhundreder, og som ikke bør tilsmudses ved sod osv., vilde have voteret for bronze, men at jeg til bygningsbrug vilde give (solid) marmor min stemme, under forudsætning af, at marmoren ikke blir altfor udsat for gadesmuds og sod.

Naar der handles om den *norske* marmors holdbardashed, bør man, fordi marmor og marmor kan være to temmelig forskellige ting (s. 93—94), lægge hovedvægten paa, hvorledes *norsk marmor faktisk har holdt sig gennem aarhundreder*; og her kan vi fremlægge erfaring fra mange *gamle norske marmorkirker osv., at solid grovkrySTALLINSK norsk kalkspatmarmor ypperlig taaler vort klima* (ude paa landsbygden; om forholdene midt inde i Kristiania har man ikke nogen erfaring).

Til nærmere oplysning herom skal vi omhandle nogle af de vigtigste, ældre og yngre marmorkirker i vort land¹⁾. — Det forudskikkes, at de fleste af vore ældste stenkirker er byggede paa den maade, at der af kvaderhuggen eller ganske raat tilhuggen sten er sat op to mure (kistemure), med mellemrum en fod eller lignende, og saa er dette mellemrum bleven fyldt med smaasten og kalk, som dannede et overordentlig stærkt kit; den hele mur er paa denne maade oftest bleven omkring 1.5 m tyk. — De korte historiske oplysninger i det følgende er hovedsagelig hentede fra *N. Nicolaysens „Norske Fornlevninger“* (1862—66) og prof. *L. Dietrichsons „Kort Oversigt over de norske Kirkebygningers Historie“*²⁾.

Vi begynder med det *nordlige Norge*:

Den *gamle Gildeskaal kirke*, hvis østre del, ved koret, er omkring 600 eller 700 aar gammel, medens den vestre del er senere tilbygget, er hovedsagelig opført af lysegraa, grovkornet marmor. Stenen har holdt sig meget godt, hvor den er lagt paa fladsiden (med horizontal lagning); et par steder sees dog ogsaa stensblokke, som — meget uforstandig — er sat paa kant (med vertikal lagning), og her har frosten tildels sprængt blokkene op efter skiktfladerne. — Foruden marmor er i murene ogsaa benyttet noget glimmerskifer og anden bergart. Kirken, som nu ikke længere benyttes, da den er for liden, har i en aarrække været rappet med tynd kalkpuds baade udvendig og

¹⁾ Den i det følgende givne opregning af norske marmorkirker er ikke komplet, men i alle fald tilstrækkelig til at give besked om marmorens holdbarhed.

²⁾ De anvendte stilarter falder i følgende afdelinger: 1 Rundbuestilen, 996—1184; a) den angelsaksiske periode, 996—1066 (ex. paa stilarten, Trondenæs kirke); b) den anglonormanniske periode, 1066—1184 (ex. Hamar domkirke). 2 Spidsbuestilen, den gotiske periode, 1184—1537,

indvendig, — indvendig muligens for at skjule gamle katholske billeder og udvendig tildels for efter tidligere tiders opfatning at gjøre udseendet vakrere; og mod vest er kirken bordklædt (mod havstormene). — Paa grund af rapningen kan det ikke tillægges nogen større betydning, at marmoren her har holdt sig godt.

Steigens gamle kirke, som var ældre end aar 1200, og som hovedsagelig var opført af glimmerskifer, blev nedrevet i 1869; kun lod man kor og sakristi staa igjen, idet disse uden forandring skulde benyttes til den nye kirke. Denne er bygget af sten, dels lysegraa, vanlig middels grovkornet og temmelig uren marmor (glimmer og kisrig, med kisklumper indtil saa store som ert eller bønne), fra et lag nær ved kirken, og dels glimmerskifer.

Marmoren er anvendt, i tutede blokke, til alle hjørner, vinduesindramninger osv. samt til hele formuren, ved hovedindgangsdøren; til de øvrige dele af murene, paa partierne mellem hjørnerne og vinduerne, er derimod benyttet plader af glimmerskifer. — Marmoren, som vistnok her kun har staaet ikke fuldt 30 aar i fri luft, har holdt sig ganske godt; dog ser man hist og her nogle *rustflekker* (idet man har benyttet *kis*holdig sten), og rent undtagelsesvis er kanterne noget angrebne, hvad skyldes, at man tildels benyttede noget forvitret marmor, fra brud lige oppe i dagskorpen. — Selve marmoren syntes mig her ikke at være saa god, som tilfældet pleier at være i Nordland; kun et meget kritisk øie vil dog kunne opdage lidt forvitring et eller et par steder paa hjørnerne.

Paa kirkegaarden er gravkors af Carrara blanc P, fra 1870 — her som i regelen ellers — brukket itu; en reliefbuste, som har staaet under aaben himmel siden 1872 eller 1873, af en af distriktets ansede mænd, huggen i hvid Carrara-marmor, havde derimod holdt sig fortrinligt, uden nogensomhelst udviskning af trækkene; og ligeledes havde en stor plade af Carrara blanc clair, fra 1861, klaret sig meget godt.

Nær ved kirken staaer en *urgammel bautasten*, — paa hvilken der bl. a. sees en henimod 300 aar gammel inskription¹⁾, — hvilken sten bestaar af glimmerskifer, kvartslinser og krystallinsk kalksten. For os er af særlig interesse den af kalksten bestaaende bredflade eller forside, paa hvilken der er indhugget en hel del tegn, hvoraf enkelte er synbare (P, H, S, V, P, tildels sammenslyngede), medens andre er mere udviskede; stenen er fleresteds ogsaa opsprukken, efter kvartslinserne og glimmerlagene. Paa overfladen af kalkstenen stikker frem en hel del fine glimmerblade og kvartsnaale, i en høide af 2—4 mm; o: ned til dette dyb er kalkspaten bleven eroderet bort, nemlig opløst af det kulsyreholdige regnvand. Dette har altsaa, i løbet af mange aarhundreder eller kanske et aartusind(?), ikke formaaet at vaske bort mere end nogle ganske faa millimeter af kalkstens overflade; og for hvert aarhundrede har regnvandets opløsende evne høist været en millimeter eller deromkring.

Ibbestad nye kirke, som er opført i 1881, er i sin helhed bygget af lysegraa, middels grovkornet marmor, — alle hjørner,

¹⁾ Ifølge velvillig meddelelse af arkivar *Nicolaysen*, Tromsø, initialerne til en i Steigen omkring aar 1600 boende lægmand.

dør- og vinduesindfatninger af tugtet sten og uden rapning, mellempartierne derimod af utugtede blokke og derfor rappede, af skjønhedshensyn efter landsens opfatning. — Marmoren, som er aldeles profuld af smaa *grafitskjæl*, og som ofte ogsaa fører noget kvarts, straalsten og glimmer samt *svovlkis* (rigelig i enkelte smaa-striber), er taget fra nogle smaa-brud oppe i bakken ovenfor sorenskriver- og lensmandsgaardene. I disse brud, som kun er 1.5—2 m dybe, er marmoren forholdsvis stærkt *forvitret* (hvad antagelig skyldes de mange grafitskjæl, netop paa grænsefladerne mellem kalkspatkornene; se s. 87); og mange af de blokke, som har været anvendt i kirkebygningen, har temmelig sikkert allerede paa forhaand været lidt angrebne, eller i alle fald ikke i den grad solide, som tilfældet pleier at være med den nordlandske kalkspatmarmor. — Blokkene i kirkemuren viser dog i sin almindelighed ikke nogen antydning til videregaaende forvitring end i selve det faste fjeld. Hist og her ser man — paa samme maade som i selve bruddet — nogle rustflekker.

Trondenæs kirke — den ældste kirke saa langt mod nord, i gamle dage fylkeskirke i det nordlige Norge, og anlagt under kong *Eystein*, ca. 1110 (ifølge *O. A. Overlands Norges historie*, II, s. 288) — er bygget af glimmerskifer, med garnitur og indramninger af klæbersten. Ud mod sjeen, nemlig paa nord- og østsiden, omgives kirken af en urgammel, fra middelalderen stammende bastion-mur, som oftest er over mandshøi og meget tyk, og som ligeledes hovedsagelig er bygget af glimmerskifer; ved siden heraf er dog ogsaa anvendt noget marmor, nemlig hvid og lysegraa, grovkornet kalkspatmarmor, som — løstliggende ude i murkanten, uden rapning — fremdeles er saa frisk, at man kunde tænke sig, at stenen blot et aar eller to og ikke et halvt aartusind eller lignende havde været udsat for tidens tand.

Bodø gamle landkirke, som for et par aar siden blev nedrevet (fordi den var for liden), var opført for den væsentligste del af klæbersten og granit, med gneis og glimmerskifer; underordnet var ogsaa benyttet en graa, grovkrystallinsk marmor. De prøver af denne, som ligger paa kirketomten, er fremdeles ganske friske.

Brønø kirke (i den sydligste del af Nordlands amt) stammer i alle fald for en del fra den katholske tid, men undergik en indgribende restauration i 1866, da den blev rammet af lynild, hvorved alt trævirke brandt op. Ogsaa i forrige aarh. brændte kirken engang efter lynild. Murene blev dog ved den sidste brand, formentlig ogsaa ved den forrige brand, staaende igjen og blev benyttede ved opførelse af den udvidede kirke, i slutten af 1860-aarene. — Den gamle kirke var fuldstændig overkalket, ind- og udvendig; den nuværende kirke derimod er uden rapning. — Bygningsmaterialet er for den allervæsentligste del graa krystallinsk kalksten eller marmor, som har holdt sig meget godt; og specielt kan, efter opgivende fra stedets sognepræst, *I. O. Kielland*, hvem jeg skylder de ovenstaaende anmærkninger om denne kirke, anføres, at de i murene liggende stene, som stammer fra den gamle kirkemur, viser en fast og solid beskaffenhed.

Vi gaar saa over til at omhandle kirker i det *trondhjemske*.

Den *gamle Sakshaug kirke paa Inderøen*, der stammer fra slutningen af det 12te aarh. (indviet 1184), er næsten i sin helhed bygget af lysegraa, middels grovkrystallinsk marmor (en slags St.-Anna-marmor), af udseende som den, man nu bryder i kalkstenbruddet ved Strømmens kalkverk (se den efterfølgende beskrivelse, under Inderøen); kun en bagatel af murene bestaar af skifer, og enkelte (senere indsatte?) portaler er udførte af klæbersten. De øvrige portaler samt alle hjørner og deraabninger er af tilhugne marmorblokke; selve murene, som er omkring 1.5 m tykke, af uhuggen eller kun grovt huggen sten. — Specielt kan nævnes to marmorsøiler, lignende de gamle søiler i Trondhjems domkirke, ved det (senere tilbyggede?) sakristi, samt i den udvendige mur nogle (tre) lyse marmorblokke med diverse slags ornamentur (bas-reliefs af allegoriske figurer og menneskeansigt), som vender ud mod fri luft. Disse tegninger er lidt udvaskede, men forøvrigt vel vedligeholdte.

Udvendig har kirken en forholdsvis tynd rapning, som dog for den væsentligste del er faldt af.

Selve bygningsmaterialet i kirken har holdt sig fortrinligt, og specielt noterede jeg mig, at alle hjørner paa marmorblokkene er skarpe og solide, ikke smuldrende; nogle medbragte prøver af ydermuren og af hjørnerne er saa gode, at man nærmest skulde tro, at stenen kun nogle faa aar skulde have staaet ude i vind og veir.

Kirken har nu, siden 1870, ligget næsten i ruin, med nedrevet tag og sprukne mure; dette beror dog ikke paa stenens beskaffenhed, men skriver sig derfra, at grunden — ikke fast fjeld, men ler eller sand — ud mod en lerbakke har givet sig, saa man kan risikere udglidning.

Den nærliggende *nye Sakshaug kirke*, som blev opført i 1868—69, er i sin helhed bygget af samme slags lysegraa, lidt grovkornede marmor — taget fra Strømmens kalkbrud — som den gamle kirke. Portaler, vinduesindramninger og enkelte garneringer er af nogenlunde finhuggen sten (ikke poleret eller saget, heller ikke rigtig finhuggen); det øvrige derimod af grovhuggen sten, lagt plade paa plade (med lagningen horizontalt).

Et rygte havde fortalt mig, at marmorblokkene paa vestsiden, hvor det er mest vindhaardt, skulde være noget forvitrede, og at det specielt skulde se ud, som om der paa enkelte steder var „rendt ned“ striber af opløst sten. Saaledes forholder det sig dog paa ingen maade; marmoren, som staar uden ydre rapning, er aldeles frisk og ikke angrebet; derimod har der hist og her, særlig paa vestsiden, løst sig ud noget af cementeringen (kittet) mellem stenblokkene, og det er dette, som af enkelte er bleven forvekslet med forvitring af marmoren.

Muren, som er omkring 1 m tyk, blev først fuget med cement udvendig og derpaa, før murene blev tørre, rappet indvendig; den indvendige fugtighed, som herved ikke fik anledning til at slippe løs, slog sig saa ud gennem cementeringen og fremkaldte derved sribninger og afsætninger paa den ydre mur.

Snaasen kirke er, efter hvad forstassistent *Nic. Martens* meddeler mig, mere end tre hundrede aar gammel, idet den findes omtalt i en beskrivelse fra 1563; men den blev for en væsentlig del ombygget og udvidet i 1869. Koret i den nuværende kirke er den gamle kirkes skib. — Murene er omtrent i sin helhed opført af en lysegraa, hvidstribet, lidt grovkornig kalkspatmarmor, som — efter hvad jeg selv har overbevist mig om paa stedet — har holdt sig udmærket godt. Indtil ombygningen i 1869 var dog kirken oversmurt med kalk, som tidligere i alle fald til en vis grad vil have virket beskyttende paa murene; denne kalkrapning har neppe været vedligeholdt til enhver tid. — Inde i kirken staar en døbefunt af næsten hvid marmor, der — som ogsaa selve bygningsstenen i kirken — skriver sig fra brud lige i nærheden af kirken.

Trondhjems domkirke er som bekendt for den allervæsentligste del opført af *klæbersten*, med temmelig underordnet anvendelse af sandsten; videre er — baade indvendig og udvendig — benyttet *marmor*, hovedsagelig fra *Almendingøen* i *Bjørnør*, noget ogsaa fra *Sparbu* og fra et par andre steder.

Domkirkens vigtigste marmorbrud, baade i gamle dage (12te og 13de aarh.) og under restaurationsarbeidet, ligger paa *Almendingøen*, hvor marmoren er en lys graahvid, temmelig grovkrystallinsk kalkspatmarmor, med en del kjærtler („eitler“) af wollastonit med glimmer og kvarts; marmoren leveres fra bruddet i stangformige blokke, af længde indtil 6 m, og har man brug for det, kan man faa længden endnu større. — Videre har domkirken i ældre dage (13de aarh., bl. a. til pillarerne i vestskibet) havt brud ved *Lein* og *Frøset* i *Sparbu* (nær *Stenkjær*), hvor marmoren er en grovkrystallinsk, lysegraa, lidt glimmer-førende plademarmor, med mørkegraa striber eller

skyer; her har man ogsaa taget ud nogle blokke for et eller et halvt snes aar siden.

Almendinge-marmoren er benyttet til de fleste (indtil $4\frac{1}{2}$ m lange) søiler baade indvendig og udvendig, videre til trappe-trinene op til høikoret. Sparbu-marmoren ogsaa, om end mere underordnet, til indvendige og udvendige søiler, desuden til de gamle pillar-søiler (opførte af pladeblokke, den ene lagt oven-paa den anden) i vestskipet, samt, baade i ældre dage og nu, til gulvfliser i høikoret; her har man ogsaa nogle trin eller fliser af marmor fra Rissen.

Endelig er gulvet i østskibet nu, under restaurations-arbeidet, indlagt med fliser af lyserød plademarmor fra Leif-sæt i Salten, hvilken marmor ogsaa er benyttet til de smaa søiler (skaarne langs efter lagningen) rundt den nuværende prædikestol; og alterpladen er fra en løstliggende marmorblok fra Bustad i Rissen. — Til skulpturarbejderne ved høialteret og til Christus-figuren paa korbuen har man benyttet Carraramarmor.

Særlig vil vi her fæste opmærksomheden ved, at de fra *kirkens ældre tid stammende udvendige marmorsøiler har holdt sig fortrinligt*; disse søiler — dels ganske runde, med diameter ca. 9 cm, og dels med en eg-tilspidsning — har i sex å syv aarhundreder staaet (ubeskyttet) i fri luft, eller de har ligget ned-ramlet i ruin, tildækket af alskens smuds; *men kornet er lige friskt, og marmoren er ikke det ringeste porøs* (se porositets-prøve s. 82). Selvfølgelig har søilerne, som man nu har op-pudset paany, faaet et vist antikt eller ærværdigt udseende, hvad forøvrigt kun stemmer med hele kirkens stil. Denne lidt forandrede karakter gjælder dog ikke saa meget selve mar-moren, men derimod mere blaa-striberne („aar-ringene“) inde i Sparbu-marmoren, og de forskellige mineralstriber og kjørtler inde i Almendinge-marmoren; disse fremmede mineraler blir mere fremtrædende, naar stenen blir rigtig gammel, men dette virker i manges øine kun som et dekorativt moment.

Om de bekjendte *Søndmør'ske marmorkirker*, paa *Giske* og i *Borgund* (Margretekirken) har distriktslæge *Th. Lorentzen* i

Aalesund paa min anmodning sendt mig følgende meget udtømmende og instruktive beskrivelse:

„*Giske* kirke er bygget næsten udelukkende af marmor. I modsætning til *Borgund* kirke ligger den saa udsat for storm, regn og sjødrev, som vel muligt er. Tiltrods herfor er dog de i murene indsatte marmorblokke saa hele, skarpkantede, glatte og haarde, som om de nys var komne der. Kirken er vistnok overkalket, men en stor del af blokkene er dog bare for kalk.

Kun øverste kant af undermuren, der springer lidt frem, er delvis noget forvitret paa kirkens mest udsatte side. Stenen er vistnok her lige haard, men har paa overfladen et ligesom grynet udseende. Overfladen giver indtryk af, at de haardeste krystaller er blevne afrundede (afslebne) af veiret, og at bindemidlet mellem de enkelte krystaller i en smule stærkere grad er skyllet væk. Ogsaa paa denne kirke er adskillige kanter og hjørner afstødte med vold. Ingen af stenene lader sig med kniven afskalle eller brække stykker af. Ingen af blokkene er sprukne. Derboende folk kan ikke erindre, at stene er udtagne og erstattede med nye paa grund af hensmuldring. Den indsendte prøve er taget fra det mest udsatte sted paa undermuren, fra et sted, der tidligere har lidt ilde ved vold. — Kirken blev restaureret 1756. — Desværre er der nu tale om udvidelse og saaledes ødelæggelse af dette oldtidsminde.

Borgund kirke ligger efter vestlandske forholde ganske godt beskyttet for veirets indvirkning.

Kun i kirkens ældste del findes marmorblokke, og naar undtages endefaçaden, hvor indgangsdøren er anbragt, samt en del af kirkens hjørner og delvis grundmuren, er marmorblokke kun lidet anvendt i muren og efter min opfatning uden bestemt plan. Kirken er vel sandsynligvis i sin tid i sin helhed restaureret, muligens udvidet og stenene (marmorblokkene) da anvendt, eftersom det faldt sig. Kirken er for det meste overkalket, men der staar nok af marmorblokke bare til deraf at kunne slutte sig til dens holdbarhed. De fleste af blokkene er temmelig store, pent tilhugne med skarpe kanter. De er i sin almindelighed saa vel bevarede, som om de var indsatte idag,

uden spor af forvitring. Vistnok er enkelte hjørner afstødte, men dette giver bestemt indtryk af at være skeet ved vold, da bruddet er skarpt og haardt. Kun en eneste liden marmorblok i grundmuren sees paa overfladen lidt forvitret, er blød og lader sig med kniven en smule afskalle. Denne sten er imidlertid ikke saa jævnt og pent tilhuggen som de andre, er mere slurvet gjort fra sig og er muligt en senere tilkommen sten eller fra et andet sted. — Folk, som har boet paa stedet 20—30 aar, kan aldrig mindes nogen reparation som følge af hensmuldring af marmorblokkene.“

Ovenstaaende beretning af distriktslæge *Lorentzen* skal suppleres med et par historiske oplysninger, hovedsagelig efter *Nicolaysens* Fornlevninger.

Giske kirke er noget ældre end 1200; i midten af det 18de aarh. stod den i længere tid, fra omkring 1720 til 1756, ubenyttet og endog uden tag. Kirken er saaledes meget gammel og har baade indvendig og udvendig været exponeret for vind og veir.

Borgund-kirken er ogsaa meget gammel, men er ved ombygninger til forskjellige tider bleven meget forandret; dens beklædning af hvide marmorstene er tildels hentet fra en anden kirke, Peterskirken, som er bygget af marmor.

De mig tilsendte prøver af den hvide marmor fra Giske- og Borgund-kirkerne viser i mikroskopisk præparat en ørliden tilblending af skjæv feldspat, glimmer og chlorit samt apatit og titanit; kornstørrelsen er paa 1—2, op til 3 mm, og forbandtet mellem individerne er ikke fuldt saa godt som paa strukturtegnning no. 2 angivet.

Vi har altsaa i korthed: *tre marmorkirker, nemlig gamle Sakshaug, Giske og Borgund*, samt en hel del *udvendige marmorsøiler i Trondhjems domkirke, paa en alder af 600—700 aar*; partier fra Trondenæs-muren, ligeledes fra den katholske periode, men formentlig fra dennes sidste tid; og en *del kirker, Ibbestad, Steigen, ny Sakshaug, Snaasen og Brønø fra de senere aar (de fire sidste fra slutten af 1860-aarene; i Snaasen og Brønø ogsaa delvis gjenstaaende partier fra ældre dage)*; — og resul-

tatet har overalt været, at marmoren (*solid*¹), ganske grovkornig kalkspatmarmor) har holdt sig ypperligt, — saavel ude i havsbrynet, i Søndmøres stærkt fugtige klima, som længere inde i landet, i Trondhjem og Indherred, hvor vinterkulden er ganske betydelig. Hverken frost eller væde biter i nævneværdig grad paa denne vor solide norske marmor (kalkspatmarmor)²).

Videre maa vi tage hensyn til, at i Nordland og Tromsø hvor glimmerskifer-marmor-gruppen har en saa storartet udbredelse, tildels ogsaa i Indherred, er den vanlige lysegraa, temmelig grovkrystalline og gjerne lidt med kvarts og glimmer opblandede marmor (kalkspatmarmor) i talrige distrikter den vanlige husbygningssten, til grundmur, trappetrin osv.; saaledes har marmoren her, i overordentlig stor udstrækning, været benyttet fra Arilds tid, og aldrig hører man klage over stenen. Det har vist overhovedet aldrig faldt nogen nordlænding ind, at hans kalksten eller marmor — under de derværende klimatiske forholde — skulde være uskikket til ydre brug, idet han har aarhundreders erfaring for, at stenen er god; han bruger den „sans phrase“, og heri gjør han ret.

Mest frapperende var mig enkelte forholde i Tromsø by, som ligger paa et ganske mægtigt lag af lysegraa, sribet og uren, middels grovkornet marmor, der er byens praktisk talt eneste bygningssten, til grundmur og kaisten, selv til trappesten og rendesten i gaderne (men ikke til trottoirsten). Den samme marmor er ogsaa benyttet til brokar og pillarer under kaierne og de gamle pakboder langs stranden; plade paa plade er disse pillarer byggede op, uden cementering, og hvor de

¹) Vi sætter her ud af betragtning, at man paa et par steder (Ibbestad, muligens ogsaa Steigen) ved opførelsen af kirkerne tildels benyttede sten, som var forvitret oppe i fjeldskorpen.

²) Det turde her ikke være overflødig at gjøre opmærksom paa, at naar uren marmor — opblandet med lidt kulstøv og grafit, videre med kvarts, glimmer osv. samt kis — kan holde sig meget godt, saa maa dette, naar strukturen er den samme, i endnu bedre grad være tilfælde med den rene marmor, idet de fremmede mineraler i alle fald ikke bidrager til at gjøre stenen mere holdbar, men snarere virker i omvendt retning. — Ogsaa kan paapeges, at i de ovenfor omtalte kirker osv. er kun anvendt kalkspatmarmor, ikke dolomitmarmor.

staar netop i vandlinjen, mellem flod og fjære, har pillarerne, kanske i indtil hundrede aar eller derover, været gjenstand for vekselvis neddykning i vand og derefter følgende tørlægning; 2×365 vekslinger om aaret og over 70,000 gange i hundrede aar. Og om vinteren vil vandet i alle fald undertiden have frosset til is; man har her ladet naturen foretage ganske usædvanlig skarpe forvittrings- og frysningsprøver, — men stenen er fremdeles god.

Om holdbarheden af denne krystallinske kalksten eller marmor meddeler mig Tromsø bys stadsingeniør, herr O. Ingstad, følgende supplerende oplysninger: „ . . . Af stenen findes 3 udprægede sorter, . . . af hvilke prøve no. 1 er udmærket god, no. 2 (den sædvanlig forekommende) middels og no. 3 daarlig (anvendes nødig). No. 1 og 2 kan siges at have saagodtsom ubegrænset varighed, hvad veirbestandighed angaar. Efter mine iagttagelser staar den sig lige saa godt i luften som Grefsengraniten. Det bemærkes, at Tromsø-klimaet skulde være særlig ugunstigt for kalkholdig sten, idet der overalt omtrent udelukkende fyres med stenkul. At de hermed følgende svovlsyrlige dampe m. m. i mere end almindelig grad slaar ned og ikke fjernes af vinden, tror jeg bl. a. at kunne slutte af den omstændighed, at telefontraadene hersteds fortæres i særdeles kort tid, saaledes at jeg ved anlæg af brandtelefon har maattet anvende silicium-bronze istedenfor galvaniseret staaltraad. Det kan ogsaa anføres, at der vel neppe findes nogen kystby i Norge, hvor husene i saa kort tid belægges med tæt smuds som hersteds. Paa en eneste vinter pleier nymalte ydervægge at blive graasorte uanseet originalfarven. Trods den paatagelige tilstedeværelse af forbrændingsprodukter og gasarter fra kulforbruget findes intet tegn paa, at sten af kvalitet som no. 1 eller 2 forvitrer, ikke engang paa overfladen. Til brug paa steder, der skiftevis paavirkes af sø og luft, har stenen (no. 1 og 2) vist sig fortrinlig. Efter min mening er den i nævnte øiemed bedre end almindelig granit. Ved ombygning af pakhusene osv. anvendes altid stenen fra de ældre mure sammen med ny sten og viser sig at være fuldt jævngod med nybrudte blokke.“

Ogsaa i Harstad har man samme bygningssten, baade i grundmurene og i pillarer under pakboder og brygger, som paa Tromsø, men da anlæggene her er forholdsvis nye, kan det ikke tillægges nogen større vægt, at stenen ogsaa her har holdt sig godt.

I det *sydlige Norge* havde man tidligere, nemlig i begyndelsen og midten af forrige aarh., et ganske betydeligt *marmorbrud ved Gjellebæk i Lier*, — men desværre paa skrøbelig *kontaktmarmor* (struktur fig. 7; se ogsaa s. 10, 70, 87). Marmoren her, som er *løs og forvitret i bruddene*, har *ikke* kunnet holde stand mod tidens tand; og navnlig vil det være almindelig kjendt, at blokke herfra, ved midten af forrige aarh. anvendt til „marmorkirken“ i Kjøbenhavn, har vist sig at smuldre saa stærkt, at man har maattet erstatte dem med nye. — Selvfølgelig vilde det være meget urigtigt at overføre dette uheldige resultat fra Kristianiafeltets kontaktmarmor paa den nordlandske regionalmarmor; men alligevel har den danske marmorkirkes historie til en vis grad ude blandt det store publikum skadet den nye norske marmorbedrifts udvikling.

Inde i et af de største brud ved Gjellebæk staar en 4—5 m høi obelisk, til minde om Fredrik den femtes besøg ved bruddene i 1746; man kan her fremdeles, endskjønt bogstaverne er smaa og ikke dybt indgraverede, læse en lang, i pompøs stil affattet inskription; selv i denne daarlige sten har saaledes i løbet af halvandet aarhundrede [det] kulsyreholdige [regnvand] ikke formaaet at opløse mere end et par eller nogle ganske faa mm af overfladen¹⁾.

Forøvrigt har vi i det sydøstlige Norge nogle gamle kirker af *silurisk kalksten*, saaledes f. ex. Gamle Akers kirke (opført mellem 1066 og 1150) og Hamar domkirke eller rettere de af samme nu gjenstaaende ruiner. Stenen har her overalt holdt

¹⁾ Ogsaa ved den ovenfor omtalte bautasten [i Steigen] fandt vi, at regnvandet udenfor byer paa *vertikalt* staaende flade ikke opløser mere end med rundt tal 1 mm i hundrede aar; paa *horizontal* flade virker regnvandet selvfølgelig stærkere.

sig bra', men da disse kalkstene i struktuel henseende er saa aldeles forskjellige fra den nordlandske marmor, frembyder de liden interesse for bedømmelsen af denne sidstes holdbarhed.

Og hvad endelig angaar *marmor-monumenterne paa kirkegaardene inde i Kristiania* (Krist kirkegaard, Vor Frelzers gravlund og Gamle Akers kirkegaard), saa har man her *paa ingen maade gjort saa daarlige erfaringer som i Edinburgh og New York*; men samtidig maa det jo ogsaa erindres, at hos os har man ikke saa særdeles gamle monumenter af marmor, og tilmed er røg og sød ikke i den grad ilde i Kristiania som i de store engelske og amerikanske fabrikbyer¹⁾; efterhvert som byen vokser, vil forøvrigt ogsaa kulforbruget være i stigende. — Paa vore kirkegaarde synes den aldeles snehvide og ganske tætte carrariske blanc P at være lidet skikket i alle fald til anvendelse af tynde kors (ovenpaa det egentlige gravmonument), idet disse kors jævnlige efter faa aars forløb springer itu. Dette gjælder dog muligens ikke saa meget den solide første classes blanc P, som nu er temmelig sjelden, men snarere en allerede paa forhaand porøs, anden sorts blanc P, som man ofte ser i handelen her i Kristiania (s. 82). — Den vanlige carrariske blanc clair har paa vore kirkegaarde gennemgaaende klaret sig godt; saaledes er inskriptioner fra de første aartier af dette aarhundrede — paa de ældste marmor-gravmonumenter, som jeg har kunnet opdage paa vore kirkegaarde, — fremdeles læselige, men polituren er selvfølgelig borte, og stenen er bleven lidt ru i skorpen. Selve kornet er dog fremdeles fuldstændig fast og solid, hvilket — efter hvad der er oplyst mig af flere stenfirmaer her i byen — bedst fremgaar ved omslibning og ompolering af ældre monumenter, som har staaet ude i luften et eller et par snes aar; kun den yderste skorpe, af ikke saa meget

¹⁾ Alene byen New York (med 2.5 mill. indbyggere) skal (ifølge *Egleston*, l. c.) aarlig (for nogle aar siden) forbruge 4.5 mill. tons stenkul (samlet kulforbrug i de Forenede Stater nu 145 mill. tons; New York har $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{30}$ af folkemængden og bruger $\frac{1}{30}$ af kulmængden). Norges kulimport er aarlig 1.1 mill. tons, hvoraf, at dømme efter importen (0.4 mill. tons) over Kristiania, neppe mere end 0.2 mill. brændes op i denne by; kulforbruget her skulde altsaa være $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{25}$ af, hvad tilfældet er i New York.

som en millimeters tykkelse, er bleven lidt angreben; længere inde er stenen uforandret. — Og en lysegraa, meget grovkornet schlesisk marmor, som var ganske moderne i Kristiania i begyndelsen af 1870-aarene, delvis ogsaa endnu lidt tidligere, har uden undtagelse holdt sig ypperligt, — efter marmor-specialisternes skøn mindst ligesaa godt eller endog bedre end Carrara-marmoren.

Paa kirkegaards-monumenterne kan man ofte se, at marmoren er noget mere ru og angreben paa de horizontale end paa de vertikale flader, fordi den horizontale samt den kun svagt skraanende flade reduceret til kvadratenhed træffes af meget mere regn end den vertikale, og endvidere fordi regnvandet, som inde i byerne ikke alene holder lidt kulsyre, men ogsaa lidt svovlsyre, paa horizontalen kan faa tid til at ligge en stund, medens det paa vertikalen rinder hurtigere ned. Det er her det urene regnvand, som er meget farligere end de yderst smaa gehalter af kulsyre, svovlsyre osv., som findes i gasform ude i den tørre atmosfære. — Hertil kommer, hvad der for den hvide marmors vedkommende vistnok er endnu vigtigere, at sod og alskens andet støv faar meget bedre fæste paa horizontalen end paa vertikalen.

Hvor man vil anvende marmor inde i byer, bør derfor maalet være saa vidt som mulig at beskytte overfladen mod indvirkning af regn og sod, — nemlig ved langt fremspringende tag og „drypnæser“, som i alle fald til en vis grad kan fange op regn og sod, og hvilke sidste ogsaa kan hindre regnvandet fra at sive ned langs efter marmorvæggen. Fuldt effektiv beskyttelse vil vistnok være umulig at gennemføre ved en façadebygning, men man maa kunne opnaa, at den vertikale marmorplade kun træffes skjønsmæssig f. ex. af en femtedel saa meget regn (og sod), som tilfældet er med den horizontale; en marmor-façadevæg vil i saa fald paa langt nær ikke være saa exponeret som de fritstaaende marmor-monumenter, og disse sætter man frendeles i Europas store byer midt ude under aaben himmel, jævnlig uden dække om vinteren.

Hvorledes man end ordner sig, vil selve den *speilende politur* altid tabe sig efter nogle faa aars forløb, om end ikke fuldt

saa hurtigt som i de engelske og nordamerikanske værste stenkuls-byer. Polituren vil alligevel, efter den for bergarter praktisk vundne erfaring, altid være til en vis nytte, idet den — selv efter at glansen er gaaet bort — medfører, at stenen er bleven saavidt glat, at regn og sod ikke faar saa godt fæste, — og soden vil vistnok under forholde som i Kristiania for marmorens friske udseende være endnu farligere end regnvandet. Anvendelse af politur og politurens grad er forøvrigt et spørgsmaal af rent økonomisk natur.

Hidtil har vi i hele denne fremstilling kun haft *kalkspatmarmoren* for øie, idet erfaringen hertillands og i hele Europa, for en del ogsaa i de Forenede Stater, kun gjælder denne slags marmor¹⁾. — Vedrørende *dolomitmarmoren* er der to sær-momenter, som kommer med i betragtning; paa den ene side den større kemiske modstandskraft, som her selvfølgelig er meget heldig, men omvendt ogsaa den ikke saa solide struktur, med deraf følgende noget høiere porøsitet. — Dolomitmarmor, som stammer fra den forvitrede overflade-skorpe, og som er noget porøs, vil utvivlsomt — trods den forøgede kemiske modstandskraft — ved udvendig brug ødelægges hurtigere end god kalkspatmarmor; men kan man omvendt — paa tilstrækkelig stort dyb under dagen²⁾ — faa dolomitmarmor i samme grad fri for porøsitet, som tilfældet er med god kalkspatmarmor, saa vil denne dolomitmarmor temmelig sikkert være bedre skikket end sin broder kalkspatmarmoren til at staa i fri luft i de større byer. Navnlig bør man her se at faa fat i dolomitmarmor, hvor strukturen er mindre udpræget polygonal krumfladig, men mere med lidt „takkede“ individer (s. 54, nederst). — Af disse grunde kan jeg godt tænke mig, at *hvid* norsk dolomit-

¹⁾ Om dolomitmarmoren heder det i enkelte af de amerikanske fremstillinger, at den (paa grund af sin større kemiske modstandskraft) skal holde sig bedre, andetsteds at den (paa grund af sin daarligere struktur) skal holde sig daarligere end kalkspatmarmoren. Vi kan her ikke overføre resultaterne uden samtidig at gaa ind paa parallelundersøgelser over den norske og den amerikanske dolomitmarmors struktur; og hertil mangler jeg det fornødne material.

²⁾ Maalet maa her være, ikke at komme 10, men 25—50 m under dagen.

marmor, med relativ god struktur og udbrudt paa meget stort dyb under dagen, om en aarrække netop paa grund af sin kemiske natur kan komme til at faa et vist marked til bygningsbrug.

Det er ogsaa den hvide dolomitmarmor, som allerede nu har faaet nogen anvendelse som façadesten (s. 125—127); med udvalget her maa man dog være overordentlig forsigtig, saa porøs sten aldrig slippes paa markedet.

I forskellige tidligere fremstillinger ser man fremholdt, næsten som en axiomatisk grundsætning, at *grovkornig* marmor skal forvitte adskillig hurtigere end *finkornig*; *Julien* tildeler saaledes den grovkornige marmor den korteste levealder; *Egleston* har en bemærkning i samme retning, og *Brøgger* skriver, at „i mere grovkornede marmorarter sprænger frost og hede langt lettere de enkelte korn fra hverandre, end i en finkornet, end sige tæt marmor, og aabner derved adgang for det fortsatte arbejde af forvitringen, der desuden understøttes af de kemiske agencer“ osv.

Denne opfatning, at den grovkornige marmor (af solid kvalitet) — naar kornighedsgraden ikke er altfor stor — saa forholdsvis hurtig skulde ligge under for forvitringen, er dog efter min erfaring *ikke* korrekt. Hvad specielt angaar indvirkning af frost og fugtighed, saa viser vel netop vore gamle marmorkirker og lignende, at vor *solide, middels grovkornede kalkspatmarmor, med korn paa 1—2, op til 3 mm, i ganske særlig grad har kunnet modstaa baade frost og væde*; vi ser ingen antydning til, at de enkelte korn her skulde være sprængt fra hverandre, og tvivlsomt er, om den finkornede italienske marmor i det nordlige Norge kunde have staaet sig saa godt som den middels grovkornede norske (kalkspat-)marmor¹⁾.

Og vedrørende forholdene i det varme Grækenland tilskriver mig prof. *R. Lepsius*²⁾, forfatter af de allerede gjentagne

¹⁾ Det kan her indskydes, at man hos det store publikum ofte møder en indgroet forestilling om, at marmor skal føres fra nord mod syd, aldrig omvendt (se en bemærkning i *B. Kosmanns* „Die Marmorarten des deutschen Reiches“, 1888, s. 7).

²⁾ Hans brev først modtaget under korrekturlæsningen.

gange omtalte studier (l. c., s. 1 og 5) over den græske marmor: „Jeg (s: Lepsius) kan kun bekræfte Deres (Vogts) opfatning, at marmorens holdbarhed i almindelighed ikke er afhængig af grovkornigheden. For strukturen af en marmor, som let forvitrer og tilslut falder itu efter kalkspatkornene, har jeg i mine afhandlinger over græsk marmor benyttet udtrykket „løskornighed“ („*Loskörnigkeit*“); altsaa „løst korn“, eller let fra hverandre sig løsnende korn.

I denne henseende forholder marmorsorterne sig forskjellig; eksempelvis er den finkornige marmor fra Pentelikon mere løskornig („*loskörniger*“) og forvitrer lettere end den grovkornige marmor fra Paros. De nu i Athen boende billedhuggere siger derfor, at den pariske marmor er „haardere“ end den penteliske¹⁾; den er i virkeligheden *fastere* end denne, da de enkelte korn hefter fastere ved hverandre. . . . Marmoren fra Carrara forholder sig paa lignende maade som (den finkornige) penteliske og forvitrer lettere end mange marmorsorter, som er mere grovkornige.“

Tilsvarende iagttagelser, nemlig at den grovkornige holder sig mindst ligesaa godt eller endog bedre end den finkornige, har man ogsaa gjort paa adskillige andre steder, — dog kun under den forudsætning, at den grovkornige er af *solid* struktur.

Saaledes fremholder *G. W. Perry* i en liden notits om „The relation of the strength of marble to its structure“²⁾, at solid Vermont-marmor, som har noget større korn end den italienske, om end ikke saa stort som den vanlige nordlandske kalkspatmarmor, taaler det nordamerikanske klima meget bedre end den italienske marmor, og han begrundet dette med, at individerne hos Vermont-marmoren — ifølge mikroskopisk undersøgelse — er meget bedre sammenknyttede, end tilfældet er med den ita-

1) Paa tilsvarende maade heder det ofte hos marmorarbejderne i Kristiania, at den aldeles tætte italienske blanc P er „blødere“ (skal være: løsere) at bearbejde end meget af den mere grovkornige (solide, faste kalkspat-) marmor.

2) I Eng. and Min. Journal (New York), 17de okt. 1891.

lienske marmor. — Hans ganske kortfattede fremstilling ledsages af nogle (6) fotografier af mikroskopiske marmor-præparater, og han maa saaledes have gjort temaet til gjenstand for et noget nærmere studium; hans konklusion, at Vermontmarmoren staar sig bedre end den italienske, maa derfor tillægges i alle fald nogen vægt.

Og vedrørende forholdet mellem de finkornige italienske og den solide grovkornige schlesiske (kalkspat-)marmor gaar mine egne observationer fra Kristiania kirkegaarde i den retning, at den schlesiske (med korn paa 2—3, op til 4 mm) staar sig mindst ligesaa godt som den italienske; denne opfatning deles ogsaa af de Kristiania-forretningsmænd i marmor og granit, som jeg har konfereret med om denne sag, og i udlandet har jeg, af specialister i marmor-branchen, hørt paastaa som en hævdvunden erfaring, at den grovkornige schlesiske marmor endog skulde holde sig bedre som gravmonument end den italienske, idet den blir mindre angrebet paa overfladen.

Desuden kan vi henvise til de tidligere beskrevne statuer af grovkornig marmor i Nymphenburg- og Schönbrunn-parkerne (s. 102), og tilslut kan nævnes, at i Wien benytter man, om end ikke i stor udstrækning, den alpine grovkornige kalkspatmarmor til udvendigt brug (fundamentet under Mozart-monumentet; i universitetets façade). Og vedrørende den alpine statuemarmor, fra Laas, som er lidt mere grovkornig end den italienske statuemarmor, paastaar man i Wien, at Laaser-marmoren skal holde sig bedst.

Den her vundne konklusion, nemlig at *grovkornig* — solid og kompakt, ikke porøs — kalkspatmarmor kan taale veirigt udmærket godt, formentlig endog mindst ligesaa godt eller endog bedre end den finkornige italienske, synes mig ganske naturligt: de forskjellige kemiske og mekaniske angreb, altsaa i korthed forvitringen, arbeider sig, saaledes som man kan se paa overfladen af marmor-monumenterne, fortrinsvis frem langs efter grænsefladerne mellem de forskjellige individer; den samlede fladeudstrækning af disse grænser vokser proportionalt med kornenes antal; den finkornige marmor byder saaledes et meget

betydeligt antal større svaghedslinjer end den grovkornige¹⁾ — Forudsætningen for berettigelsen af denne theoretiske konklusion er dog, at forbandtet mellem individerne i begge fald er lige godt, — og herom tror jeg, efter mikroskopisk undersøgelse af solid nordlandsk *kalkspatmarmor*²⁾, at individerne her er ligesaa godt sammenbyggede som hos den finkornede italienske. — Samtidig maa man dog ogsaa tage med i betragtning, at der er et andet moment, som trækker i modsat retning, idet nemlig spaltbarheds- og glideflader, som ogsaa er kjærkomne angrebslinjer for forvitringen, er mere markerede hos grovkornig end hos finkornig vare. Naar kornstørrelsen kun er 1—3 mm, er disse flader dog forholdsvis lukkede; og faktisk ser man paa overfladen af middelskornet marmor, at forvitringen hovedsagelig arbejder sig frem langs individgrænserne og kun underordnet langs spalte- og glideflader, og ved aldeles forvitret marmor falder kornet i grus efter individgrænserne. — Ved endnu mere grovkornet vare, med korn paa f. ex. 6—10 mm, stiller sagen sig derimod anderledes, idet her grænsefladerne mellem individerne samt spalte- og glidefladerne ikke er saa godt sammengroede; og hele den argumentation, vi ovenfor har fremholdt, taber derfor sin gyldighed, naar kornet blir rigtig stort.

Ved *solid* marmor behøver man ikke at frygte en middels grovkornethed; men er selve sammenhængen mellem kornene, paa grund af skrøbelig struktur, daarlig, saa vil den grovkornige marmor forholdsvis hurtigt ødelægges ved at staa i fri luft; og det er vel mest saadan anden rangs marmor, man har havt for øie, naar man tidligere saa ofte har paastaaet, at det grove korn skulde være saa farligt.

Vedrørende forholdet mellem vore *haarde bergarter, granit, syenit, augitsyenit* („*labrador*“) osv. paa den ene side og *marmoren* paa den anden stiller sagen sig saaledes, at *de haarde bergarter*

¹⁾ Til sammenligning kan berøres, at i Nordland er i det hele og store taget den aldeles fingrynede dolomitmarmor endnu meget værre forvitret i dagen end den mere grovkornige marmor, af samme kemiske sammensætning (s. 87).

²⁾ Dolomitmarmoren viser her ikke saa gunstigt forhold.

omtrent gjennemgaende sidder inde med meget større holdbarhed (varighed) end marmoren¹⁾, og at de omtrent uden undtagelse med fuld tryghed kan anvendes til ydre brug²⁾; hertil kommer ogsaa, at *polituren hos disse haarde bergarter holder sig længe, og specielt (i fri luft) meget længere end hos marmoren.*

Paa den anden side er der ogsaa nogle momenter, som taler i favør af *marmoren*, nemlig dens *vakre og friske udseende*, som bringer lys og afveksling ind i de ellers ofte mørke og ensformige husrækker, og videre *prisbilligheden*, i forhold til de haarde bergarter.

En marmorbygning har sin berettigelse som et opfriskende element midt inde i de mørkere omgivelser, og dette vil vistnok ogsaa komme til at medføre, at vor *lyse* norske marmor kommer til at faa nogen anvendelse som ydre bygningssten, om end hovedanvendelsen vil blive til indre brug (trappeopgange, søiler osv.); *mørk* marmor vil derimod neppe i nævneværdig udstrækning blive benyttet udvendig, idet den temmelig snart blir mat og uanseelig.

Og hvad prisforholdet angaar, saa stiller *den norske marmor sig en del billigere end graniten og „labradoren“*; leveret i raa blok vil vistnok marmoren, naar vi foreløbig ikke tager hensyn til plademarmoren, iberegnet fragt til det sydlige Norge

1) Enkelte gabbroer danner dog en undtagelse, ikke fordi gabbroen tæres op, men fordi den faar sprækker (ex. sokkelen af Schweigaardstatuen, af olivinhyperit fra Gomo udenfor Kragersø).

2) Jeg maa her benytte anledningen til for enkelte punkters vedkommende bestemt at protestere mod rigtigheden af Teknisk Ugeblads referat (30te jan. 1896) af nogle ytringer af mig under en diskussion (24de jan. 1896) i Ingeniør- og arkitektforeningen, og videre mod en bemærkning i prof. *Brøgers* brochure (l. c.), i henhold til dette referat, nemlig at jeg skulde have „udtalt en fordømmelsesdom“ over Grefsengraniten (eller syeniten). — Hvad der skulde ligge til grund herfor, maatte være, at jeg i det nævnte møde fremholdt, at naar der blandt arkitekter i alle fald paa enkelte hold næredes frygt for at bygge huse af granit (med eller uden indvendig isolation), fordi fugtigheden muligens kunde slaa tvert gjennem stenen, saa burde man forsigtigvis foreløbig ved saadanne bygninger anvende den kompakte Idefjordsgranit og ikke Grefsengraniten, som har mange smaahuller. — Man vil forstaa, at dette ikke er nogen „fordømmelsesdom“ over sidstnævnte sten som bygningsmaterial.

eller til udlandet koste en del mere end graniten og lidt mere end „labradoren“, men saa er til gjengjæld marmoren saa meget lettere at sage og polere. Ved anvendelse i sagede kvadre, af tykkelse omkring 25 cm og polerede paa udsiden, vil marmoren blive skjønsmæssig omkring 10—30 % billigere end poleret granit eller „labrador“, af samme bloktykkelse, og ved anvendelse af plader, af nogle cm's tykkelse¹⁾, vil marmoren skjønsmæssig med rundt tal kun koste halvdelen af granit- og „labrador“-plader²⁾.

Ved anvendelse af marmor inde i større byer maa man altid erindre, at polituren efter en del aar gaar tabt, og at det friske, hvide udseende efter en aarrække vil generes noget ved afsætning af sod, som forøvrigt til en vis grad — men vel neppe i sin helhed — kan vaskes bort. Udseendet vil saaledes utvivlsomt komme til at tabe sig noget, navnlig naar marmoren er altfor exponeret mod røg, sod og gadesmuds. — Og endelig maa man have for øie, at *porøs* marmor aldrig maa anvendes udvendig.

Foruden den her omhandlede benyttelse i sagede og polerede blokke eller plader skal vi ogsaa paapege anvendelse af *kanthuggen* — altsaa ikke saget eller poleret — *plademarmor*, oplagt ganske enkelt efter „engelsk“ mursystem plade paa plade³⁾,

1) Jeg vil ikke undlade at paapege, at jeg finder anvendelse af ganske tynde plader, paa kun 2—3 cm, lidet ideel.

2) Til støtte for disse rent skjønsmæssige overslag ligger følgende opgaver fra den „Ankerske marmorforretning“ over den nuværende omtrentlige salgsværdi af plader til façadebelæg, polerede paa frømsiden og færdig opskaarne i de forlangte størrelser.

Salgspris pr. m² flade.

	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm tykke
Hvid, lidt graaskyet	14 kr.	16 kr.	18 kr.	20 kr.
Ren hvid	15 „	17 „	19 „	22 „
Alm. kuleret	19 „	21 „	23 „	26 „

Blokke 20—25 cm tykke og sagede paa 6 sider, hvoraf en poleret, pr. m²:

hvid, lidt graaskyet	ren hvid	kuleret
kr. 39	kr. 46	kr. 50.

Til sammenligning anføres endvidere, at polerede plader af granit og „labrador“, alt efter tykkelse og kvalitet, koster 35—55 kr. pr. m²; og i bloktykkelse af 20—25 cm omkring 50—75 kr. pr. m².

3) Sætter man stenen med lagningen *vertikalt*, blir den strax *sprængt itu*; *mod denne arbejdsmethode maa man derfor paa det mest bestemte advare.*

som stenen ligger i naturen. Som eksempel kan henvises til hosstaaende fotografi, fig. 12, af en grundmur paa Leifsæt gaard i Fauske, hvor man har benyttet den ofte omtalte rødstribede

Fig. 12.



Fotografi af grundmur (fjøs-mur) ved Leifsæt, opført af plademarmor — Paa fotografiet ser man kun, hvorledes stenen er benyttet; derimod faar man ikke indtryk af, hvor godt denne sten tager sig ud.

plademarmor (den *billigste* bygningssten paa stedet); videre kan nævnes, at det er paatænkt — men vistnok, da dette arbeide gaar i trykken, endnu ikke definitivt besluttet, — at Bodø sindssygeasyl for en væsentlig del skal bygges paa samme maade og af samme plademarmor-material¹⁾. Ogsaa i Sparbu benyttes plademarmoren, paa grund af sin prisbillighed, til murbygning; saaledes kan nævnes nogle ganske store marmor-mure (af samme material som i Trondhjems domkirke, s. 108) i fjøs og lade ved garden Frøset.

Denne slags marmor-mure vil selvfølgelig ikke blive saa elegante som polerede façader af hvid marmor; men de vil alligevel, naar man vælger en smuk, lys plademarmor, af hvilken man hertillands har et stort udvalg, blive meget tiltalende, og dertil kommer, at de vil blive nogenlunde billige. — Regner

¹⁾ Herom henvises til et (under korrekturlæsningen modtaget) fotografi (gjengivet under afsnittet om Fauske, i Salten) af en prøvemur ved asylet.

man m³ færdig tilhuggen plademarmor skjønmæssig til f. ex. 30 kr. og fragten til Syd-Norge eller udlandet til 30 kr., sum altsaa 60 kr. (hvad jeg anser for meget høit kalkuleret), skulde, naar blokkene i middel er 0.33 m tykke, prisen for m² mur blive 20 kr.; og en saadan mur vilde være saa tyk, at man kunde indspare ganske betydeligt paa murstensforbruget. — Denne tanke, at exportere den billige plademarmor (med pladetykkelse fra 0.15 til 0.35 m) til bygningsbrug, fortjener i alle fald nogen overveielse.

Hidtil har den norske marmor, dog kun som sagede og polerede blokke og plader, faaet nogen anvendelse som ydre bygningssten. Saaledes er marmor fra den „Ankerske marmorforretning“ — hidtil i sit slags den eneste i vort land — udvendig benyttet til en del bygninger, af hvilke vi skal nævne de største:

1892. „Junior Constitutional Club“, i Piccadilly, London; 2 cm's plader, af den hvide Hekkelstrand-dolomitmarmor (s. 21, 34. 55, 72) fra Ofoten.

1894—95. P. Backers gaard, Kongens gade, Kristiania udvendig hovedsagelig antique vené (grovkornig kalkspatmarmor, se s. 37, 86) fra Fauske, i polerede plader af 5 cm's tykkelse; som gesims i solide, hugne blokke.

Villa ved Skøien, nær Kristiania (se fotografi, fig. 13); ud-

Fig. 13.



Fotografi af villa ved Skøien, lige ved Kristiania.
(Trapper, ballustrader, veranda-søiler osv. af marmor).

vendige trapper, verandagulv, ballustrader, vinduesomramninger osv. af hvid sleben marmor (hvid Furuli dolomitmarmor) og søiler af jaune vené, fra Fauske.

1895. 20 store søiler, 6,5 m høje (sammensatte af tre stykker, hver paa lidt over 2 m) og henved 90 cm i diameter, til den zoologiske have i Antwerpen; rødhvid-broget Løvgaff-marmor (s. 37, 73) fra Fauske.

Fig. 14.



Fotografi af Standards marmorbygning, ved Kongens Nytorv i Kjøbenhavn.

Hele façaden af marmor; fotografiet taget nogle faa maaneder efter, at bygningen var færdig).

1895—96. Livsforsikringsselskabet Standards bygning ved Kongens Nytorv i Kjøbenhavn (se fotografi, fig. 14); hel façade med beklædning, vindues- og dørøramninger, søiler, konsoler, karyatider, skulpturerede vaabenskjolde osv., i poleret og sleben hvid Furuli dolomitmarmor, noget ogsaa i Løvgaff-marmor.

Videre kan af mindre arbejder nævnes: 1893; fedevarehandler Jensens gaard, Torvgaden, Kristiania; mægler Thv. Olsens gaard, Kristiania; kirke i Skien, salbænker, baand osv. af hvid, sleben marmor. —

1894—95; Torvet 12, Kristiania. — 1895; hotel, Bankpladsen 1, Kristiania; B. Aarstads gaard, Rosenkrantzgaden, Kristiania. — 1896; Tomtegaden 9, Kristiania; juveler Tostrups gaard, Karl Johans gade, Kristiania; de 3 øverste etager med beklædning af 3 cm's plader af hvid Furuli dolomitmarmor; passagen mellem Karl Johans gade og Torvet, Kristiania; doktor Thorkildsens gaard, Bergen; paraplyfabrikant Erikssens gaard, Bergen; nyt hotel, Bergen.

Angaaende den ældste af disse bygninger, „Junior Constitutional Club“, i Piccadilly i London — midt inde i tykbyen, hvor regnen og taagen er svær — har jeg tilskrevet baade klubbens sekretær og arkitekt med forespørgsel, hvorledes marmoren her i de 4—5 aar har holdt sig, og herpaa faaet følgende svar¹⁾. Fra klubbens sekretær (*R. Powell*): „Som svar paa Deres brev har jeg at underrette Dem om, at jeg betragter forsøget at anvende norsk marmor for ydre façadebrug som heldigt. Marmoren er naturligvis ikke fuldt saa hvid, som da den først blev sat op, og den udkræver leilighedsvis at blive vasket, men den ser fremdeles meget smuk ud fra udsiden, og jeg tror ikke, at den nogensinde vil blive mørk, saaledes som er tilfælde med andre stenbygninger (i London), fordi kornet er tættere og haardere og bedre skikket til at modstaa det kemiske angreb af Londoner-regen.“

Og klubbens arkitekt (*Colonel Edis*) tilskriver mig: „ jeg valgte stenen paa stedet (Hekkelstrand i Ofoten), fordi jeg troede, at den i enhver henseende skulde være skikket til bygningsbrug paa grund af tætheden i texturen, og fordi marmorblokkene, som jeg saa in situ, havde klaret den ganske strenge kulde i 3—4 aar uden at lide skade. Marmoren i facaden i Piccadilly-bygningen staaer udmærket godt; naturligvis er den til en vis grad bleven mere eller mindre skidden af Londoner-regen, men ikke mere end tilfældet er med andet façade-material; og ved leilighedsvis at vaske den med en kraftig gadesprøite holdes den smukt lys og ren. Jeg skulde ikke nøle med at bruge marmoren igjen, hvis jeg var istand til at faa den til samme moderate pris, som tilfældet var med Piccadilly-klubben“

Jeg vil ende dette afsnit med at fremholde, at ude „paa landsbygden“ og i mindre byer (som f. ex. Trondhjem) er der, som vi har lært af vore gamle marmorkirker, ingensomhelst fare ved at benytte (solid) marmor udvendig; og for de større byers vedkommende vil jeg henstille til arkitekterne ikke at vrage god norsk marmor, men at forsøge at udvikle en arkitektur, ved hvilken marmoren i alle fald til en vis grad kan beskyttes mod sod og regn;

¹⁾ Jeg aftrykker disse svar for at vise, at det ikke forholder sig rigtigt, saaledes som leilighedsvis paastaaet, nemlig at denne bygning (og Standard-bygningen i Kjøbenhavn) skulde være aldeles tilsmudset af sod osv., allerede før den var færdig.

man maa dog for de større byers vedkommende erindre, at marmoren. navnlig paa grund af soden og fordi polituren forsvinder, efter en del aars forløb vil tabe noget i sit friske udseende. — Samtidig maa ogsaa bestemt fremholdes, at *porøs marmor aldrig maa anvendes udvendig*.

Oversigt over kalkspatmarmorens og dolomitmarmorens sær-egenskaber.

1. Dolomitmarmor har *lidt højere specifik vægt* (2.87 mod 2.72; s. 26).
2. Dolomitmarmor er *mere modstandsdygtig mod kemiske angreb* end kalkspatmarmor (s. 26, 84, 117).
3. Mineralet dolomitspat er *noget hårdere* end mineralet kalkspat (s. 66); dolomitmarmor ogsaa lidt hårdere at bearbejde end kalkspatmarmor (s. 67).
4. Dolomitmarmor tager *ikke fuldt saa god (eller saa hurtig) politur* som kalkspatmarmor (s. 72).
5. Den nordlandske dolomitmarmor er *ikke saa solid opbygget* som (den regionalmetamorfoserede) kalkspatmarmor (fig. 2 og 3, s. 54).
6. Som følge heraf er den nordlandske dolomitmarmor (*mekanisk*) *forvitret til større dyb* end kalkspatmarmoren (s. 87);
7. videre har dolomitmarmor *ikke saa solid kornfasthed* som kalkspatmarmor (s. 70);
- 8; og dolomitmarmor er mere *porøs* end kalkspatmarmor (s. 82).
9. paa den anden side udmærker dolomitmarmor sig ved en *paafaldende høi bæreevne* (s. 62).
10. I Nordland er dolomitmarmoren omtrent gennemgaaende noget *mere finkornig* end den sammesteds optrædende (regionalmetamorfoserede) kalkspatmarmor (s. 44).
11. Videre er dolomitmarmoren her *oftest hvid eller crèmegul*, med forholdsvis faa mørke skyer; kalkspatmarmoren derimod af næsten alle mulige farver, derunder ogsaa *hvid* (s. 34—38).
12. En del af den nordlandske kalkspatmarmor er mere gennemskinnende end dolomitmarmoren (s. 75).

13. *Anlæg af brud koster, paa grund af forvitringsskorpen, meget mere ved dolomitmarmor end ved kalkspatmarmor; ved dolomitmarmoren er i sin almindelighed hele den øvre del af fjeldoverfladen aldeles kassabel (s. 87).*

Dette — i forbindelse med den daarligere struktur og deraf følgende høiere porøsitet samt den lavere politurevne — er de vigtigste ulemper ved dolomitmarmoren; paa den anden side ligger dens vigtigste fortrin i den høiere kemiske modstandskraft.

Paa de fleste omraader er kalkspatmarmoren at foretrække, og derfor er det min opfatning, at man ved vor marmorindustri i fremtiden bør lægge tyngdepunktet paa hvid kalkspatmarmor og ikke paa hvid dolomitmarmor.

Marmorlagenes mægtighed.

Mægtigheden af de forskellige marmorlag rundt om i verden er selvfølgelig høist vekslende, fra en bagatel helt op til 1000 m eller endog lidt derover.

De allermægtigste lag af værdifuld marmor, som overhovedet eksisterer, eller som i alle fald til dato er kjendt, er de berømte felter ved *Carrara i Nord-Italien*, hvor *mægtigheden — af ren brugbar marmor, hovedsagelig blanc clair*, absolut eller næsten absolut uden skifermellelag — gaar op til omkring 1000 m, leilighedsvis endog op til omkring 1250 m.

Ogsaa i den *nordlandske marmor-etage* møder vi jævnlig marmor- eller kalkstenlag, som udmærker sig ved *tilsvarende kolossale mægtigheder*, der dog neppe nogetsteds naar fuldt saa store dimensioner som ved Carrara.

Som eksempel paa saadanne overordentlig mægtige marmor- eller kalkstenlag i Nordland kan nævnes, at i *Dunderlandsdalen* beløber mægtigheden (af den graa og oftest urene krystallinske kalksten) sig ret op for Dunderland gaard til 1000—1050 m; i dette tal, der repræsenterer den virkelige mægtighed (altsaa ikke den horizontale bredde) af et enkelt lag, er dog medregnet et par skiferindleininger, af samlet mægtighed 10—25 m. Ved et

andet stort marmorlag (dog fremdeles med temmelig uren kry-stallinsk kalksten, undtagelsesvis antique) i Dunderlandsdalen, paa sydsiden af Urtvand, er mægtigheden etsteds maalt til 700 m.

Lignende kolossale mægtigheder forefinder vi ogsaa paa mange andre steder i Nordland; eksempelvis kan saaledes nævnes følgende lokaliteter: ved Storvandet og Gryteselven i *Halfjeld-dalen*; ved Fokstad-Faldmo langs landeveien søndenfor, og i Dolstadaasen og ved Andaas, lidt østenfor Mosjøen, i *Vefsen*; ved Loktvand og bunden af Elvsfjorden i *Hemnæs*; i omgivelserne af *Gildeskaal* kirke; ved Tjeldebotten, Ballangen og Lavangseidet i *Ofoten*. — Hovedmassen paa alle disse steder er dog uren, kry-stallinsk kalksten; ren, brugbar marmor hører til undtagelserne.

Ved *Fauskeidet i Salten* beløber, i partiet omkring Løvgafien og Tortenli (se kart, pl. 3 og profil, fig. 36) den *horizontale bredde* (altsaa ikke mægtigheden) af rød-hvid-broget Løvgaf-marmor, antique, hvid dolomitmarmor og graa uren kalksten (eller uren marmor) sig til ikke mindre end omkring 900—1000 m, og mægtigheden af alle disse forskellige karbonatlag er her, ved Tortenli og Tveraa, beregnet til omkring 800 m. Inden en samlet skifer- og marmor-mægtighed af 3000—3500 m bestaar ikke mindre end omkring 2000 m dels af virkelig marmor, som her spiller stor rolle, og dels af uren, graa kalksten.

Saadanne storartede mægtigheder frembyder den store fordel, at man har adgang til masseproduktion, og at man i alle fald til en vis grad kan vælge bruddenes beliggenhed paa bekvemteste maade, saaledes som terrainets beskaffenhed og øvrige lokale faktorer tilsiger. — Hvor marmorens kvalitet er tilstrækkelig værdifuld, er dog saa betydelige mægtigheder som f. ex. ved Fauskeidet paa ingen maade paakrævede, hvad eksempelvis kan illustreres derved, at den saakaldte blanc P ved Carrara (der, alt efter kvalitet og størrelse, sælges for 250—500 frcs pr. m³) brydes i et lag af mægtighed kun et snes m eller ikke saa meget engang; og mægtigheden af den bekjendte græske statuemarmor fra øen Paros (den „pariske“ marmor) er (ifølge *Lepsius*, *Geologie von Attika*) kun 5—6 m. Videre kan omtales, at den usædvanlig vakre, lysegule elfenben-marmor

ved Gotvasli paa nordsiden af Beitstadjorden optræder i lag af mægtighed kun omkring 15 m; hvis det her er muligt at faa tilstrækkelig hele og store blokke, frygter jeg ikke for, at den ringe mægtighed skal lægge nogen afgjørende hindring iveien for drift.

For marmor, som ikke er fuldt saa værdifuld som f. ex. de to sidstnævnte sorter (blanc P og elfenben-marmoren), er dog mægtighed paa mindst et snes m, helst ogsaa paa mindst et halvt hundrede m, i høi grad ønskelig; i modsat fald blir man altfor afhængig af terrainforholde osv.

Ved de vigtigere nordlandske marmorfelter er marmorlagernes mægtighed, i alle fald ved de ordinære varieteter, i regelen tilstrækkelig stor, mangesteds endog overflødig stor; undtagelse herfra danner dog bl. a. alle de hidtil kjendte forekomster af den vakre og meget værdifulde citron-marmor, hvor noget større mægtighed ikke vilde have skadet.

Ved marmorfelterne i de trondhjemske og bergenske skifere samt i det romsdalske grundfjeld er mægtigheden i det hele og store betydelig mindre end i Nordland; i de fleste tilfælder vilde dog ogsaa her mægtigheden være tilstrækkelig stor, hvis kun kvaliteten og blokstørrelsen var tilfredsstillende. Kun meget sjelden er mægtigheden (saaledes som ved Hop lidt søndenfor Bergen, hvor lagernes tykkelse efter opgivende kun er en eller et par m) saa lav, at en ellers værdifuld marmor af denne grund neppe kan gøres til gjenstand for drift.

Marmorlagernes opspaltning; marmorblokkernes størrelse og om procentmængden af brugbar sten i bruddene.

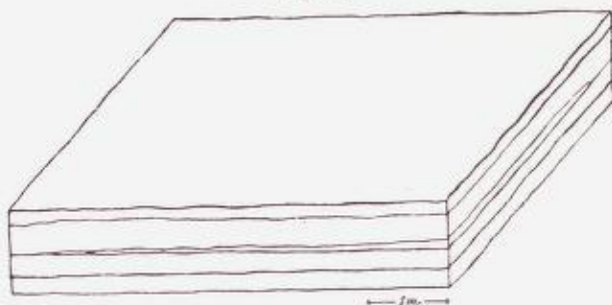
Den *naturlige opspaltning*¹⁾ er af *aldeles fundamental betydning* for marmorbruddene og maa derfor særlig omtales.

Som ovenfor omtalt, er vor norske marmor fremkommet ved omvandling af kalksten eller dolomit, der er sedimentære — i vand skikt for skikt — afsatte bergarter. Saavel i den oprindelige kalksten eller dolomit som i den omvandlede marmor møder man

¹⁾ Vi benytter her udtrykket den *naturlige opspaltning* i modsætning til den *kunstige opspaltning*, som kan fremkomme under selve driften, ved sprængning med krudt eller dynamit, eller ved kiling og boring.

jævnlig mellem de forskjellige lag eller bænke¹⁾ mere eller mindre udprægede afløsningsflader eller sletter, der gaar under navn af *bænkesletter*. Desuden viser marmoren, i de kompakte bænke mellem

Fig. 15.



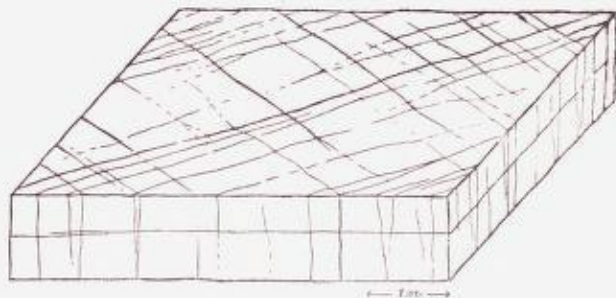
Marmor (plademarmor) med bænkesletter, men uden andre sletter.

bænkesletterne, ofte en ganske god kløvbarhed, den saakaldte *kløv*, efter iagfladerne; og lodret paa denne igjen staar *busten*, efter hvilken retning bergarten forholdsvis let lader sig kile op eller „sætte“.

Af mindst ligesaa stor betydning som bænkesletterne er jævnlig forskjellige sprækker (eller spalter, sletter) i andre retninger, oftest nogenlunde lodret paa lagfladerne. Disse spalter optræder undertiden paa en lovmæssig eller regelmæssig maade og lader sig i saa fald indordne under bestemte *spaltesystemer*.

Meget ofte møder vi saaledes et temmelig regelmæssigt *dobbelt-sæt* af krydsende spalter (se fig. 16), med nogenlunde ret

Fig. 16.

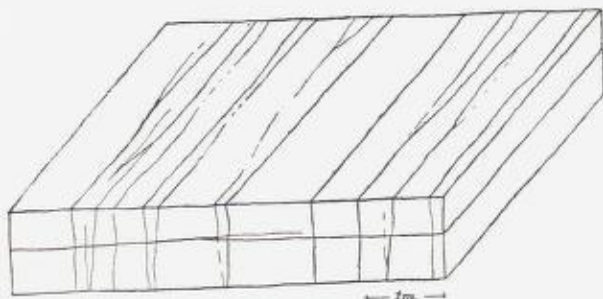


Marmor med bænkesletter og lovmæssigt dobbelt-sæt af sletter lodret paa lagfladerne.

¹⁾ Ved kalkbrud undertiden benævnt „blokke“, hvad dog er en misvisende betegnelse.

vinkel mellem de to sæt spalter, der ligger symmetrisk mod lagfladernes strøg og fald (altsaa med vinkel omkring 45° mod en horizontallinje paa lagfladerne). Denne opspaltning skyldes (ifølge experimentelle undersøgelser, foretagne af den franske geolog *Daubrée*) en *vridning* eller *vindskjæv bøining* af lagene, under foldningsprocesserne; i overensstemmelse hermed forefinder vi dette dobbelt-sæt af krydsende spalter mest fremtrædende paa de steder, hvor marmorlagene i strøg (altsaa i horizontalfortsættelsen) ikke danner en ret linje, men en *bue* (ex. paa Inderøen, hvorom nedenfor).

Fig. 17.



Marmor med bænkesletter og lovmæssigt enkelt-sæt af vertikalspalter, lodret strøget.

Foruden dette dobbelt-sæt af krydsende spalter optræder der ved adskillige marmorfelter ogsaa et *enkelt-sæt*, af nogenlunde vertikalt staaende spalter, i retning nogenlunde lodret paa lagenes strøg.

Ved siden af disse lovmæssige spaltesystemer møder vi meget ofte, i større eller mindre antal, undertiden endog i fuldstændigt virvar, *uregelmæssige spalter*, i vilkaarlige retninger. Fleresteds er marmoren desuden gennemsat af saakaldte *glas-sletter*, σ : yderst fine (tynde) sletter, — saa fine, at man ikke mærker noget til dem før under den endelige bearbejdelse af stenen. Det kan saaledes i alle fald ved enkelte brud hænde, at en næsten færdig bearbejdet blok pludselig falder itu efter en saadan skjult slette, der selvfølgelig er i allerhøieste grad farlig.

Ligesom der blandt „skjærpere“ hersker en indgroet tro paa, at „malmen skal blive bedre mod dybet“, mærker man blandt dem, der sysler med marmorbrud, meget ofte en forestilling om, at sletterne fuldstændig eller næsten fuldstændig skal forsvinde mod dybet. Herom maa dog erindres, at de *lovmæssige spalter — bænkesletterne, dobbelt-sættet af krydsende spalter og enkelt-sættet af vertikale spalter — tilhører stenen som saadan*; disse spalter skyldes ikke noget overflade-fenomen, som f. ex. forvitring eller frost-sprængning, og de forholder sig i dybet, selv i 100 m's dyb, i principet paa samme maade som i overfladen; kun vil de mod dybet ofte være noget mere sammengroede end nær overfladen, hvor forvitringen har medført, at spalterne er mere aabne eller gabende.

Med de uregelmæssige spalter derimod kan det forholde sig paa forskjellig vis; enkelte af disse skyldes utvivlsomt f. ex. sprængning af frost (vandets udvidelse ved frysning) nær dagen og maa følgelig forsvinde eller aftage mod dybet; andre af de uregelmæssige sletter derimod kan være beroende paa et eller andet lovmæssigt forhold, f. ex. ved foldningsprocessen, uafhængigt af den nuværende overflade; disse sletter vil fortsætte mod dybet. Hvorledes det hermed i hvert enkelt tilfælde forholder sig, kan først udredes ved indgaaende undersøgelse paa stedet.

Exempler paa opspaltningen ved marmorfelter.

Bænkesletter, uden eller næsten uden krydsende sletter.

Undertiden er bænkesletterne meget udprægede og optrædende saa nær ved hverandre, at marmoren blir en *plademarmor*. Et ypperligt eksempel herpaa afgiver *Leifsæt-marmoren* (s. 19, 86, 109, 124; se under Fauske, Salten), hvor pladetykkelsen oftest er fra 15 til 35 cm, mest omkring 20 cm, og hvor der er saa faa tverspalter, at man kan faa plader af 10 eller 20 m's længde. Videre kan nævnes marmoren ved Lein og Frøset i *Sparbu* (s. 86, 108, 124; se under Nordre Trondhjems amt), hvor pladetykkelsen er lidt større, nemlig 20—50, middel omkring 25—30 cm. — Plademarmoren egner sig til f. ex. muring af grundmur (fig. 12, s. 124), til plade-pillarer, trappetrin, gulvfliser og lignende; bl. a. kan omtales, at Leifsæt-marmoren er benyttet til gulvfliser i

estkoret i Trondhjems domkirke, og Sparbu-marmoren samme-
steds benyttet til gulvfliser i høikoret, til plade-pillarer i vest-
skibet og til enkelte søiler (s. 108—109).

Kun undtagelsesvis er bænkesletterne ved de norske mar-
morforekomster saa udprægede som ved Leifsæt og Lein—Frøset
i Sparbu; oftest er afstanden større, paa $\frac{1}{2}$ til 1 eller $1\frac{1}{2}$ m,
og sletterne er desuden ikke saa aabne; meget ofte mangler
bænkesletterne ogsaa fuldstændig.

Dobbelt-sæt af krydsende spalter, samt bænkesletter.

Dette fenomen møder vi bl. a. ved de mange paa et og
samme marmordrag anlagte brud ved Følstad, Strømmen, Hald,
Røsset, Brakstad og Bartnæs paa Inderøen. Som det fremgaar
af den senere under afsnittet om Inderøen (Indherred) gjengivne
kartskitse, forløber dette marmordrag i en stor bue, med ganske
stærk bøjning; i overensstemmelse hermed finder vi dobbelt-
sættet af krydsende spalter her næsten overalt meget udpræget;
afstanden mellem de til hvert enkelt sæt hørende vertikal-spalter
er snart kun 0.1—0.2 m, snart 0.25—0.4 m, snart saa meget
som 1 m eller noget derover. Da hertil kommer, at ogsaa
bænkesletterne er ganske markerede, med indbyrdes afstand
oftest 0.3—0.5 m, sjelden 1 m eller derover, ligger det i sagens
natur, at det her paa de fleste steder er vanskeligt, jævnlig
endog aldeles umuligt, at faa nogenlunde store blokke. I alle
fald vil vrag-procenten her blive overordentlig stor.

En lignende opspaltning efter bænkesletter og dobbelt-sæt
af krydsende vertikalspalter har man ogsaa ved nogle smaa
brud paa hvid, finkornet dolomitmarmor oppe i aasen søndenfor
Kvandal i Fauske.

*Enkelt-sæt af vertikale sletter (lodret strøget), samt bænke-
sletter.* Et saadant tilfælde foreligger ved Haugan marmor-
brud, paa lyserød marmor, nær Roelsbakkerne paa Inderøen.
Afstanden mellem vertikalspalterne er ofte kun 0.1—0.2 m, sjel-
den saa meget som 0.5—1 m; desuden er bækningen ganske
fremtrædende.

*Enkelt-sæt af vertikal-spalter (lodret strøget), men uden bænke-
sletter.* Den vakre elfenben-marmor ved Gotvasli i Værran, In-

derøen, er i alle fald et sted, næsten lige ved gaardshusene, gjennemsat af et vertikalt spaltesystem, med sletter undertiden kun nogle faa tommer eller decimeter fra hverandre; derimod er ved samme lokalitet hverken bænkeflader eller kløiv parallelt lagningen at observere.

Tilsvarende fenomen møder vi ogsaa ved kalkbruddet ved Breivik nær Larsnæs, paa Gurskø, Søndmøre, — kun med den forskjel, at afstanden mellem vertikal-spalterne i dette meget grovkornige, i grundfjeld optrædende marmorfelt er meget større, gjerne $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ op til et par m.

Ingen lovmæssige spalter, og desuden ingen eller i alle fald kun et faatal af uregelmæssige sletter. Som eksempel herpaa kan — hvad selvfølgelig ikke er nogen tilfældighed — nævnes et par af de allervigtigste marmorbrud i vort land, nemlig Furuli-bruddet, paa hvid dolomitmarmor, hvor man dog har en del uregelmæssige spring, og Løvgafl-bruddet, begge paa Fauskeidet, i Salten. Om disse brud henvises til den efterfølgende beskrivelse.

Som regel, hvorfra der vistnok gives adskillige undtagelser, er opspaltningen — saavel efter bænkesletterne som efter de lovmæssige vertikale slettesystemer — meget mindre fremtrædende hos marmorlagene i den nordlandske marmor-etage end i de trondhjemske skiferafdelinger. Dette er sandsynligvis en følge af, at omvandlingen (regionalmetamorfosen) paa førstnævnte sted i det hele og store er mere fremtrædende end paa sidstnævnte; under den extra stærke omkrystallisation vil nemlig de oprindelige sletter i alle fald til en vis grad have „groet“ sammen, og desuden vil dannelsen af nye sletter til en vis grad være modvirket.

Marmorblokkenes størrelse er afhængig dels af den naturlige opspaltning og dels af detaillerne ved den tekniske drift.

Som almindelig regel kan fremholdes, at i jo større blokke, man kan levere marmoren, des bedre er det; blokke, som er for store, kan man med lethed dele over (sage over).

Som bekjendt gaar marmorblokkene for den væsentligste del til opsugning til plader, der igjen senere skal skjæres videre op (til bordskiver, vaskeservanter, trappetrin, vægbeklædning osv.); ved en saadan fortsat opsugning eller opskjæring vil man, som enhver let kan regne sig til, gjennemsnitlig faa meget mere affald („klip“) ved smaa plader end ved store¹⁾ (f. ex. ved plader paa 1 m² 20 % klip; ved plader paa 8 m² kun 5—8 % klip). Paa analog maade forholder det sig ogsaa med tykkelsen af blokkene, idet de yderste plader paa begge sider enten blir kassable eller kun tjenlige til simple brug (ex. gulvfliser). — Da hertil kommer, at en betydelig del af marmoren benyttes i meget store dimensioner (f. ex. diskflader af 3 m's længde; trappetrin af 5 m's længde; søiler osv.), er følgen, at *m³-prisen paa marmor stiger med blokkens størrelse* (ex. blok paa 1 m³ pris kr. 100; blok af samme kvalitet paa 4 m³ pris kr. 130 pr. m³, altsaa kr. 520 for den hele blok); og i alle fald ved *de ordinære marmorsorter er det en nødvendig betingelse for lønnende drift, at en væsentlig del af produktionen leveres i store dimensioner.*

Opadtil sættes der dog en grænse for blokstørrelsen derved, at rigtig store blokke er altfor tungvindte at transportere.

Undtagelsesvis kan man, hvor det gjælder kolos-statuer eller kolos-søiler, gaa op til en størrelse af 40 tons²⁾, svarende til 13 m³, eller lidt derover³⁾; saadanne dimensioner er dog

1) En væsentlig del af de plader af Carrara blanc clair og af belgisk marmor, som kommer hjem til marmorverkstederne i Kristiania, leveres i størrelse paa 6—8 m². Man deler pladerne efter længden i tre klasser, „petit“, af længde under 1.59 m (og bredde gjerne 0.5 til 1 m); „moyen“ af længde 1.60—1.99 m (og bredde gjerne 0.75 til 1 m) og endelig „grand“, af længde 2.00—3.50, undertiden til 4.50 m (og bredde et par m).

2) I matematisk kubikmeter kalkspatmarmor veier 2.7—2.75 tons og dolomitmarmor 2.85—2.9 tons; da man dog i praxis regner den kubikmeter, efter hvilken betalingen sker, med noget rummeligt maal, kan vægten af en handels-kubikmeter med rundt tal sættes til 3 tons, ved større blokke dog lidt under 3 tons.

3) For at illustrere, hvad en 40-tonns blok egentlig er for noget, kan til sammenligning nævnes, at de tre største kanoner, som man i 1892 anskaffede ved Oscarborg festning, veier 43 tons hver; videre, at Kristiania findes der ved et af de mekaniske verksteder en kan,

rent exceptionelle. Exempelvis kan nævnes, at der for et halvt snes aar siden solgtes en blok statuemarmor fra Carrara paa $19 \text{ m}^3 = 53$ tons (salgspris 50,000 lire); og videre, at den blok af statuemarmor, fra Laas i Tyrol, som blev anvendt til det vaaren 1896 afdækkede Mozart-monument i Wien, veiede 25 tons. Det hører dog til sjeldenhederne, at man lader blokkene gaa ud med saa store dimensioner, og de største af de blokke fra Carrara og Belgien, som man ser f. ex. ved de vanlige nordtyske marmorsliberier, har en størrelse af ikke over 20—25 tons. Hovedmassen af blokkene er mindre, paa 10—15 tons og noget derunder; og en meget væsentlig del af produktionen, saavel fra Carrara som fra Belgien, exporteres med størrelse kun 5—8 tons; en del endog med endnu mindre dimensioner.

Skal en export af blokke af de ordinære marmorsorter hos os kunne lønne sig, maa man være forberedt paa at kunne levere en ikke uvæsentlig del af produktionen i blokke paa f. ex. 10—12 tons; og hovedmassen af blokkene vil falde i størrelse paa 4—6 tons eller lignende.

Anderledes stiller forholdet sig, hvor der handles om extraordinær kostbar vare, som f. ex. blanc P, mexikansk onyx, norsk citron osv.; her behøver blokstørrelsen kun at være en eller et par tons, og jævnlig kan man nøie sig med endnu mindre dimensioner.

Paa grund af de strenge fordringer, der, ved de ordinære marmorsorter, stilles til blokstørrelsen, kommer der ved marmorbruddene i almindelighed til at falde temmelig store mængder af **affaldssten** (vragsten), — og specielt under vanlige forholde mere affaldssten ved marmorbrud end ved granitbrud, idet her i alle fald en del af smaablokkene med fordel kan benyttes, til gadesten, trottoirsten osv.

Førevrigt er mængden af affaldssten, og altsaa omvendt **procentheiden af brugbar sten**, i meget høi grad afhængig

som, med speciel afstivning, kan løfte omkring 50 tons; den næststørste kran i Kristiania, paa fæstningsbryggen, er garanteret for 20 tons og antages at kunne løfte indtil 35 tons.

paa den ene side af *opsplætningen* og paa den anden side af *driftsarrangementet*, nemlig enten man arbejder med haand eller med maskine, efter forskellige systemer.

Ved *maskinarbejde*, vel navnlig ved de amerikanske huggemaskiner, kan man i de allerbedste marmorbrud hertillands, hvor stenen næsten kan siges at være *absolut sprækkefri, skjønmæssig faa omkring eller henimod 60—70 % brugbar sten* af alt det udbrudte; det vil dog kun være rent undtagelsesvis, at man faar mere end *35—40 % færdig tilhugne blokke*;

i de samme brud vil man ved *haandarbejde* i praxis neppe faa over *40—50 % brugbar sten*, oftest kun *20—30 %*;

tilsvarende høie procenttal kan man ogsaa opnaa ved brud paa *plademarmor*, som f. ex. ved Leifsæt og Lein—Frøset i Sparbu;

er derimod marmoren i større udstrækning gjennemsat af lovmæssige tverspalter eller af uregelmæssige sletter, synker mængden af den brugbare sten meget hurtig, — helt ned til 10 %, 5 % og endog derunder. Slige brud vil i regelen ikke kunne drives med fordel, — et talende vidnesbyrd om den overordentlig vigtige rolle, som den naturlige opsplætning spiller i teknisk og økonomisk henseende.

Undersøgelse af nye marmorforekomster og anlæg af marmorbrud.

Ved undersøgelse af nye marmorfelter gjælder det navnlig at skaffe oplysning om:

marmorens kvalitet (farve, kornstørrelse, kornfasthed, porøsitet, politurevne, opblanding med fremmede mineraler osv.);

forvitringen og da særlig forvitringshudens dybde;

opsplætningen og i forbindelse hermed blokstørrelsen og procentmængden af brugbar sten;

transportforholde, med øvrige rent tekniske spørgsmål.

Næsten altid er marmoren saa stærkt mosgroet og forøvrigt saa uren i selve dagskorpen, at det, for at man skal kunne se noget, er nødvendigt at sætte ind et par minerskud, helst saa-

ledes, at man derved overskjærer en række forskellige bænke. Ved denne afrenskning af overfladen er det tilstrækkeligt at komme $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ m ind i fjeldet.

Er man tilfreds med en saadan rent foreløbig undersøgelse, der uden undtagelse bør fuldstændiggjøres derved, at en eller flere af de udtagne blokke underkastes *polering*¹⁾, afhænger den videre undersøgelse af de lokale forhold, nemlig hvad der i hvert enkelt tilfælde spørges efter. Navnlig er dette *opspaltningens grad og forvittringshudens dybde*.

For at faa nærmere kjendskab hertil har man hos os jævnlig anlagt mindre brud, som for den væsentligste del er drevne ved minering (med krudt eller dynamit), undtagelsesvis dog ogsaa ved kiling. Ved et saadant arbeide vil man dog, naar man driver med krudt eller dynamit, vanskelig faa noget afgjørende kjendskab til opspaltningen, idet de ved mineringen fremkomne nye sprækker i alle fald for uøvet øie neppe med sikkerhed kan skilles fra den naturlige opspaltning. Bedre er det, hvor det gjælder at faa kjendskab til opspaltningen, at *afdække overfladen over større udstrækning* og hist og her kile ud blokke, saa man kommer ned f. ex. $\frac{1}{2}$ m. i fjeldet; dette vil meget jævnlig være tilstrækkeligt til at give oplysning om den naturlige opspaltning; og et saadant arbeide vil i det hele og store baade være billigere og mere effektivt end mineringsarbeide ned til 2—3 m's dyb.

Hvor der derimod, saaledes som særlig vil være tilfælde ved den nordlandske dolomitmarmor, handles om at skaffe rede paa, hvor langt *forvitringen* strækker sig ind i fjeldet, er sprængning (helst med krudt) paa sin rette plads, i alle fald til nogle faa m's dyb.

Hvor forvitringen strækker sig endnu længere ned, eller

¹⁾ Gjæntagende har jeg havt praktisk erfaring for, at selv ganske øvede marmor-kjendere kan tage fejl af marmorens kvalitet, dersom man ikke faar se marmoren i *polerede* plader; navnlig kan en ganske fin tilblending af fremmed mineral, som gjør marmoren aldeles ubrugbar som poleret vare, være næsten umulig at opdage for blotte øie den raa blok. — Poleringen bør derfor indgaa som konstant led i den forberedende undersøgelse.

hvor det kan være af betydning at faa kjendskab til marmorens kvalitet, mægtighed osv. *mod dybet*, kan man ved *diamantboringer* for nogenlunde smaa omkostninger opnaa meget instruktive resultater. Ved en saadan boring, som uden større vanskelighed kan drives ned til 60—100 m's dyb, faar man ud cylinderformede borkjærner, som aldeles exakt repræsenterer stenens kvalitet paa de forskjellige dyb, idet diamantboringen ikke er forbundet med nogen knusning af stenen rundt om selve borkullet.

Omkostningerne ved diamantboring, der allerede har været anvendt ved flere marmorfelter i vort land (Løvgaffen, Furuli og Klungset i Fauske), beløber sig ved bordiameter 63 mm, hvorved man faar borkjærner af diameter 50 mm, til omkring kr. 21 pr. løbende m; hertil kommer dog fragt af bormaskinerne, reiseudgifter osv. Gjælder det fortrinsvis at undersøge opspaltningen paa dybet, bør man vælge lidt større diameter, f. ex. 75 mm for selve boret; handles det derimod kun om at bestemme marmorens mægtighed, kan man nøie sig med meget mindre diameter, f. ex. 35 mm for selve boret, svarende til 22 mm for borkjærnen (pris pr. løbende m 15 kr., foruden fragt osv.)¹⁾.

Fleresteds har man ved marmorforekomsterne i vort land drevet ind stoller (i 10, 20 eller 30 m's længde), for at undersøge opspaltningen og forvitringens dybde. Disse stoller har dog først og fremst den store ulempe, at de er temmelig kostbare (medregnet samtlige udgifter, herunder ogsaa anskaffelse af alt fornødent redskab, neppe under kr. 45—50 pr. løbende m); og da der inde i en trang stoll eller ort altid er betydeligt forbrug af sprængstof, med deraf følgende knusning og opsprængning, opnaar man desuden ved denne slags undersøgelsesarbejde kun forholdsvis lidet resultat, specielt kun forholdsvis lidet kjendskab til den naturlige opspaltning; hertil kommer, at det senere vil være vanskeligt at anlægge marmorbrud lige ved

¹⁾ Saadanne diamantboringer udføres i Norge og Sverige hidtil kun af det „Svenska diamantbergborrnings-aktiebolaget“, adr. Smedjebacken eller Stockholm. — De ovenfor nævnte priser er mig velvillig meddelte fra dette firma.

en ældre stoll, idet fjeldet rundt omkring samme er fuldt af sprækker, saa man ikke kan faa store blokke. — Af disse grunde vil diamantboring ved undersøgelse af marmorforekomster i regelen være at foretrække fremfor drift af stoller.

I forbindelse med ovenstaaende vil vi her fremhæve, at *et marmorbrud, for at kunne være drivværdigt, maa tilfredsstillende en hel række af hinanden uafhængige faktorer*; marmoren maa saaledes være

af god kvalitet (vakker farve; ikke porøs; med solid kornfasthed; ikke med generende tilblending af kis eller andre mineraler; maa tage god politur, osv.);

marmoren maa være tilstede i *rigelig mængde*;

generende opspaltning er ikke tilstedelig;

der maa være *bequem naturlig adgang til anlæg af brud, og transportforholdene* maa være nogenlunde gunstige.

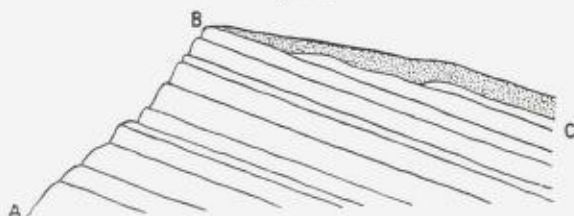
Ofte har jeg seet, at et marmorfelt kan have tilfredsstillende en hel række af de forskjellige krav, men at der alligevel har været en enkelt mangel, som har gjort bruddet værdiløst, saaledes etsteds generende tilblending af fremmed mineral, andetsteds generende opspaltning, atter igjen altfor vanskelige transportforholde osv. Da hertil kommer, at *den væsentligste omsætning vil blive af aldeles hvid marmor (s. 42), vil der efter mit kjendskab til sagen af de utallige marmorfelter i vort land kun være et ganske lidet antal, som virkelig kan drives med fordel*. Ogsaa maa man tage med i betragtning, at det nytter lidet, om man ved nyt brud kan levere brugbar vare til middels pris, dersom man ved konkurrerende brud kan levere nøiagtig samme vare meget betydelig billigere. — Og da desuden driften, af hensyn til produktionsomkostningerne, ved de allerfleste brud vil komme til at *ske ved maskinarbeide og ikke ved haandarbeide*, er det min bestemte opfatning, at man i vort land, hvor marmorindustrien utvivlsomt vil kunne vokse sig frem til en vigtig næringsvei, ikke kommer til at faa et betydeligt antal brud, spredt f. ex. næsten over hele Nordland; men at *driften vil blive koncentreret om et forholdsvis lidet antal brud*

nemlig om de brud, som i enhver henseende byder de gunstigste betingelser.

Har man efter de forberedende undersøgelser besluttet sig til anlæg af brud, maa man udvise stor omhu ved det *endelige valg af bruddets beliggenhed*.

Et lag eller en „ryg“ af marmor har meget ofte det ved

Fig. 18.



Schematisk profil over en marmor-ryg; A—B skikthovedsiden; B—C lagflade-siden. C ved jorddækning.

hosstaaende profil gjengivne tværsnit, nemlig ganske brat afhæld efter „skikthovederne“ (partiet A—B), derimod temmelig flad skraaning efter lagfladerne (partiet B—C); paa denne flade er fjeldet ofte ogsaa en del dækket af jord, skov osv., medens den brattere styrtning efter skikthovederne er mere nøgen.

Dels fordi marmoren ved skikthovederne (A—B) falder mere i øinene, dels fordi man her slipper at skaffe jord osv. bort, og dels endelig, fordi man ved det bratte afhæld faar bedre plads for alskens vragsten ved det vordende brud, har man gjentagende hos os valgt at anlægge bruddene paa skikthoved-siden og ikke paa lagflade-siden.

Herved kommer man dog, hvor bænkesletterne er meget udprægede, til at bryde *mod* bænkningsen; blokkene blir „laast fast“ i bunden, hvad medfører extra meget arbeide og større mængder af vragsten; og stadig faar man smaapytter af vand, som virker ødelæggende.

Man kan derfor opstille som generel regel, at *bruddene skal anlægges saaledes (ved C), at man ved brydningen kan „skalle af“ bænk for bænk*.

Dette er saa indlysende, at man skulde tro, at enhver „praktisk mand“ uden videre skulde forstaa denne sag; alligevel har jeg paa ikke mindre end fem forskjellige steder i vort land seet, at man har syndet mod denne enkle regel og anlagt brudene „mod bænkningsen“ (paa partiet A—B). Følgen har naturligvis været, at man har faaet extra meget vragsten og smaa blokke, og at tilmed udgifterne har været betydelige, og vedkommende brud er uforskyldt kommet i miskredit.

Videre skal vi i denne forbindelse ogsaa udtrykkelig henlede opmærksomheden paa, at bruddene *ikke maa anlægges i nærheden af underjordiske bække eller opkommer.*

Rindende vand opløser som bekjendt (paa grund af vandets lille gehalt af fri kulsyre) med ganske stor lethed den kulsure kalk, videre ogsaa, om end ikke fuldt saa let, den kulsure kalkmagnesia (s. 85). Følgen heraf er, at der i de mægtige kalksten- eller marmordrag meget jævnlig findes underjordiske bække og huler (eller grotter), som navnlig hører til dagens orden ved de mægtige nordlandske marmorlag. — I Dunderlandsdalen (i Mo, Raen), har man saaledes en hel række betydelige underjordiske elveløb, Eiteraen, Lilleaaen, Stilvasaaen, Strandjordaen osv., med løb under jorden af længde henholdsvis 1300, 1000, 800 og 750 m; og af store grotter i denne samme dal kan nævnes: Laphullet, Grønligrøtten og Risagrøtten, fulgt ind i tjeldet i længde henholdsvis 500—520, 450 og 265 m. Tilsvarende betydelige underjordiske elveløb og grotter møder man omtrent overalt, hvor den nordlandske marmor-etage er udbredt (ex. Risehulen ved Lavangsbotten nær Sandtorv i Harstad; talrige steder i Ofoten, Skjærstad, Saltdalen, Beiren, Gildeskaal osv. osv.; gaardsnavnet „Jordbro“, o: bro af jord (tjeld) er ikke saa ganske sjældent i Nordlands amt); videre ved mange af de mægtige marmordrag i det trondhjemske og i det romsdalske grundtjeld (ex. Marmorgrotten og Troldgrotten i Frænen). Overhovedet er dette fenomen med grotter og underjordiske bækeløb i de mægtige marmorlag i vort land udbredt i en ganske forbausende grad, og navnlig er der en hel vrimmel af ganske *smaa* underjordiske bækeløb.

Rundt omkring alle disse bækkeløb eller opkommer er fjeldet meget stærkt opspaltet, hvad er begrundet dels i vandets opløsende evne og dels i frostsprængning osv.; og har man uheldigvis kommet til at lægge sit brud nær ved et opkomme, kan man være sikker paa at faa daarligt resultat, nemlig smaa blokke og store mængder af vragsten.

Ogsaa dette er saa indlysende, at man kanske synes det er overflødigt, at vi henleder opmærksomheden paa det; alligevel har det i virkeligheden flere gange i vort land hændt, at man har anlagt marmorbrud, tilmed ganske store brud, næsten lige ved underjordiske smaabækker eller opkommer, idet man har undladt paa forhaand at afrense jorden og anstille de nødvendige foreløbige undersøgelser. Først efter længere tids forløb og efter at ikke ubetydelige pengebeløb har været anvendt til liden nytte, har man maattet flytte bruddet f. ex. et hundrede m til siden.

Overhovedet maa det paa det mest bestemte indskjærpes, at det *endelige valg af det punkt, hvor et større marmorbrud skal anlægges, ikke maa træffes uden efter meget indgaaende forberedende undersøgelser*, som i regelen vil kræve længere tids arbejde. Hvor fjeldet er dækket, bør det løse jorddække paa forhaand fuldstændig fjernes i ganske stor udstrækning rundt omkring det tilsigtede brud. Videre maa det, naar der handles om anlæg af større brud, overalt, hvor ikke alle forholdene uden videre er let overskuelige, paa det mest bestemte anbefales, at der over hele det angjældende parti optages detailkart (i maalestok f. ex. 1:1000 eller 1:2000), og at man paa dette kart indtegner alle mulige teknisk-geologiske observationer (udbredelsen af de forskellige marmor-varieteteter; naturlige spaltesystemer; over- og underjordiske bækkeløb osv. osv.).

Videre vil det ogsaa være at anbefale at optage geologisk kart, i maalestok f. ex. 1:25.000¹⁾, over det hele marmorfelt,

¹⁾ Saadant kart kan man overalt, hvor den topografiske opmaaling hidtil har naaet frem med sin kartlægning (nu fra det trondhjemske til lidt nordenfor polarkredsen), skaffe sig ved at forstørre original-karterne, som optages i maalestok 1:50.000, og af hvilke man kan faa kjøbt fotografier.

forinden man skrider til de endelige dispositioner ved anlæg af de større brud.

Den, som her undlader de fornødne forberedende undersøgelser, vil i regelen være nødt til bagefter at betale ganske dyre lærepenge.

Hvor der handles om *brud paa dolomitmarmor*, maa man til de forberedende arbejder ogsaa henregne *fjernelsen af hele den forvitrede overfladehud*, ned til et dyb af f. ex. 5 m eller derover. Efter min erfaring — og jeg har seet et betydeligt antal forekomster — kan man, som det allerede ovenfor er omtalt under afsnittet om forvitringen (s. 85), ved den nordlandske dolomitmarmor aldrig paaregne at faa aldeles solide og friske blokke lige ved dagfladen; og det er utvivlsomt det rette system ved anlæg af brud paa denne slags marmor paa billigste maade at skalle af og kassere hele overfladepartiet, til man træffer uforvitret fjeld. Det kan vistnok hænde, at man rent undtagelsesvis ogsaa hist og her nogenlunde nær dagen kan faa en solid blok, men skal man ogsaa her arbeide med det maal at faa virkelig brugbare blokke, vil udtagningen komme til at falde meget kostbar. I sidstnævnte fald vil kubikmeteren komme paa et snes kr. eller adskillig derover; afrenser man derimod hele overfladen, øverst ved sprængning og i de dernæst følgende m ved billigst mulig maskinsagning, hvorved man ikke tilsigter at faa brugbare blokke, koster borttagningen af kubikmeteren kun et par kroner eller lidt derover.

At benytte de noget forvitrede dolomitmarmor-blokke, fra en eller et par m's dyb, er absolut utilstedeligt, og en saadan fremgangsmaade vil utvivlsomt komme til at straffe sig selv.

Til hvad dyb en fuldstændig afskalning er nødvendig, maa afgøres med hvert enkelt tilfælde for øie; kan man i regelen nøie sig med f. ex. 5 m, maa man dermed være fornoiet.

Senere maa det være maalet at gaa *paa dybet* med driften, ikke alene 10m, men gjerne baade 25 og 50 under den oprindelige overflade.

Det ligger i sagens natur, at et saa omfattende forberedelsesarbejde koster en ganske betydelig anlægskapital (ex.: 80 m

længde, 40 m bredde, 5 m dybde og kr. 2.50 pr m³, giver kr. 40,000 alene til afrenskningen af overfladen), og dette er ogsaa en af de større ulemper ved dolomitmarmoren.

Driften af marmorbrud.

Det ligger udenfor rammen af nærværende arbeide at drøfte detalierne ved den tekniske drift af marmorbrud; kun skal vi medtage en kort orienterende oversigt.

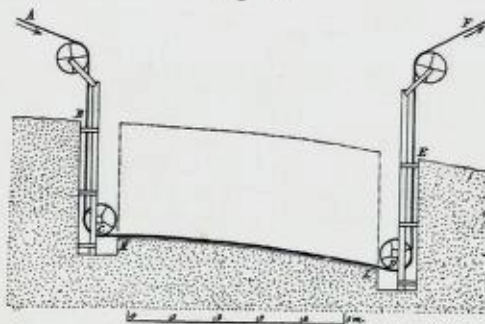
Driften kan foregaa enten ved *boring og kiling med haand* eller ved *maskinarbeide*, af forskjellig slags (*taugsugning, indhugning af render osv.*).

Arbeide for haand, med boring og kiling, udføres ved brud paa marmor efter samme principer som ved brud paa granit eller augitsyenit („labrador“); kun gjælder det ved marmor i høiere grad end ved de haarde bergarter, at skaffe *store blokke* og at indskrænke forbruget af *sprængstof* til et *minimum*.

Af *maskiner*, til udtagning af marmorblokke, skal vi ganske kort omtale den belgiske staastraadtaug-sugning og den amerikanske bor- og slits-hugning.

Ved den *belgiske taugsugning*, efter *Wilmart's system*, ligger pointet deri, at man lader et langt staastraadtaug „uden ende“ (A C D F trækkes af maskineri over overfladen af fjeldet

Fig. 19.



Den belgiske staastraadtaug-sugning¹⁾.

¹⁾ Tegningen gjengivet efter en skitse i *C. Le Neve Foster's* afhandling „Quarrying“ (i *The Sanitary Institute*, 1894).

(K L), og samtidig slipper man her ned vand og sand, som ved taugets bevægelse rives mod marmoren. Selve staastraadtauet, som kan være omkring en kvart tomme tykt, er spundet af flere (f. ex. 3) enkelte traade; i de smaa mellemrum mellem spindingerne fæstner sanden foreløbig og gnides paa denne maade mod underlaget; samtidig presses tauget, ved belastning af hjulene C og D, ned mod fjeldet paa undersiden.

Det allerførste arbeide her er at gaa ned med ganske store cylinderformede smaa-„skakter“ (ved BC og ED paa fig. 19; se ogsaa længst tilhøire paa fig. 20), som bores ud med en stor „perforatrice“, σ : en staastring med vægtykkelse en cm eller derunder, efter samme princip som ved diamantboring; disse

Fig. 20.



Fotografi af Løvgafl-bruddet (paa rød-hvid-broget marmor) i Fauske.

cylinderformede bor („trommelter“) har en diameter af henimod eller omkring 1 m (i Nordland 0.90—0.95 m); og den udborede skakt gjør man gjerne 3—4 m dyb, undertiden ogsaa derover. — Naar dette er færdig, sætter man stativerne (BC og ED)

for borskiverne ned i cylinder-skakterne; dernæst skjærer man ud, ved to indsnit en halv til en m fra hinanden, en arbejdsrende (se tilvenstre og i midten paa fig. 20) ud mod bruddets

Fig. 21.



Fotografi fra Furuli i Fauske.

front, og kan nu gaa over til skridt for skridt at „taugsage“ (se fig. 19) det „omfarede“ parti op i blokke, som man i bunden løser ved opkiling.

Paa fotografi fig. 21 fra Furuli-bruddet i Fauske (paa hvid dolomitmarmor) ser man en stander med de mange remskiver, over hvilke det „endeløse taug“ føres fra krafttransmissionskiven frem til bruddet og herfra tilbage igjen.

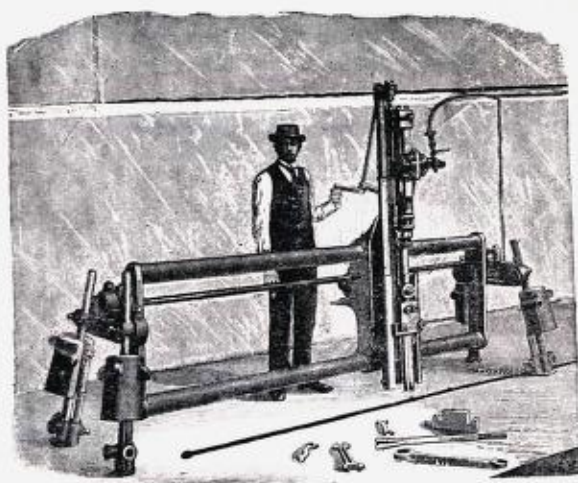
Denne taugsugning har man i nogle aar (siden 1891 eller 1892) benyttet ved flere af de større marmorbrud i Nordland (Løvgaffen og det hvide Furuli-brud i Fauske, tidligere ogsaa ved Hekkelstrand i Ofoten); i flere henseender er man meget vel fornøiet med resultatet; — sagningen kræver forholdsvis liden kraft; maskineriet er, naar man har faaet den fornødne øvelse, nogenlunde let at skjøtte, om der end er en hel del besvær med flytning af remskive-standerne; og endelig

faar man umiddelbart fra bruddene retvinklet tilskaarne blokke. Der er dog en overordentlig væsentlig ulempe: *om vinteren fryser vandet paa tauget* — og dermed ogsaa paa de forskjellige skiver — *til is, og det hele arbejde maa indstilles*. Man har her forsøgt at hjælpe sig med saltlake, opvarmning af taugene osv., men til ingen nytte.

I korthed kan man saaledes sige, at hele denne taugsugning gaar ypperligt, saalænge lufttemperaturen er over en eller et par graders kulde; ved lavere temperatur derimod er dette system ikke anvendeligt; det vil sige, i Nordland kan denne taugsugning med fordel *kun benyttes det halve aar*, fra midten af april til midten af oktober.

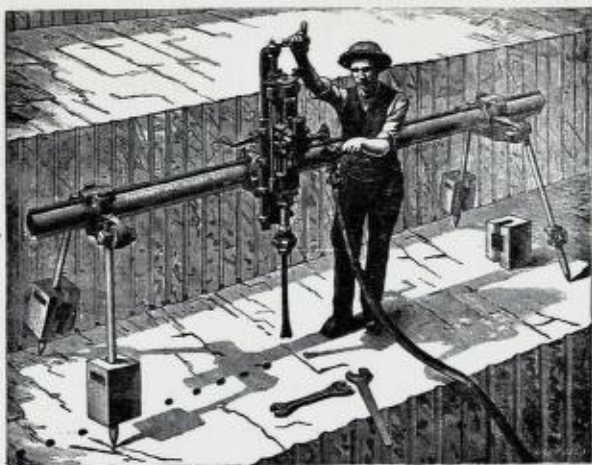
For at afhjælpe denne sidste ulempe har man ved enkelte brud i Nordland i den senere tid (høsten 1895) indført *amerikanske huggemaskiner*, efter *Ingersoll-Sullivans* system, der enklest illustreres ved de hosstaaende fotografiske gengivelser, af hvilke fig. 22 og 23 er hentede fra *Ingersoll-Sergeants* annoncebrochure, medens fig. 24 er taget fra et af Fauske-bruddene. — Paa en horizontal, solid staaelstang bevæger sig en bormaskine (drevet med komprimeret luft), med hvilken man kan bore saavel enkeltstaaende

Fig. 22.



Ingersoll-Sergeants slits-hugmaskine.

Fig. 23.



Ingersoll-Sergeants bor-hugmaskine.

huller (fig. 23) som en fuldstændig „slits“ eller aaben rende (fig. 22). Disse huller eller render kan man efter behag give hvilkensom-

Fig. 24.



Fotografi fra Furuli bruddet, paa hvid dolomitmarmor.
(Øverst paa tegnet sees et høit snedække).

helst retning; vertikal, horizontal eller paa skraa. Arbeidet udføres gjerne paa den maade, at man først „omfarer“ et større parti ved paa alle sider at hugge ind en *rende*; og senere deler man med *bor*-hugningen eller med den belgiske tagsugning det store parallelliped, som nu staar frit paa alle sider undtagen i bunden, op i blokke af passende størrelse; og i bunden løsner man blokkene tilslut ud enten ved at benytte naturlige sletter eller ved ogsaa her at bore ind med maskin det fornødne antal huller.

De forskjellige rent teknisk-økonomiske erfaringer (om kraftforbrug, anlægs- og driiftsudgifter osv.), som man angaaende de forskjellige slags maskiner har erhvervet sig ved de nordlandske marmorbrud, finder jeg mig ved denne anledning ikke berettiget til nærmere at omhandle.

Hertillands har man ved næsten alle tidligere stenbrud, paa granit, „labrador“, tagskifer, klæbersten osv., havt den skik — eller uskik — at lade affaldet blive liggende igjen inde i eller lige foran selve bruddet; ved de store rationelt drevne stenbrud i *udlandet* har man derimod fundet det *i længden at være mere økonomisk fuldstændig at skaffe alt affald bort*. Dette er vistnok overalt, hvor man tilsigter en betydelig driift, det rette system.

Fremdeles har man hos os hidtil ved granit, „labrador“, tagskifer, marmor osv. kun arbeidet med *aabne dagbrud*, derimod ikke mod dybet, saaledes som man oftere maa gjøre det i udlandet. Exempelvis kan saaledes nævnes, at allerede i oldtiden blev den græske lychnites eller lampe-sten paa Paros, hvor lagmægtigheden kun er nogle faa m, udvunden ved *underjordisk* driift; paa tilsvarende grube-maner arbeider man nu ved flere brud i Vermont i de Forenede Stater, og baade i England, Tyskland og Belgien er man fleresteds nødt til at gaa *paa dybet* med sine brud, ikke alene paa marmor, men ogsaa paa granit, kalksten, tagskifer osv. Denne arbejdsmethode skal ikke være i den grad kostbar, som man paa forhaand gjerne vil forestille sig det.

Brydningsudgifterne pr. m³ marmor og marmorrens kostende frit i norsk (nordlandsk) havn.

Ogsaa vedrørende dette afsnit maa vi begynde med den bemærkning, at jeg ikke anser mig berettiget til i detail at redegjøre for alle de erfaringer, som man paa dette omraade har vundet ved de nordlandske marmorbrud; en noget schematisk oversigt kan dog være paa sin rette plads.

*Brydningsudgifterne pr. m³ marmor*¹⁾ afhænger hovedsagelig af

fjeldets opspaltning og, hvad hermed staar i nøie forbindelse, *procentmængden af brugbar sten*;

enten man driver med *haandarbeide* eller med *maskinarbeide*, efter forskjellige systemer;

videre af *terrainforholde* og øvrige lokale betingelser;

desuden maa man tage hensyn til, at under ellers lige omstændigheder *vokser brydningsudgiften pr. m³*, naar blokkene antager meget store dimensioner (over f. ex. 10 tons), *med blokkenes størrelse*.

Den vigtigste faktor er *fjeldets naturlige opspaltning*, og herom kan man i korthed sige, at *jo mere opspaltet fjeldet er, des kostbarere blir brydningen*. En undtagelse fra denne regel danner dog *plademarmoren* (ex. Leifsæt-marmoren) og anden godt *bænket marmor*, hvor man kan nyttiggjøre sig *bænkesletterne*. *Al tver-opspaltning derimod er skadelig*.

Hvilken betydelig, i teknisk-økonomisk henseende endog aldeles afgjørende rolle *opspaltningen* spiller, kan illustreres ved følgende oversigt over de *egentlige brydningsudgifter* (blokkene leverede paa vogn lige ved bruddene, og udgifter som afrensning af overfladen, amortisation, afgifter, administration osv. ikke medregnet) ved en række nordlandske marmorbrud, som er drevne ved boring og kiling *med haand*:

fjeldet ikke noget eller kun yderst lidet opspaltet; skjønsmæssig omkring en halvdel *vragsten* eller *affald*; brydningsakkord om-

¹⁾ Med m³ forstaar vi her handelskubikmeteren, som i praxis er nogle faa procent større end den mathematiske kubikmeter (se anm. 2, s. 137).

kring eller noget over 30 kr. pr. m³ raa blok (af størrelse høist en eller et par m³, og blokken ikke fintugtet);

fjeldet lidt mere opspaltet, dog fremdeles ikke værre, end at man kan regne marmoren at være nogenlunde sprækkefri; 40—45 kr. pr. m³ raa blok;

fjeldet noget mere opspaltet, saa man skjønmæssig kun fik omkring en femtedel brugbar sten og resten vrøg; brydningsakkord, ved haandarbeide, i begyndelsen sat til 50 kr. pr. m³, senere øget til 60—70 kr., men selv ved denne pris var der daarlig dagsfortjeneste for folkene;

er *fjeldet endnu mere opspaltet*, stiger brydningsudgifterne snart til hundrede, gjerne ogsaa til et par hundrede kr. pr. m³ færdig formatiseret vare; det vil sige, marmoren blir ved ordinære kvaliteter saa kostbar, at driften ikke kan lønne sig.

Til de her nævnte *brydningsakkorder* kommer en række øvrige udgifter, som tilhugning af stenen, afrenskning af bruddet, transport osv. samt endelig alle generaludgifter; brydningsakkorderne udgjør saaledes kun en mindre del af de samtlige driftsudgifter¹⁾.

Ved maskinarbeide, baade ved den belgiske taugsugning og ved den amerikanske borhugning, *nedsættes brydningsudgifterne i ikke væsentlig grad*; antagelig kan man saaledes med rundt tal regne, at *brydningsudgifterne ved maskinarbeide*, naar produktionen er tilstrækkelig stor, gennemsnitlig kun beløber sig til mellem halvdelen og to trediedele af, hvad tilfældet er ved *haandarbeide*; dette medfører i korthed, at driften ved alle de større brud kommer til at ske med maskinarbeide, og at den hele marmorbedrift ikke vil blive nogen husflids-, men en fabriksindustri.

¹⁾ Til sammenligning kan indskydes, at ved driften paa augitsyenit- eller „labrador“-bruddene ved Langesund, Fredriksværn og Laurvig med omgivelser bortsettes gjerne brydningen, medregnet tilhugning og fjeldrenskning (men ikke transport) til arbejdsformændene for 50—75 kr. pr. m³; medregnet samtlige udgifter kommer m³ her gjerne paa 80—90 kr., kun undtagelsesvis paa saa lidet som 60 kr. eller noget derunder. — Graniten derimod falder betydelig billigere, da man her bedre kan nyttiggjøre sig bænkesletterne.

Medregnes ved drift med *maskinarbeide* ogsaa *tilhugningen* (formatiseringen eller kubiseringen) af blokkene, derimod ikke afrenskning af bruddene og transport, heller ikke generaludgifterne, vil blokkene, hvor fjeldet er *meget lidet opspaltet*, kun koste 25—30 kr. eller 30 kr. pr. m³; under *særlig gunstige omstændigheder* og ved en aarsproduktion af mindst f.ex. 3000 eller 5000 m³ i det enkelte brud vil brydningen, medregnet tilhugningen, som spiller en meget stor rolle¹⁾, senere muligens kunne reduceres helt ned til *omkring et snes kr.* pr. m³. Forudsætningen for disse overslag er, at blokkene leveres med de ordinære dimensioner og frit paalastet paa vogn lige ved bruddene.

Ogsaa ved *maskinarbeide* stiger brydningsudgiften hurtig tilveirs, naar fjeldet er *opspaltet*; man kommer herved snart op i brydningsakkorder paa 50—75 kr. og derover.

Ligeledes øges brydningsudgiften meget stærkt, hvis mægtigheden er saa liden, at man er nødt til at medtage noget af sidestenen.

Ved ovenstaaende opgaver har vi havt for øie den kompakte marmor, som leveres *i blokke*; ved *plademarmor*, hvor pladerne kiles ud efter bænkesletterne, stiller forholdet sig paa ganske anden maade, og her kan man under gunstige betingelser komme ned til forholdsvis *meget lav brydningsudgift*. Exempelvis kan saaledes nævnes, at ved *Leifsæt marmorbrud i Fauske* har brydningsudgiften ved en sommeren 1896 for regning af Bodø sindssygeasyl foretagen prøvedrift, ifølge velvillig meddelelse af driftens bestyrer, arkitekt *A. Bugge*, beløbet sig til 22 kr. pr. m³ *færdige plader*, som er leverede, frit lige ved bruddet, med forsiden af blokkene „kantsat“ og bagsiden og endesiderne grovt tilhugne; hvis man her arbejdede med *taugsugning*, saa man med maskinkraft kunde afsage alle blokkene paa begge længde-ender, vilde brydningen skjønsmæssig kunne reduceres til 12—15 kr. pr. m³.

¹⁾ Tilhugningen (kubiseringen) koster ved ujævn flade 1.20—1.80 kr. pr. m³, hvilket kan løbe op til 8—12 kr. pr. m³.

Til brydningen kommer endvidere *transporten* til havn, som, hvor der kun handles om ganske smaa blokke, paa høist en eller et par ton, og hvor man har meget god kjærre- eller slædevei, kan sættes til 4 kr. pr. ton pr. mil, altsaa med rundt tal 12 kr. pr. m³ pr. mil. Har man *daarlig vci*, eller skal der transporteres *større blokke*, *stiger transporten meget stærkt tilveirs*. Som vi ovenfor har fremholdt, maa man ved marmorbrud, paa de vanlige kvaliteter, være forberedt paa at (levere en meget væsentlig del af produktionen i blokke af størrelse i alle fald 5—6 tons; saa store blokke er meget kostbare at transportere paa ordinære veie, og derfor maa man under vore forholde ved marmorbrud i regelen anlægge *sporveie*.

Ved det for tiden vigtigste marmorfelt i Norge, paa Fauskeidet i Salten, har man allerede anlagt en saadan sporvei eller jenrbane (færdig høsten 1895), som kan transportere blokke paa i alle fald saa meget som 15 tons; jernbanens længde fra havnen er omkring 4 km, hvortil kommer et par km forgreningsspor til de forskjellige brud; og transporten] beløber sig kun til en eller noget under en krone pr. m³.

Hidtil har man i Nordland hovedsagelig kun fæstet sig ved de marmorfelter, som man har fundet nær ved søen; bruddet ved Leifsæt er saaledes klods ved lastebryggen; ligesaa nær ved havn ligger ogsaa det ene brud ved Kvandal samt Setsaabruddet, samtlige i Skjærstad, og Rugaasnæsbruddet i Velfjorden; ved Hekkelstrand i Ofoten, ved Dypvik og Hammarfald i den nordre del af Fauskeidet og ved Saksenvik i Saltdalen er afstanden til havn kun hundrede eller et par hundrede m; ved Ballangen i Ofoten er afstanden til havn et par eller høist 3—4 km, og de egentlige Fauskebrud, ved] Furuli, Løvgafien og Tortenli, ligger, som netop omtalt, 4 km jernbanevei fra lastebrygge. Videre kan nævnes, at ogsaa felterne ved Ofoten præstegaard; ved bunden af Skotsfjorden og paa Alpø i Steigen; paa søndre Arnø og ved Indyr og Valle i Gildeskaal; ved Røsa i Hemnæs; paa Offerse; de fleste felter i Velfjorden osv., osv., ligger under meget bekvemme transportbetingelser. — Og

hidtil har man i Nordland ikke foretaget nogen nævneværdig drift ved et eneste marmorbrud beliggende saa meget som 5—6 km fra havn, simpelthen fordi man har indskrænket sig til de brud, som ligger gunstigst til for transport.

Hvor der handles om de mere ordinære marmorsorter, vil det i almindelighed, nemlig hvor driften ikke kan blive saa betydelig, at man kan anlægge jernbane til bruddet, neppe lønne sig at benytte brud i afstand mere end høist f. ex. 10 til 15 km fra havn; afstanden selvfølgelig afhængig af de lokale betingelser og marmorens brydningspris og salgspris.

Ved de finere marmorsorter, som betaales med flere hundrede kr. pr. m³, spiller afstanden fra havn derimod en mere underordnet rolle; det maa dog erindres, at for hver 10 km landevei fordyres varen, ved vanlige smaa dimensioner, med *mindst* 12 kr. pr. m³; og ved større dimensioner eller ved daarlig vei handles der om *meget betydeligere beløb*.

Som vi ovenfor har seet, kan *selve brydningsakkorderne samt bloktilhugningen* ved de *allerbedst* situerede nordlandske brud — bruddene paa plademarmor ikke medregnet — ved maskinarbeide for tiden anslaaes til omkring eller kanske rettere noget over 30 kr. pr. m³, — et beløb, som man muligens ved fremtidig stor-drift vil kunne faa reduceret til et snes kr. Til denne brydningsakkord kommer fjeldrenskning, transport inde i brud det, vedligehold og amortisation af maskineri og andet anlæg, transport fra brud til havn, administration, grundafgift, skatter osv. osv.; medregnes alt dette, vil blokkene, færdig tiltugtede og frit leverede i nordlandsk havn, sjelden komme paa under 50 kr. pr. m³. Ved store, sprækkefri og nær havn beliggende brud vil man i fremtiden dog antagelig kunne faa reduceret den totale produktionspris en del, ved enkelte brud kanske ned til 30—35 kr. pr. m³, men paa den anden side vil vistnok brydningen meget ofte lægge beslag paa adskillig høiere beløb end et halvt hundrede kr.

Som vi senere skal omtale, er en *produktionspris* for 1 *kubikmeter* marmor — denne leveret frit ombord i nordlandsk havn — paa med rundt tal *et halvt hundrede kr. eller i frem-*

tiden forhaabentlig lidt mindre, nogenlunde lav i forhold til marmorens salgsværdi, i alle fald hvor der handles om de værdifulde varieteter (som aldeles hvid marmor); og heri ligger i korthed betingelsen for, at driften paa den nordlandske marmor temmelig sikkert kommer til at vokse sig frem til en betydelig næringsvei.

Til produktionsprisen i nordlandsk havn kommer endvidere transporten til udlandet eller til det sydlige Norge. Denne udgiftspost kan, under forudsætning af saa betydelig produktion, at man kan laste et særskilt skib, sættes til 7—8 kr. pr. ton eller 20—25 kr. pr m^3 ; er produktionen derimod mindre, saa man maa benytte de vanlige routegaaende dampskibe, vil transporten stige op til omkring 30 kr. pr. m^3 . Og maa man endvidere have omlastning i sydnorsk havn, vokser transporten selvfølgelig endnu betydelig høiere tilveirs.

Maalet maa følgelig være at koncentrere driften, saa man kan faa export — baade af blokke og af sagede plader — direkte fra Nordland til udlandet.

Norges vigtigste hidtil kjendte marmorfelter¹⁾.

Saa vel i topografisk som i geologisk, til en vis grad ogsaa i teknisk henseende kan den norske marmor deles i:

1) marmor i den *nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe* (i *Nordlands amt*, med tilstødende dele af *Tromsø amt* i nord og af *nordre Trondhjems amt* i syd);

2) marmor i de *trondhjemske skiferafdelinger* (navnlig i omgivelserne af *Trondhjemsfjorden*);

3) marmor i *grundfjeldet*, navnlig i det *romsdalske grundfjeld* (paa *Nordmøre* og *Søndmøre*);

4) marmor i de *bergenske skiferafdelinger* (navnlig paa *Bergenshalvøen* og i distrikterne ved *Hardanger-* og *Buknefjordens munding*);

5) marmor i *Kristianiafeltets silur* (strækningen fra *Mjøsen* og *Randsfjorden* over omegnen af *Kristiania*, *Drammen*, *Holmestrand* osv. frem til *Skjensfjorden*).

Marmor i den nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe.

Geologisk oversigt. En meget væsentlig del af fjeldgrunden i *Nordlands amt*, med tilstødende dele af *Tromsø* og *nordre Trondhjems amter*, er bygget af en formationsafdeling, som jeg

¹⁾ Vi vil udtrykkelig gjøre opmærksom paa, at den efterfølgende beskrivelse ikke omfatter samtlige hidtil kjendte marmorfelter i vort land; dog er de fleste forekomster, som indtil sommeren 1896 havde givet anledning til nævneværdigt arbejde, i det følgende omtalte.

i tidligere arbejder¹⁾, efter de mest karakteristiske led, har benævnt *glimmerskifer-marmor-gruppen*. Om udbredelsen af denne formationsafdeling, som i det væsentlige falder sammen med *K. Pettersens* saakaldte „Tromsø glimmerskifer-gruppe“, henvises navnlig til Dr. *T. Dahll's* „geologiske kart over det nordlige Norge“ (maalestok 1:1 mill.; 1879), hvor vor formationsafdeling er afsat med lysegrøn farve, under betegnelse „*cambrisk?*; glimmerskifer, lerglimmerskifer, hornblendeskifer; *de første kalkstene*.“ Videre kan vedrørende marmorlagenes udbredelse henvises til det her medfølgende kart over Nordlands amt (planche 1).

Særlig betegnende for denne inden Nordlands amt meget udbredte afdeling er:

overordentlig mægtige lag dels af *marmor* og dels af *uren, krystallinsk kalksten*, med mægtighed paa flere steder op til 1000 — tusind — m; videre jævnlig optræden af *dolomitmarmor*, sammen med den egentlige marmor (kalkspatmarmor);

paa adskillige steder optræden af *leieformig jernmalm* (se herom nedenfor), sammen med de mægtige marmorlag;

overalt temmelig nøiagtig *samme karakter hos skifer-komplexet* (glimmerskifer, granat- og staurolith-glimmerskifer, undertiden med disthen; hornblende- og kvartsskifere; gneis; undertiden konglomerat og fyllit med alunskifer-fyllit).

¹⁾ Se mit tidligere arbejde „*Salten og Ranen*, med særligt hensyn til de vigtigste jernmalm- og svovlkis-kobberkis-forekomster samt marmorlag“, 1890 (Norges geol. unders.). — I dette arbejde er ogsaa opregnet en række ældre studier over Nordlands amts geologi, navnlig af *K. Pettersen* (Saltens geologi; Det nordlige Norges og Sveriges geologi; Lofoten og Vesteraalen; Vestfjorden og Salten; Den nordnorske fjeldbygning, osv.) samt af *B. M. Keilhau*. *R. Suhrland* (Vefsen), med flere.

Videre min afhandling „*Dunderlandsdalens jernmalmsfelt*“, 1894 (Norges geol. unders.).

Desuden henvises til det ligeledes gennem Norges geologiske undersøgelse udgivne arbejde „*Det nordlige Norges geologi*“, indeholdende bl. a. en afhandling af *O. A. Corneliusen*, „Bidrag til kundskaben om Nordlands amts geologi“, samt et resumé af *H. Reusch* over Nordlands amts geologi.

Den ganske omfattende litteratur vedrørende det nordlige Norges malmsforekomster — af jernmalm, kis og kobbermalm, nikkel-, krom- og sølv malm — citeres noget længere ude i dette afsnit.

Hele denne formationsafdeling har jeg tidligere forsøgt at inddele i følgende tre underafdelinger eller etager:

en *glimmerskifer-etage*, hovedsagelig bestaaende af forskellige slags glimmerskifere og kun med faa og lidet mægtige marmorlag;

en *marmor-skifer-etage* (eller kort: *marmor-etage*), karakteriseret ved de overordentlig mægtige marmorlag; desuden særlig interessant derved, at det netop er i denne etage, at de nordlandske *jernmalmlag* hører hjemme;

endelig en *yngre gneis-etage*.

Denne inddeling, som oprindeligt blev opstillet med forholdene i Dunderlandsdalen (Nordranen) for øie, synes, i alle fald i de grove drag, at kunne generaliseres for den hele formationsafdeling, fra Vefsen og Hatfjelddalen ($65\frac{1}{3}^{\circ}$ n. br.) i syd til Ofoten med søndre del af Tromsø amt ($68\frac{1}{2}^{\circ}$ n. br.) i nord; specielt kan vi saaledes jævnlig ganske distinkt holde ud fra hinanden en egentlig *marmor-etage* og en egentlig *glimmerskifer-etage*; ligeledes synes man ogsaa i Vefsen at kunne skille ud for sig en yngre gneis-etage, medens denne i alle fald ikke optræder i de dele af Ofoten, som jeg har havt anledning til at bereise.

At alt, hvad her er sammenfattet under vor glimmerskifer-marmor-gruppe — fra Hatfjelddalen, Vefsen og Velfjorden med Brønø i syd, over Tjetø, Alstene, Dønnesø, Tømø, Sør- og Nordranen, videre over Saltdalen med Skjærstad, Gildeskaal og Beiern, og endelig over Steigen helt frem til Ofoten og omgivelserne af Sandtorv og Harstad samt Ibbestad i nord (og antagelig endnu længere nordover¹⁾) — i virkeligheden tilhører en og samme geologiske formation eller formationsafdeling, fremgaar for det første deraf, at *skikbygningen i petrografisk henseende næsten kan siges at være identisk over det hele store distrikt*, — en identitet, som er saa meget mere fremtrædende, som der her delvis handles om ganske særlig *karakteristiske lag*. Navnlig kan vi i saa henseende fæste opmærksomheden ved de over-

¹⁾ Jeg maa her gjøre opmærksom paa, at mine egne undersøgelser kun rækker saa langt mod nord som til de allersydligste dele (Sandtorv, Trondenes, Ibbestad) af Tromsø amt.

ordentlig mægtige lag, baade af kalkspatmarmor og af dolomitmarmor, hvilken sidstnævnte bergart efter de foretagne analyser saavel i Hatfjelddalen (Gruplandshaugen), Hemnæs (Seljeli), Skjærstad (Fauskeidet og Kvandal), vistnok ogsaa paa talrige øvrige steder (ex. Arnø i Gildeskaal, Alpø i Steigen, Tjeldebøtn i Ofoten), er bestaaende af omtrent matematisk nøiagtig 1 del kulsur kalk til 1 del kulsur magnesia¹⁾, og med aldeles forsvindende jerngehalt (chemisk formel altsaa CaMgC_2O_6). Videre kan vi nævne, at den eiendommelige Leifsæt'ske plademarmor møder man ikke alene i Skjærstad, men ogsaa i Salt-dalen, Gildeskaal, Steigen, Ofoten og i Sandtorv-distriktet, og ekvivalent til den ligesaa eiendommelige rød-hvid-brøgede Løv-gaff-marmor er ogsaa kjendt i Ofoten. Hertil kommer, at de paa saa mange steder i umiddelbar forbindelse med de mægtige marmorlag optrædende jernmalme næsten overalt (nemlig ved Næverhaugen, Dunderlandsdalen og Fuglevik, Tomø og Dønnæsø, Seljeli, tildels ogsaa i Dolstadaasen) med paafaldende monotoni-tet er udviklet efter en og samme type (jernglans med kvarts, lidt epidot osv.; middels høi jerngehalt; næsten ikke noget mangan; temmelig høi fosforgehalt; forsvindende lav svovlgehalt; ikke noget titansyre); se herom nærmere i min ovenfor citerede afhandling om Dunderlandsdalens jernmalmfelt²⁾.

Foruden dette vigtige bevis, som vi henter fra skiktbygningens petrografiske identitet paa de forskjellige steder, kan vi ogsaa tillægge det ganske stor vægt, at jeg ved mine forskjellige studiereiser i Nordland har *fulgt glimmerskifer-marmor-gruppens — og da navnlig marmor-etagens — udbredelse saa at sige skridt for skridt over meget store udstrækninger*, nemlig, kun med afbrydelse af et par eruptivfelter, helt fra *Hatfjelddalen og Vefsen* i syd frem til *Salten og Sørfolden* i nord, og, med nogle

1) Andre steder optræder mellemlid mellem kalkspat- og dolomitmarmor (s. 21.)

2) Fuglestrandsfeltet (Hemnæs) og den største del af Dolstadaasfeltet (Vefsen) adskiller sig forsaavidt fra de øvrige nordlandske jernmalforekomster (i marmor-etagen), som malmen ved disse to lokaliteter fortrinsvis er opblandet med granat, epidot og hornblende; samme fosfor-, svovl-, mangan- og titan-gehalt som ellers.

flere afbrydelser, endnu længere nordover, helt frem til *den søndre del af Tromsø amt*. — Da denne foreløbige undersøgelse danner et brugbart udgangspunkt for et fremtidigt geologisk detail-studium af Nordlands amt, skal vi i korthed foretage en saadan vandring, fra syd mod nord, paa vor glimmerskifer-marmor-gruppe og da navnlig paa marmor-etagen, idet vi for en væsentlig del følger marmorlagene efter strøget.

Vi begynder langt syd i Hatfjeldsdalen, nemlig ved Gruplandshaugen i Susendalen (kun ca. 25 km fra grænsen mod Trondhjems stift), hvor vor marmor-etage er typisk udviklet, med overordentlig mægtige marmorlag (bl. a. med vakker hvid kalkspatmarmor) og ogsaa her med mægtig indledning af dolomitmarmor. — Lignende bergarter møder vi igjen i omegnen af Hatfjeldsdalens kirke (ex. profilet langs Elvsvaselven) og ved landeveien fra Hatfjeldsdalen til Svenningaasen; her flersteds (som ved Gryteselven til Storvandet) ganske overordentlig mægtige kalkstenlag. Vi er nu komne ind paa omraadet af vor kartskitse, planche 6), hvor vi først, i over 15 km's længde (fra n. Hjortskarmo over Fellingfos og Grane kirke, i bunden af Svenningdalens dalføre), følger et og samme næsten snorlige forløbende marmorlag *efter strøget* (N—S); derpaa sætter dalen tvært gjennem et mindre granitfelt, frem til Laksfors, hvorpaa vi paany i ikke mindre end 25—27 km's længde (langsefter landeveien helt frem til Mosjøen eller Dolstadaasen) følger *efter strøget* (hovedretning (N—S) et overordentlig mægtigt marmor- eller kalkstenlag, der i den søndre del forløber næsten snorlige og i den nordre del, nær Mosjøens eruptivfelt, i bue. Paa partiet mellem Dolstadaasen (med Halsøen) og Fustvandet er vor glimmerskifer-marmor-afdeling overskaaret af Mosjøens, hovedsagelig af gabbrobergarter bestaaende eruptivfelt, der baade i syd, ved Remmen, og nord, ved Granaas, har kontaktmetamorfoseret marmorlagene; strax dette gabbrofelt, med et tilhørende lidet granitfelt, er passeret, kommer vi paany, ved den nordre del af Fustvandet, ind paa et mægtigt marmorlag, som vi foreløbig følger *efter strøget* (N—S) i omkring 8 km's længde, frem til Ømer-vandet.

Fra dette vand, hvor vor kartskitse, planche 6, ender, og til Loktvand i Sørrenen, hvor kartskitse pl. 5 begynder, er kun en veilængde af 7—8 km; i dalbunden og i fjeldsiderne er marken stærkt tildækket; alligevel kan det let afgjøres, at glimmerskifer-marmor-gruppen vedvarer.

Ved Loktvand (pl. 5) begynder paany den mægtige marmor-etage, som vi igjen følger *langs strøget* (først N—S, senere mere NV—SO) i ca. 12 km's længde, først til bunden af Elvsfjorden og senere frem til Fuglestrand.

Kun med afbrydelse af granitfeltet mellem Svenningdalen og Laksfors og gabbro- og granit-felterne mellem Mosjøen (Halsøen) og Fustvandet har vi hidtil næsten kontinuerlig fulgt vor marmor-etage *efter strøget fra langt syd i Svenningdalen* ($65\frac{1}{3}^{\circ}$

n. br.) i Vefsen helt frem til Fuglestrand ($66\frac{1}{4}^{\circ}$ n. br.) i Hemnæs, Sørøranen.

Paa strækningen mellem Elvsfjorden i Sørøranen og Mo (Dunderlandsdalens munding) i Nordøranen gjenfinder vi paa adskillige steder de mægtige marmorlag; saaledes ved Mula og Røsa i bunden af Sørfjorden, i Fineidfjorden og endelig paa flere steder (Hesjevold, Dalsbygden, Sjaanæs) paa sydsiden af selve Ranenfjorden; det er saaledes utvivlsomt, at samme formation fremdeles vedvarer.

Om den geologiske bygning af fjeldpartiet fra bunden af Ranenfjorden og op Dunderlandsdalen henvises til min tidligere afhandling „Dunderlandsdalens jernmalmsfelt“; nederst i dalen, fra Mo over Skaanseng til Ildhullierne, hersker glimmerskifer-etagen; derpaa begynder marmor-etagen, her særlig udpræget, baade med yderst mægtige marmor eller kalklag og med overordentlig store jernmalmsindleininger, som man har opgaaet i detail frem til „Hatten“ lidt nord for Dunderland gaard og (regnet efter dalbunden) 50 km fra bunden af Ranenfjorden.

Videre op Dunderlandsdalen har jeg fulgt den mægtige marmor eller kalksten-etage, der her stryger i retning NNO, og langs hvilken dalen her danner en typisk „strøgdal“, forbi Messingsletten til Bjeldaanæs og et stykke op Tispedalen. Fra Rundtudalen ved Tispedalen, i nærheden af Bjeldaanæs, ligesom ogsaa fra Valden ved Randal og fra Krokstrand, begge øverst i Dunderlandsdalen, er af sogneprest O. T. Olsen (i 1860-aarene) og O. A. Corneliussen (i 1870-aarene) bleven indsendt til universitetet en hel del prøver dels af kalkspatmarmor og dels af den typiske, hvide dolomitmarmor; vi kan altsaa af flere grunde være sikre paa, at vi fremdeles finder os inde i vor glimmerskifer-marmorafdeling¹⁾.

Videre efter fjeldveien (langs telegraflinjen) fra Bjeldaanæs eller Tispedalen i Ranen over til Rusaanæs i Salten møder vi i omgivelserne af den første fjeldstue forherskende skifere (glimmerskifer, granatglimmerskifer, „Garbenskifer“ og fyllit); i selve Bjeldaadalen, ved den anden fjeldstue, og videre længere mod nord, til forbi den tredje fjeldstue, anstaa et ganske mægtigt kalksten- eller marmordrag (strøg N à NNO), som vedvarer til henimod Store Bjeldaa vand. Paa vestsiden af dette vand afbrydes glimmerskifer-marmor-etagen af et ganske betydeligt granitfelt, som strækker sig i en eller et par miles længde, til omgivelserne af femte fjeldstue, hvor paany begynder vore skitere og mægtige kalkstene, der nu fortsætter — flersteds med mægtige marmor-indleininger — frem til Rognan, i bunden af Saltfjorden.

¹⁾ I den nordostlige del af Dunderlandsdalen har Dr. T. Dahll paa det geologiske kart over det nordlige Norge afsat to partier af „raipas“- og „gaisa“-systemerne, hvilke som bekjendt spiller stor rolle i Finmarken. Som allerede af Corneliussen (Nordlige Norges geologi, s. 174—175) bemærket, er dog denne bestemmelse af formationerne øverst i Dunderlandsdalen i høj grad tvivlsom; og faktisk kjender jeg ikke nogensomhelst plausibel grund for Dahll's opfatning. For det vestre felt (raipas) fremhæver ogsaa Corneliussen, at det her synes „utvivlsomt, at lagene tilhører den almindelige glimmerskifer-marmor-gruppe“.

I hele den indre del af Saltfjorden (partiet Rognan til Leifsæt, Kvandal og Fauske) møder vi marmor-etagen i typisk udvikling, og over Fauskeidet (se kartskitzen pl. 3), hvor nu den hele marmorbrydning er koncentreret, kan man, i 17 km's længde, skridt for skridt spadserere paa et og samme marmordrag, frem til Dypvik i Sørfolden.

Kun med nogle ganske faa afbrydelser har vi saaledes, langs efter det karakteristiske *indre dalløb* i Nordlands amt, kunnet følge vor glimmerskifer-marmor-afdeling, for en væsentlig del *efter strøget*, fra Hatfjelddalen og Vefsen i syd ($65\frac{1}{3}^{\circ}$ n. br.) til Sørfolden i nord ($67\frac{1}{2}^{\circ}$ n. br.), — i en længde af 240 km.

Ude langs kysten har vi ogsaa paa talrige steder den samme formationsafdeling; saaledes kan, opregnet søndenfra nordover, nævnes en del lokaliteter, som jeg har besøgt: Velfjorden og Brønø, beggesteds i omgivelserne af hovedkirkerne; paa Offerø og over store dele af Alsteno, samt de tilgrænsende dele af fastlandet; nordre del af Dønnese og østre del af Tomø; desuden store partier af Gildeskaal og (ifølge opgivende) af Beiern.

Fra grænsen mod Trondhjems amt i syd helt frem til Salten kan vi saaledes opgaa vor glimmerskifer-marmor-gruppe saavel langs efter de indre dalløb som ude mod kysten.

For partiet længere mod nord, mellem Salten eller Sørfolden og Ofoten, henvises til *Dahlls* geologiske kart over det nordlige Norge og til *Pettersens* geologiske kart over „Landpartierne om Vestfjorden“. i Archiv for math. og naturv., b. 11, 1886; selv har jeg paa denne strækning kun besøgt Steigen, hvor vor glimmerskifer-marmor-gruppe er udbredt paa flere steder, saaledes paa Alpe, ved bunden af Skotsfjorden og paa Engelsen. Over store dele af hele denne kyststrækning søndenfor Ofoten, navnlig i Tysfjorden og Hammersø, hersker dog andre bergarter, nemlig granit eller gneisgranit.

I Ofoten derimod har vi, som det nærmere omhandles i det følgende, nøiagtig samme marmor-etage som i Salten, Ranen og Vefsen; og samme petrografiske skiktrække har jeg ogsaa iagttaget fleresteds i den sydligste del af Tromsø amt, nemlig ved Lavangenbugten lige over for Sandtorv, videre ved Harstad og i omgivelserne af Ibbestad kirke. — Det samme marmor-niveau synes, som det nærmere skal omtales i det følgende, under afsnittet om Tromsø amt, ogsaa at fortsætte endnu længere nordover i dette amt.

Det ligger i sagens natur, at en formationsafdeling af saa betydelig udbredelse, som tilfældet er med den nordlandske

glimmerskifer-marmor-gruppe¹⁾, maa betegnes ved en usædvanlig stor **mægtighed**. Dette bekræftes ogsaa ved de foretagne detailundersøgelser, om disse vistnok endnu ikke tilsteder nogen nøiagtig angivelse af mægtigheden.

Kun har vi med sikkerhed bestemt, at et enkelt kalksten- eller marmor-lag i marmor-etagen kan gaa op til en mægtighed af 1000 m, muligens endog derover²⁾ (s. 129 – 130). Videre kan nævnes, at jeg skjønsmæssig, baade for Dunderlandsdalens (Ranens) og Fauskeidets (Saltens) vedkommende, har anslaaet selve marmor-etagens mægtighed til mindst 2000 à 3000 m (beggesteds heri medregnet et enkelt karbonatlag af mægtighed med rundt tal 1000 m). Hertil kommer, at glimmerskifer-etagen — og i Ranen og Vefsen ogsaa den yngre gneis-etage — maa maales med tilsvarende maal; den hele formationsafdeling maa saaledes mindst være *flere km mægtig*; hvor mange maa afgjøres ved fremtidige undersøgelser.

Vor glimmerskifer-marmor-gruppens **geologiske alder** kan vi ikke bestemme med sikkerhed, idet fossiler her ikke — eller endnu ikke — er fremfundne; alligevel tør vi af forskellige grunde drage den slutning, at vor formationsafdeling temmelig sikkert er af meget høi geologisk alder. *Dahlls* betegnelse „cambrisk?“ (med spørgsmaalstegn) var for sin tid ganske træffende, om end dette nordlandske formentlige cambrium ikke kan identificeres med andre sikre, fossilførende cambriske lag. Muligens(?) kan den hele afdeling henlægges til en endnu noget ældre periode, nemlig til den algonkiske (de amerikanske geologers mellemed mellem den egentlige archæiske og den cambriske periode); jeg skulde dog tro, at vor afdeling er af noget yngre dato.

Da glimmerskifer-marmor-gruppen bestaar af fuldstændig krytallinsk udviklede bergarter, som glimmerskifer, hornblendeskifer, gneis osv., kunde man foreløbig tænke sig, at den skulde indgaa som et særskilt led eller særskilt facies i grundfjeldet. Saaledes kan det

¹⁾ Afstanden mellem Velfjorden eller Vefsen i syd og Ofoten i nord er 400 km, — lidt længere end i ret linje mellem Kristiania og Trondhjem; og fra Velfjorden til Tromsø er afstanden 550 km.

²⁾ Til sammenligning kan indskydes, at Kristianiafeltets cambrium og silur (etage 1—8, den overliggende devon ikke medregnet) beløber sig til ikke fuldt 1000 m.

dog ikke forholde sig, idet grundfjeldet, som vistnok ikke saa ganske sjelden fører nogle marmor-indleininger, dog i det hele og store rundt om i verden karakteriseres ved forholdsvis sparsomt repræsenterede og lidet mægtige marmorlag. Forskjellen i saa henseende, mellem det vanlige grundfjeld paa den ene side og glimmerskifer-marmor-gruppen paa den anden, er i høi grad iøinefaldende.

Hertil kommer, at man ogsaa i Nordland paa flere steder kan holde glimmerskifer-marmor-gruppen og grundfjeldet, som har ganske stor udbredelse navnlig paa kyststrækningen vest for Svartisen og i præstegældene søndenfor Ofoten, distinkt ud fra hinanden; og paa de to steder, hvor jeg har seet glimmerskifer-marmor-gruppen støde umiddelbart op mod grundfjeldet (eller rettere, mod gneisgranit, som temmelig sikkert tilhører grundfjeldet), nemlig ved Alpe i Steigen og vestenfor Tjeldebotn i Ofoten, hviler glimmerskiferen og marmoren ovenpaa grundfjeldet (se profilerne fig. 30 og 35).

Herved faar vi en *nedre* aldersgrænse for vor formationsafdeling; en *øvre* grænse følger straks deraf, at glimmerskifer-marmor-gruppen har deltaget i den skandinaviske fjeldkjædeproces, og at den saaledes maa være ældre end denne (selvfølgelig ogsaa ældre end Andøens jurafelt).

Nogen nærmere, mere positiv tidsbestemmelse kan vi paa undersøgelsernes nuværende stadium ikke levere, og heller ikke kan vi med sikkerhed bestemme den plads, som vor glimmerskifer-marmor-gruppe indtager i de regionalmetamorfoserede „fjeldformationer“. Kun kan paapeges, at vor formationsafdeling — *Dahlls* „Cambrium?“ eller *Pettersens* „Tromsø glimmerskifergruppe“, — saaledes som det for et par aar siden er bleven fremholdt af den svenske geolog Dr. A. E. *Törnebohm*¹⁾, paa den svenske side af rigsgrænsen muligens(?) kan sidestilles med *Hummels* „glimmerskifer“ eller *Svenonius's* „glimmerskiferserie“.

¹⁾ Se dennes afhandling „Forsök till en tolkning af det nordligaste Skandinaviens fjällgeologi“, i Geol. Fören. Förh., febr. 1893; her vil man ogsaa finde citeret de vigtigste ældre arbejder, navnlig af *D. Hummel* og *F. Scenonius*, over Norrbottens geologi. — *Törnebohms* sidste store arbeide over det centrale Skandinaviens geologi (1896) strækker sig ikke saa langt nord som til Nordlands amt.

Ogsaa disse skiferrækker fører ganske store indleininger af kalksten eller dolomit, dog neppe i den udstrækning, som tilfældet er med den formodede ekvivalent paa den norske side af grænsen.

Ifølge *Svenonius's* undersøgelser ¹⁾ er hans „glimmerskiferserie“ yngre end „Hyalithusserien“, i hvilken man har fundet fossiler (navnlig Hyolithus), der tilhører jordens allerældste hidtil kjendte dyreverden (laveste del af cambrium eller primordial). „Glimmerskiferserien“ følger umiddelbart over „Hyalithusserien“ og maa altsaa sandsynligvis kun være ganske lidet yngre (yngre cambrium eller ældste dele af det egentlige silur). Denne bestemmelse skulde — under forudsætning af, at det er berettiget at parallellisere de to glimmerskifer-grupper, paa hver sin side af rigsgrænsen — ogsaa kunne overføres at gjælde den norske glimmerskifer-marmor-gruppe; berettigelsen af denne parallellisation er dog noget tvivlsomt.

I brev meddeler *Svenonius* mig, at han paa et par steder paa svensk side, men ganske nær rigsgrænsen — nemlig øst for Unkervandet i Susendalen, Hatfjeldalen, og i nærheden af Umevandet, ret øst for Mo i Ranen — har fundet fossiler, tilhørende dels de lavere og dels de midtre dele af silur. Da vor glimmerskifer-marmor-gruppe paa begge steder anstaar i nærheden, vil det muligens kunne lykkes ved at opgaa detailprofiler, med fossilfundene som udgangspunkt, at konstatere ogsaa marmorlagenes geologiske alder. Muligens vil man ogsaa i selve glimmerskifer-marmor-gruppen, paa norsk side af rigsgrænsen, støde paa fossiler, saa man kan faa en sikker bestemmelse af lagenes alder ²⁾. Foreløbig faar vi nøie os med den formodning, at de muligens (?) maa indordnes under den algonkiske periode, men at de dog snarere tilhører cambrium eller silur ³⁾.

¹⁾ Om berggrunden i Norrbottens län. Sveriges geol. unders., Ser. C, no. 126, 1892.

²⁾ Jeg har ofte i Nordland slaaet efter fossiler i de mere bituminøse kalklag. — hidtil dog altid forgjæves.

³⁾ Paa undersøgelsens nuværende stadium vil et forsøg til aldersbestemmelse af glimmerskifer-marmor-gruppen, paa grundlag af denne gruppes formentlige relation til *Pettersens* Balsfjordsgruppe og Dividalsgruppe, være lidet frugtbringende, bl. a. fordi *Pettersen* baade i Salten (ex. Øinæsodden i Fauske) og i Ofoten (Ballangen og Lavangeneidet) under Balsfjordsgruppen har henregnet skiktrækker, som utvivlsomt tilhører vor glimmerskifer-marmor-gruppe.

Et fremtrædende træk i den **orografiske bygning** af Nordlands amt danner de talrige „*længdedale*“ (eller „*strøgdale*“, følgende bergarternes strøg) og de mange *eid* (som Lavangeneidet, Ballangeneidet, Fauskeidet), der forbinder fjord med fjord. — Vedrørende forløbet af selve de store dalfører er dette fenomen særlig iøinefaldende, naar man betragter et kart over det nordlige Norge og Sverige: paa den *svenske* side af rigsgrænsen forløber elvene (Torneå, Luleå, Piteå, Skellefteå, Umeå osv.) i det hele og store i nogenlunde ret linje fra vandskillet frem til udløbet, temmelig *neiagtig lodret paa rigsgrænsen* og paa den botniske bugt; paa den *norske* side derimod er der mange elve (navnlig Susendals-, Fiplingdals- og Svenningdalselvene, med fortsættelse selve Vefsenelven, fra Grane til Mosjøen; Røsaan; enkelte dele af Dunderlandselven; Saltdalselven), som over store strækninger *stryger næsten parallelt med rigsgrænsen*.

Dette forhold har baade for længdedalenes og for eidenes vedkommende i alle fald for en meget væsentlig del sin forklaring deri, at *skiferafdelingernes strøgrætning* — 3: *foldningsaksernes længderetning* — paa mange steder¹⁾ (om end paa langt nær ikke overalt) *forløber parallelt med fjeldkjæden (vandskillet) mellem Norge og Sverige*, — og videre, at *længdedalene og eidene tildels er eroderede netop efter de mægtige marmorlag*.

Som eksempel paa saadan erosion langs efter de baade chemisk og mekanisk relativt lidet modstandsdygtige marmorlag kan nævnes:

¹⁾ Se f. ex. karterne over Vefsendalen (pl. 6), Sørranen (fig. 5), Salten (pl. 3) og Ofoten (pl. 2). — At længderetningen af hele den store fjeldkjæde, som fra det trondhjemske op til Tromsø amt danner grænsen mellem Norge og Sverige, forløber med hovedretning fra NNO til SSV, maa være beroende paa, at dette netop er bergarternes *midlere* strøgrætning i hele Nordlands amt. Oprindeligt maa her have foreligget en kolossal bergkjæde, hvoraf nu kun resterne er tilbage. — At ogsaa kystlinjen i Nordland (som f. ex. langs hele Sydamerikas vestkyst) stryger parallelt med hovedretningen af den oprindelige bergkjæde, kan heller ikke være nogen tilfældighed, men maa temmelig sikkert ogsaa være beroende paa lovmæssige faktorer, antagelig staaende i forbindelse med selve bergkjædens fremkomst. — Dannelsen af denne nordlandske bergkjæde er yngre end silur og ældre end jura.

Enkelte partier af Susendalen og Fiplingdalen; (selve hoveddalen, fra Hatfjelddalens kirke til Bogfjeldmo i Svenningdalen, er derimod en typisk tverdal;

Svenningdalen (se pl. 6), hvor dalen i mindst 15 km's længde følger nøiagtig efter et mægtigt kalkdrag; derpaa skjærer dalen i næsten ret vinkel tvært igjennem et granitfelt; men fortsætter saa paany, fra Laksfors og et stykke nordover, som typisk strøgdaal, hvis orografiske fortsættelse dannes af Bjørnaadalen.

Videre eksempler paa strøgdale efter de mægtige marmor-lag:

forsækningen Mjaavand til Ømervand (pl. 6);

skaret fra Loktvand til Elvsfjorden; og nordre dele af Rosaadalen (pl. 5);

hele den øvre del af Dunderlandsdalen; den nordre del af Saltdalen.

Fauskeidet (pl. 3), hvis forløb langs efter de mægtige marmorlag er yderst markeret (Fauskeidet er kun omkring 60 m høit over havet, medens der paa „Bodø-halvøen,“ udenfor Fauskeidet, findes meget høie fjelde, paa over tusind m);

Ballangeneidet (pl. 2), eroderet efter et mægtigt marmorlag fra Ballangenbugten i Ofoten over til Forsaa i Ebfjord;

Lavangeneidet (pl. 2), følgende mægtige marmorlag fra Ofotfjorden over til Lavangenbugten, øst for Sandtorv (ved Tjeldesund).

Med lethed kunde man opregne endnu en hel række tilsvarende eksempler paa dale og eid eroderede efter de mægtige kalklag.

Ogsaa det lave „forland“ eller „underland“¹⁾, som man mangededs observerer langs kysten i Nordland, er for en del knyttet netop til marmor-etagen, selvfølgelig fordi denne har ydet den mindste modstand mod erosion eller abrasion. Som eksempel kan henvises til det store, af marmor eller kalksten byggede fladland i omegnen af Brønø; ligeledes hele det lavtliggende parti af Alstenø, med Offersø, hvor vor marmor-etage er herskende, medens derimod Alstenøens store fjeldpartier, „De syv søstre“, er bygget af granit eller gneis; den nordre del af Dønnesen; forlandet og øerne vest for Sandhornet i Gildeskaal, osv. osv.

For selve marmorbedriften er den praktiske konsekvens af det her omhandlede erosion- eller abrasionsfenomen, at marmorbruddene fortrinsvis ikke blir beliggende paa toppen af fjeldene, med nede i dalsiderne eller dalbundene.

En anden praktisk konsekvens af det foreliggende fenomen er, at de fleste fjeldovergange i Nordland er forholdsvis lave, saaledes — langs efter den projekterede Nordlands-jernbane — fra Namdalen til Vefsendalen (Svenningdalen) 295 m over havet; fra Vefsen til Ranen 172 m og fra Salten til Folden 65 m over havet; kun fra Ranen til Salten (øst for Svartisen) stiger fjeldovergangen — over et stort granitfelt — høiere op til 660 m. over havet.

¹⁾ Herom kan henvises til en afhandling af *H. Reusch*, „Strandfladen, et nyt træk i Norges geografi“ (Geol. Aarbog for 1892 og 93). — Ved bedømmelsen af den abrasion, som denne strandflade skylder sin tilværelse, maa man for Nordlands amts vedkommende tage hensyn til, at strandfladen paa mange steder — men paa langt nær ikke overalt — er bundet til de bergarter, som har den mindste modstandskraft mod de denuderende kræfter.

Her kan ogsaa paapeges, at da den projekterede jernbane hovedsagelig kommer til at følge strøgdaalene, der igjen paa mange steder er eroderede efter kalksten- eller marmordragene, vil den fremtidige jernbane i paafaldende stor udstrækning komme til at blive anlagt netop paa kalksten eller marmor som underlag.

Da de nordlandske, i glimmerskifer-marmor-gruppen hjemmehørende **jernmalforekomster**, som vi allerede har berørt (s. 161), er nøie bundne til marmor- eller kalklagene, maa det — paa grund af den baade theoretiske og praktisk-økonomiske interesse, som jernmalmen afgiver, — være mig tilladt her i største korthed at illustrere jernmalmens optræden ved nogle geologiske profiler. Udførligere oplysninger om disse jernmalforekomster vil man finde i de foreliggende specialarbejder¹⁾.

¹⁾ Foruden til mine to tidligere arbejder „Salten og Ranen“ (med beskrivelse bl. a. af Næverhaugen) og „Dunderlandsdalen jernmalmfelt“ (hvor ogsaa de fleste øvrige jernmalmfelter i Nordland er omtalte) henvises navnlig til:

For *Næverhaugen*, tidligere beskrivelser af *O. Gumælius* (Geol. Fören. Förh. b. 2 og 3, 1875 og 1877) og af *O. A. Corneliusen* (Nyt mag. f. naturv. b. 22, 1877, og Geol. Fören. Förh. b. 4, 1878); videre en meget udførlig fremstilling af prof. *A. W. Stelzner*. „Das Eisenerzfeld von Næverhaugen,“ Berlin, 1891;

og for *Dunderlandsdalen*, en udførlig teknisk fremstilling af *A. Hasselbom*, „Om Förekomster af jernmalmer i Dunderlandsdalen“ (trykt i Helsingborg, 1893) samt en brochüre, „Minerais de Fer de Dunderland“ (trykt i Upsala, 1894).

Samtidig skal vi ogsaa nævne de vigtigste publikationer vedrørende de øvrige nordlandske malforekomster.

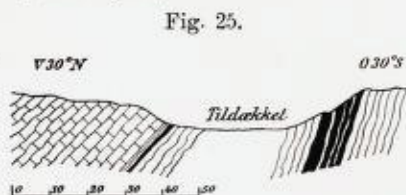
Kis- og kobbermaln-forekomster. Om *Sulitelma*: *T. Lassen*, Polytekn. tidsskr. 1879. — Et par rent tekniske beskrivelser, af *E. Diets* og *A. Goetting* og af *A. S. Bachke*, *Granström*, *Johnson* og *Witt*. — Mit arbejde „Salten og Ranen“, forskjellige bemærkninger i mine senere arbejder „Ueber die Kieslagerstätten vom Typus Reros, Vignæs, Sulitelma usw.“ og „Kobberets historie, med særligt hensyn til den norske bergverksdrift paa kobber.“ — Udførlig fremstilling af *A. W. Stelzner*, „Die Sulitelma-Gruben im nördl. Norwegen“ (Freiberg, 1891). — *Hj. Sjögren*, „Om Sulitelmakisernas geologi.“ Geol. Fören. Förh. b. 16, 1894, med fortsættelse i b. 17, 1895; b. 18, 1896. — *O. Nordenskjöld*, om Sulitelmas granitfelt, Upsala, 1894.

Om *Bossmo*: en ældre, teknisk beskrivelse af mig, 1883, samt fremstilling i mit arbejde „Salten og Ranen“. — *O. Nordenskjöld*, „Om Bossmo grufvers geologi.“ Geol. Fören. Förh. b. 17, 1895.

Svenningsaaens sølverts-gangfelt; *H. Reusch*, Nyt mag. f. naturv. b. 26, 1881. — Afhandling af mig, Archiv f. mathem. og naturv. b. 10, 1886 (Norske ertsforekomster, no. IV). — *J. Johnsen*, „Svenningdalens

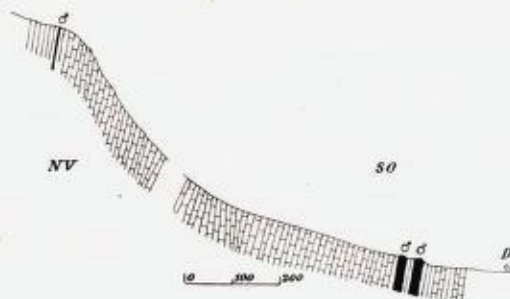
(Af de efterfølgende tegninger er fig. 25, 26 b, 28 og 29 i omkring 8 gange saa stor maalestok som fig. 26 a og 27).

Næverhaugen i Skjærstad, Salten (se planche 3); profil ved Mastukrogen (midtpartiet her tildækket)¹⁾.



(Tykt sort betyder, her og i de nærmest følgende figurer, jernmalm.)

Fig. 26. a og b.



Dunderlandsdalen i Mo, Norddranen. For at illustrere dette store felt vælger vi et oversigtsprofil, fig. 26 a, draget over Dunderland gaard (D); (kalkstenslaget er her ikke mindre end 1000 til 1050 m mægtigt); videre gjengiver vi, i forstørret maalestok, et detailprofil, fig. 26 b, over de store malmlag ret op for Dunderland gaard.



sølvgruber" (mest statistik). Geol. aarvog for 1891. — Selv har jeg liggende material færdig til udførlig beskrivelse af dette felt.

Se ogsaa F. Svanonius, om „Nasafjelds zink- och silfvergrufvor“, Geol. Fören. Förh. b. 17, 1895.

Beierns nikkelmalmforekomst: En afhandling af mig, „Jernnikkelkis fra Beiern i Nordland“, i „Nikkelforekomster og nikkelproduktion“, 1892.

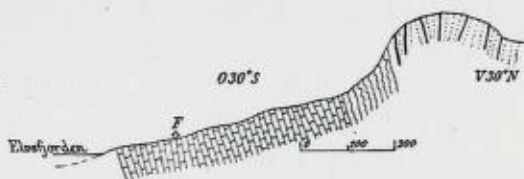
Krommalforekomsterne ved Hestmandøen: beskrivelse af mig i Zeitschrift für praktische Geologie, 1894, s. 389 og følg.

Videre henvises til bergmesterindberetningerne, aarsberetningerne for Sulitelma, tidligere ogsaa for Svenningaasen osv.

¹⁾ Sommeren 1895 havde jeg anledning til at revidere mine ældre observationer ved Mastukrogen, og kunde jeg ikke finde andet, end at Gumelius's og mine iagttagelser her, ved selve Mastukrog-svingen, var korrekte.

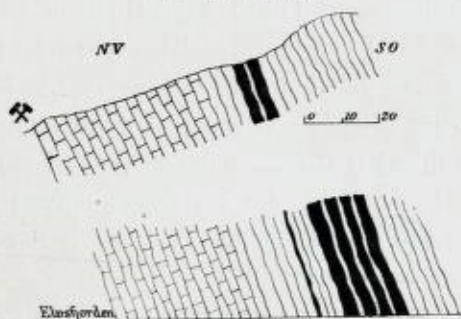
Fuglestrand ved Elvsfjorden, i Hemnæs, Sørranen (pl. 5). Langs Elvsfjorden, nederst ved Fuglestrand gaard (F), en meget mægtig kalksten; derefter en skiferzone; saa en 200 à 300 m mægtig zone af epidot-, hornblende- og granatskifere (antydede ved punkterede linjer), som selv stadig holder noget indsprængt magnetit eller jernglans, og som desuden paa flere steder fører nogle indleiniger af jernmalm. Det hele i meget stærk grad gennemsværmet af granitgange.

Fig. 27.



Seljeli ved Elvsfjorden, i Hemnæs i Sørranen (pl. 5), paa den anden side end Fuglestrand af Elvsfjorden. Lige ved Elvsfjorden, fig. 28b, indtil 17 m mægtig jernglimmerskifer (delvis temmelig jernfattig), kun et snes m fra mægtig kalkspat- og dolomitmarmorlag; fig. 28 a draget 1—2 km længere mod NO efter strøget, ca. 225 m over fjorden og ret ovenfor Seljeli store dolomit-

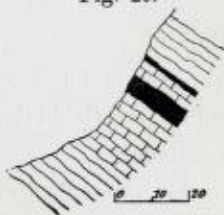
Fig. 28, a og b.



marmor-brud. — Om Fuglestrand og Seljeli indfettes ogsaa nogle bemærkninger i det følgende.

Fosland paa Toms, ved munden af Ranenfjorden. Ved hovedbruddet omkring 5 m mægtig, forholdsvis jernrig malm; afstand fra skjærpet til fjorden omkring 300 m og høide 90 m over havet.

Fig. 29.



Dolstadaasen nær Mosjøen, i Vefsen (pl. 6). I Høgaasen enkelte lag af jernglimmerskifer lige ved kalksten; i Dolstadaasens nordre del talrige stribevis indleininger af jernmalm, tildels af samme karakter som i Fuglestrandsfeltet, og ligesom her i afstand et par hundrede m fra de mægtige kalksten- og marmorlag.

Videre har man jernmalm, tilhørende Dunderland-Næverhaug-typen, fleresteds i den nordre del af Dønnesø samt i Beiern, antagelig ogsaa paa adskillige andre steder i Nordland, hvor vor marmor-etage er udbredt. — Om jernmalmene i Lofotens og Vesteraalens eruptivfelter henvises til et par bemærkninger i det følgende (s. 181—183).

Af **eruptiver** inden Nordlands amt kan vi mærke os:

en hel del felter af stribet (presset) granit (*gneisgranit*), der har ganske stor udbredelse inden amtet; saaledes kan henvises til felterne i Vefsen (Svenningaasen—Laksfors), Velfjorden og Bindalen samt til det store felt i den nordre del af amtet, i Hammerø, Tysfjorden, Ofoten og Lofoten (*K. Pettersens* „Lofotgranit“ eller „kystgranit“, der dog, som vi senere i dette afsnit skal omtale, paa langt nær ikke har saa stor udbredelse i Lofoten og Vesteraalen, som det paa de geologiske karter er angivet);

et par felter af *ikke presset granit*, mellem Vefsen og Sørranen;

ganske talrige, tildels ogsaa meget betydelige felter af forskellige *gabbrobergarter*, der i Lofoten og Vesteraalen ogsaa ledsages af *labradorsten* samt af *augitsyenit* og *augitgranit*, med nærstaaende bergarter;

videre en mængde mindre felter af *peridotit*, i Hestmandødistriktet, og af *serpentin* (eller serpentiniseret peridotit, begge med krommalmudsondringer), i Bindalen, Velfjorden, Tjøtte (Rødø), Hatfjeldalen, paa Saltfjeldet og kanske paa endnu flere steder.

Det pressede granitfelt ved Laksfors og Svenningaasen har virket kontaktomvandlende paa de omgivende, til glimmerskifer-marmor-gruppen hørende kalk- eller marmorlag, og graniten

udsender ogsaa en hel del apofyser i de tilstødende skifere og kalklag. Graniten er saaledes her yngre end skifergruppen; derimod maa den, idet den har været udsat for den ordinære regionalmetamorfose, være ældre end — eller samtidig med — selve regionalmetamorfosen; kalkstenene, f. ex. i den vestre del af Svenningaasen, i de nærmeste 50 eller 100 m langs granitgrænsen, er saaledes her blevne først kontaktmetamorfoserede og senere regionalmetamorfoserede; eller muligens har begge metamorfoser virket paa en gang. — Det kan her indskydes, at for Sulitelma-graniten har *O. Nordenskjöld* (l. c.) forsøgt at bevise, at denne granit skulde være injiceret netop under foldningsprocesserne.

Anderledes derimod maa det efter al sandsynlighed forholde sig med det store granitfelt i den nordre del af amtet, i Steigen, Ofoten og Lofoten, hvor allerede *K. Pettersen* i sine forskellige studier fremholder, at graniten skal være ældre end glimmer-skifer-marmor-gruppen; dette bestyrkes ogsaa ved mine egne studier i den ydre del af Ofoten (Porsø, paa sydsiden af Ofotfjorden) og i Steigen (Alpø), idet jeg her ikke har kunnet opdage nogen kontaktmetamorfose langs graniten, og idet jeg heller ikke har kunnet finde granitiske apofyser inde i de tilgrænsende skifere; tvertom synes disse, som det fremgaar af de efterfølgende profiler (fig. 30 og 35), at hvile paa graniten som underlag.

Af *gabbro*felterne skal vi, under henvisning til de efterfølgende detailbeskrivelser, kort opregne de hidtil kjendte inden Nordlands amt:

paa Hegge-halvøen i *Velfjorden* (her ogsaa basiske *porfyrer*); stort felt i *Vefsen*, mellem Mosjøen (Halsøen) og Fustvandet; her ogsaa flere (ikke pressede) graniter, der temmelig sikkert tilhører den samme eruptionsepoke;

flere felter, saavidt hidtil kjendt dog af forholdsvis smaa dimensioner, i *Beiern* (efter meddelelse af bergkand. *G. Thesen*);

stort felt i *Sulitelma*-distriktet (den primære *gabbro* her i alle fald for en meget væsentlig del en olivinhyperit, som nu paa mange steder er omvandlet til saussuritgabbro); her ogsaa graniter;

stort felt i *Frostisens* fjeldgruppe, i Ofoten;
 endelig flere meget store felter i *Lofoten* og *Vesteraalen*.

Baade i Velfjorden og i Vefsen (Halsøen—Fustvandet) er *gabbroen* — samt de samme mellem Mosjøen og Serranen ledsagende ikke pressede graniter — *ynge end glimmerskifer-marmor-gruppen*, hvad med fuld sikkerhed fremgaar deraf, at marmoren inden begge felter er kontaktmetamorfoseret langs *gabbrogrænsen*; det samme er, ifølge velvillig meddelelse af bergkand. *Thesen*, ogsaa tilfælde med *Beiern gabbro* (uralitnorit, med jernnikkelkis). Videre ledes vi baade for Velfjordens og Vefsens vedkommende til den opfatning, at de her omhandlede *basiske eruptiver er yngre end regionalmetamorfosen*; det viser sig nemlig for det første, at de nævnte eruptiver ordinært ikke har undergaaet nogen egentlig trykmetamorfose; videre maa vi tage hensyn til, at i alle fald i Vefsen-feltet er *gabbromassivets* form — med længderetning lodret paa skiferstrøget, se pl. 6 — ganske forskjellig fra, hvad tilfældet er med de vanlige pressede *gabbrofelter*; og endelig er *kontaktmarmoren* her — med granat, rigelig wollastonit, osv. — nærmest at sammenligne med den ordinære *kontaktmarmor*, — dette i modsætning til *kontaktmarmoren* langs *Svenningaasens gneisgranit*, hvilken sidste marmor har *regionalmarmorens* karakter, kun med den forskjel, at den er bleven næsten affarvet (hvid) langs *granitgrænsen*. — *Marmoren langs de basiske eruptiver i Velfjorden og Vefsen (formentlig ogsaa i Beiern) er saaledes temmelig sikkert bleven først regionalmetamorfoseret og bagefter kontaktmetamorfoseret*; altsaa omvendt af, hvad tilfældet er ved *Svenningaasens granitfelt*. — Fortsatte og mere indgaaende undersøgelser over disse i theoretisk henseende meget interessante forholde vilde være meget ønskelige (selv har jeg blot kunnet ofre dette thema en ganske flygtig undersøgelse, under løbet af nogle faa dage, i 1894).

De største felter af basiske og intermediære, med tilhørende sure eruptiver i Nordlands amt findes i Lofoten og Vesteraalen, hvor jeg — under en befarung sommeren 1895 af jernmalmudsondringerne ved Selvaag i Bø, Vesteraalen, og Andopen i

Flakstad, Vestlofoten¹⁾ — til min store forbauselse blev opmærksom paa, at labradorsten og olivingabbro, med forskellige andre eruptiver, her indtog meget betydelige fladerum. For at faa noget nærmere kjendskab til disse eruptivfelter, navnlig i Vestlofoten, indsendte cand. real. *T. Ch. Thomassen*, som sommeren 1895 her opholdt sig for indhugning af vandstandsmærker, paa min anmodning til mig en række bergartprøver fra forskellige lokaliteter i Vestlofoten; og videre har jeg her, paa strækningen mellem Stamsund og Reine, havt anledning til sommeren 1896 under et temmelig kortvarigt besøg at fortsætte mine studier fra 1895. — Den efterfølgende fremstilling, som er et supplement til vore tidligere afsnit om jernmalmene og om de basiske eruptiver i Nordlands amt, maa opfattes som et rent foreløbigt bidrag til de for Lofotens og Vesteraalens geologi tidligere næsten upaaagtede forholde.

Fra gabbrofeltet paa udsiden af Langoen i Vesteraalen medbragte jeg (1895) fra Hovden handelssted en grovkornig, spinel-, glimmer- og hypersthenførende olivingabbro; og som herskende bergart rundt omkring jernmalmudsondringerne ved Selvaag i Malnæs fjorden møder vi forskellige (eugranitisk kornige, ikke hyperitiske) olivingabbroer og olivinnoriter jævnlige meget olivinrige, men med vekslende forhold mellem den rhombiske og den monosymmetriske pyroxen; videre holder disse bergarter, — der har nogen lighed med Andopens olivin- og hypersthenførende labradorsten, inden hvilken sidste labradoren dog spiller en mere fremskudt rolle, — noget grøn spinel (som vi ogsaa gjenfinder i malmudsondringerne) samt noget glimmer og lidt brun hornblende. Inde i olivin-gabbroerne og -noriterne ved Selvaag møder vi store, masseformige udsondringer af en spinel- og olivinførende (titano)magnetitdiallagit, som vi senere kommer til at omhandle, og desuden schlierer paa den ene side af olivinfri gabbro og paa den anden af forskellige peridotiter (tidligere benævnt pikriter), med overveiende olivin. — Ogsaa paa strækningen mellem Hjeldsand og

¹⁾ Forekomsterne her omtalt af mig i en liden afhandling i „The Mineral Industry“, New York, 1895.

Frivaag i Øksnæs, 15—20 km NO for Hovden eller for Selvaag, optræder (ifølge meddelelse af bergkand. *G. Thesen*) et gabbrofelt (af mindst 5 km's længde), ogsaa her med malmudsondring; og paa Sunderø, omtrent midtvejs mellem Hovden og Hjeldsand, har *K. Pettersen* paa sit geologiske kort over „Lofoten og Vesteraalen“ (Archiv f. mathem. og naturv., b. 6, 1882) afsat gabbro (nemlig, efter prøve i Tromsø museum, en grovkornig, plagioklasrig gabbro, staaende paa grænsen mod virkelig labradorsten). — Det fremgaar af disse observationer, at gabbro-feltet eller felterne paa udsiden af Langøen maa have ganske betydelige dimensioner.

Af det store eruptivfelt i *Vestlofoten* skal vi noget nærmere omtale kun den centrale del, paa *Flakstadøen*, hvor den herskende bergart (fra øens sydspids mellem Skjelfjorden og Næsland, forbi Nufsfjord, langs hele Nappstrømmen til lidt nord for Napp og herfra over Vareidvandene til Vareid og den sydvestre bund af Flakstadpollen, med afstand 17—18 km fra Næsland til Napp) er *en grovkornig, olivin- og hypersthenførende labradorsten* („anorthosite rock“ eller anorthosit). Etsteds (V for Nufsfjord) fandt jeg dog ogsaa her den samme augitsyenit eller banatit, som optræder paa Vestvaagø. — Orienterede præparater af labradorstensens feldspat, som undertiden optræder i (ikke presede) individer af længde helt op til 1 dm eller endog derover, viser etsteds, fra Andependalen, sammensætning mellem $Ab_4 An_3$ og $Ab_1 An_1$, nærmest $Ab_1 An_1$; en anden prøve, fra Næsland, derimod viser sammensætning mellem $Ab_3 An_4$ og $Ab_1 An_2$, — altsaa en temmelig basisk labrador, medens den første prøve svarer til et meget surt labradorled, endog paa grænsen mod andesin.

Foruden labradoren, der ofte er stærkt forherskende — undertiden, som f. ex. i Andependalen og vest for Nufsfjord, endog næsten ligesaa predominerende som i labradorstenene ved Soggendal og Ekersund — fører bergarten en del *olivin* og *hypersthen* samt *magnetit*, desuden lidt glimmer, derimod (i de af mig undersøgte præparater) kun en bagatel af diallag; videre lidt spinel (primær, samt sekundær i olivinens omrandingszoner), men kun yderst lidet apatit. — I enkelte af de af

mig undersøgte præparater møder vi adskillig mere olivin end hypersthen; andetsteds derimod spiller den sidstnævnte en større rolle; bergarten er saaledes snart en *olivin-* og snart en *olivin-hypersthen-labradorsten*.

Fra den nogenlunde analoge bergart ved Soggendal og Ekersund adskiller Flakstad-labradorstenen sig navnlig ved noget større basicitet og da særlig ved en større magnesiagehalt, som giver sig tilkjende ved den ofte ganske rigelige olivingehalt og derved, at bergarten jævnlig fører lidt primær spinel; videre maa vi sætte i forbindelse med denne noget høiere basicitet, at man i Flakstad-labradorstenen undertiden møder udsondringer af peridotit-bergarter (bestaaende overveiende af olivin, med noget spinel, pyroxen og lidt plagioklas-rest), og at malmudsondringerne — paa overgangsstadierne (titano-)magnetitdiallagit og som slutresultat (titano-)magnetit-spinellit — her ikke, som ved Soggendal og Ekersund, fører titanjern, men derimod titano-magnetit, med vekslende, dog nogenlunde lav titangehalt. — Foruden disse forskellige basiske udsondringer — paa den ene side af magnesiasilikat og paa den anden af jernoxyd — kan vi mærke os, at labradorstenen gennemses af forskellige slags gange: saaledes grovkornige (pegmatitiske) erts-hypersthen-labrador-gange eller schlierer, f. ex. ved Næsland; finkornig noritgang, fra lidt søndenfor Vareid; lignende, stærkt finkornig, men fremdeles fuldt eugranitisk-kornig noritgang, kun 0.2—0.5 m mægtig, i fjeldsiden noget søndenfor Andopen; videre en omkring 10 m mægtig gang af olivinhyperit indenfor Tenholmen, omkring $\frac{2}{3}$ km vest for Nufsfjord.

Østenfor dette labradorstenfelt paa Flakstadeen møder vi, i den sydligste eller sydvestligste del af Vestvaagø (fra Balstad til Stamsund¹⁾) oftest graagrønne eller brungrønne, feldspatrige eruptivbergarter, som — foruden sort erts, lidt titanit og apatit (meget rigelig, ofte i paafaldende store korn) — fører noget

¹⁾ Nemlig langs Lofotvæggen fra Balstad over Mortsund og Ure til Stamsund (og muligens endnu længere mod NV) og ind i landet saa langt som efter linjen Vevik, Buksnæs kirke, bunden af Holfjorden og Skifjordpollen; i det sidste parti muligens endnu længere ind paa øen (som jeg her ikke fik tid til at bereise).

diallag (undertiden uralitiseret), hist og her ogsaa hypersthen, samt glimmer og hornblende (disse, ligesom ogsaa ertsen, ofte med granatomranding). Af feldspaterne er forherskende en mikroperthit (med udslukning, i et par orienterede præparater, henholdsvis $8-9^\circ$ og omkring 12° paa $\infty \text{ } \mathbb{P} \text{ } \infty$; altsaa temmelig natronrig); videre findes lidt mikroklin med orthoklas samt en del plagioklas, undertiden ganske rigelig; endelig noget kvarts (derimod, i de af mig undersøgte præparater, ikke noget olivin). I henhold til denne foreløbige undersøgelse maa bergarten blive at indordne under kvarts-augitsyenit-gruppen eller antagelig rettere — paa grund af den mikroperthitisk udviklede feldspat og den ofte ganske rigelige plagioklas-tilblanding — under det nye overgangsled, *banatit*-gruppen¹⁾. — Desuden foreligger inden det samme felt ogsaa noget kvartsgabbro, der danner overgangsleddet mod labradorstenen og de egentlige gabbroer.

Og reiser man vestover fra Flakstadøens labradorstenfelt (som neppe rækker længere mod SV end lidt forbi Næsland, til Skjelfjorden), møder man, i hele den midtre og østre del af Moskenæsøen (tildels allerede i den sydvestre del af Flakstadøen), paany lignende banatit-bergarter som paa Vestvaagø (saaledes f. ex. et stykke ret vest for Nufsfjord; paa Topø og Havnø ved Reine, her med porfyrisk, tildels mikroperthitisk orthoklas); videre optræder her (som f. ex. ved Fæsthelen ved Reine) endnu betydelig kvartsrigere led, fremdeles med diallag og hypersthen og med samme mikroperthiske feldspat som ovenfor, — altsaa en pyroxengranit eller antagelig rettere en adamellit; endelig fore-

1) Efter at ovenstaaende undersøgelse allerede var afsluttet, har bergkand. *Ansgar Guldberg* paa min anmodning foretaget en (ikke fuldstændig) analyse af bergarten (fra Møkkelvik, et par km nord for Stamsund), med resultat:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
62.16 %	19.27	5.63	2.66	0.83 %

(Rest 8—9% alkali, antagelig nogenlunde lige dele Na₂O og K₂O, kanske endog mest Na₂O).

Skjønt der ikke foreligger nogen alkalibestemmelse, tør vi drage den slutning, at bergarten ligger paa grænsen mellem kvarts-augitsyenit og banatit (hos de egentlige banatiter synker CaO-gehalten ikke under 3—3.5%, medens vor bergart kun opviser 2.66% CaO).

findes her ogsaa kvartsgabbro (saaledes f. ex. paa Sjaaholmen, ifølge prøve indsendt af *Thomassen*). Ogsaa i disse nogenlunde sure bergarter, som jeg kun har ofret et rent provisorisk studium, optræder der leilighedsvis (paa vestsiden af Kirkfjorden, nær indløbet til Bufjorden, inde i augitsyeniten) schliereformige, basiske udsondringer (førende hornblende, hypersthen, diallag og olivin, — altsaa en olivin- og pyroxenførende hornblendit).

Dette sidste eruptivparti er allerede tidligere omtalt (som augitsyenit) og delvis kartlagt af *K. Pettersen* (Archiv f. mathem. og naturv., b. 5 og 6; se ogsaa en notits af *v. Lasaulx* i Zeits. f. Kryst. und Min., b. 4, 1879, s. 164); feltet har dog adskillig større udbredelse end af *Pettersen* formodet, idet det strækker sig tværs over hele Moskenæsøen, fra Reine til Bunæs, og idet det mod SO naar frem til omgivelserne af Moskenæs fyr og mod NO helt frem til Flakstadøen (handelsstedet Sund).

Alle disse eruptiver i Vestlofoten — labradorsten (med udsondringer baade af peridotit og af magnetit-spinellit) og forskellige gabbrobergarter, derunder kvartsgabbro, videre banatit (kanske med virkelig augitsyenit) og adamellit (eller augitsyenit) — danner tilsammen en „petrografisk provins“, som jeg har fulgt langs Lofotvæggen (eller langs Vestfjorden) i en længde af mindst 42 km, fra Moskenæs eller Reine i SV til Stamsund i NO, og hvis bredde i alle fald fleresteds gaar op til 12—15 km eller derover.

Disse basiske, intermediære og sure eruptiver — som ikke er regionalmetamorfoserede — udstrækker sig, ifølge foreløbige befaringer af de to bergkandidater *Dahl* og *Thesen*, som her har været beskæftiget med malmundersøgelser, endnu betydelig længere mod NO, nemlig, om end antagelig med mange afbrydelser, over Sundklakstrøm, Gimsø, Lyngvær, Madmoderen, Østnæs fjord, Hanø og Lunkanfjord paa Hindøen. Ifølge *Thesen* støder disse eruptiver etsteds op mod kontaktmetamorfoseret marmor (cfr. s. 176). — *K. Pettersen*, som aabenbart i sine senere aar maa have haft en anelse om, at de foreliggende eruptiver spiller betydelig rolle i Lofotens ørække, har til Tromsø museum medbragt prøver af: gabbro fra Ørsvaag, Østvaage; og

videre flere bergarter med etikette „syenit“ eller „syenitisk bergart“, fra Østervaag i Lofoten og fra Brettesnæs, Molla; ved flere af de sidstnævnte lokaliteter skal bergarten (ifølge K. P.) være en augitsyenit.

De to store labradorsten- og gabbrofelter paa Flakstadoen og paa udsiden af Langøen, ligesom ogsaa flere af de øvrige eruptivfelter i Lofoten og Vesteraalen, udmærker sig, som vi allerede ovenfor har omtalt, ved udsondringer paa den ene side af basisk magnesiasilikat og paa den anden af jernmalm. Vi skal først omtale *jernmalmudsondringerne*, og begynder her med det betydelige felt ved Selvaag lige ved Malnæs fjorden (nær handelsstedet Hovden) i Bø, Vesteraalen, hvor der midt inde i olivin-gabbroen optræder betydelige masser af en *spinel- og olivinførende titanomagnetitdiallagit*. Denne — næsten som bergart optrædende jernmalm (med omkring firti % jern og en eller et par % titansyre) — bestaar overveiende af magnetit (med en mindre titangehalt) og diallag med olivin, hvortil slutter sig noget spinel samt underordnet noget hypersthen, glimmer og brun hornblende. Feldspat (plagioklas) mangler omtrent fuldstændig i den rene malm, findes derimod i de forskjellige mellemlid mellem gabbro og malmudsondring. Alle de af mig undersøgte præparater holder et par eller nogle faa % spinel (grøn; pleonast, ikke picotit) samt nogenlunde rigelig olivin, vekslende i mængde, men ikke saa meget som diallagen¹⁾. — Apatit er partivis i enkelte præparater nogenlunde rigelig tilstede, men synes at mangle i andre præparater; i overensstemmelse hermed viser de foretagne analyser en vekslende fosforgehalt. — Kis spiller i den foreliggende malm en temmelig underordnet rolle.

Malmudsondringen ved Bredstrand (Hjeldsand) i Vesteraalen (med omkring 53 % jern, i middel omkring 4 % titansyre og en del svovl) har jeg ikke haft anledning til at undersøge.

¹⁾ Paa grund af forherskende diallag med olivin samt noget spinel vil denne malm, som vistnok er temmelig fattig paa jern, men som kan leveres overordentlig billig, give en temmelig basisk slag (omkring singulosilikat), og egner sig derfor som tilslag til surere malm.

I Vestlofotens store eruptivfelt har jeg paa mine reiser stødt paa nogle ørsmå malmudsondringer paa adskillige steder; saaledes ved Møkkelviken (i banatit) lidt nord for Stamsund; paa fjeldet mellem Storvandet (indenfor Nufsfjord) og Flakstadpollen; lige ved fjordkanten nær Solbjørnnæs øst paa Moskenæsøen, og paa Havne nær Reine. Videre har man et helt felt af adskillig større — men fremdeles kvantitativt regnet ikke særdeles betydelige — malmudsondringer i omegnen af Andopen paa Flakstadeen, hvor den herskende bergart, som tidligere omtalt, er en magnetit-, olivin- og hypersthen-førende labradorsten. — Fra Andopen skal først omtales en ganske smal gangschliere (oppe i fjeldet ret søndenfor gaarden, udenfor det egentlige malmfelt) af en titanomagnetitdiallagit, med noget spinel (grøn) og en del hypersthen, men uden olivin, og næsten identisk med Selvaag-malmen. I de egentlige malmudsondringer i Andopen-feltet er koncentrationen af jernoxyderne skredet meget længere frem, saa der kun er tilbage en liden rest (vekslende fra et par % op til fem eller lidt derover) af silikat, nemlig paa den ene side magnesia-jern-silikater (brun hornblende, glimmer, hypersthen, diallag) og paa den anden skjæv feldspat. Derimod møder vi i denne malm en hel del (skjønsmæssig 5—10 %) *grøn spinel* (pleonast), optrædende i individer (ofte med antydning til idiomorf begrænsning) af størrelse 2—5 mm eller derover; malmen er saaledes at betegne som en (*titano*-)magnetitpinellit, og den er i petrografisk henseende at parallellisere med de analoge malmudsondringer fra Routivara (se to forskjellige afhandlinger af *Hj. Sjögren* og *W. Petersson*, i *Geol. Fören. Förh.* 1893) og fra Hellevik i Ytre Holmedal, Søndfjord (se en notits af *W. Petersson*, *Geol. Fören. Förh.* 1895); navnlig er ligheden med den sidstnævnte ganske paaafaldende.

Koncentrationsstadierne baade ved Selvaag og Andopen er, først (*titano*-)magnetitdiallagit, med koncentration baade af magnesiasilikat og af lerjord, og tilslut (ved Andopen) (*titano*-)magnetitpinellit, med nogenlunde rigelig tilblanding af magnesia og lerjord. — Denne sidste slags malm ved Andopen holder omkring 60 % jern og en noget vekslende titangehalt (efter de

foreliggende analyser at dømme fra 1—10, middel omkring 5 % titansyre).

I theoretisk henseende frembyder forekomsterne ved Selvaag og Andopen — saavidt vides ogsaa den ved Bredstrand, som jeg ikke har besøgt — særlig interesse derved, at malmudsondringerne ledsages af vanlige basiske udsondringer af peridotit (tidligere benævnt pikrit). Saaledes medbragte jeg fra Selvaag forskellige peridotiter, som optræder i næsten umiddelbar nærhed af malmudsondringerne, og som, ved siden af overveiende (jernfattig) olivin, fører noget spinel (picotit), enstatit, lys (altsaa jernfattig) augit, lysebrun hornblende og glimmer, i overgangsstadierne ogsaa noget skjæv feldspat og diallag. — Og ved Andopen optræder der, lige ved malmparterne, for det første schlierer eller gange af forskellige magnetitrige gabbroer, som antagelig danner de første koncentrationsstadier til magnetitdiallagiten, og for det andet forskellige hypersthen-, diallag- og olivin-rige gabbroer, som danner overgangsleddene til de herværende udsondringer af peridotit; denne bergart, som her bestaar af overveiende olivin med noget picotit, enstatit og diallag, videre lidt glimmer og en mindre plagioklas-rest, ligner næsten til forveksling den tilsvarende udsondring ved Selvaag.

Baade ved Andopen og Selvaag har der saaledes inde i den oprindelige magma forløbet side om side to forskellige slags magmatiske koncentrationsprocesser, — med maximalresultat i det ene tilfælde næsten rent titan-jernoxyd (med nogen tilblanding af magnesia-aluminat og af lidt silikat, mest magnesiasilikat) og i det andet tilfælde næsten rent magnesiasilikat (med nogen tilblanding af jernoxydulsilikat og af chromspinel).

Hele dette rent foreløbige afsnit om Lofotens og Vesteraalens eruptiver, med tilhørende malmudsondringer, har jeg medtaget for at kunne give et par oplysninger om selve jernmalmen og for at heulede opmærksomheden paa de herværende store eruptivfelter, som i theoretisk henseende synes at kunne blive et kjærkomment arbejdsfelt for et fremtidigt detailstudium, navnlig vedrørende forholdet mellem orthoklas- og plagioklaseruptiverne.

Nordlands amt.

Ofoten, med tilstødende dele af Lavangen, ved Sandtorv
(se den geologiske kartskitse¹⁾, planche 2).

Fjeldbygningen er her i korthed:

Ved munden af Ofotfjorden, frem til Porsø lidt vest for Tjeldebotn paa sydsiden af fjorden og til Skar, lidt vest for Evenæs kirke, paa nordsiden af fjorden, møder vi de østre udløbere af *Lofotens store granitfelt*; derefter følger vor *glimmerskifer-marmor-gruppe*, overleieende denne temmelig sikkert archæiske Lofot-granit (se s. 175); endnu længere mod øst har vi paa sydsiden af Ofotfjorden *Frostisens vældige gabbrofelt*, hvorefter der endelig ved bunden af Ofotfjorden optræder forskellige skiferafdelinger samt baade granit og grundfjeld, hvilke jeg dog ikke har faaet anledning til at undersøge²⁾.

T. Lassen angiver bl. a. (i sin reisedagbog til den geologiske undersøgelse, 1876), at der mellem Rombakken- og Beisfjordene optræder et felt af *graa sandsten* (paa *Dahlls* geol. kart over det nordlige Norge afsat med gul farve); men forevrigt synes ogsaa i den indre del af Ofoten vor glimmerskifer-marmor-gruppe fleresteds at træde i dagen; der er saaledes her kjendt flere marmorlag, nemlig ved den østre bund af Bogenfjorden; paa nordsiden af den indre del af Harjangenfjorden; videre ved Rombakkenfjorden og antagelig paa endnu flere steder³⁾.

- 1) Det topografiske grundlag for denne kartskitse er prof. *Friis's* saakaldte „Lappekart“ over Tromsø amt og over Ofoten i Nordlands amt. Dette kart (maalestok 1:200,000) er vistnok i ethnografisk henseende fortrinligt; topografisk derimod temmelig mangelfuldt.
- 2) Mod øst stansede mine undersøgelser ved Raanelven (*Frostisens gabbrofelt*) paa sydsiden og ved Liland paa nordsiden af fjorden.
- 3) Det kan her paapeges, at jeg for flere punkters vedkommende ikke kan tiltræde *K. Pettersens* geologiske kartlægning i Ofoten. Han har saaledes (paa sit geol. kart over Vestfjordens omgivelser, *Archiv f. mathem. og naturv.*, b. 11, 1886) afsat partiet paa begge sider af Ballangenbugten (ogsaa tilvenstre, hvor vor Ballangen-marmor optræder) som behørende under Balsfjordsgruppen (*Ballangeneidet*, i strøgets fortsættelse, er derimod henregnet under Tromsø glimmerskifer-gruppe, der ekvivalerer vor glimmerskifer-marmor-gruppe). Under denne sidstnævnte gruppe er henregnet marmorfelterne ved Tjeldebotn, medens derimod det store marmordrag fra Evenæs kirke over til Lavangenbugten (paa *K. Pettersens* geologiske kart over Tromsø amt, 1890) er medregnet under Balsfjordsgruppen. — Paa alle disse steder, ved Ballangen, Tjeldebotn og Lavangeneidet, optræder dog den samme skiktrække, — med samme karakter som den skiktrække, vi i Salten og Ranen har udskilt som glimmerskifer-marmor-gruppens marmor-etage.

Frostisens gabbrofelt, mellem Skjomen- og Ballangenfjordene, er et af de største gabbrofelter i det nordlige Norge, og dets toppe hæver sig meget høit tilveirs¹⁾, antagelig til henimod 1600 m o. h.; dels paa grund af denne betydelige høide over havet og dels paa grund af nærheden mod havet (o: den rigelige nedbør), bærer denne fjeldgruppe paa sin topflade den store Frostis, der er bekjendt for sine mange bræer; en af disse sender sin is lige ned i Skjomenfjorden, dog ikke ved ordinær kalving, men paa den maade, at bræen glider ud over en steil kant, hvorefter den fremstikkende del knækker af og styrter ned fjeldskraaningene lige tilhavs. — Nogle medbragte bergartprøver fra Raanelven viser sig at bestaa dels af norit (diallag- og glimmerførende) og dels af mere eller mindre uraltiserede gabbroer. — Aldersforholdet mellem dette gabbrofelt og de omgivende skifere fik jeg ikke anledning til at undersøge; temmelig sikkert er dog ogsaa denne gabbro, saaledes som tilfældet er i Beiern, Vefsen og Velfjorden, yngre end skifergruppen.

De vigtigste hidtil nærmere undersøgte *marmorfelter* i Ofoten er ved

Tjeldebotn	}	paa sydsiden af fjorden,
Hekkelstrand		
Ballangen		

samt i omgivelserne af Evenæs kirke, paa nordsiden af fjorden; videre paa Lavangeneidet og ved Lavangenbugten, over mod Sandtorv (Tromsø amt).

Paa begge sider af Ofotfjorden, ved Tjeldebotn og i omgivelserne af Evenæs kirke hviler skiferne og kalkstenene med nogenlunde flade fald ovenpaa den ved munden af Ofotfjorden optrædende granit (Lofot-graniten); se profilerne fig. 30 og pl. 2, no. I og II).

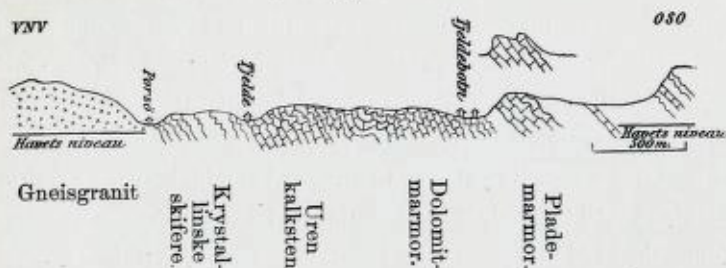
I feltet omkring Ballangenfjorden derimod er den herskende faldretning til den modsatte kant, *fra* Frostisens gabbrofelt; se profilerne fig. 32 og 33 samt pl. 2, no. III. — Skiferne og kalkstenene staar saaledes her i skaal-form, mellem Lofot-graniten i vest og Frostisens gabbro i øst; forøvrigt med steile fald over det mellemliggende parti (ex. Hekkelstrand, fig. 31). — Det er ikke usandsynligt, at marmorlagene ved Tjeldebotn og ved Ballangen kan tilhøre samme niveau; herfor taler bl. a., at begge-

¹⁾ Det er som bekjendt (de haarde, mod erosion og denudation mod standsdygtige) gabbrobergarter, der bygger mange af de høieste fjeldpartier i vort land (Jotunheimen; Sulitelma; Lyngenfjordens fjeldgruppe; Frostisen osv.)

steds optræder — i de øvre dele af marmorrækkerne — karakteristiske lag af rød Leifsæt-marmor.

Ved *Tjeldebotn* møder vi et vældigt kalksten- og marmor-
drag, fra gaardene *Tjelde*, *Rognmo*, *Tjeldebotn* og *Skaarnæs* nær

Fig. 30.



Profil langs sydsiden af Ofotfjorden; langt ude i fjorden.

ved fjorden, i SSV-lig retning mod gaardene *Korshaug*, *Karihaug*, *Henrikshaug* osv., og videre S- eller SV-over, ialt i mindst 10 km's længde og af horizontal bredde omkring 2—3 km; mægtigheden maa her skjønsmæssig maales med maal som en halv eller en km. — Længst mod vest optræder en række ofte stærkt krusede, i regelen bituminøse og stinkende, dels graa og dels hvidt marmorerede kalkstenlag, som undertiden viser nogen lighed med den vanlige schlesiske marmor og med *Fauskeidets* antique-marmor. Derefter følger, paa den vestre side af *Tjeldebotn*-viken, et lag af finkornig hvid dolomitmarmor, som nærmest mod fjorden er temmelig smalt, men som tiltager i mægtighed indover marken, mod SSV. Denne dolomitmarmor, som er undersøgt ved nogle smaa-brud (brud-tegnene paa kartskitsen lidt vest for skiferanden ved *Tjeldebotn*) er oftest hvid med markeret gul tone, undertiden ogsaa graalig; marmoren er noget opblandet med fremmed mineral, nemlig straalsten (grammatit), kvarts og lys glimmer — dog ikke i saa stærk grad som tilfældet er f. ex. ved *Seljeli* og *Røsa* i *Sørranen*. Dolomitmarmoren i *Tjeldebotn* viser ofte ganske udpræget bænkningslagfladerne (med afstand 0.5—1 m mellem lagsletterne); paa enkelte steder, om end ikke i regelen, ogsaa en lovmæssig tver-opspaltning. — Denne forekomst af hvid marmor vil, paa grund af tilblending af fremmed mineral, den mindre mægtighed og de ofte ganske fremtrædende bænkeflader (lokalt ogsaa tver-opspaltning) neppe kunne optage konkurransen med den hvide marmor fra f. ex. *Hekkelstrand*, *Furuli*, *Dypvik* osv.

Fra den østre side af bunden af *Tjeldebotn*-viken og sydover (eller i retning mod SSV) strækker sig i mindst en, kanske

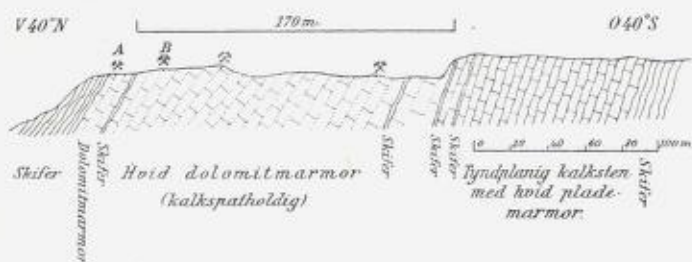
i et par km's længde et leie af Leifsæt-marmor, o: af plademarmor med vekslende rød, gul, grøn og hvid marmor (kalkspatmarmor), med grøn kromholdig glimmer, — fuldstændig ekvivalerende den bekjendte forekomst, som vi senere kommer til at beskrive under Leifsæt i Fauske (s. 223). Disse to felter af Leifæt-marmor, ved Tjeldebotn i Ofoten og ved Leifsæt i Salten, ligner hinanden næsten som tvillingbrødre; der er dog nogle mindre differancer; saaledes er ved Tjeldebotn, hvor marken er stærkt tildækket, saa det er vanskeligt at foretage exakte mægtighedsbestemmelser, laget adskillig mægtigere end ved Leifsæt (her mægtighed ca. 40 m; ved Tjeldebotn efter skjøn i det stærkt tildækkede terrain mindst 75 eller 100 m); men til gjengjæld er den *røde* farve i det hele og store ikke saa rigelig repræsenteret ved Tjeldebotn som ved Leifsæt. Ved et af de smaa-brud ved Tjeldebotn, hvor de røde marmorstriber var tilstede i nogenlunde rigelig mængde, var forholdet mellem de forskellige farver efter skjøn: $\frac{1}{4}$ rødt, $\frac{1}{6}$ gult, $\frac{1}{3}$ grønhvidt, $\frac{1}{4}$ glimmer og grønlig marmor. — Denne meget broget sammensatte plademarmor ved Tjeldebotn vil kunne benyttes paa samme maade som ved Leifsæt, nemlig til gulv- og vægfliser og til murbygning (den ene plade ovenpaa den anden, se s. 124); Leifsæt-forekomsten har dog den fordel, at den ligger endnu gunstigere til for transport, nemlig klods ved havn; videre er baade de forskellige smaa-lag af ensfarvet marmor og selve pladerne ved Leifsæt gjerne lidt tykkere end ved Tjeldebotn; til gjengjæld kan man her disponere over endnu større masser end ved Leifsæt.

Langs fjorden fra Tjeldebotn til Hekkelstrand fortsætter faldet først mod SO eller OSO (som ved Tjeldebotn), men slaar senere om til NV eller VNV (som ved Ballangen). — Ved Punsvik optræder et mægtigt kalkstenslag, men forøvrigt hersker her forskellige slags skifere, særlig glimmerskifer.

Ved *Hekkelstrand* møder vi lige nede ved selve fjordkanten et mægtigt lag af *hvid, kalkspatholdig dolomitmarmor*, som allerede gjentagende er omtalt tidligere (s. 21, 28, 34, 55, 67, 70, 73, 127). — Dette leie, som stryger i retning N40°O eller NO,

og som fra fjorden af kan sees at fortsætte, som en tyk hvid stribe, flere km ind i landet og ganske høit tilfjelds, har lige

Fig. 31.



Profil over Hekkelstrand-feltet, paa sydsiden af Ofotfjorden.

nede ved fjorden en mægtighed af ikke fuldt 200 m, naar ogsaa et par indleiede skiferpartier medregnes; dertil kommer lige ved siden af den hvide dolomitmarmor et særskilt, omkring 100 m mægtigt lag af kalksten (graa, bituminøs og tyndplanig), undertiden med hvid plademarmor (lignende Leifsæt-marmoren, men uden dennes røde farve). — Noget længere ind i landet er marmorens mægtighed endnu lidt større; og da terrainet her hæver sig med 1:4 eller 1:5, er den disponible kvantitet praktisk talt ubegrænset.

Af denne Hekkelstrand-marmor er ovenfor (s. 21) gjengivet en analyse (no. 11), udvisende omkring 74 % CaCO_3 og 26 % MgCO_3 ; senere har bergkand. *Ansgar Guldberg* foretaget en ny analyse, af en anden prøve af marmoren herfra, med resultat:

Analyse no. 13.

37.68 % CaO eller 67.29 % CaCO_3

15.17 % MgO eller 31.86 % MgCO_3 .

Den førstnævnte af disse analyser ekvivalerer temmelig nøiagtig sammensætning 57 vægtsdele dolomitspat (CaMgC_2O_6) mod 43 dele kalkspat (CaCaC_2O_6); den anden analyse derimod ekvivalerer 70 dele dolomitspat og 30 dele kalkspat; det vil sige, Hekkelstrand-marmoren er en *kalkspatholdig dolomitmarmor* med noget vekslende forhold mellem dolomitspaten og kalkspaten; den førstnævnte vil dog vistnok i regelen være forherskende. — Kalkspaten giver sig ofte tilkjende allerede for

blotte øie eller for lupe, som blaagraa spætter eller striber, af noget grovkornet kalkspat, i den hvide, mere finkornede dolomitblanding.

Den meste Hekkelstrand-marmor er næsten ren snehvid, uden graalig tone, men jævnlig med et ganske svagt stik i det blaalige (melkeblaa, se s. 34), undtagelsesvis ogsaa med en ganske svag crémegul nuance; hist og her ser man i denne hvide bund de netop omtalte blaagraa kalkspat-spætter, som ikke virker nævneværdig generende paa poleret flade, men som vistnok vil være en hindring for anvendelse som statuemarmor. — Paa enkelte steder møder vi hos Hekkelstrand-marmoren ogsaa graalige striber eller skyer.

Kornet hos den vanlige hvide Hekkelstrand-marmor er ikke fuldt saa grovt som hos den hvide dolomitmarmor fra Furuli eller Tortenli i Fauske, men lidt grovere end hos Carraras statuemarmor. — Videre kan vi fremhæve, at Hekkelstrand-marmoren er temmelig fri for fremmed mineral, idet den i almindelighed kun holder spor uopløst (3: under 0.025 %); rent undtagelsesvis ser man dog ogsaa, i alle fald i enkelte af brudene, lidt hvid straalsten og lidt hvid glimmer, begge dog i temmelig smaa individer; videre fandt jeg etsteds ogsaa lidt talk paa spaltes i marmoren (s. 28).

Om strukturen af denne kalkspatholdige dolomitmarmor henvises til fig. 4, s. 55—56.

Ved Hekkelstrand blev der for en del aar siden (fra omkring 1888 til 1894) drevet et par nogenlunde betydelige marmorbrud (for regning af den Ankerske forretning), endog i saavidt betydelig stil, at marmoren blev taget ud ved maskinarbejde (den belgiske taugsagning). Under dette arbejde blev det godtgjort, at marmoren her er ganske stærk i kornet (se herom ogsaa arkitekt *Edis's* skrivelse, s. 127), — og specielt, at kornfastheden her er bedre end hos normaldolomiterne fra Fauskeidet. Dette tror jeg at kunne sætte i forbindelse dermed, at forbandtet mellem individerne, paa grund af kalkspat-tilblandingen, er bedre hos Hekkelstrand-marmoren end hos Fauske-marmoren (s. 55, 70). — Allerede i et dyb af nogle faa m er den kalkspatholdige

dolomitmarmor saavidt solid, at den kan anvendes. — Ligeledes kan nævnes, at Hekkelstrand-marmoren tager noget bedre politur end normaldolomiterne fra Fauske (s. 73).

Hvad man har havt at udsætte paa denne store og næsten lige ved lastebrygge beliggende forekomst af vakker hvid marmor, har navnlig været, at marmoren her skal være noget mere opspaltet end f. ex. ved Fauske, og at derfor vrag-procenten — og følgelig ogsaa brydningsudgifterne — maa blive høiere. Til en vis grad er dette vistnok berettiget; dog giver den hidtil foretagne brydning neppe noget fuldt korrekt billede af de stedfindende forholde. — Det ene af de noget større brud (paa profilet, fig. 31, betegnet ved A) er nemlig anlagt paa et øvre separat-leie, af mægtighed kun 12—15 m og med skifer baade i det hængende og i det liggende (i det liggende et indleiet skiferparti, af tykkelse omkring 4 eller 5 m); at marmoren her, nær grænsen mod skifer, er mere opspaltet end ellers, stemmer med erfaring fra andre steder i Nordland. — Og det med maskinsagning drevne hovedbrud (B) er bleven anlagt i nærheden af et lidet opkomme, der altid omgiver sig med forholdsvis stærk opspaltning (s. 144); trods dette har man her faaet en del nogenlunde store blokke (f. ex. søilemner af 13 fods længde); og Hekkelstrand-marmoren er bleven benyttet til den s. 125 og s. 127 omhandlede klubbygning i Piccadilly i London.

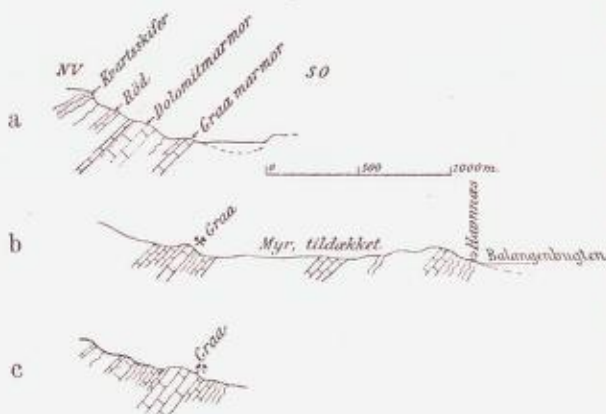
Som det fremgaar af ovenstaaende, synes det mig ikke berettiget at tillægge de ikke fuldt tilfredsstillende resultater, vedrørende opspaltningen, ved Hekkelstrand nogen aldeles afgjørende betydning, i negativ retning; paa den anden side anser jeg det dog som utvivlsomt, at vragprocenten her — bl. a. da marmoren undertiden viser lagsletter — vil blive noget høiere end ved de bedste brud paa Fauskeidet.

Et stykke øst for Hekkelstrand begynder *Ballangens* mægtige kalksten- og marmorserie, som kan følges i mange (mindst 5—7 km's) længde, fra Ytterbø, Bø og Balsnæs forbi de forskjellige smaavande vest for Ballangenbugten og videre mod gaardene eller pladsene Tuven, Kalvaas og Haafjeld; strøget-

ningen er $O35^{\circ}$ N—NO og faldet oftest $30-50^{\circ}$ mod NV. Om lagbygningen henvises til de hosstaaende profiler.

Ved Havnæs (eller Havnvik), længst i det liggende (fig. 32, b) forskellige glimmerskifere (ofte granatglimmerskifer) og fylliter (undertiden grafitholdige, altsaa alunskifer-fylliter) med nogle kalklag, hvis udbredelse dog her er vanskelig at bestemme, da marken er meget stærkt tildækket (ved store myrer); derefter paany kalkstene og skifere, saa den *graa Ballangenmarmor* (Ballangens „schlesiske“ marmor), i et meget langt drag (paa profilerne betegnet ved meget tykke bænke), som i den søndre del viser stor mægtighed; herover diverse urene kalkstene, oftest tyndplanige, med lidt skifer; saa *hvid, glimmer-*

Fig. 32.

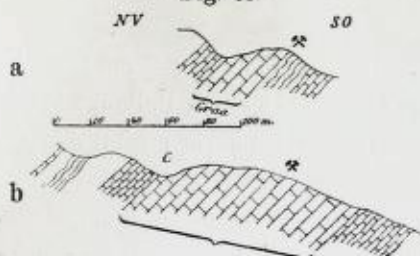


Profil over Ballangens kalksten- og marmor-*drag*; a over det nordligste af de to smaaavande, noget sendenfor Bø; b over Havnæs; og c over det sydligste brud paa graa Ballangenmarmor, lidt indenfor bunden af Ballangenbugten.

rig dolomitmarmor, og endelig *rød Leifsæt-marmor*, leilighedsvis ogsaa en *rød Løvgast-lignende marmor*. Herover igjen diverse graa kalkstene, som jeg ikke fik anledning til nærmere at undersøge, samt øverst glimmerskifer og *kvartsit* (denne overleiende kalkstensrækken, som paa talrige steder ellers i Nordland) — Mægtigheden af den hele kalksten- og marmorsvite gaar her skjønsmæssig op til en halv km; kanske handles der om endnu større tal.

Den *lysegraa, temmelig grovkornede Ballangenmarmor* (se s. 33, 36, 44, 79) danner ved foden af selve fjeldryggen vest for Ballangen-bugten en særskilt liden aasryg, som kan følges i flere km's længde. Den horizontale bredde af de lag, som fører

Fig. 33.



Profil over Ballangens „schlesiske“ marmor; a over det nordligste brud (cfr. profil fig. 32, b) og b over det sydligste brud (cfr. profil 32, c).

denne smukke marmor, i tilstrækkelig tykke bænke, er ved det nordligste brud (ved den NO'stre ende af det sydligste af de to paa kartskitsen indtegnede smaaavande) kun omkring 30 m (se profil fig. 32 b og fig. 33 a); mægtigheden altsaa $30 \text{ m} \times \sin 45^\circ = \text{ca. } 20 \text{ m}$. Ved det sydligste brud (profil fig. 32 c og fig. 33 b), en eller et par km vest for bunden af Ballangenfjorden, er mægtigheden derimod mindst 100 m. — Hele dette lag viser næsten overalt en markeret *bænkning*, med afstand mellem bænkefladerne fra 0.25 til lidt over 1 m, oftest mellem 0.5 og 1 m; andre lovmæssige spaltesystemer er ikke at opdage; derimod findes en del tilfældige spring og spalter lige oppe i dagen (samt lige ved et lidet opkomme, inde i det nordligste af de tre smaabrud). — Ved de forskellige brud, som blev drevne med kiling og sprængning for haand (altsaa ikke med maskine), og af hvilke de fleste var anlagte saaledes, at man drev i retning *med* bænkningsen (cfr. den s. 143—144 givne fremstilling), har man faaet blokke af størrelse op til 1—1.5 m³ og længde 2—3 m; ved maskinsagning og ved drift i retning *med* bænkningsen vil man vistnok ogsaa her kunne faa adskillig større blokke, og jeg tror ikke, at vragprocenten i fremtiden her vil blive altfor høi. Overhovedet gjorde dette felt paa mig et godt indtryk, om det end maa medgives, at driftsudgifterne pr. m³ her neppe kan blive saa lave som ved de allerbedste nordlandske marmorbrud.

Ballangen-marmoren, som er en temmelig grovkrystallinsk kalkspatmarmor, udmærker sig ved en *rolig, ganske varm lysegraa tone* (deraf det franske navn „gris“), undertiden med lidt mørkere schatteringer, hvilke sidste beror derpaa, at marmoren hist og her fører nogle striber af grafit. Marmoren lugter tem-

melig stærkt ved slag, og den er af noget bituminøs karakter; deraf ogsaa den graa tone.

Baade med hensyn til kornstørrelse (omkring 3 mm) og til farvetone er der en paafaldende lighed mellem Ballangen-marmoren og den vanlige schlesiske (kalkspat-)marmor samt den tyrolske Ratschinges-marmor; kun er den sidste lidt lysere i tonen. De to sidstnævnte marmorsorter er i udlandet meget efterspurgte, vistnok nærmest paa grund af den tiltalende, men samtidig ganske fordringsløse tone; i overensstemmelse hermed har det ogsaa allerede vist sig, at Ballangen-marmoren, som tager meget smuk politur, og som allerede har faaet nogen anvendelse til omramninger, vægbeklædninger osv., falder i publikums smag; denne marmor maa følgelig bringes paa markedet. — Denne slags marmor findes vistnok paa flere steder i Nordland; dog har jeg ikke seet nogen forekomst, som har tiltalt mig mere end Ballangen-feltet, hvor det særlig var den sydligste del — med længst transportvei, nemlig omkring 3 km til havn, — som paa mig gjorde det bedste indtryk, idet marmoren her var mægtigere og syntes at være mindre opspaltet end længere mod nord (eller NO).

Et stykke over den graa Ballangen-marmor følger (se profil fig. 32 a) et lag af *hvid, finkornet dolomitmarmor*, af ganske vakker farve, men saa fuld af glimmer, at den ikke kan benyttes.

Og næsten umiddelbart over denne dolomitmarmor igjen optræder et lag af *rød Leifsæt-marmor*, som man har undersøgt ved et par smaa-brud dels oppe i aasen og dels nær ved fjorden; ved det sidstnævnte brud (nær ved gaarden Bø) er mægtigheden af den egentlige Leifsæt-marmor kun 6 m, men til gjengjæld er de enkelte smaa-lag af ensfarvet rød marmor her lidt tykkere end ellers (indtil 0.2 m tykke, af ensfarvet rød marmor).

Foruden denne røde Leifsæt-plademarmor møder vi her ogsaa et felt, som har en vis lighed med Fauskeidets rød-hvid-brogede Løvgaff-marmor; denne „Ballangens Løvgaff-marmor“, som geologisk forsaavidt er interessant, som den — i lighed med forekomsten i Fauske-feltet — optræder i umiddelbar kontakt med hvid dolomitmarmor, er dog af en mere blas farve og ikke saa rigt indsprængt med rød kalkspatmarmor, som tilfældet er i Fauske.

Indover hele Ballangen-marken og over det omkring 15 km lange Ballangeneid, frem til Forsaa ved Eufjord, optræder mægtige kalksten- og marmor-lag, som jeg dog ikke fik anledning til at befare. — Som vi allerede ovenfor (s. 169) har omtalt, maa hele dette eid, fra Ofofjorden til Eufjorden — paa samme maade som f. ex. Lavangeneidet og det store Fauskeid, der forbinder Salten- og Sørfoldenfjordene — forklares ved erosion netop langs de mægtige kalkstene.

I partiet rundt omkring *Evenæs (Ofoten) kirke*, paa *nord-siden af Ofotfjorden*, møder vi den samme overordentlig mægtige kalksten- og marmorrække som ved Tjeldebotn, — ogsaa ved Evenæs med temmelig flade fald (se profil pl. 2, no. I) hvilende ovenpaa graniten (Lofot-graniten, ved Skar og Ramnæs nogle faa km vest for Evenæs kirke). — Forherskende i hele dette felt ved Evenæs er forskellige lyse kalkspatmarmor-varieteter, men forøvrigt optræder her ogsaa hvid eller gulhvid dolomitmarmor samt rød Leifsæt-marmor; den sidstnævnte varietet ved landeveien nær ved Lien (eller Liaviken), 1—1.5 km øst for kirken.

Den marmor-varietet, som (ved min ganske kortvarige befarings) syntes mig at være den vigtigste i hele Evenæs-feltet, er en middels grovkornet *kalkspatmarmor*, af *hvid farve* med svag *graa* tone, meget lysere end den nys omtalte lysegraa Ballangen-marmor og — $\frac{1}{4}$ eller $\frac{1}{2}$ km vest for kirken — med svævende lagstilling, i tykke bænke, uden stærk opspaltning; man kan her faa brud i afstand høist $\frac{1}{2}$ km fra fjorden.

Videre kan nævnes nogle bænke dels af *graa*, „schlesisk“ og dels af *kruset*, „antique“ marmor, ved landeveien $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ km øst for kirken. — Desuden findes der vistnok inden dette store kalksten- og marmorfelt, som — med sine flade fald — dækker en landstrækning af *flere km's bredde*, ogsaa endnu flere varieteter, som kunde fortjene omtale, men som det ikke var mig muligt at faa tid og anledning til at undersøge.

Hele denne mægtige kalksten- og marmorserie fortsætter over Lavangeneidet — et bredt, lavtliggende eid, eroderet efter karbonatdraget — frem til *Lavangenbugten* og Skaanland annexkirke (under Trondenæs, Tromsø amt), lige over for det paa Hindøen, ved Tjeldsund, beliggende handelssted *Sandtorv*.

Her fæstede jeg min opmærksomhed særlig ved en middels grovkornet hvid (eller lys) kalkspatmarmor, lignende forekomsten $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ km vest for Evenæs kirke og beliggende lige ved Tjeldsundet, nær gaardene Fjelddal og Ramstad, skraas over for Sandtorv; i nærheden optræder ogsaa en hvid finkornet eller næsten tæt, aaret kalkspatmarmor; videre rød plademarmor, i lighed med den Leifsæt'ske; og tilslut kan om dette felt nævnes

at efter mit ganske flygtige besøg her (ved afslutningen af min studiereise sommeren 1895) har jeg herfra seet en hel række prøver, hvoraf enkelte ganske vakre (bl. a. prøve af lysegraa, om end ikke ganske hvid kalkspatmarmor). — Overhovedet har jeg faaet det indtryk, at det brede, om end temmelig myrlændte eid mellem Lavangen og Evenæs kirke, hvor de forskellige kalksten- og marmor-varieteteter dækker et terrain af kanske et eller et par snes km², fortjener en meget indgaaende undersøgelse.

I den mægtige graa og urene marmor op for bunden af Lavangenbugten findes en stor grotte eller hule (s. 144), den saakaldte *Risehulen* (1—1.5 km fra Lavangenbugten; 80 m over havet; hulen fulgt 150—200 m ind i fjeldel), der er bleven beskrevet af *K. Pettersen* (Archiv f. mathem. og naturv., b. 1, 1876).

Videre kan vi nævne, at der nogle faa skridt øst for Skaanland₂ annexkirke forefindes et lag af *kvartskonglomerat*, som, sammen med lidt glimmerskifer, er indleiet i de vanlige graa kalkstene; tilsvarende konglomerat møder vi undertiden ogsaa paa andre steder i vor glimmerskifer-marmor-gruppe (se navnlig under Fanske-feltet).

Vedrørende *Tysfjorden og Hammersø*, hvilke præstegjæld jeg ikke har havt anledning til at besøge, henvises til *Dahlls* geologiske kart over det nordlige Norge og til *K. Pettersens* arbejde, „Vestfjorden og Salten“ (Archiv f. mathem. og naturv., b. 11, 1886), der ligeledes ledsages af et geologisk kart.

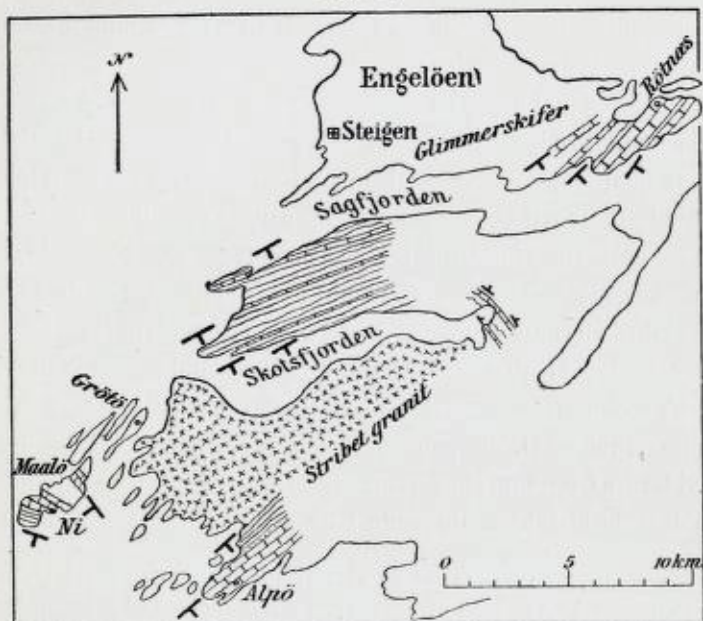
Begge disse præstegjæld er for en væsentlig del bygget af granit (gneisgranit), der undertiden, som ved Hundholmen i Tysfjorden, er ganske vakker og tilmed godt bænket, saa man har paatænkt at anlægge granitbrud. — Om forekomsten ved Hundholmen tilskriver man mig, at bænknningen her skal være ganske særlig udpræget, med afstand mellem de forskellige, kun svagt faldende bænkesletter i et paabegyndt brud fra $\frac{1}{2}$ til 2, oftest omkring 1 m; og i et andet brud op til 5 m. Graniten har en god kløvbarhed (efter foliationen) og desuden to tverretninger („vildkleiv“ og „bust“), efter hvilken den let lader sig kile op. — Nogle tilsendte prøver viser sig at bestaa af en lysegraa, nogenlunde grovkornig gneisgranit (presset granit), med mørk glimmer.

K. Pettersen angiver paa sit geologiske kart kalksten (eller marmor) i fjeldet øst for Lille Tysfjord og i den indre del af Hellemofjorden.

Stelgen. I den ydre del af halvøen mellem Skotsfjorden i nord og Alpe-odden i syd optræder en sribet granit (*K. Pettersens*

kystgranit eller Lofot-granit); mod syd (ved Alpø), mod vest (ved Maalø) og mod nord (nordsiden af Skotsfjorden og bunden af denne fjord, videre ogsaa paa Engeløen) møder vi derimod den vanlige glimmerskifer-marmor-gruppe, fleresteds med ind-

Fig. 34.



Geologisk kartskitse over Steigen (i maalestok 1:300.000).

leininger af marmor-varieteter, saaledes navnlig paa Alpø, i bunden af Skotsfjorden og i den østre del af Engeløen.

Ved Alpø, som forøvrigt ikke er en ø, men en halvø, ligger skiferne med nogenlunde fladt fald, oftest paa 30—40° (med

Fig. 35.



Profil over Alpø

ydergrænser 25° og 75°) tilsyneladende hvilende ovenpaa gneisgraniten; man faar her, som ved den ydre del af Ofotfjorden (se s. 186, fig. 30), det bestemte indtryk, at skifer- og kalkstenformationen er yngre end gneisgraniten.

Den — som indleining i graa, uren kalksten optrædende — hvide, middels finkornede dolomitmarmor er ved Alpe tilstrækkelig mægtig, men ofte adskillig forurenset med fremmed mineral, nemlig kvarts, straalsten og glimmer. Som ellers er dolomitmarmoren løs i skorpen, men blir, som man kan overbevise sig om i et lidet paabegyndt brud, noget solidere en eller et par m ned i fjeldet.

Dolomitmarmor- og kalksten-draget ledsages ved Alpe af en hvid, muscovit-rig og ganske mægtig kvartsit, der hist og her — nøiagtig som tilfældet er flersteds paa Fauskeidet — udmærker sig ved at føre bundter af lange turmalin-naale (!) paa skikfladerne; selv med hensyn til en saadan singulær karakter møder vi altsaa parallelitet mellem Steigen og Salten.

Fra *Saursfjorden*, øst for Alpe, har jeg seet prøver af en lysegraa, finkornet, marmor (lignende den italienske bardiglio) og videre af en brecciemarmor (i ordets egentlige betydning), med lyse brudstykker liggende i en graa, opknust mellemmasse.

Paa *Maalø*, som bestaar af en skiktrække vekselvis af ganske mægtig, men uren kalksten og af glimmer- og hornblendeskifer (med fald omkring 35° omtrent mod SV; strøget noget variabelt) optræder der en forekomst af nikkelfoldig magnetkis, midt inde i kalkstenen og i det hele og store følgende dennes lagning. Magnetkisen, som ledsages af lidt svovlkis og kobberkis, samt hornblende, er rig paa nikkel — saaledes har en paa det metallurgiske laboratorium foretagen gjennemsnitsprøve af prima-malmen givet 5.60 % nikkel + 0.61 % kobolt og af sekunda-malmen 2.04 % nikkel + 0.16 % kobolt (se mit arbeide „Nikkelforekomster og nikkelfabrikation“, s. 34), — men malmen er tilstede i ringe mængde, og en for nogle aar siden foretagen forsøgsdrift er derfor forlængst indstillet. — Geologisk talt er forekomsten mærkelig derved, at den nikkelfoldige magnetkis her ikke, som ved alle vore øvrige forekomster, optræder i forbindelse med gabbro¹⁾, men i striber (0.05—0.25 m tykke) efter lagfladerne i kalksten. — Ganske karakteristisk er nogle itubrukne hornblendeskifer-flag inde i kalkstenen, lige ved malmforekomsten.

¹⁾ I et tidligere arbeide (i Zeits. f. prakt. Geol., 1893, aprilheftet) har jeg, i henhold til mig meddelte oplysninger, opført ogsaa Maalø-forekomsten under den vanlige magnetkis-gruppe ved gabbro; min hjemmelsmand har temmelig sikkert forvekslet den nær gruben optrædende hornblendeskifer med gabbro.

Inderst inde i *bunden af Skotsfjorden*, lige nede i fjæren, møder vi en vakker *hvid dolomitholdig kalkspatmarmor*, bestaaende af kalkspat og dolomitspat i blanding. En paa det metallurgiske laboratorium foretagen øvelsesanalyse viser 1.63 % uopløst, lidt jern, 46.18 % kalk (CaO) og omkring eller lidt over 6 % magnesia (MgO), — ekvivalerende sammensætning omkring 29 dele dolomitspat (CaMgC_2O_6) og 69 dele kalkspat ($\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_6$), samt et par procent uopløst, med lidt jernoxydulkarbonat. — Et par mikroskopiske præparater angiver en noget rigeligere magnesia-gehalt; forholdet mellem kalkspaten og dolomitspaten skulde altsaa her — som ved Hekkelstrand (s. 189) — være noget vekslende; dog saaledes, at medens dolomitspaten er forherskende hos Hekkelstrand-marmoren, er det kalkspaten, som spiller hovedrollen hos Skotsfjords-marmoren. I overensstemmelse hermed nærmer denne sig, med hensyn til styrke (forbandtet mellem individerne) og til udseende, temmelig stærkt mod ordinær kalkspatmarmor. — Den foreliggende marmor er middels eller lidt grovkornet, med korn paa 1—2 mm; farven er hvid, dog med ét gulgraat skjær. Noget generende er, at marmoren ofte er forurennet med fremmed mineral (kvarts, glimmer, straalsten), jævnlig dog kun i mikroskopisk fine korn. — Marmoren er aldeles fast lige oppe i dagen, leilighedsvis med opbevarede skuringsstriber (!) og god at slaa haandstykker i. — Dette felt fortjener — skjønt mægtigheden er temmelig liden (skjønsmæssig, efter bestemmelse nede i fjæren, hvor meget er til-dækket, omkring et snes m), og skjønt flere partier er ubrugbare paa grund af tilblandet mineral — en noget nærmere undersøgelse; i til-fælde maatte man fortsætte laget fra fjæren af op i landet et stykke, og her forsøge sig frem. Faldet er 10—20° i NO'lig retning.

Omkring gaarden Liland har man graa, uren kalksten eller marmor, indleiet i de vanlige skifere.

Den ydre del af *halvøen mellem Skotsfjorden og Sagfjorden* er bygget af temmelig monoton *granatglimmerskifer*, undertiden med selvvid glimmer (muligens paragonit) og med nogle indleininger af hornblendeskifer, gneis og graa, uren kalksten; strøg omkring

O 30° N og fald 45—60° syd. Hele dette parti, som kan sammenlignes med feltet ved Ildhullierne i Dunderlandsdalen, henregner jeg under vor glimmerskifer-marmor-gruppens glimmerskifer-etage.

Den samme skiktrække er ogsaa herskende i den søndre og vestre del af *Engeløen*; i nærheden af Steigen kirke (s. 105) nogle indleininger af uren, graa marmor.

I den østre del af Engeløen derimod optræder vor egentlige marmor-etage, med overordentlig mægtige kalksten- eller marmorlag og med mellemeleiet skifer. Hovedmassen af marmoren her er graa og uren. — Særlig kan vi mærke os en meget lang marmorryg (strøg N 35° O; fald 60—80° øst), i nærheden af gaarden Røtnæs; nederst ved myrkanten optræder rød plademarmor (Leifsæt-marmor), temmelig rig paa de røde smaa-lag og med tykkere plader end ved Leifsæt i Salten; derefter følger uren, fingrynet dolomitmarmor; saa lys, graa-stribet kalkspatmarmor, noget lignende den, vi senere skal omtale fra brud lige ved fjorden, ved Kvandal i Skjærstad; og øverst den vanlige graa og urene kalksten (eller marmor).

Efter opgivende findes der marmor (eller kalksten) ogsaa paa SO-siden af Holmokfjorden.

Nordfolden og Sørfolden har jeg ikke havt anledning til at besøge (undtagen bunden af Sørfoldenfjorden, ved Dypvik, hvorom henvises til afsnittet om Fauske-feltet).

I den indre del af Lørfjorden har *K. Pettersen* paa sit geologiske kart afsat kalksten eller marmor; og herfra har jeg seet prøve af den røde Leifsæt'ske plademarmor.

S a l t e n,

særlig om Fauske-feltet¹⁾.

(se kartskitse pl. 3 og profilskitse pl. 4.)

Fauske-feltet har jeg tidligere omhandlet i mit arbejde „Salten og Ranen“ (1889—90), af hvilken fremstilling vi her kun skal gjengive de vigtigere resultater, kompletteret ved de undersøgelser, jeg her senere, under kortere ophold somrene 1895 og 1896, har havt anledning til at foretage.

I den *vestre del af „Bodø-halvøen“* — den mod øst ved Fauskeidet begrænsede halvø mellem Salten og Sørfolden —

¹⁾ Fauske er annex under Skjærstad.

hersker dels gneisbergarter (antagelig tilhørende grundfjeldet) og dels vor glimmerskifer-marmor-gruppe (bl. a. med udbredelse i omegnen af Hopen); desuden møder vi nogle mindre granit-felter (bl. a. talrige granitgange i partiet rundt omkring Saltstrømmen).

Længere mod *øst* — fra Vensæt og Næverhaugdalen i vest, over hele Fauskeidet med bunden af Sørfolden i nord og Øinæshalvøen i syd, videre ved Nedrevand og over hele partiet paa sydsiden af Skjærstadjorden (Skjærstad kirke til Kvandal) samt helt ind til Saltdalen (Rognan) i syd og endelig et godt stykke op Saltdalen — har vor glimmerskifer-marmor-gruppe en meget storartet udbredelse, og særlig møder vi her paa talrige steder glimmerskifer-marmor-gruppens saakaldte *marmor-etage*, der her optræder i typisk udvikling.

Reiser vi endnu længere mod *øst*, henimod rigsgrænsen, passerer vi først, ved Øvrevand og Skjønstu, en mægtig lagrække af diverse glimmerskifere osv., med enkelte kalklag og konglomerater og vistnok fremdeles tilhørende glimmerskifer-marmor-gruppen. Ved Osbakken, ved Langvandets vestre ende, begynder derimod en ny skiferafdeling, „Sulitelma-feltets skifer-gruppe“, som (i alle fald tilsyneladende) overleier de vestenfor optrædende skifere, men om hvilken skifergruppe her kun skal henvises til de forskjellige afhandlinger om Sulitelma-feltet.

Oppe i Sulitelmas fjeldgruppe, nær ved rigsgrænsen, møder vi, som allerede tidligere omtalt (s. 175), et større eruptivfelt, hovedsagelig førende gabbro, men desuden med granit; inden hele det paa kartskitsen, pl. 3, gjengivne Fauske-felt, med tilstødende dele af Sørfolden, Skjærstad og Saltdalen, er derimod hidtil ikke kjendt et eneste eruptivfelt, og ikke engang saa meget som en granitgang, — for det sidstes vedkommende dog med undtagelse af den vestligste del af kartets omraade (partiet Vensæt—Næverhaugen).

De vigtigste bergarter inden *Fauske-feltet* er:

marmor og uren kalksten, i talrige varieteter, som nærmere gennemgaaes i det følgende;

en række forskellige *skifere*, nemlig *glimmerskifer*, *granatglimmerskifer* og *fyllit*, undertiden grafitholdig (alunskifer-fyllit), videre forskellige *hornblendeskifere* og *gneisbergarter*; desuden *kvartsskifer* (bl. a. i mægtigt lag umiddelbart vest for Fauskeidets store kalksten- og marmordrag); under skiferne kan vi ogsaa opføre *Næverhaugens jernmalm*, med *jernglimmerskifer*;

særlig karakteristisk er en hel række *pressede konglomerater*, med udbredelse navnlig paa Øinæs-halvøen og ved Klungsetbugten (her næsten umiddelbart grænsende mod Fauskeidets bekendte marmorfelt) samt ved Tjetnæs paa sydsiden af Skjærstadfjorden. — Dette konglomerat fører overveiende blokke af kvarts, som undertiden naar meget store dimensioner (længde efter strækningsretningen $\frac{1}{2}$ —1 m); ved siden heraf dog ogsaa blokke af gneis eller af granit og kanske endnu flere bergarter. — Konglomeratet er gjennemgaaende meget stærkt presset (med presningsretning nogenlunde horizontal og efter strøget; se herom nogle detailangivelser i „Salten og Ranen“, s. 67). — Specielt betegnende for disse konglomerater, der optræder baade over og under Fauskeidets marmordrag, er talrige smaa indleininger af *rød (!) kalkspatmarmor*, undertiden ogsaa af hvid dolomitmarmor.

Lagstillingen inden Fauske- og Skjærstad-feltet er i kort-hed følgende:

i den vestre del af kartomraadet, i Næverhaug- eller Valnæsdalen (se profiltavlen, pl. 4, no 1 og 2) og ved Vensæt (no. 8), næsten konstant vestligt fald (mod VNV eller V 30° N);

samme faldretning er ogsaa forherskende i partiet mellem Næverhaugdalen og Fauskeidets store kalksten- og marmordrag (se profil pl. 4, no 4);

ligeledes over hele den nordre del af Fauskeidets marmordrag (no 3, 4);

i den søndre del af dette felt, ved Løvgaffen (no. 5), i omgivelserne af Furuli og ved bunden af Klungsetbugten (no 6, 7) er derimod lagstillingen ofte bølgende, snart til den ene og snart til den anden side, dog fremdeles overveiende med vestligt fald,

der fremdeles er forherskende paa Øinæs-halvøen; her dog ogsaa undertiden bølgede lagstilling (no. 10);

reiser vi endnu længere mod øst (eller rettere mod sydøst), møder vi ved den østre del af Nedrevandets nordside en stor sadel (no. 8), og paa sydsiden af Nedrevandets østre del er lagstillingen svævende (no. 9);

videre mod øst, ved begyndelsen af Øvrevandet, er det østlige fald (mod OSO å SO) bleven forherskende;

ligeledes paa Leifsætodden, fald mod S 40° O (no. 10);

mellem Nedrevand og Kvænflauet bølgede lagstilling (no. 9 og 10);

paa sydsiden af Skjærstadjorden danner lagene (konglomerater med tilhørende kalkstene) et smukt hvælv nær Tjetnæs; noget længere mod øst, ved Kvandal, ganske svagt fald i vestlig retning (no. 12); og endelig i den indre del af Saltdalsfjorden og i den nordre del af selve Saltdalen er strøgetretningen NNO eller N 30° O, med østligt fald.

Ved Kvandal foreligger samme geologiske horizont som ved Tortenli—Løvgaffen paa Fauskeidet, hvad fremgaar ikke alene af lagbygningen, men ogsaa deraf, at ved Kvandal er repræsenteret næsten nøiagtig samme marmor-varieteteter — om end med nogen anden udvikling — som i Fauskeidets marmordrag; saaledes møder vi ved Kvandal: hvid dolomitmarmor, saakaldet citron-marmor, desuden ekvivalenter for Løvgaffens rød-hvid-brogede marmor og for Furulis antique veiné. — Antagelig er det ogsaa den samme niveau, som fortsætter fleresteds i den sydligste del af vort kartomraade, ind i Saltdalsfjorden (saaledes ved Kvænflauet- Setsaa); her har jeg dog ikke havt tid og anledning til nærmere at forfølge lagrækkerne.

Strøgetretningen er i feltets vestre del, i Næverhangdalen og over Fauskeidet, temmelig nøiagtig N 25° O eller i korthed mellem NNO og N 30° O; længere mod øst (eller SO) dreier strøget derimod om betydelig mere østligt, saaledes paa Leifsætodden endog til O 35° N; o: det vil sige, strøglinjernerne forløber ikke parallelt, men konvergerer mod syd. Dette vil igjen bero paa, at foldningsaksen for det store hvælv, som lagene her danner, ikke ligger horizontalt, men *stuper noget mod syd* (eller sydvest).

Hermed tør vi ogsaa, som nærmere udredet i mit tidligere arbejde „Salten og Ranen“, bringe i forbindelse, at de forskellige konglomerater og øvrige bergarter er stærkt *strakte*, med *strækningsretning* dels *parallelt strøget* og dels med *svage sydlige fald* (se „Salten og Ranen“, s. 67).

Vedrørende *Næverhaugdalen* (eller Valnæsdaalen) og den sammesteds optrædende *jernmalm* henviser vi — foruden til det korte resumé s. 172 — til de foreliggende beskrivelser, af *O. Gumælius* (1875 og 1877), *O. A. Corneliusen* (1877 og 1878), forf. af dette arbejde (1890) og *A. W. Stelzner* (1891); se literaturcitater s. 171.

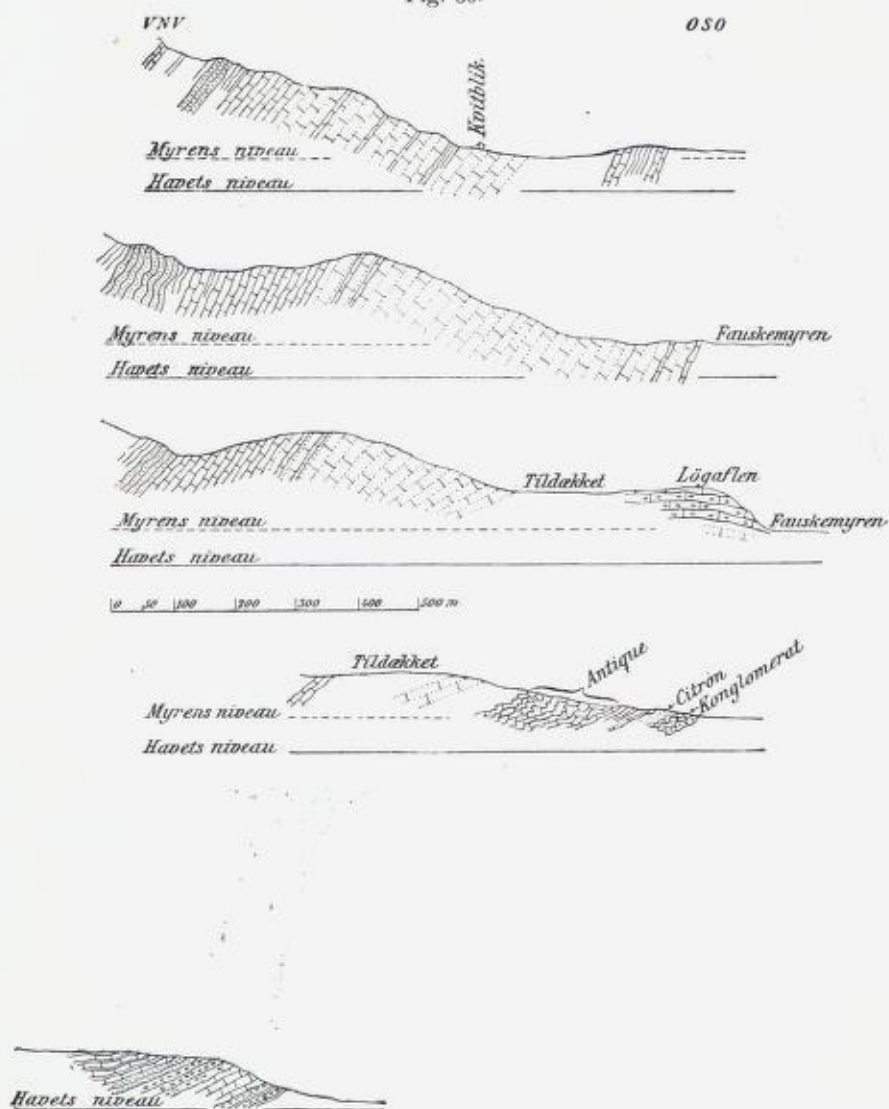
De her optrædende kalkstene, som umiddelbart i det hængende for det lange jernmalmdrag naar en ganske betydelig mægtighed, er i regelen eller altid urene og temmelig stærkt stinkende. Brugbar marmor er her ikke paavist.

Det samme gjælder de smaa kalklag ved Strømsnæs og ved Holstad, om hvilket parti henvises til „Salten og Ranen“, s. 26—27.

Fauskeidets marmorfelt — *det vigtigste hidtil i vort land paaviste marmorfelt* — følges kontinuerlig helt fra Skjærstadvfjorden (Klungset) i syd til Serfoldenvfjorden (Dypvik og Hammarfald) i nord, — i en længde af omkring 16 km; da dog marmorlagene ved feltets udgaaende i Skjærstadvfjorden er ganske ubetydelige, bør længden af det samlede marmorfelt egentlig ikke regnes mere end til *14 eller 15 kilometer*.

Lagrækken og lagstillingen inden dette store felt gjengives ved de hosstaaende profilskitser: Længst mod øst (eller OSO) stikker der op i Fauskemyren paa forskellige steder nogle mægtige, men oftest stærkt tildækkede lag af kalksten, med kalkglimmerskifer og diverse slags skifere; derover følger, i feltets midtre og nordre del (se profilerne fig. 36, I og II, over Kvitblik og mellem Tortenli og Tveraa) et overordentlig mægtigt lag af *hvid dolomitmarmor* (af horizontal bredde i profil ved Tveraabækken 600—625 m; faldvinkel 60—70°, mægtighed alt-saa 525—575 m); derover mægtig graa kalksten (bredde ovenfor

Fig. 36.



Profiler over Fauskeidets marmorfelt; no. I over Kvitblik; no. II noget nordenfor Tortenli (lidt længere nord end paa fig. 37 angivet); no. III over Løgaflen; no. IV over citron- og antique-bruddene; og no. V over Klungset borhul.

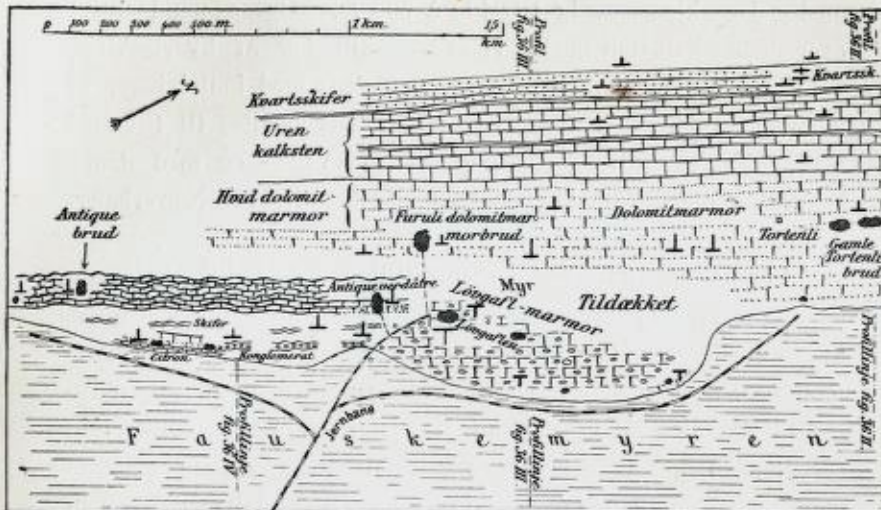
(Kvartsskifer betegnet ved prikning; dolomitmarmor angivet ved de vanlige kalksten-tegn, men med punkterede linjer.)

Tortenli etsteds indtil 350 m; faldvinkel sammesteds i middel 55°; mægtighed altsaa omkring 275 m); og endelig derover igjen et ganske mægtigt lag af hvid *kvartsskifer*.

I feltets søndre del, ved Løvgaflen og Tortenli (se profilerne fig. 36, III og IV) er forholdene noget anderledes, idet der her stikker frem en ganske mægtig afleining af den rød-hvid-brogede Løvgaff-marmor, og idet endvidere her mellem dolomitmarmor-draget og Fauskemyren optræder forskellige kalkspatmarmor-sorter, antique, antique verdâtre og citron, samt desuden skifer og lidt konglomerat (!), — det sidste allernederst i myrkanten, paa et par steder mellem Løvgaff-husene og citron-bruddene. Alle disse sidstnævnte lag falder i ganske flad lagstilling (se profil fig. 36, IV) ind under den hvide, mod vest (eller VNV) optrædende dolomitmarmor. — Ved den rød-hvid-brogede Løvgaff-marmor derimod møder vi svagt *østligt* fald (fig. 36, III), angivende, at lagene her danner et fladt hvælv; under Løvgaff-marmoren (i myrens niveau og endnu dybere) er paavist hvid dolomitmarmor, som dog antagelig er et separat lag og ikke identisk med det mægtige dolomitmarmor-lag, paa hvilket Furuli- og Tortenli-bruddene er anlagt. — Den rød-hvid-brogede Løvgaff-marmor skulde efter den her givne tolkning optræde som en lokalt begrænset (i stor stil linseformet) indleining, paa niveau mellem antique-marmoren paa den ene side og citron-lagene med konglomerat-skikterne paa den anden, lidt i syd for Løvgaflen (i den søndre del af kartskitzen, fig. 37).

Det maa forøvrigt paapeges, at marken her er saa stærkt tildækket, at jeg ikke har kunnet foretage alle de fornødne detailundersøgelser; tilmed har der ved mine studieophold paa stedet ikke foreligget noget detailleret kart over feltet, saa jeg har maattet indskrænke mig til at indtegne mine observationer paa rent skitse-mæssige krokier. — Trods disse ufuldkommenheder har jeg ikke villet undlade at medtage en kartskitse (fig. 37) over hele dette marmorfelt, hvor for tiden er koncentreret næsten al marmor-brydning i vort land; men jeg maa udtrykkelig gjøre opmærksom paa, at denne skitse topografisk — og dermed ogsaa geologisk — ikke gjør krav paa nogen absolut nøiagtighed.

Fig. 37.



Kartskitse over marmorfeltet ved Furuli, Løvgaffen og Tortenli, i Fauske. (Den søndre halvdel af kartet er tildels udarbejdet paa grundlag af et sommeren 1895 netop paabegyndt udskiftningskart, hvor myrkanten og de vigtigste brud var afsatte; den nordre del af kartet derimod er indteget temmelig nær efter skjøn; jeg har en formodning om, at selve Løvgaff-partiet er tegnet lidt for langt, i retning NNO—SSV).

Næsten umiddelbart over Fauskeidets store kalksten- og marmordrag følger, som allerede ovenfor nævnt, et mægtigt lag af *kvarsskifer*, dels ren kvartsit og dels glimmer- og hornblenderig kvartsskifer (ogsaa her, som paa Alpe i Steigen, undertiden med turmalin-naale paa skiktfladerne, se s. 198), hvilket lag ret op for Tortenli og Tveraa er hundrede, lokalt kanske endog et par hundrede m mægtigt. Mod syd kiler dette lag temmelig hurtigt ud; mod nord derimod fortsætter det i alle fald til lidt forbi Kvitblik.

Over kvartsskiferen igjen følger i profil ret op for Tortenli eller Tveraa (profil pl. 4, no. 4) først en række løse, let smuldrende glimmer- og fyllitskifere, af horizontal bredde skjønsmæssig 500 m og fald 25° vest (mægtighed altsaa omkring 250 m); derover et mægtigt lag af graa kalksten, med marmor, hvilket lag kan følges næsten kontinuerligt fra Klungset ved Skjærstadfjorden over til Dypvik i Sørfolden; faldet i profil pl. 4,

fig. 4, er 30—50°, middel 35° mod vest (VNV), og mægtighed anslog jeg skjønsmæssig til 400 à 500 m. Ogsaa umiddelbart over denne kalksten møder vi et særskilt lag af kvartsskifer. — Derover diverse slags skifere, fleresteds med indleininger af konglomerat, hvis strækningsretning etsteds maalt til 10° mod SSV. Faldet er fremdeles mod vest (VNV), — og med denne lagstilling fortsætter skiferne antagelig helt frem til Næverhaugdalen.

For at man kan faa en forestilling om, hvilke kolossale mægtigheder de herværende karbonatlag — uren, middels grovkrystallinsk kalksten, kalkspatmarmor og dolomitmarmor — naar op til, skal vi foretage en skitseret beregning over mægtigheden af den hele lagrække, fra det øverste mægtige kalklag (profil pl. 4, no. 4) over selve marmorlagene og endelig ogsaa omfattende de mægtige kalklag paa Øinæs-halvøen og paa Fauskeidet (pl. 4, no. 10 og 11).

	Karbonatlag	Skifere, med konglomerat.
Det øverste kalklag	ca. 400—500 m	
Skifere, med kvartsit		ca. 500 m
Marmorfeltet { kalksten { dolomitmarmor }	ca. 800 m	
Øinæs-konglomerat, med skifere, skjønsmæssig		ca. 750 m
Kalkstenene paa Øinæs-halvøen og i Fauskemyren; skjønsmæssig	ca. 750 m	
Sum	ca. 2000 m	ca. 1250 m

Inden en lagrække af mægtighed i sum omkring 3250 m skulde der altsaa være ialt ikke mindre end omkring 2000 m karbonatlag (dels uren, krystallinsk kalksten og kalkspatmarmor, dels dolomitmarmor). — Ogsaa her maa vi gjøre opmærksom paa, at tallene ikke gjør krav paa nogen større nøiagtighed, men at de kun giver en idé om de virkelige forholde.

Særlig interesse frembyder de mange *konglomeratlag*, som man saa ofte møder i Fauske-feltet, baade over og under det lange marmordrag, saaledes paa Øinæs-halvøen, ved Klungset, i nærheden af Løvgafien (se fig. 37), og endelig oppe i aasen vest for marmordraget (profil pl. 4, fig. 4). Her optræder ogsaa, umiddelbart over kalksten- og marmor-draget, en kvartsskifer, som maa være en omvandet sandsten, σ : et lag afsat lidt længere fra den oprindelige kyst, medens konglomeraterne er rene strand- eller kystdannelser. — Dette konglomerat („Øinæs-konglomerat“) viser i petrografisk henseende en vis lighed med Løvgafiens rød-hvid-brogede marmor med marmor-skifer-bergarterne ovenfor Klungset og i nærheden af gaarden Lund, idet konglomeratet undertiden fører nogle ganske tynde indleininger af rød kalkspatmarmor, leilighedsvis ogsaa af hvid dolomitmarmor; og da endvidere konglomeratet, saaledes som det fremgaar af kartskitsen fig. 37, efter strøgretningen grænser næsten umiddelbart op mod Løvgafiens eiendommelige rød-hvid-brogede marmor, skulde jeg antage, at ogsaa denne er en kystdannelse, bestaaende af vekslende uregelmæssige smaa-lag af kalkspat og af dolomitspat, — begge som primære afleininger. Jeg anser, saaledes som nærmere udviklet under afsnittet „marmorens geologi“ (s. 14—17), dolomiten — hverken i selve dolomitmarmoren eller i Løvgafi-marmoren — at være noget metasomatisk omdannelsesprodukt; og heller ikke opfatter jeg Løvgafi-marmoren som nogen brecciemarmor, i dette ords geologiske betydning.

Bunden af det flade eid fra Fauske over til Sørfolden dækkes af **Fauskemyren**, som undertiden er flere (3, lokalt kanske 4) km bred, og som oftest ligger 50 eller 60 m over havet; myren er en *torvmyr*, hvor kun hist og her fast fjeld (oftest uren kalksten og kalkskifer) stikker op.

Umiddelbart mod vest (eller VNV) for denne store myr hæver *marmordraget* sig, oftest som en *markeret ryg* (se profil fig. 36, II og III), hvad beror paa, at dolomitmarmoren udmærker sig ved en forholdsvis betydelig kemisk og mekanisk modstandskraft, medens derimod den bagenfor liggende, urene og

Fig. 38.

Antique-
bruddetParuli-
bruddet
(hvide)Løvgafl-
bruddene

Fotografi fra Fauskemyren, med den lave marmorryg i baggrunden, langs myrkanten.

(Fotografiet taget før anlægget af jernbanen).

grovkrystallinske kalksten, med kalkskifer, er dybere eroderet. Herved fremgaar der, parallelt med selve Fauskemyren, en liden „længdedal“ med flere smaavande oppe i lien, mellem dolomitmarmorryggen mod øst og kvartsskiferlaget, der selvfølgelig ogsaa ofte hæver sig som en særskilt ryg, mod vest. Fra disse smaavande flyder en bæk, Tveraabækken, som danner et lidet fossefald over selve marmorlaget, i nærheden af gaarden Tveraa, og som muligens vil kunne nyttiggjøres, i alle fald til visse tider af aaret, som drivkraft for den fremtidige bedrift.

Transporten fra marmorbruddene til havn — ved Fauskebugten, kun et par kilometer fra Fincide, som er havnepladsen for Sulitelma kobberverk — foregaar nu ved jernbane (smalsporet; anlagt 1895), der foreløbig drives som hestebane, men som er

Fig. 39.



Fotografi fra marmor-lastepladsen ved Fauskebugten; i forgrunden begyndelsen af selve lastebryggen; i baggrunden en bremsebane, som danner afslutningen af transport-jernbanen.

bygget saaledes, at den naarsomhelst kan trafikeres som lokomotivbane. Selve jernbanen op til de nærmeste brud, ved Løvgaflen, er ikke fuldt 4 km lang, hvortil kommer en eller kanske noget over 1 km i forgreningsspor til de forskellige brud. — Den nederste del af jernbanen, fra Fauskemyren og ned til selve havnen, er anlagt som bremsebane.

Inden Fauskeidets marmordrag har man hidtil paavist følgende marmorsorter:

hvid dolomitmarmor, der igjen falder i flere underafdelinger; saakaldet „*antique veiné*“, en eiendommelig kruset kalkspatmarmor;

saakaldet „*antique verdâtre*“, lignende den foregaaende, men med en del grønfarvede partier (af kromglimmer);

saakaldet „*citron-marmor*“;

Løvgaflens rød-hvid-brogede marmor, med forskjellige underafdelinger;

noget lignende marmor ovenfor Klungset, dog her med temmelig meget grønt og lidet hvidt;

videre vil man vistnok inden dette store felt endnu kunne paavise adskillige andre varieteter.

Fauskeidets hvide dolomitmarmor strækker sig i et kontinuerligt drag fra noget søndenfor Løvgafien og Furuli i syd (se kartskitsen fig. 37) til Dypvik og Hammarfald ved Sørfolden i nord; længden kan sættes til *omkring 12 eller kanske 13 kilom.*, og den horizontale bredde beleber sig i partiet omkring Tveraa- og Tortenli-gaardene til omkring 500 m, leilighedsvis endog op til 600 m (etsteds maalt 630 m). Mod syd synes det hele lag at kile sig ud nogenlunde hurtig, og ogsaa længere nord i feltet, ved Kvitblik og Dypvik, er den horizontale bredde en del reduceret. — Rent undtagelsesvis er der i denne dolomitmarmor indleiet lidt skifer — saaledes ved Kvitblik et nogle m mægtigt lag af kvartsskifer og ved Furuli-bruddet et lag glimmerskifer, kun omkring 1 dm tykt, — hist og her ogsaa noget kalkspatmarmor eller uren kalksten, det sidste navnlig i grænsepartiet saavel øst som vest mod de tilstedende lag af den vanlige urene, krystallinske kalksten. Inde i selve kjærnepartiet af den hvide dolomitmarmor hører dog saadanne fremmede indleininger til sjaldenhederne, og marmoren er her saa kompakt og jævn, at det i enkelte brud endog er umulig at bestemme lagstillingen.

Denne hvide Fauskeidets dolomitmarmor, som hidtil har været den gangbare hvide norske marmor, har vi omhandlet paa talrige steder i det foregaaende, og vi kan derfor med hensyn til denne marmors egenskaber henvise til de tidligere afsnit:

Chemisk sammensætning, s. 20, 22.

Mineralogisk sammensætning, s. 25—26, 28, 32.

Farve, s. 34, 42.

Kornstørrelse, s. 43—44.

Struktur, s. 49—55, 61—62.

Styrke, s. 62—66.

Haardhed, s. 67—68.

Kornfasthed, s. 69—72.

Politurevne, s. 73—74.

Gjennemsigtighed, s. 76.

Porøsitet, s. 76—83.

Forvitring i fast fjeld, s. 84—88.

Holdbarhed i fri luft, s. 91, 117—118, 126—128.

Oversigt over egenskaber, s. 128—129.

Mægtighed, s. 130.

Opspaltning, s. 136.

Tekniske drift, s. 147—152.

Brydningsudgifter, s. 153—158.

Videre henvises om selve navnet „dolomitmarmor“ til s. 2—3 og om dens geologi til s. 14—18.

Fauskeidets dolomitmarmor er meget ofte ren hvid, undertiden aldeles *ren snehvid*, jævnlig dog med en *svag crémegul* tone; hist og her, saaledes fleresteds ved Dypvik og Hammarfald, er denne gule tone saavidt markeret, at marmoren ikke længere kan opføres som hvid, men som *gulhvid* (crémegul, ikke citrongul). — Videre maa vi paapege, at marmoren ikke sjelden viser en del graa (blaa-graa) skyer og schatteringer, som undertiden spiller en ganske fremskudt rolle.

I ren bit er denne dolomitmarmor kun opblandet med en forsvindende bagatel, omkring 0.02 %, fremmed mineral (ørsmaa korn af kvarts, glimmer, rutil osv.); derimod møder man undertiden en generende forurensning af mere storbladig glimmer, paa sletter.

Efter farve-schatteringerne, navnlig efter de graa skyer eller aarer, og efter denne lille glimmer-tilblanding deler man ved brydningen i Furuli-bruddet denne marmor i følgende sorter:

S, forkortning for Statuario eller statuemarmor; fri for graa skyer og ligeledes fri for glimmer;

P, som skal være forkortning af den carrariske benævnelse blanc P¹⁾; fremdeles hvid og uden skyer, men hist og her med lidt glimmer;

1) At parallellisere denne norske marmor med den carrariske blanc P er dog vildledende, idet det, som egentlig betinger karakteren af den saakaldte blanc P, er dennes fuldstændige, næsten porcelænlignende tæthed (se s. 43); den foreliggende nordlandske marmor derimod har et meget grovere korn (0.4—0.8 mm).

B, ordinær blanc clair; hvid, men lidt aaret;

V eller veiné (aaret); noget mere graa-aaret.

Som en gunstig omstændighed ved dette dolomitmarmorfelt maa fremhæves, at marmoren her oftest er nogenlunde fri for naturlig opspaltning. Bænkesletter (efter lagfladerne) er saaledes i mange brud ikke at opdage, og en lovmæssig vertikal-opspaltning spiller ligeledes en temmelig underordnet rolle, — dog, i alle fald paa enkelte steder (som i Furuli-bruddet), en noget større rolle end f. ex. i Løvgaff-bruddene paa rød-hvidbroget marmor. Dette medfører, at den hvide Furuli dolomitmarmor vistnok ikke er fuldt saa billig at bryde som Løvgaffmarmoren, men at produktionsudgiften dog fremdeles er temmelig lav. Jeg skulde saaledes formode, at blokkene herfra — frit leverede ved Fauske brygge og færdig tugtede (men ikke belastede med generaludgifter og oprenskningsomkostninger) — vil komme paa en del under femti kr. pr. m³. — Da marmoren er forholdsvis lidet opspaltet, kan man faa meget store blokke, gjerne af længde 4—5 m eller derover.

Den største ulempe ved denne dolomitmarmor er, som vi udførlig tidligere har omhandlet (s. 53—55, 70—72, 77, 82, 85—88), dens ikke saa solide struktur (se fig. 3, s. 54) og den heraf følgende høiere grad af porøsitet og betydelige forvitring nær dagen. Dette sidste medfører, at marmoren uden undtagelse er aldeles kassabel i de øverste m, nær dagen.

I midten af 1880-aarene paabegyndte man paa denne hvide dolomitmarmor en række brud paa strækningen mellem Tortenli- og Tveraa-gaardene (ved nordkanten af kartomraadet fig. 37); disse brud blev dog i slutten af 1880-aarene fuldstændig nedlagte, idet marmoren her viste sig at være altfor løs i kornet. — Ved en liden ort, som man her drev ind (med dynamit; i en liden synk allerinderst med kiling for haand) nær foden af marmorryggen, og som bragte ind et halvt snes m eller kanske lidt derover under dagskorpen, er det dog godtgjort, at marmoren blir noget bedre mod dybet.

Fra begyndelsen af 1890-aarene har man forlagt arbeidet paa denne hvide dolomitmarmor omkring 1.5 kilom. længere

mod syd (eller SSV), til et felt ved *Furulien* (se fotografierne s. 149, 151), hvor marmoren oppe i dagen var noget solidere end paa de fleste steder i partiet omkring Tortenli og Tveraa. Ved dette Furuli-brud, som hidtil har leveret hovedmassen af al den hvide marmor, som er kommet paa markedet fra Norge — noget hvid marmor skrev sig i aarene omkring 1890 ogsaa fra det senere nedlagte brud ved Hekkelstrand i Ofoten (s. 188) — havde man sommeren 1896 arbeidet sig ned til et dyb af 10—12 m under dagen. Paa flere steder har man i dette brud faaet upaaklagelig, solid vare, som man har kunnet benytte til skulpturarbejde (se fotografierne s. 70—71), og som ved maskinhøvling med skarpt hærdede meisler endog kan give gnist for staal (s. 67). Men ved siden heraf har man faaet store mængder af mindre solid og noget porøs sekunda-vare, som er lidet tjenlig, og som for en væsentdel del maa opføres som kassabel.

Som vi gjentagende tidligere i dette arbeide har fremholbt (s. 82, 87, 117, 146), bør man i sin almindelighed ved brud paa hvid dolomitmarmor aldeles kassere hele overflade-partiet, ned til 5 m eller derover, og maalet maa være ikke kun at komme 10, men helst 25—50 m ned under overfladen.

Hidtil har bedriften paa Fauskeidets dolomitmarmor været begrænset til partiet omkring Tortenli og Furuli; ogsaa længere mod nord (NNO), ved *Dypvik* og *Hammarfald*, hvor dolomitmarmor-laget stikker ud i *Sørfoldenfjorden*, har der været gjort lidt forsøgsminering, ved hvilket det har vist sig, at marmoren her er af vakker *crémegul* farvenuance. Da dolomitmarmoren her (analyse no. 6) gjorde indtryk af at være noget solidere i kornet lige oppe i dagskorpen, end tilfældet oftest er længere mod syd i det samme drag, vil jeg ikke unnlade at henlede opmærksomheden paa dette parti, ved Sørfolden.

Den marmor, som har faaet navnet „*antique veiné*“ eller til dagligt for kortheds skyld kun „*antique*“, er en *middels grovkornet kalkspatmarmor med stærkt krusede, graasorte schatteringer paa hvid bund*. Af denne marmor, som tidligere i dette arbeide ofte har været omtalt (se s. 37, 54, 79, 82, 86, 125),

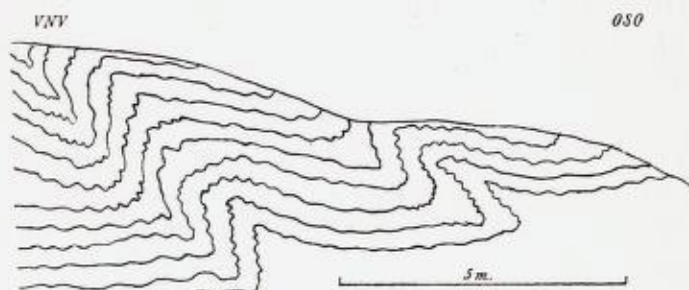
findes der ved Furuli (se kartskitsen fig. 37 og profilskitserne fig. 36, IV og 40) et ganske stort felt, paa hvilket man har anlagt brud (hidtil kun drevet med haand, ikke med maskine) 1—1.25 km. søndenfor Løvgaff-bruddet og det hvide Furuli-brud.

Antique-bruddet er kun et par m dybt, men alligevel er stenen — kalkspatmarmor — absolut fast og solid, og fuldt ud brugbar endog kun et par decimeter under dagskorpen.

Opspaltningen er her kanske lidt større end ved den hvide Furuli-marmor og i hvert fald noget større end ved Løvgaffen; dog heller ikke ved antique-bruddet generende i nogen stærkt fremtrædende grad.

Hvad der er særlig karakteristisk for denne marmor, og hvad der betegner dens eiendommelige natur, er de intense krusninger eller schatteringer, der, som illustreret ved hosstaa-

Fig. 40.



Profil over antique-veiné-bruddet ved Furuli, Fauske.

ende profil, kun er beroende paa meget voldsomme foldninger af lagene. De graasorte striber, som undertiden kan være et par cm. tykke, og som i enkelte partier næsten er ligesaa rigelig tilstede som den hvide bund, bestaar af ordinær kalkspatmarmor med en del skjæl af grafit (eller grafitoid) og af bituminøs substans; oftest fortøner denne graa farve sig gradvis over i den hvide bund.

Naar denne stærkt krusede marmor sages op i plader paa skraa mod akseretningerne for krusningerne, kan man faa frem det mest brogede virvar af schatteringer eller vatringer, og naar man saa igjen sætter symetrisk sammen to eller fire efter

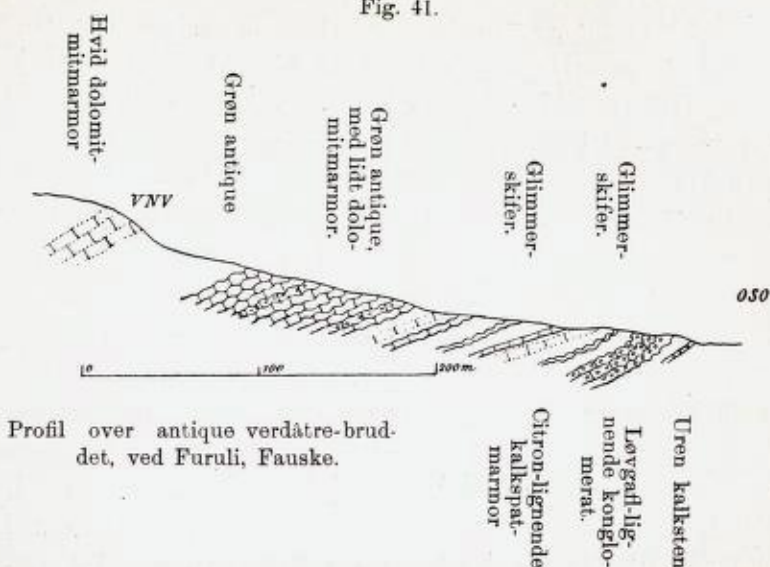
hinanden i blokken faldende plader (efter samme fremgangsmaade som ved mahogni-finér i indramninger), resulterer der høist eiendommelige mønstringer (som tigerskind, zebraskind, oksehorn osv. osv.). — Denne marmor, som i Kristiania bl. a. er benyttet i trappeopgangen i den nye logebygning, har allerede, baade inden arkitektkredse og hos det store publikum, vakt betydelig opmærksomhed; det er dog kun fra de stærkt krusede — og ikke fra de mere plan-bænkede — partier i bruddet, at man kan faa frem alle de rare tegninger.

Tilsvarende kruset marmor, af samme karakter som Furuli-antique, vil man ogsaa kunne finde paa andre steder i Nordland — noget lignende marmor er saaledes paavist lidt øst for Evenæs kirke i Ofoten og i Dunderlandsdalen; — derimod hører denne slags marmor til de allerstørste sjeldenheder i udlandet. — Noget analog marmor, sammensat symetrisk som i opgangen til den nye logebygning i Kristiania, har jeg saaledes i udlandet kun set paa et par steder, nemlig i Markusdomen i Venedig (bygget omkring det 8de eller 9de aarh.) og i den gamle mauriske moské (nu domkirke) i Cordova; krusningerne var dog beggesteds ikke i den grad iøinefaldende og eiendommelige som hos Furuli-antiquen. — Efter opgivende er tilsvarende kruset og aaret marmor ogsaa benyttet i vestibulen og trappeopgangen i det rigt udstyrede *Hôtel de ville* i den fransk-afrikanske by Oran, i Algier (se en notits i „Norsk teknisk tidsskrift“, 1896, s. 156).

Om denne nordlandske marmor saaledes ikke kan siges at være absolut unique, hører den dog til de store sjeldenheder.

Noget lignende marmor er den saakaldte „antique verdâtre“ (se s. 30, 38, 86) eller „grønne antique“, paa hvilken der er anlagt brud i Furulien, kun et par hundrede m fra det hvide Furuli-brud og fra Løvgaff-bruddet. — Om lagrækken her henvises til hosstaaende profilskitse: nederst, lige i myrkanten, lidt graa kalksten samt konglomerat, med temmelig meget rød kalkspat og hvid dolomitspat og saaledes dannende overgangsled mellem Øinæs-konglomerat og Løvgaff-marmor; derover et tyndt

Fig. 41.



Profil over antique verdâtre-bruddet, ved Furuli, Fauske.

skikt citron-marmor, med hvid dolomitmarmor; senere noget glimmerskifer, derover først den grønne antique, i ganske mægtigt lag og tilslut den hvide dolomitmarmor (fortsættelse af den hvide Furuli-marmor). — Naar marken blir mere afdækket end tilfældet nu er, vil man muligens kunne paavise endnu flere bergarter i profilet.

Den grønne antique, som ogsaa er noget kruset, dog paa langt nær ikke i samme grad som ved det ovenfor omtalte brud af den egentlige antique veiné, bestaar hovedsagelig af kalkspatmarmor; videre findes nogle linseformige smaalag af hvid dolomitmarmor; og endelig optræder en del glimmer, specielt *smaragdgrøn* kromglimmer (fuchsit, s. 30), — den sidste ofte i saa rigelig mængde, at stenen faar et istænk af vakker, ren smaragdgrøn tone.

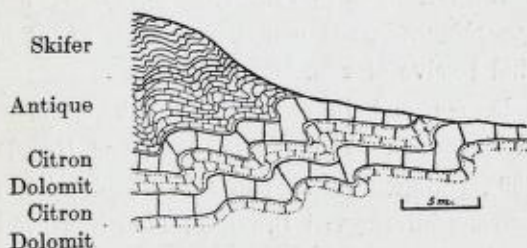
Ogsaa denne slags marmor kan man faa i meget store blokke, og da marmoren baade er vakker og af en eiendommelig karakter, vil den utvivlsomt faa en fremtid.

Den saakaldte „citron-marmor“ (se s. 19, 35, 41, 54, 76, 86 og 131) er en middels grovkornet, vakker citrongul og noget gjen-

nemskinnende kalkspatmarmor, paa hvilken man har anlagt et par mindre brud lige i kanten af Fauskemyren, mellem Løv-gaffen og antique-bruddet. I modsætning til, hvad der gjælder for de fleste øvrige marmorsorter i Nordland, danner citronmarmoren ikke kompakte, mægtige lag, men kun forholdsvis smale indleininger — paa lidt under eller lidt over 1 m (ordinære maximum 1.25 m), — vekselagrende med hvid, fingrynet dolomitmarmor, hvilken sidste her er temmelig rig paa glimmer (lysebrun magnesiaglimmer); desuden forefindes nogle glimmerrige skiferzoner.

Ved det sydligste af de to smaa brud er lagrækken (se hosstaaende profil, fig. 42): nederst dolomitmarmor; derover bæk

Fig. 42.



Profil over det sydligste af de to citron-brud ved Furulien i Fauske.

af citron; saa bæk af dolomitmarmor; paany en særskilt bæk af citron; derover en slags antique-marmor; saa først lidt skifer og endelig hovedmassen af det store antique-bælte (profil fig. 40).

Ved det nordligste af de to smaa-brud optræder et konglomerat (det samme som lige ved myrkanten i profil fig. 41) kun et snes m (delvis efter strøget) fra bruddet; citron-marmorens stratigrafiske afstand fra konglomeratet er saaledes kun en ubetydelighed.

Som illustreret ved profil fig. 42, er hele denne lagrække, bestaaende af vekslende bænke af dolomitmarmor og citronmarmor, hvilken sidste undertiden ogsaa har nogle rødlige partier, overalt stærkt foldet og kruset; derimod er marmoren i paafaldende grad fri for tver-opspaltning. Men da de enkelte citron-marmorbænke kun er en eller høist halvanden m mægtige,

og da man ved driften her selvfølgelig ogsaa maa medtage de mellemliggende bænke af dolomitmarmoren (som her er ubrugbar), ligger det i sagens natur, at det er vanskeligt, for ikke at sige umuligt, at faa meget store blokke, f. ex. af længde 5 m eller derover, og at vragprocenten blir meget høi; selve varen altsaa temmelig kostbar. Brydningen vil vistnok komme paa over hundrede kr. pr. m³, hvad dog er af underordnet betydning, idet denne citron-marmor betales med meget høie priser, paa 200—300 kr. pr. m³, muligens endog derover. Hertil kommer, at denne pragtfulde marmor fortrinsvis benyttes til finere forziringsbrug, saa den følgelig kan finde anvendelse selv i temmelig smaa blokke (paa f. ex. en eller et par kubikfod). — Det, som gjør, at denne marmor er saa høit skattet, er ikke alene den vakre, ren citrongule farve, men ogsaa, at marmoren er noget *gjennemskindende*, saa man har følelsen af, at man kan se et stykke ind i selve stenen.

Lignende, om end ikke fuldt identisk marmor er ogsaa paavist ved Kvandal i Skjærstad (s. 232), ved Horsdal i Gildeskaal (s. 239), muligens ogsaa paa andre steder i Nordland, og desuden i marmorfelterne ved Brandsæter og Naas ved Kornstadfjorden paa Nordmøre (paa sidstnævnte sted i grundfjeldet).

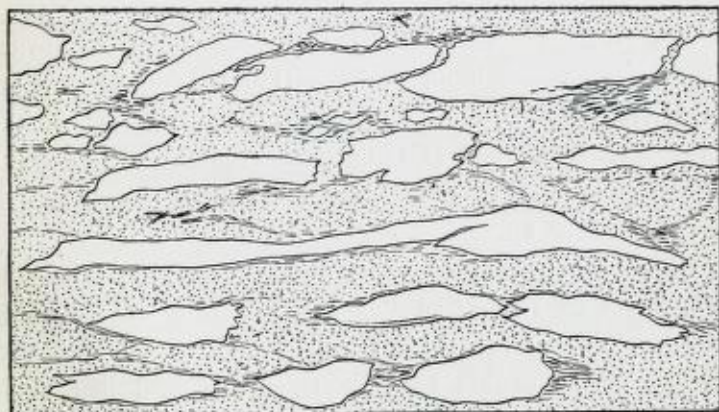
Løvgaffens rød-hvid-brogede marmor, som bestaar af rød, middels grovkornet kalkspatmarmor og hvid, finkornet dolomitmarmor i vekslende linseformige smaa-skikt, stikker frem næsten som en liden bastion lige i kanten af Fauskemyren (kart fig. 37). Denne eiendommelige marmor, som vi har omtalt paa talrige steder i det foregaaende (s. 16, 19, 30, 36—37, 40, 44, 73—75, 84, 126, 136, 148, 203, 206), danner et lag af længde (efter strøget) henimod 1 km og med mægtighed, saavidt hidtil kjendt, omkring 40 m eller lignende. Under denne marmor hviler hvid dolomitmarmor; i strøgets fortsættelse mod SSO kommer konglomerat med skifer, citron-marmor og dolomitmarmor, etsteds ogsaa med en antique verdâtre-marmor udviklet med lignende struktur som selve Løvgaff-marmoren og temmelig sikkert at opfatte som dennes stratigrafiske fortsættelse (se s. 206).

Fig. 43.



Brud paa rød-hvid-broget Løvgaff-marmor, i Fauske.
 (Fotografiet taget omkring 1890, før man var begyndt at drive med maskinarbejde).

Fig. 44.



Vertikalsnit, parallel strækningsretningen, af Løvgaff-marmoren.
 (Hvidt er dolomitmarmor; prikket er kalkspatmarmor, og streget er
 glimmer, mest grøn fuchsit, med lidt grøn hornblende.)

— Medens lagene lidt søndenfor Løvgafflen gjennemgaaende viser svage vestlige fald (mod VNV, se fig. 36, IV og fig. 41), møder vi ved Løvgafflen svagt østligt fald (10—15° mod OSO).

Om denne marmors eiendommelige karakter henvises til hosstaaende snit (fig. 44), som er skaaret vertikalt og parallelt med strækningsretningen (stregretningen); i snit lodret paa strækningsretningen tegner alle linserne sig meget kortere.

I teknisk henseende falder denne Løvgaff-marmor — eftersom forholdet mellem de røde (undertiden orange-gule) kalkspat-partier og de hvide dolomitpartier veksler, og videre eftersom tegningerne er udviklede paa den ene eller anden maade — i forskellige varieteter, som har faaet navne som „brèche rubané“ „gloire“ osv. — Denne marmor fliser sig ikke op efter lag, fladerne, og den er i ganske paafaldende grad fri for spring eller sprækker; eksempelvis kan saaledes nævnes, at jeg her sommeren 1895 under brydningen (se fotografi s. 148) med den belgiske taugsagning saa et omfaret parti af 10 m's længde, 6.5 m's bredde og 3.5 m's høide, — uden en eneste spræk og uden saa meget som en „glasslette“. Man kan her flersteds faa ud saa lange og store blokke, som man vil, gjerne søileemner af baade 5 og 10 m's længde. I regelen sætter man dog, af hensyn til besværlighederne ved transporten, saadanne lange søiler sammen af flere enkelte led.

Paa grund af denne frihed for opsprækning er Løvgaff-marmoren forholdsvis billig at drive (ved nogenlunde stor produktion vil brydningen neppe komme over 30 kr. pr. m³, blokken leveret paa stedet). — I et af de paabegyndte brud — dog ikke i hovedbruddet — holder marmoren lidt indleiet skifer, der selvfølgelig her øger vragprocenten.

Denne Løvgaff-marmor er, med sin paafaldende kombination af hvidt og rødt, med lidt grønt istænk, af unique karakter, og jeg har paa det europæiske marked ikke seet nogen marmor, som jeg skulde kunne sammenligne med den foreliggende. Mange synes godt om denne brogede veksler af farver, og dette medfører, at denne marmor vil faa nogen omsætning, — baade inden arkitekturen og møbelindustrien. Noget gene-

rende er, at den hvide dolomit ikke tager fuldt saa hurtig politur som den røde kalkspat (s. 73), saa man maa fortsætte poleringen lidt længere end ellers; det er dog allerede godtgjort, at dette for den her omhandlede marmor ikke er nogen ulempe af væsentlig betydning. — Noget særdeles stort marked kan Løvgaff-marmoren ikke paaregne, idet dertil er farvekombinationen altfor broget.

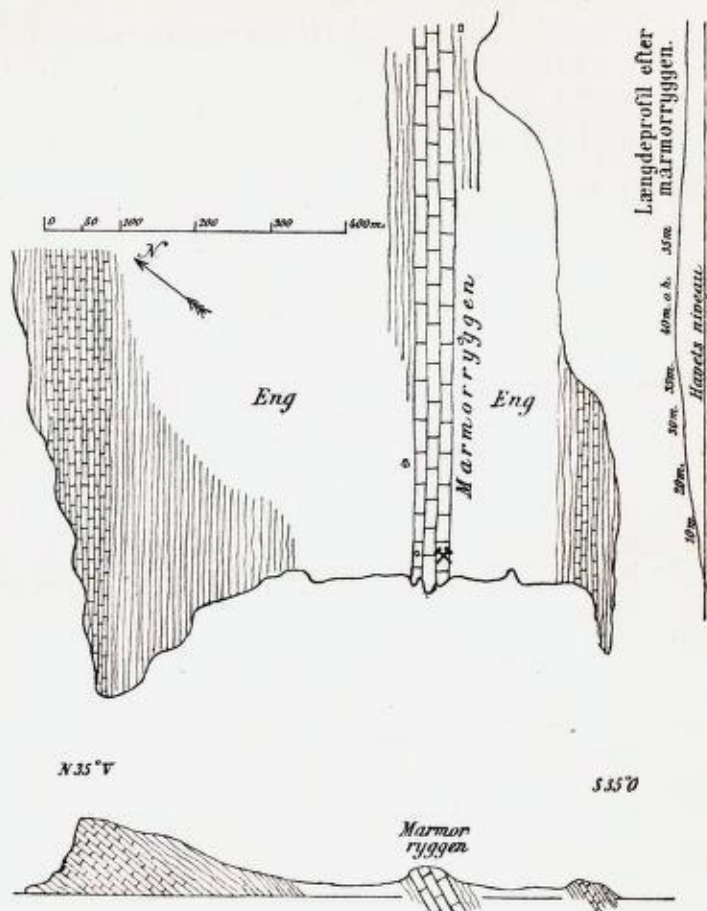
Marmor af samme geologiske karakter er ogsaa paatruffet ved Ballangen i Ofoten (s. 192) samt ved Kvandal i Skjærstad (s. 233), omkring 12 km søndenfor Løvgaffen.

Fra *Ydre Klungset* (profil fig. 36, V) skal omtales en eienommeligg rødfarvet marmorskifer, som bestaar af rød, undertiden orangegul kalkspatmarmor, i linseformige smaa-lag, med grøn glimmer (fuchsit) og chlorit. Denne marmor, som ligger omkring 1 km indenfor bunden af Klungsetbugten, vil kunne tiltrække sig en vis opmærksomhed paa grund af de livlige farver og den flammende struktur; drift er dog endnu ikke paabegyndt; kun har man foretaget nogle foreløbige undersøgelser med diamantboring. — Lagstillingen er svævende, undertiden omtrent horizontal.

Om *Øines-halvøen* og de sammesteds optrædende kalksten- og marmor-bergarter samt konglomerat („Øines-konglomerat“) henvises til mit tidligere arbejde „Saltens og Ranens“, s. 34—37; se ogsaa dette arbejde, s. 202, 209, og pl. 4, no. 10 og 11.

Leifsæt-feltet (4—5 km SSO for Fauske). — Paa Leifsæt-odden, hvor den herskende strøgetning er 035° N, med vekslende fald, fra 20° til 70° , mod sydost (S 35° O), møder vi nederst i lagrækken (lidt nord for omraadet af vor kartskitse) diverse skifere, med enkelte kalkstenbænke; derover mægtig kalksten, af tykkelse skjønsmæssig omkring 100 m (længst mod nordvest paa hosstaaende profil); saa forskjellige glimmer- og hornblendeskifere, med kalkglimmerskifer; dernæst selve *marmorlaget*, og over dette først lidt skifer og senere nogle kalkbænke, længst mod syd paa den hele odde; her har man i tidligere dage havt et lidet kalkbrud (her fundet udmærket vakker fuchsit; se s. 30).

Fig. 45.



Kart og profiler over Leifset-feltet.

Leifset-marmoren, der, som paa kartskiten er angivet, er fulgt i en længde af 650—700 m (længst mod nordost, ved Leifset-husene, dog i tildækket terrain), har i feltets sydvestre ende en horizontal bredde af 60—65 m og midlere fald omkring 40°; mægtigheden er altsaa her omkring 40 m. Længere mod nordost er faldvinkelen noget steilere, helt op til 70—80°, men da den horizontale bredde her syntes at være mindre, er mægtigheden omtrent den samme.

Leifset-marmoren er (som vi har omtalt paa mange steder i det foregaaende, s. 19, 30—31, 36—37, 40, 44, 75, 86, 124,

134 og 155) en *plademarmor* (kalkspatmarmor), bestaaende af vekslende smaa-lag af rød, gul, hvid og grønlig marmor, med en del glimmer paa plade- eller bænkesletterne. Hvert enkelt af de forskellige smaa-lag af ensfarvet marmor kan naa op til tykkelse af omkring 7—10 cm; oftest er de dog adskillig smalere, paa kun et par cm. Skjønmæssig er, i alle fald i bruddet lige ved fjorden, omkring den ene trediepart af marmorlagene af *rød* farve, med samme intensiv rosenrøde tone som f. ex. hos Løvgaff-marmoren (se s. 40 og 220); den anden trediepart er hvid og grønlig-hvid (den grønne farve tildels fremkaldt ved grøn glimmer), og den tredje trediepart er gul, tildels ganske stærk orangegul, og gulrød eller gulgrøn. Det hele billede er derfor i allerhøieste grad broget, og da farverne er rene, er totalindtrykket ganske imponerende.

Fig. 46.



Snit over plademarmoren fra Leifsæt.

(Feilskrift paa tegningen: 20 m, skal være 20 cm).

Som vi allerede tidligere har berørt, indeholder denne marmor jævnlig en del glimmer — grøn kromglimmer (eller fuchsit, se s. 30), brunsort biotit, desuden muscovit og lidt talk eller chlorit — samt noget fint fordelt kvarts; desuden mikroskopisk rutil og jernglans (se s. 29).

Paa grund af disse glimmerblade, som i enkelte lag er anholdede i ganske rigelig mængde, falder denne marmor i *plader*, af tykkelse fra 12—15 op til 30—35 cm; de fleste kan regnes at være 15—20 cm tykke.

Om marmorens strækningsretning — omkring 25° mod V 35° S — henvises til beskrivelse i „Salten og Ranen“ (s. 40).

Hele dette marmorlag er i paafaldende grad fri for tveropspløtning; fleresteds kan man saaledes faa plader af gjerne

10 eller 20 m's længde, o: saa lange, som man overhovedet kan ønske at tage dem. Driften paa denne marmor vil saaledes blive ganske overordentlig enkel; man behøver kun at skjære lagene over, f. ex. med den belgiske taugsag, i passende afstand, som 5 eller 10 m; videre sætte ind nogle minerhul til afløsning ved bunden af bruddet, og saa kan man brække ud plade for plade. — En ulempe er forøvrigt, at disse plader undertiden er lidt vindskjæve, beroende paa, at faldet er noget vekslende i de forskellige dele af feltet, og lidt rynkede paa overfladen; disse ujævnheder er dog oftest ganske forsvindende, paa en eller et par cm.

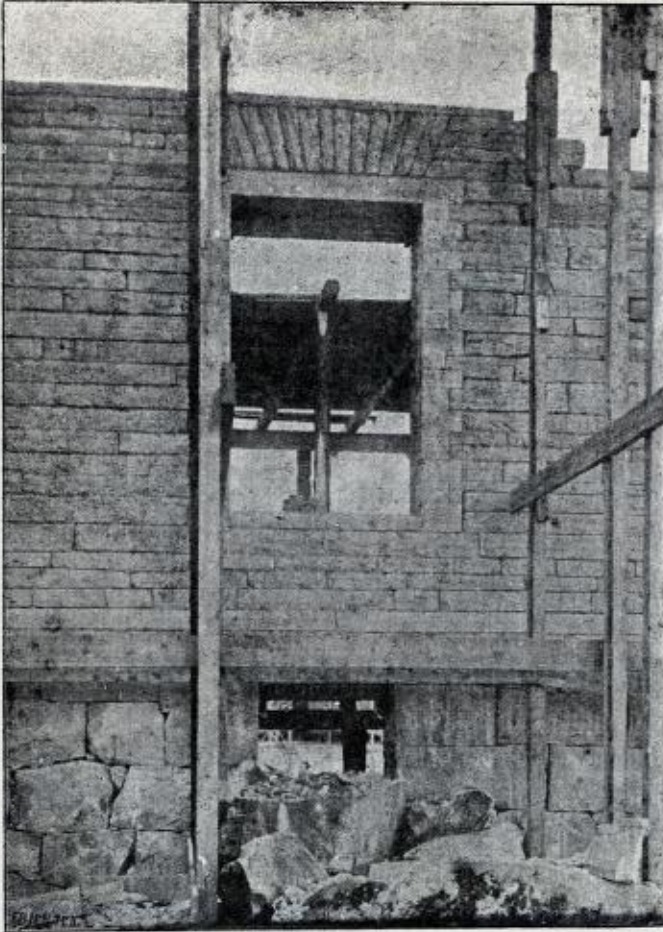
Denne eiendommelige, udmærket vakkert farvede plademarmor, hvor særlig den *røde* farve falder stærkt i øinene, kan man benytte paa forskjellig slags maade, navnlig til *gulvfliser* og til *muring af ydermur*.

Til gulvfliser er denne marmor — fra brud kun en eller halvanden m dybt, lige ved fjorden — benyttet i østskibet i Trondhjems domkirke (se s. 109); fliserne, som blev glatslebne (men ikke polerede), — og som blev skaarne med ganske svag vinkel mod lagningen, for at de forskjelligt farvede lag kunde komme frem som brogede flammer, — tager sig her udmærket godt ud; og den lille tilblanding af glimmer og kvarts har i praxis vist sig ikke at være det ringeste generende. I domkirken er den røde marmor ogsaa benyttet til ganske smaa og tynde forziringssoiler (saaledes rundt foden af prædikestolen).

Desuden kan denne marmor, som er aldeles fast i kornet lige oppe i dagen (se s. 86) og ikke det ringeste porøs, benyttes til muring („*engelsk muring*“, se s. 123—124), idet man lægger plade paa plade, med „busten“ — altsaa gjennemskjæringen gjennem de forskjelligt farvede lag — ud. Saaledes har man for en del aar siden benyttet Leifsæt-marmoren — simpelthen paa grund af dens prisbillighed — til fjøsmur (se fotografi s. 124) ved Leifsæt gaard, og for tiden er det paa bane at anvende denne samme Leifsæt-marmor til ydermur ved Bodø sindssygeasy¹⁾;

¹⁾ Vedtaget ved storthingsbeslutning 29de marts 1897 (umiddelbart før trykningen af dette ark).

Fig. 47.



Fotografi af prøvemur opført ved Bode sindssygeasyl af Leifsæt-marmor (grundmuren af gneisgranit; stillagerne ikke fjernede).

der er her foretaget en prøvemuring, som er gjengivet ved hestaaende fotografi. Marmoren tager sig forevrigt, paa grund af sin vakre lyse farve, meget bedre ud, end man skulde tro efter fotografiet.

Om brydningsprisen for denne marmors vedkommende henvises til s. 155.

Leifsæt-marmoren holder ofte lidt svovlkis, i ganske ørsmaa krystaller, der dog i regelen ligger saaledes indesluttede inde i

kalkspatkornene, at de er beskyttede mod oxydation (se s. 31). — Hist og her ser man dog ogsaa paa selve bænkefladerne en del kis, og disse partier bør ikke medtages ved brydningen.

Man har inden enkelte kredse frygtet for, at denne plademarmor ikke skulde kunne holde sig til bygningsbrug i fri luft, idet vand skulde opsuges langs skiktfugerne og saa ved frysning sprænge stenen itu. Denne frygt er dog efter min opfatning aldeles ubegrundet, hvad bedst fremgaar deraf, at skiktfugerne nu i aartusinder, eller rettere i aartitusinder, har staaet med vinkel $30-70^{\circ}$ mod overfladen, uden i sin almindelighed at være flisede op ved frosten. Dette er kun tilfælde et eneste sted, nemlig langs en tver-spalte, efter hvilken vandet har kunnet sive ind til siderne (se s. 86); men ellers er stenen ganske frisk og ikke itusprængt oppe i overfladen. — Ogsaa fra flere af vore gamle kirker har man erfaring for, at plademarmor ikke ødelægges af frosten; dette dog selvfølgelig kun under den forudsætning, at man lægger stenen med skiktningen horizontalt (se s. 104—108, 123).

Hvilke kvantiteter af marmor, man disponerer over ved Leifsæt, fremgaar ved følgende skitserede beregning:

feltets længde sætter vi til 600 m;

den midlere bredde til 50 m;

hoiden over havet er ved ryggens høieste punkt, ifølge nivallement, 40.5 m; og den midlere høide kan (lavt regnet) anslaaes til 20 m. — Kubikindholdet af marmorlaget, over havets niveau, skulde altsaa blive 600.000 m^3 ; heraf vil det dog, da det vil være meget ubekvemt at arbeide i et rendeformigt brud over den hele længde i niveau med fjorden, i praxis neppe lønne sig at udtage mere end f. ex. halvparten, og heraf igjen maa en del bortregnes som vrag. Som brugbar marmor vil saaledes det hele felt kunne producere et par hundrede tusind m^3 , hvilket vil være fuldstændig tilstrækkelig for meget lange tidsrum.

Lignende farvet plademarmor, med nogenlunde nøiagtig samme farvekombination og karakter som ved Leifsæt, er ogsaa kjendt paa adskillige andre steder i det nordlige Norge, nemlig:

ved Lavangenbugten, skraas over for Sandtorv (s. 195);

ved Tjeldebotn (s. 187) og Bø i Ballangen (s. 191), paa sydsiden af Ofotfjorden;

i den østre del af Engeløen, i Steigen (s. 200);

ved Midtbø i Saltdalen (s. 236);

ved Valle i Gildeskaal (s. 239); paa sidstnævnte sted er dog skiktfigurerne saa godt sammengroede, at pladerne her blir usædvanlig tykke; det samme gjælder ogsaa forekomsten ved Midtbø i Saltdalen.

Kvandalsfeltet. — Paa sydsiden af Skjærstadvjorden moder vi, lige ved gaarden Tjetnæs, et meget smukt hvælv af Øinæs-konglomerat (se profil pl. 4, no. 12), med overleiende kalk- eller marmorlag, der maa tilhøre samme niveau som ved Øinæs og Klungset.

Mod øst for Tjetnæs, henimod Kvandal, er lagene (skifere med konglomerat og kalksten eller marmor, som over og under Fauskeidets marmordrag) temmelig stærkt krusede og smaafoldede (med talrige glidplan, som ved Ørevand); lagstillingen synes i det hele og store af danne en skaal, som paa profilet (pl. 4, no. 12) antydet. Nærmere hen mod Kvandalsgaardene er faldet temmelig fladt (mod vest), nede ved fjorden kun omkring 10° ; høiere oppe i aasen noget steilere, oftest dog kun $20-35^{\circ}$.

Inden Kvandalsfeltet, hvor der er repræsenteret en hel række tildels meget smukke marmorsorter, er lagfølgen, i profil langs fjorden:

Nederst (altsaa længst mod øst i profilet langs fjorden, fig 48), forskjellige kalkstene med skifere; kalkstenene tildels meget mægtige;

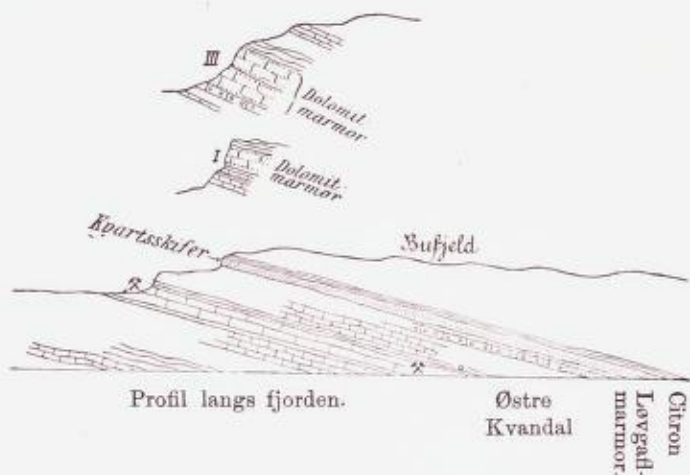
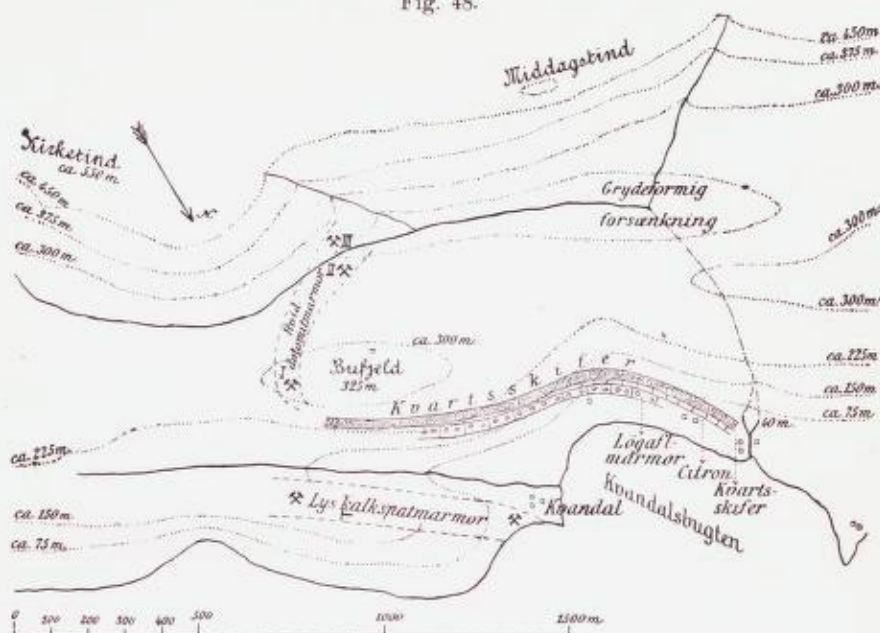
derover et særskildt lag, som følges fra fjorden, nogle faa skridt nedenfor østre Kvandal gaard, til langt op i lien, af *lys, temmelig grovkornig kalkspatmarmor, med graa schatteringer*;

saa lige ved østre Kvandal gaard noget skifer og kalksten;

derover en *rød-gul, Løvgast-lignende kalkspatmarmor*, samt enkelte lag af *citron-marmor*;

saa et lag af *kvartsskifer* (skjønsmæssig omkruiet et snes m mægtig), med nogle andre skifere;

Fig. 48.



Kart og profil over Kvandalsfeltet, i Skjærstad (Bufjeld og partiet vest for samme har jeg ikke besøgt).

og derover igjen (i Bufjeld) en meget mægtig række dels af urene kalkstene og dels af *diverse slags hvide og graa kalkspatmarmor-varieteter* (de sidstnævnte opdagede efter mit besøg paa stedet).

Høiere oppe i aasen, fra den østre ende af Bufjeld og over mod Ardalen¹⁾, optræder der ogsaa et lag af *hvid, temmelig fin-kornet dolomitmarmor*, ledsaget af *Løvgaft-marmor*. Denne dolomitmarmor ligger omtrent paa samme niveau som det ovenfor omtalte kvartsskifer-lag, — om over eller under fik jeg ved mit kortvarige besøg ikke anledning til at undersøge

Som det fremgaar af ovenstaaende, møder vi inden dette Kvandalsfelt i det hele og store de samme marmorvarieteter — om end med nogen anden udvikling — som ved Fauskeidets marmorlag, saaledes: hvid dolomitmarmor; citron; en slags Løvgaftmarmor; videre en hvid, graastribet kalkspatmarmor, i alle fald mineralogisk lignende Furulis antique; endelig forskjellige andre sorter. Dels i henhold til denne petrografiske analogi og dels paa grundlag af vore studier over lagstillingen (se kartet pl. 3) fremgaar, at i *Kvandalsfeltet er repræsenteret det samme geologiske niveau som ved Furuli, Løvgaften, Tortenli og Kvikkblak paa Fauskeidet.*

Udbredelsen af nogle af de vigtigste marmorarter ved Kvandal har jeg forsøgt, om end temmelig schematisk, at gengive paa den ledsagende kartskitse, som velvillig er bleven stillet til min disposition af herr ing. *E. A. Gude*. Om denne kartskitse maa det dog bemærkes, at høidekurverne er indtegnede efter et temmelig løst skjøn; videre, at jeg først efter mit besøg paa stedet fik anledning til at benytte kartskitzen, hvor saaledes alle observationer er indtegnet kun efter erindring og paa grundlag af nogle krokier i min notitsbog. Kartskitzen kan saaledes ikke gjøre fordring paa større nøiagtighed; alligevel vil den forhaabentlig kunne være tjenlig til en foreløbig orientation.

¹⁾ Denne dal er en høist eiendommelig, gryde- eller kraterformet forsænkning, i hvis dybeste punkt bækken falder ned i jorden, hvorefter bækken paany — efter at have banet sig vei langs efter uderoderede kalklag (se s. 144—145) — dukker op ret op for vestre Kvandalgaard. Bækken danner her et vandfald paa omkring 40 m's høide (efter opgivende ved lav vandføring beregnet til 30—40 hestekræfter).

Vi skal saa gaa over til at omtale de vigtigste hidtil kjendte marmorsorter i Kvandalsfeltet.

Lige nede ved fjordkanten optræder der, nær østre Kvandalsgaard, et lag af temmelig grovkornig kalkspatmarmor, af *hvid farve med talrige sorte schatteringer*. Denne marmor kan sammenlignes med Furlis antique veiné (se s. 215); der er dog den forskjel, at schatteringerne hos den sidstnævnte er krusede, hos Kvandalsmarmoren derimod retlinjede. Dette lag, som kan følges i alle fald over en halv, antagelig et par kilometer op i fjeldet (se kartet), har en mægtighed efter skjøn paa noget over 30 m; der er altsaa kolossale kvantiteter at tage af. — Marmoren er aldeles stærk i kornet lige oppe i dagen, hvad bl. a. fremgaar deraf, at man har kunnet benytte blokke, kun tagne et par dm. under dagfladen, af denne marmor til gravmonumenter, der viser sig at tage ypperlig politur. — Marmoren er ikke lovmæssig opspaltet, og der er anledning til at faa meget lange blokke; for tykkelsen derimod vil muligens nogle indleininger af graa, finkornige mellemlag i alle fald paa enkelte steder sætte en begrænsning; afstanden mellem disse mellemlag er dog oftest ganske stor (f. ex. 1 m), og ofte mangler mellemlagene fuldstændigt.

Man har her (efter mit besøg paa stedet) aabnet brud lige nede ved fjordkanten, saa man kan laste marmor direkte fra bruddet. Videre har man ogsaa mineret paa et par steder lidt høiere oppe i aasen; etsteds her udmærker marmoren sig ved en næsten snehvid farve, kun med forholdsvis faa graa schatteringer.

Noget lignende marmor, dog med mindre hvidt og mere graat, videre ogsaa med krusede schatteringer, har man (efter mit besøg paa stedet) paavist oppe i Kvandalsfeltet, efter opgivende oppe i Bufjeldet; her optræder desuden en mere ensfarvet, graa marmor, af lidt mørkere tone end Ballangen-marmoren („gris“), samt en *lys, næsten aldeles hvid*, noget grovkornet marmor (kalkspatmarmor), som er udmærket vakker.

Umiddelbart under den ovenfor omtalte kvartsskifer forefindes der, i nærheden af husene ved bunden af Kvandalsbugten, et lag af *citron-marmor*, af næsten neiagtig samme karakter som

ved de ovenfor omtalte saakaldte citron-brud ved Furuli, og ligesom her kun optrædende i forholdsvis lidt mægtige bænke.

Strax under dette citron-lag forekommer der, indenfor bunden af Kvandalsbugten, en meget intimt finstribet veksling af rød kalkspatmarmor og hvid dolomitmarmor, — altsaa en bergart, som i alle fald mineralogisk og geologisk har en vis lighed med Fauskeidets Løvgafl-marmor. Og lige under det lange kvartsskiferlag, i aasen ret op for østre Kvandal gaard, møder vi en anden variant af Løvgafl-marmoren, med *meget store* boller eller linser af rød og gul kalkspatmarmor, men her uden dolomitmarmor; i de midtre dele er disse store boller af citrongul eller orangegul farve, mod kanten eller bræmmen derimod er farven rosenrød. Denne eiendommelige marmor vil utvilsomt tage sig udmærket godt ud, hvor der handles om meget store flader, f. ex. vægbeklædning eller tykke og lange søiler. Noget sikker dom om denne marmor kan dog endnu ikke fældes, da hele dette felt ikke er tilstrækkelig undersøgt; paa de fleste steder er laget saa mosgroet, at det er umuligt at se noget, og ved mit besøg var her endnu kun sat et enkelt minerskud.

Den marmorsort, som i Kvandalsfeltet først tiltrak sig opmærksomheden, var en *hvid, middels finkornet dolomitmarmor*, der allerede i slutten af 1880-aarene blev undersøgt ved forskellige smaabrud.

I den nordre del (ved brud I) er dette dolomitmarmor-lag temmelig smalt, paa et snes m eller lignende; længere mod syd, nede i Ardalen (ved brud II og III), er mægtigheden betydelig større. Her møder vi ogsaa et særskilt lag af Løvgafl-marmor, antagelig fortsættelse af det samme lag, som vi tidligere har omtalt fra partiet nær Kvandalsgaardene.

Denne hvide Kvandalens dolomitmarmor er noget mere finkornig end den tilsvarende hvide marmor fra Tortenli og Furuli; en ulempe er, at marmoren jævnlig holder lidt glimmer og lidt straalsten, og at den undertiden er noget graaspættet (et enkelt sted ogsaa med rødlig spætter); videre er denne marmor i de tre eller fire brud, som her er anlagt, temmelig stærkt opspaltet, saavel efter bænkefladerne som efter et lovmæssigt dobbeltsæt-

system (se 132, 134), lodret paa bænkefladerne¹⁾. Af denne grund vil det i alle fald paa de steder, hvor man hidtil her har forsøgt sig, være vanskeligt at faa tilstrækkelig store blokke.

Foruden de ovennævnte varieteter, hvoraf i alle fald enkelte, navnlig de lyse sorter kalkspatmarmor, maa tillægges stor betydning, findes der vistnok i dette store, men hidtil lidet undersøgte felt endnu flere kvaliteter; et indgaaende studium, helst støttet til geologisk detail-kartlægning, vilde være meget ønskeligt.

Ved *Kvænflauet*, lidt SO for Leifset og lige ved Saltdalsfjorden, ligger de mægtige karbonatlag i svagt bølgende lagstilling (pl. 4, no. 10), som danner en næsten lodret styrting, af et par hundrede m's høide. Hovedmassen her er graa, uren kalksten og diverse graa marmorsorter; paa enkelte steder ser man indleiet lidt rødlig plademarmor samt hvid, middels finkornet dolomitmarmor, paa hvilken sidste der (i midten af 1880-aarene) blev drevet lidt prøvebrydning (inde i en grotte; herfra bl. a. taget en dolomitmarmor-blok, som billedhugger *Skeibrok* huggede en buste af).

Endnu lidt længere inde i fjorden ligger *Setsaa*, hvor man (i midten af 1890-aarene) har foretaget nogen prøvebrydning paa graahvid, middels grovkornet kalkspatmarmor, af nogenlunde samme karakter som i brud lige ved Kvandalstranden (s. 232). — Lagtykkelsen ved *Setsaa* er overordentlig stor; fleresteds har man dog at kjæmpe med den ulempe, at der i enkelte lag optræder en del glimmer. — Disse sidste partier stikker frem i takker, undertiden af en fods høide, medens selve marmoren er dybt eroderet; og alle slags „Karrenfelder“ og eiendommelige erosionsfenomener hører her til dagens orden.

Saltdalen. Ved bunden af Saltdalsfjorden (se kartet, pl. 3) og i hele den nordre del af Saltdalen hersker vore vanlige glimmerskifere med kalksten- og marmorbergarter; strøget er nogen-

¹⁾ Bruddene er drevne med dynamit, saa der — ved siden af de naturlige spalter — her ogsaa er en vrimmel af dynamit-sprækker.

lunde konstant NNO, og faldet er i alle fald i hele partiet omkring Rognan mod øst (ONO, oftest med temmelig steile faldvinkler).

Ved *Saksenvik*, som ligger et par km fra Rognan, paa østsiden af fjorden, har man — kun omkring $\frac{1}{4}$ km fra lasteplads — anlagt et lidet brud paa middels grovkornet, graasort (kalkspat-)marmor, som poleret tager sig ud næsten som *sort marmor* (s. 37). — Strøgetningen er NNO (mellem $N 20^{\circ} O$ og $N 25^{\circ} O$) faldet 75° mod øst; leiets, som kan følges i alle fald i over 1 km's længde, har fleresteds en mægtighed af 50—100 m; man har alt-saa overflødig tilgang paa material; beliggenheden er fortrinlig (lige ved havn, tilmed næsten lige ved et mindre vandfald), og marmoren er, at dømme efter det paabegyndte brud, ikke generet ved nogen lovmæssig tver-opspaltning.

Den mørkegraa farve skriver sig fra, at marmoren er stærkt opblandet med kulholdig substans, hvilken ogsaa giver sig tilkjende derved, at marmoren lugter stærkt ved slag. — Inde i denne mørke grundmasse ligger hist og her nogle hvide (kalkspat-)striber.

Paa poleret flade er denne marmor sort, dog med enkelte hvide spætter og aarer.

Tilsvarende sort marmor vil man vistnok ogsaa kunne træffe paa andre steder i Nordland, og videre kan man levere en lignende sort marmor fra enkelte oversiluriske lag i Kristianiafeltet, saaledes lige ved Brevig (Eidangerfjorden).

Disse vore sorte norske marmorsorter er nogenlunde værdifulde og kan paaregne endel omsætning, om de vistnok ikke med hensyn til kulsort karakter fuldt ud kan maale sig med den bekjendte belgiske „noir“.

Lidt udenfor Saksenvik begynder de mægtige kalksten- og marmorlag, som fortsætter ud mod Setsaa og Kvænflaet (og herfra videre til Nedrevand).

Fra Rognan ud vestsiden af fjorden har vi ligeledes mægtig, oftest uren kalksten eller marmor, med en del skiferindleining; strøg $N 25^{\circ} O$ og fald oftest $60-75^{\circ}$ øst. — I dalen omkring eller kanske lidt over 1 km indenfor bugten ved Vik optræder hvidgul, finkornet dolomitmarmor, som er fliset og smuldrende i dagen og med en del glimmer og straalsten, og

som — trods den vakre farve — ikke syntes mig at fortjene nogen større opmærksomhed.

Lignende u. en kalksten, med indleininger af fingrynet, jævnlign ogsaa skifrig dolomitmarmor, anstaar ogsaa paa vestsiden af selve Saltdalen, ved Næsby nogle faa km søndenfor Rognan.

Endnu længere syd i dalen, fremdeles paa vestsiden af samme og nogle km sydvest (eller vest) for gaarden Midtbø (skjønsmæssig 7—8 km fra Rognan) optræder et mægtigt leie af rød Leifsæt-lignende plademarmor (se s. 223—229), med temmelig meget af den røde farveblanding og forøvrigt i teknisk henseende af stor lighed med Valle-forekomsten i Gildeskaal, men beliggende saavidt langt fra havn, at den for tiden ikke kan optage konkurrancen f. ex med Leifsæt-bruddene, som ligger næsten lige ved lastebrygge.

Ogsaa paa talrige øvrige steder i Saltdalen findes marmor, som jeg dog ikke fik tid til at besøge, men af hvilke jeg tildels har seet prøver. — Om disse har jeg anmærket:

Fra Os, hvid og sølvgraa;

fra Saltnæs, lignende Saksenvik-marmoren, men lysere;

fra Hals, som ved Vik;

fra Langset, som ved Setsaa;

fra Pothus og Evensgaard, flammet og lysegul.

Fra Vestvand i *Misvær* søndenfor Skjærstad kirke har jeg seet prøve af en næsten smaragdgrøn, noget finkornet kalkspatmarmor, hvor den grønne farve skyldes et fint netværk af lysegrøn straalsten; leiet skal efter opgivende ligge $\frac{1}{2}$ mil fra bunden af fjorden og være 2 m mægtigt.

Fra Misvær-fjorden har jeg ogsaa seet prøve af en ganske lys graa gneisgranit.

Fra *Beiern*, hvilket herred jeg ikke har havt anledning til at besøge, har jeg seet nogle prøver af *hvid kalkspatmarmor*, temmelig sikkert kontaktmarmor langs gabbro (eller uralitnorit, se s. 176). — Efter opgivende skal hvid marmor ogsaa findes i Beiern et par mil oppe i landet.

Gildeskaal. Ogsaa her optræder vor marmor-etage, nemlig i et langt drag fra den vestre fod af Sandhornet og Arnø-

øerne i nord, forbi Gildeskaal kirke og Indyr til Jelstad og Valle i syd; antagelig endnu længere sydover. Strøget er omkring N—S og faldet oftest, saaledes som angivet paa de efterfølgende profilskitser (fig. 50), fra $15-45^{\circ}$ mod øst; undtagelsesvis, saaledes paa nordsiden af Indyrbugten, møder vi dog ogsaa næsten

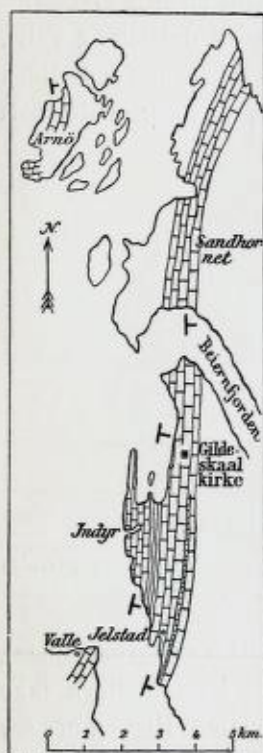


Fig 49.

Kartskitse over Gildeskaal, i maalestok 1:200.000 (det prikkede lag, vest for Jelstad, er kvartsit). (Det topografiske grundlag er udarbejdet efter de tildels urigtige konturer paa det gamle søkart; det geologiske indtegnede under et par dages ophold i distriktet).

vertikal lagstilling, og skiktbygningen er ikke saa enkel og monoton, som man kunde tro efter de to profiler.

Som paa saa mange andre steder i Nordland, saaledes f. ex. paa Fauskeidet og ved Kvandal i Salten, ved Ballangen i Ofoten, ved Røsaen i Sørranen og ved Mikkeljordet i Hatfjelddalen, ledsages ogsaa i Gildeskaal-feltet de mægtige karbonatlag af nogle skikt af *kvartsit*, ved Vaage ogsaa af konglomerat, — altsaa af deciderede kyst- eller strand-afleininger; dette har ledet min tanke i den retning, at ogsaa kalksten- eller marmorlagene i alle

fald for en væsentlig del er afsatte paa grundt vand (se herom „Salten og Ranen“, s. 63—64, 212).

I det mægtige kalksten- eller marmordrag i Gildeskaal er urene og lidet anseelige krystalline kalkstene forherskende; undtagelsesvis møder vi dog ogsaa vakker marmor, og navnlig skal vi omtale en *lysegraa, leilighedsvis næsten hvid, middels grovkornet kalkspatmarmor*, som optræder baade ved Indyr, Jelstad og Valle.

Farvetonen er hos denne marmor noget vekslende, undertiden næsten ren hvid, dog med markeret graalig nuance; andetsteds

Fig 50.

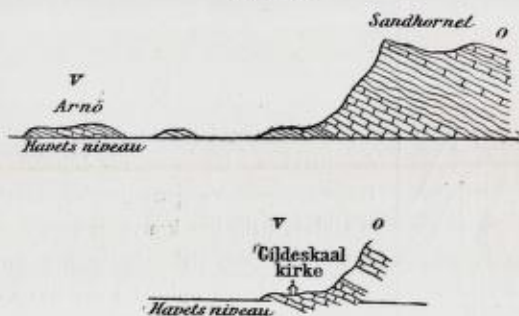


Fig. a over Søndre Arnø og videre øst over Sandhornet; fig. b over Gildeskaal kirke. Maalestok for længden 1:100 000.

hvid med mere grønlig eller blaalig graa nuance (isgrøn, isblaa), atter igjen noget mørkere graa („gris“), dog i totalindtryk ikke mørkere end den vanlige carrariske blanc clair. Hist og her ser man i denne marmor en del fremmed mineral, nemlig kvarts, straalsten og glimmer, videre grafit og svovlkis; man kan dog fleresteds ogsaa paavise partier, hvor disse fremmede mineraler ikke er saa rigelig tilstede, at de er generende. — Denne marmor optræder baade ved Indyr, Jelstad og Valle i ganske tykke bænke, — saavidt jeg kunde se uden nogen lovmæssig tveropspaltning. — Disse grovkrystalline, lyse marmorsorter har hidtil været temmelig lidet paaagtede — indtil mit besøg sommeren 1896 var her kun sat et par minerskud, — men de fortjener efter min opfatning ganske stor opmærksomhed. Kvantitativt udgjør de vistnok kun en liden brøkdæl af det hele kalksten-

eller marmordrag, men de har i alle fald saavidt stor udbredelse, at der er nok til brud.

Over den lyse marmor ved Valle følger først noget skifer og derover et lag (med mægtighed, efter bestemmelse i den til-dækkede mark, paa 10—20 m; faldvinkel 15") af en slags Leif-sæt-marmor (se s. 229), bestaaende af vekslende røde og gule (oran-gegule, citrongule) smaalag, med grøn kromglimmer, som ved Leifsæt, men med den forskjel, at lagene ikke deler sig op i saa tynde plader som der.

Over dette lag hviler nogle konglomeratbænke, og derover igjen følger en slags antique-marmor.

Fra Horsdal kan nævnes nogle tynde lag af en citrongul kalkspatmarmor, af nogen lighed med Fauskeidets citron.

Paa *Søndre Arne* optræder — foruden forskellige kalkspat-marmor-sorter — ogsaa en *hvid, temmelig finkornet dolomitmarmor*, som ligger med fladt fald, paa kun 15—25°; paa flere steder for-urenset med straalsten og kvarts; atter andetsteds — i et felt af skjønsmæssig $\frac{1}{4}$ kilom. længde og bredde — er dolomitmarmoren tilsyneladende ganske fri for forurensning af fremmed mineral, og marmoren tilmed her oppe i dagen saa solid i kornet, som kun rent undtagelsesvis ellers i Nordland; hist og her observeres skuringsstriber (retning V 10° N) paa dolomitmarmorens overflade. Som det jævnlig er tilfælde i Nordland, har denne dolomitmarmor ogsaa paa Arne en *crémegul* tone. — En ulempe er, at fjelde i alle fald oppe i dagen er temmelig stærkt opspaltet, efter et vertikalt system af NNO-lig retning; endvidere, at terrainet „strandfladen“ er lavt og fladt, saa man i tilfælde ved brud maatte gaa paa dybet, efter amerikansk mønster.

Fra gaarden **Segelfor i Rødo**, paa nordsiden af Tjong-fjorden, har jeg seet en del prøver af *aldeles ren hvid kalkspat-marmor* (ligesaa ren hvid som Carraras statuario), med en høist karakteristisk „skriftgranit-mæssig“ struktur, som er beskrevet og afbildet s. 56 og 57. — De prøver, der har været mig forevist af denne marmor, har været fri for fremmed mineral. — Marmoren, som tager en ypperlig politur, og som er temmelig gjenne-sig-

tig (i mindst ligesaa høi grad som Fauskeidets citron, se s. 76), er — paa grund af den fingerformigt forgrenede struktur — usædvanlig stærk i kornet.

Denne vakre hvide kalkspatmarmor, med sin — saavidt hidtil kjendt — unique struktur, vil, dersom den, saaledes som det paastaaes, kan leveres i *store* blokke, egne sig fortrinlig til arkitektonisk brug; i hvert fald fortjener dette felt, som først er fundet i den allersidste tid, *meget indgaaende undersøgelse*; og Segelfor-feltet, som jeg desværre ikke har havt anledning til at besøge, kan nævnes som en af de forhaabningsfulde forekomster af hvid kalkspatmarmor i vort land (cfr. opregningen s. 42).

Ved siden af denne hvide kalkspatmarmor forekommer her ogsaa forskjellige lysegraa varieteter.

Efter opgivende danner „hovedfeltet, hvoraf halvdelen bestaar af aldeles hvid marmor, en høi aas lige ved lasteplads, og marmoren gaar her tvært over eller gennem aasen i en bredde af ca. 150 m og en længde af ca. 500 m; aasens høide antagelig 40—60 m.“

Ogsaa paa gaardene Tjong og Kila i Rødø findes marmor.

R a n e n .

Vedrørende **Nordranen** (Mo, med Dunderlandsdalen) henvises til mine tidligere fremstillinger i „Salten og Ranen“ (1890) og „Dunderlandsdalens jernmalmfelt“ (1894), i hvilke arbeider man vil finde kartskitser over de overordentlig mægtige kalklag ved Langvand, i Rødvasdalen og i selve Dunderlandsdalen. Her gaar mægtigheden, som vi tidligere (s. 129, 164) har omtalt, lokalt (ved Dunderland gaard) endog op til 1000 à 1050 m; tilsvarende betydelig mægtighed forefinder vi ogsaa i Prugeldalen, hvor kalkstenen, paa samme maade som i Dunderlandsdalen og i Beiern, er afsat med særskilt farve paa *Keilhaus* kart i „Gæa norvegica“. — Disse kalklag i Dunderlandsdalen er i regelen graa, urene og høist unanseelige; undtagelsesvis møder man dog ogsaa, saaledes fleresteds i selve Dunderlands-

dalen, noget mere værdifulde sorter, som viser en vis lighed med den „schlesiske“ marmor („gris“) og med Fauskes antique. Og meget høit oppe i Dunderlandsdalen, mindst 55 eller 60 km fra Mo, optræder hvid dolomitmarmor, saaledes ved Rundtudalen ved Bjeldaanæs, ved Valden ved Randal og ved Krokstrand; videre ved Taperskaret i Prugeldalen (se herom s. 164).

Mellem Mo (i bunden af Ranenfjorden) og Fineidfjorden (Hemnæs) forekommer der mægtige kalk- eller marmorlag paa flere steder, saaledes ved Sjaanæs, Dalsbygden, Hesjevig og Skamdalen; navnlig kan mærkes et stort felt paa østsiden af Fineidfjordens munding (se kartskitsen pl. 5), med fortsættelse til de to sidstnævnte gaarde.

Sørranen (Hemnæs) (se kartskitse, pl. 5). Idet vi ogsaa om Sørranen henviser til mit tidligere arbejde „Salten og Ranen“ (s. 112—118), skal vi her indskrænke os til kun at omhandle følgende af mig noget nærmere undersøgte kalksten- og marmor-felter; nemlig:

det store drag fra Loktvand over til Elvsfjorden og videre paa begge sider af denne fjord, med brud paa *hvid dolomitmarmor* ved Seljeli samt med indleiet jernmalm;

den *himmelblaa Vedaa-marmor*;

den *lyse kalkspatmarmor* ved Røsa og Mula i Sørfjorden.

Paa begge sider af *Elvsfjorden* — i vest *Fuglestrand* og i øst *Seljeli* — samt i fortsættelsen sydover af Elvsfjordens forsænkning, nemlig langs efter skaret over til *Loktvand* (se s. 163), strækker der sig i omkring 3 km bredde et mægtigt kalksten- og marmor-drag, der her, paa samme maade som saa ofte ellers i Nordland (se s 171—174), ledsages af sedimentære *jernmalforekomster*.

Saaledes møder vi i *Fuglestrandsfeltet* (se profil fig. 27, s. 173) en 200—300 m mægtig zone af epidot-, hornblende- og granatskifer, som er fulgt i flere, omkring 5 km's længde, og som næsten konstant holder noget indsprængt magnetit eller jernglans; desuden findes her ogsaa fleresteds nogle indleininger af jernmalm, dels af jernglans med kvarts, granat, epidot og augit, og dels af magnetit

og hornblende; de sidste slags lag er nærmest kun at opfatte som magnetitrig hornblendeskifer. Efter en række analyser holder selve jernmalmen fra Fuglestrandsfeltet oftest 40—45 eller 42—45 % jern; blot et faatal prøver er saa rige som 50—52 %. Disse sidste, nogenlunde rige malmpartier er temmelig smale, og det hele felt er i udpræget grad gennemsværmet af granitgange eller endog af smaa granitfelter, som stadig afskærer og forkaster malmen.

Ved *Seljeli* optræder lige ned ved Elvsfjorden, kun en halv eller en km udenfor bunden af fjorden, et leie af *jernglimmerskifer*, der er blotlagt ved et lidet brud (profil fig. 28 b, s. 173), kun et snes eller et halvt hundrede m fra fjordkanten. Jernglimmerskiferen, som her er udviklet temmelig nøiagtig efter den vanlige Dunderland-type, er i dette brud 17 m mægtig (deraf forøvrigt de øverste 5 m yderst fattig); ved siden optræder glimmerskifer indsprængt med jernglans; etsteds ogsaa jernglans i uren kalksten.

Op aasen fortsætter leiet, om end tildels med aftagende mægtighed, i flere hundrede m's længde. — I geologisk henseende er dette felt interessant derved, at det optræder i næsten umiddelbar kontakt med hvid dolomitmarmor; ved det i midten af 1880-aarene drevne *Seljeli* marmorbrud (fig. 28 a) er der saaledes kun et skifer-mellemlag paa 6 m mellem jernmalm-niveaue og dolomitmarmoren.

Endnu længere indover i marken har man fremdeles jernglimmerskifer, i omegnen af Hæggeli.

I det store kalksten- og marmordrag fra Loktvand over til Elvsfjorden og videre paa begge sider ud fjorden er det *graa, urene og bituminøse kalkstene*, som er forherskende; undertiden møder man ogsaa, som f. ex. fleresteds ved Loktvand, en lys, grafitførende kalksten eller marmor; og ved *Seljeli* optræder der et særskilt lag af *hvid dolomitmarmor* (analyse no. 10), af udmærket vakker farve og forholdsvis stærk i kornet, men desværre oftest — om end ikke overalt — fuld af ganske store krystaller (∞ P. ∞ P ∞ . ∞ P ∞) af lys straalsten (grammatit). Ved det øvre, i midten af 1880-aarene drevne brud (omkring 200 m

over havet og ikke fuldt en km SO for Seljeli-gaarden) er marmoren, som her er af aldeles snehvid farve og med temmelig fint korn, saa jævnt og intimt spækket med grammatit-krystaller, at det ikke lykkedes mig at slaa et eneste haandstykke fri for dette mineral, som paa poleret flade tegner sig som stygge flekker, der efter en stunds forløb blir aldeles skidne (paa grund af indsuget støv). — Længere nede i en myr, lidt nordenfor det egentlige brud, er derimod marmoren partivis fri for denne høist generende forurening.

Ved det øvre brud er mægtigheden af den hvide dolomitmarmor med rundt tal et par hundrede m; lige nede ved fjorden (fig. 28 b), nogle faa skridt nordenfor det nys omtalte 17 m mægtige jernglimmerskifer-lag, er mægtigheden derimod meget mindre, kun mellem et snes og et halvt hundrede m. Enkelte partier af dolomitmarmoren er her uden tilblandet grammatit, og da marmoren er ganske vakker — dels hvid og dels lysegul, — kan der være en mulighed for drift; en ulempe er den ringe mægtighed og den udprægede bænknning.

Lige ved siden af denne dolomitmarmor møder vi først den vanlige, urene kalksten og derpaa glimmerskifer med *granat* og *staurolith*¹⁾ (!), hvilken skifer man har forsøgt at anvende som *kværnsten*.

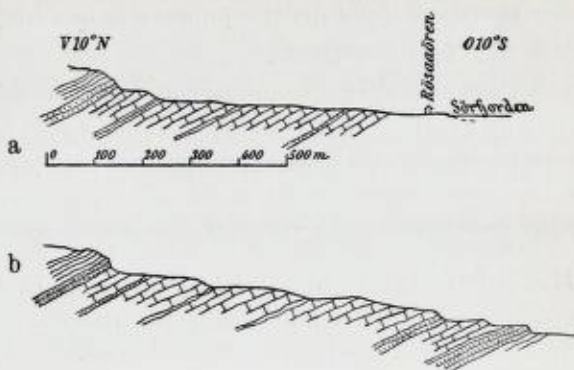
Ved *Vedaa*, lidt over en km vest for bunden af Lervikbugten, optræder en allerede tidligere, under afsnittet om den blaa farve (s. 39—40) omtalt forekomst af *grovkrystallinsk kalkspatmarmor* af dyb *himmelblaa farve, der dog taber sig fuldstændig ved at ligge nogle faa aar i luften*. Dette marmorlag, som er omkring 30—40 m mægtigt, optræder som indleining i gneisbergarter (oiegneis, graa gneis, hornblendegneis osv.) og er desuden gjenomsat af en hel del pegmatitiske granitgange; metamorfosen maa folgelig her have været ganske overordentlig stærk, og hermed

¹⁾ Glimmerskifer med staurolith er ogsaa fundet fleresteds ellers i Nordland, saaledes ved Hammarfald i Sørfolden; ifølge *Corneliussen* nær Hellesvik, foden af De Syv Søstre, Alstenoen; mellem Nordnæs og Rusaanæs, Saltdalen; paa østsiden af Rekvand i Sagvaddalen, Hammerø; videre ifølge *L. v. Buch* ved Alteidet i Alten.

staar vel ogsaa i forbindelse saavel den yderst *grovkrystalline* struktur¹⁾ som omdannelsen af en del af kalkstensens oprindelige, bituminøse substans til en organisk, farvende forbindelse. Samtidig kan ogsaa paapeges, at Vedaa-marmoren i enkelte lag fører lidt grafit, og at den tildels lugter noget ved slag (af en organisk forbindelse, se s. 33).

Ved *Røsa* og *Mula* (*Røsaåren*) (lige ved munden af Røsaen, Røsvandets store elv) optræder nederst i lagrækken, lidt ind for Røsa gaard (profil fig. 51 b), først diverse glimmerskifer og fylliter, saa et ganske mægtigt lag af tyndskifrig kvartsskifer; derefter uren kalksten med paany noget kvartsskifer, og saa det egentlige *marmorlag* — middels *grovkrystallinsk kalkspatmarmor*, hvori paa flere steder er indleiet lidt skifer; endelig over marmoren igjen kvartsskifer og gneisbergarter.

Fig. 51.



Profil over Røsaens marmorfelt; a over gaarden Røsaåren og Mula; b to km længere mod syd over Røsa.

Ved Røsaåren eller Mula (profil fig. a) maales marmorlagets horizontale bredde til 550 m; faldvinkelen er i middel omkring 30"; den synbare mægtighed altsaa 270 m; medtages ogsaa de marmor- og kalkstenlag, som er synbare i profil fig b, men ikke i fig. a, kommer man op i mægtighed af 350 m eller kanske 400 m.

¹⁾ Ogsaa den blaa marmor fra Aspaas i Velfjorden udmærker sig ved en temmelig *grovkrystallin* karakter.

Mægtigheden er saaledes overflødig stor; beliggenheden er fortrinlig; marmoren er stærk i kornet; og farven er ganske vakker, nemlig hvid med svag graalig tone, — men der er den store ulempe, at de allerfleste bænke fører temmelig meget *straalsten*, dels i separate smaaskikt og dels i knipper og bundter; desuden finder vi ofte ogsaa lidt kvarts, glimmer og svovlkis (samt mikroskopisk rutil). — Det har vist sig, at de marmorlag, som fører denne straalsten i større mængde, ikke kan anvendes, i alle fald ikke til finere brug; enkelte bænke, navnlig i det hængende af marmordraget, er dog nogenlunde fri for denne straalsten og vil saaledes muligens kunne benyttes.

En del flere detailoplysninger dels om Seljeli-, Vedaa- og Røsa-forekomsterne og dels om nogle andre marmorlag i distriktet vil man finde i mit tidligere arbejde „Salten og Ranen“.

Af øvrige marmorfelter i Hemnæs kan nævnes:

flere felter paa østsiden af Fineidfjorden, dels inde i bunden af fjorden og dels ved fjordens munding;

i Fuglestrands udmark, paa fjeldet mellem Fuglestrand og Lervikbugten (her efter indsendte prøver vakker hvid, finkornet marmor);

nogle km indenfor bunden af Lervikbugten (her ifølge prøver lyseblaa, tæt marmor);

ved Solhaug, nogle km søndenfor Røsa (hvid, elfenbenlig-nende marmor);

videre ved Granhatten sæter og endnu vistnok paa mange andre steder.

I midten og slutten af 1880-aarene blev der foretaget en del forsøgsdrift paa marmorfelterne ved Seljeli, Røsaøen og Vedaa; arbeidet blev dog temmelig snart indstillet, paa de to første steder fordi man ved de aabnede brud ikke fik blokke tilstrækkelig fri for generende fremmed mineral, og ved Vedaa, fordi marmoren taber sin farve ved at staa i dagen; desuden var det vanskeligt her at faa store blokke.

Bardal og Skaret i Næsne, paa sydsiden af den ydre del af *Ranenfjorden* (Bardal beliggende kun 5 km NV for bunden af

Lervikfjorden; kartplanche no. 5.) — Ved Bardal og Skaret, som jeg ikke har havt anledning til at besøge, optræder mægtige felter af *kalkspatmarmor*, af strøg NO (eller mellem NO og ONO) og — efter opgivende — fleresteds af et par hundrede m's mægtighed (indtil 400 m). — De fleste prøver, jeg har seet af marmoren fra disse felter, udmærker sig ved en *usædvanlig grovkornethed*, — enkelte prøver med korn paa 5—8 mm og andre prøver med korn paa 2 cm(!) eller endog derover (indtil en tomme i længde og bredde). Det har vist sig, at denne aldeles kolossalt grovkornige kalkspatmarmor med lethed lader sig sage og polere, og at den tilmed tager aldeles skarpe kanter, selv ved ganske fin profilering. — I henhold hertil burde nogle udtryk s. 49 i dette arbeide (trykt før disse stærkt grovkornige prøver var nærmere undersøgte) undergaa nogen modifikation. Hermed være forevrigt ikke paastaet, at marmor med 2 cm's korn kan finde nogen teknisk anvendelse, idet spalteflader og tvillinglameller paa poleret flade er altfor iøinefaldende.

Hos de foreliggende, dels hvide og dels forskjellig-farvede (mest lysegule) prøver fra Bardal og Skaret stiger gennemsig-tighedsgraden med kornstørrelsen (cfr. s. 76).

Foruden grovkornig har jeg fra Skaret og Bardal ogsaa seet ganske finkornig marmor, — en sort endog lignende den italienske bardiglio.

Ved Lervikfjorden og Meisfjorden findes uren, graa kalksten (strøg ONO), saavidt hidtil undersøgt uden brugbar marmor.

I **Alstenøens** nordøstre del (Sundøen) optræder en række marmorforekomster, som har været besøgt af bergkand. *Ansgar Guldberg*, der velvillig har givet mig følgende oplysninger:

Marmordraget her stryger NO—SV og danner fortsættelsen af nogle forekomster paa Vedding- eller Kvitinglandet (SO-siden af Lervikfjorden). Af marmorlagene paa Alstenøen kan nævnes:

Lige ved Kvalnæs; lakserød marmor, med udpræget skifrihed (antagelig en slags Leifsæt-marmor, cfr. s. 223—229).

I nærheden heraf ogsaa smuk *grøn* marmor (hvor den grønne farve skyldes talrige smaa blade af kromglimmer), men med noget svovlkis ((forholdsvis lidet forvitret).

Ved Hellesvik; hvid marmor, af god kvalitet.

Ved Lervik; graablaa hvid-tribet marmor.

Ved ydre Aakvik; graa-hvid-tribet marmor.

Ved indre Aakvik; a) hvid grovkrystallinsk marmor; b) graablaa marmor, af ringere kvalitet.

Fremdeles findes marmor yderst paa Kvalnæsset ved Kvalnæs-bogen, ved ydre og indre Jystad samt et par steder paa strækningen fra Hellesvik til Kvalnæsset, nær granit- (eller gneis-) grænsen.

Efter hvad jeg selv ved ganske kort ophold ved Sandnæssjøen har havt anledning til at se, bestaar undergrunden i den flade og lavtliggende strandflade paa Alstenøen paa begge sider af De Syv Søstre af mægtige kalkdrag (marmor-etagen), som paa strækningen fra Sandnæssjøen til Alstadhaug kirke stryger i NO-lig retning. — Paa odden ved vestsiden af Søvikbugten optræder presset konglomerat — mindende om Øinæs-konglomeratet — (s. 223) som indleining i kalkstenen eller marmoren; denne holder undertiden, som i Fauskefeltet, nogle smaa-striber af rød marmor. — De Syv Søstre, som hæver sig brat og markeret, til en heide af 1066 m over havet, er bygget af en meget mere modstandsdygtig bergart, gneis eller granit.

Offersø (i Tjøtte), som danner den ganske lavtliggende strandflade lige søndenfor De Syv Søstre, bestaar — i øens (eller rettere halvøens) midtre og nordre del — af kalksten- eller marmorlag, der optræder i svævende lagstilling, i regelen med fald paa 10—15°. Marmoren (kun kalkspatmarmor) er ofte hvidgraa, med graa striber eller schatteringer paa hvid bund, eller lysegraa, lignende Ballangens saakaldte „gris“ (s. 193); aldeles hvid marmor er derimod her ikke kjendt (i alle fald ikke ved mit besøg paa stedet, 1894). — Feltet er paa enkelte steder, men ikke overalt, temmelig stærkt gjenemsat af granitgange; fleresteds er dog adgang til brud, som forøvrigt, da øen er ganske flad — oftest kun 2—4 m over høieste vandstand — i tilfælde maatte drives mod dybet.

Den høie, røde kuppe paa **Røde** (i Tjøtte, ved indløbet til Vefsenfjorden) er bygget af serpentin (s: serpentiniseret peridotit,

her som ellers med rødbrun forvitringsskorpe), der etsteds efter opgivende ogsaa fører „ædel serpentin“. — Ogsaa paa denne findes marmor.

Paa de nys udkomne rektangelkarter (eller gradafdelingskarter) Dønna, Mosjøen og Flovær kan man meget smukt aflæse den herskende strøgretning:

Øerne syd og sydsydvest for Skaalvær kapel, strøg næsten ret S—N;

øerne strax vest for Mindlandet, Tjøtte og Alstahaug kirke: strøget danner bue, længst mod syd S—N og derefter nordover lidt efter lidt gaaende over til SSV—NNO;

paa selve Alstenøen er den herskende strøgretning SV—NO eller $V 40^{\circ} S—O 40^{\circ} N$;

Paa Dønnesøen er den herskende strøgretning mellem SV—NO og VSV—ONO;

og endelig ved Meisfjorden og Lerfjorden strøg VSV—ONO.

Ialt kan man optrække en 60-kilom. lang bue, som strøget her danner, — fra S—N i partiet vest for Tjøtte til VSV—ONO ved Meisfjorden, Lerfjorden og op mod Skaret og Bardal.

Lidt længere øst og østsydøst ind i landet kommer man over paa omraadet af kartplanche no. 6, over Vefsendalen og Svenningdalen, hvor det næsten ret S—N-lige strøg er dominerende (med afbøielser langs eruptivgrænserne); og endnu længere ind i landet har man først, i hele Svenningdalen, omtrent ret S—N-ligt strøg; og derefter i Fiplingdalen og langs veien øst til Hatfelddalens kirke strøgretning mellem $S 20^{\circ} V—N 20^{\circ} O$ og $S 30^{\circ} V—N 20^{\circ} O$.

Regnet en bloc for hele denne sydlige del af Nordlands amt blir den herskende strøgretning omkring SSV—NNO (eller $S 20^{\circ} V—N 20^{\circ} O$), — altsaa her parallelt med rigsgrænsen eller parallelt med den gamle fjeldkjæde mellem Norge og Sverige (cfr. s. 169).

Vefsen

(se den geologiske kartskitse, planche 6).

I Vefsen, som jeg har havt anledning til at besøge et par gange — navnlig i 1890, da jeg hovedsagelig var beskæftiget med studium af Svenningaasens sølvertsførende gange¹⁾, og i 1894, da jeg en uges tid havde Mosjøen som mit hovedkvarter — kan vi holde ud fra hinanden flere skiferafdelinger (*marmor-etagen*, *glimmerskifer-etagen* samt en *gneis-afdeling*), og desuden optræder her forskellige eruptivfelter, nemlig i Svenningdalen *presset granit* og ved Mosjøen (Halsøen til Fustvandet) et ganske stort felt af ikke presset *gabbro*, med nærstaaende, tildels *kvartsrige led* (kvartsdiorit og adamellit); og endelig ved Ømervandet et felt af ikke presset, *hvid granit*.

Nærmest for at levere et lidet bidrag til Nordlands amts geologi medtager vi i dette arbejde et geologisk oversigtskart (planche 6), i maalestok 1:200.000, over Mosjø-distriktet, fra noget søndenfor Svenningaasen i syd til Ømervand i nord, — ialt af længde næsten 60 km og bredde fra nogle ganske faa op til 15 km. — Heller ikke dette kart kan gjøre krav paa nogen større nøiagtighed, men giver dog en nogenlunde god forestilling om fjeldbygningen i denne søndre del af Nordlands amt.

Først skal omtales *marmor-etagen*, med mægtige, men oftest temmelig urene kalkstene, hist og her, som f. ex. i Dolstadaasen lidt øst for Mosjøen, ogsaa med indleiet dolomitmarmor. — Denne marmor-etage har navnlig storartet udbredelse fra Fjeldbækmo (i den sydøstre del af kartomraadet) og østover mod Hatfjeldalen kirke, hvor landeveien for en væsentlig del er anlagt netop paa kalksten. Videre har vi ganske mægtige kalkstendrag i bunden af selve Svenningdalen; fra Laksfors over Bjørnaadalen til Dolstadaasen; ved Mjaavand; i omgivelserne af Granaas og op gennem Drevjebygden, hvilken sidste jeg dog ikke fik tid til at besøge. Om fortsættelsen endnu længere mod nord eller nordost henvises til kartplanchen no. 5 (se ogsaa s. 163).

¹⁾ Her havde jeg forøvrigt været paa en par dages tour allerede i 1883 (se en tidligere beskrivelse af mig over Svenningaas-feltet, i Archiv f. mathem. og naturv., b. 10).

Hvid marmor, nemlig kontaktmarmor (tildels ganske finkornig kontakt-kalkspatmarmor), findes i Vefsen fleresteds, hvor kalkstenlagene overskjæres og kontaktmetamorfoseres af Mosjøens gabbrofelt; saaledes paa sydsiden af dette eruptivfelt, ved Hals, Remmen og Andaas (øst for Mosjøen) og paa nordsiden af eruptivfeltet, ved Granaas med omgivelser. Den hvide marmor her er saaledes af anden natur end den, vi har omhandlet fra Ofoten, Salten, Ranen osv. længere nord i Nordlands amt; analog kontaktmarmor findes derimod i Velfjorden (se s. 6, 176 og 261).

Langs Hatfjeldsdalselven, fra lidt søndenfor Fellingfos til henimod Fjeldbækmo, optræder en mægtig lagrække af forskellige skifere, særlig glimmer- og hornblendeskifere, som efter min opfatning kan parallelliseres med *glimmerskifer-etagen* f. ex. i Dunderlandsdalen (s. 161), Steigen (s. 199—200) osv. Tilsvarende skiferrække møder vi ogsaa i profilet fra Andaas øst- og sydostover til Hagfors, Lian og Molrem (OSO for Mosjøen).

I Eiteraafjeldet nogle km vest for Svenningdalens søvgruber optræder der, konkordant med kalklagene langs granitfeltets vestre grænse (se pl. 6), en ganske mægtig serie af gneisbergarter, af samme karakter som i den *ynge gneis-etage* i Dunderlandsdalen (Urtfjeldet). Ogsaa gneisen ved foden af Øifjeldet — hvor der, som i Eiteraafjeldet, midt inde i gneisen forefindes en del mindre kalksten- eller marmorlag — er temmelig sikkert at opfatte som en yngre gneis, der indgaar som led i glimmerskifer-marmor-gruppen. Det samme gjælder ogsaa gneisfeltet i Rosvoldaasen, en mils vei søndenfor Mosjøen.

Af eruptivfelter inden vort kartomraade skal vi først omtale *Svenningaasens granitfelt*, som jeg har fulgt i en længde af lidt over 20 km, og som fortsætter baade længere mod syd og længere mod nord end paa det geologiske kart, pl. 6, angivet. Bredden er i den nordre del, ved Laksfors, omkring 6—7 km, men længere syd meget mindre, saaledes ved Svenningdalens gruber 2 km og ved Eiteraakrogens skjærp kun lidt over 1 km. — Denne granit, som i det hele og store optræder konkordant med de omgivende skifere og kalkstene, er stærkt presset og

oft. med en næsten gneislignende karakter, saa man foreløbig kunde fristes til at tro, at den skulde være af klastisk natur; at der dog i virkeligheden foreligger en eruptivbergart, fremgaar, som vi allerede ovenfor (s. 175—176) har omtalt, dog med absolut sikkerhed deraf, at graniten (eller gneisgraniten) fleres- steds, saaledes f. ex. i Svenningaasen (ifølge et af mig optaget detailkart, rentegnet til trykning i maalestok 1:4000) over- skjærer lagene; videre udsender graniten adskillige forgreninger og apofyse-gange ind i de tilstødende lag, og i de nærmeste 50—100 m langs grænsen er de ellers graa og bituminøse kalk- stene i Svenningaasen (ved kontaktmetamorfose) omvandlede til nogenlunde lys kalkspatmarmor (som forøvrigt her ikke er saa vakker, at den kan anvendes). — Og at graniten er ældre end — eller samtidig med — regionalmetamorfosen, følger ganske enkelt deraf, at graniten selv, ligesom ogsaa dens apofyse-gange, er stærkt presset. *Metamorfosens orden har saaledes her været, først kontakt-, saa regionalmetamorfose* (se s. 175—176); i over- ensstemmelse hermed har kontaktmarmoren her i det væsentlige den ordinære regional-marmors karakter, idet den nu forelig- gende omkrystallisation skyldes regionalmetamorfosen.

Denne granit ved Svenningaasen og Laksfors er tidligere omhandlet af Dr. *H. Reusch* (Nyt mag. f. naturv., b. 29, 1880; se ogsaa hans arbeide om Bergenshalvøen, 1882, s. 133), som i sin tid lededes til den antagelse, at „dette grundfjeldslignende felt skulde være en virkelig gneis, frempresset i plastisk tilstand under stærkt tryk.“ — Denne tolkning kan dog ikke være den rette.

Tilsvarende presset granit som i Svenningaasen møder vi ogsaa fleres- steds ellers i Vefsen-distriktet; saaledes ved Alsgaard omkring 12 km søndenfor Mosjøen og langs toppen af Øifjeldet, vest for Mosjøen.

Et lidet stykke nordenfor Mosjøen begynder et ganske stort *eruptivfelt* — af længde i retning O—V (*lodret paa* den herskende strøgetretning) mindst omkring 15 km og bredde (*langs efter* strøg- retningen) omkring 6—7 km — med *forskjellige basiske, inter- mediære og sure bergarter*, fra *kvartsfri gabbro* til nogenlunde sur

kvartsdiorit og adamellit (mellemed mellem hornblendegranit og kvartsrig gabbro eller diorit).

Af de forskjellige bergarterer her kan vi mærke os:

Hypersthenførende gabbro, med brun hornblende; uden olivin, men paa den anden side ogsaa uden kvarts og kalifeldspat; fra Fustrota bro.

Noget *uralitiseret gabbro*, fremdeles kvartsfri; fra Granaas; herfra ogsaa basisk udsondring af *diallagit*, med kun en liden plagioklas-rest.

Kvartsgabbro, hypersthen- og glimmerførende, temmelig sikkert ogsaa med lidt ret feldspat, dog i hvert fald plagioklasen aldeles forherskende og kvartsmængden ikke betydelig; fra landeveien ved Haukland og Fosmo.

Mellemed (banatit) mellem gabbro og augitsyenit, førende diallag og glimmer samt af feldspat mikropertit med mikroklin, orthoklas og en del plagioklas; ganske lidet kvarts (i skriftgranitmæssig sammenvoksning med feldspat); fra landeveien mellem Haukland og Granaas bro.

Dioritiske bergarter, temmelig sikkert at opfatte som *uralitiserede kvartsgabbroer*, førende glimmer og grøn hornblende, undertiden ogsaa noget diallag, samt skjæv feldspat, noget kvarts, leilighedsvis ogsaa noget mikroklin og orthoklas; fra Kulstad-sjøen, Rynæs, Halsøen, Remmen, Gangmarken osv.

Endelig forskjellige bergarter, som jeg paa steder (om end med spørgsmaalstegn) etiketterede som „basisk, plagioklasrig hornblendegranit“ eller som „kvartssyenit“, men som ved mikroskopisk undersøgelse viser sig at føre — foruden titanit (primær, ofte i store individer) samt biotit og grøn hornblende — meget betydelige mængder af plagioklas ved siden af orthoklasen og mikroklinen, desuden noget kvarts (og nydannet epidot og titanit; lidt zirkon; apatit ofte rigelig i samtlige eruptiver fra Mosjø-feltet¹). I flere af disse bergarter (fra den sydøstre del af Fustvandet) er den skjæve feldspat (ofte vakker zonalt op-

¹) I den indre del af Vefsenfjorden er gabbroen frodig bevokset (navnlig med birk); gneisgraniten paa fjordens vestside derimod, selv paa solsidens ved Altnæsset, er nøgen og bar.

bygget) saa stærkt forherskende, at bergarten blir at bestemme som *kvartsdiorit*; andetsteds (som ved Aspnaes, paa nordsiden af Fustvandet) derimod møder vi ogsaa ikke saa ganske uvæsentlige mængder af mikroklin og orthoklas, dog efter oiemaal antagelig ikke i fuldt saa rigelig mængde som plagioklaserne. Bergarten er saaledes ikke nogen hornblendegranit eller kvartshornblendesyenit, men staar paa et mellemtrin (adamellit) mod plagioklas-bergarterne¹⁾.

Inden dette eruptivfelt ved Mosjøen, som jeg ikke har kunnet ofre mere end nogle ganske faa (3—4) dages arbeide²⁾, forsøgte jeg ved min kartlægning (paa kartfotografierne i maalestok 1:50.000) at holde ud fra hinanden alle de forskjellige bergartled; paa kartplanchen fig. 6 (i maalestok 1:200.000) indskrænker vi os dog til kun at udskille for sig de sureste led (kvartsdiorit og adamellit), optrædende ved den østre del af Fustvandet og paa nordsiden af dette vand. Grænsen er dog her optrukket rent schematisk. — Enkelte observationer (ved Kulstadsjøen, Halseen og Remmen) synes mig at antyde, at der ogsaa ved eruptivfeltets søndre grænse optræder et surt faciesled. — Trods den mangelfulde kartlægning haaber jeg, at kartet kan være til nogen vejledning, navnlig ved studiet af de kontaktmetamorfoserede marmorforekomster.

Ved den sydvestre ende af Ømervandet møder vi et felt af hvid granit (to-glimmergranit, dog med mere af den lyse kaliglimmer end af den mørke magnesiaglimmer), hvilket felt syntes at have ganske betydelig udstrækning, navnlig i retning mod sydvest. — Om denne granit genetisk hører sammen med Mosjøens eruptivfelt, kan man endnu ikke udtale sig om med sikkerhed;

¹⁾ Om den theoretiske interesse, som i sin almindelighed knytter sig til de saavel i Mosjø-feltet som i Vestlofoten optrædende mellemlid mellem orthoklas- og plagioklas-bergarterne, henvises til et arbeide af prof. W. C. Brøgger „Die Eruptivgesteine des Kristianiagebiets“, 1895, no. II (Videnskabselskabets skrifter).

²⁾ Dette store felt er ikke afsat paa *Dahlls* geologiske kart over det nordlige Norge; derimod omtaler *O. A. Corneliussen* i „Det nordlige Norges geologi“ (1891, s. 164) fund af „syenitisk bergart“ og gabbro ved Fustvandet. — Selv blev jeg første gang opmærksom paa dette felt ved en hurtig kjøretour (1890) fra Mosjøen til Sørranen.

jeg skulde dog anse det for sandsynligt, at man ved detaljeret undersøgelse kan paavise nye petrografiske overgangsled, mellem Ømer-graniten og de temmelig sure eruptiver ved Fustvandet. — Det kan her indskydes, at Mosjøens gabbro undertiden (f. ex. i partiet omkring Fustrota) er gjennemsat af granitgange.

Mosjøens eruptivfelt holder jeg, som vi allerede tidligere (s. 176) har berørt, for at være yngre end regionalmetamorfosen, og det af følgende grunde: 1) Bergarterne inden eruptivfeltet har ikke været udsatte for nogen dynamometamorfose; det samme gjælder ogsaa Ømervandets granit. 2) Eruptivfeltet optræder ikke, saaledes som tilfældet er f. ex. med saussuritgabbroerne ved Røros, Ytterøen osv., linseformig indkilet i lagene, men med længderetning omtrent lodret paa den herskende strøgetning. 3) Den kontaktmarmor, som omgiver eruptivfeltet, viser baade med hensyn til ledsagende mineraler og i strukturel henseende en anden karakter end den vanlige nordlandske regionalmetamorfoserede marmor, og nærmer sig mere mod den vanlige kontaktmarmor. — At marmoren langs Vefsens — ligesom ogsaa langs Velfjordens — eruptivfelter ikke fuldt ud kan parallelliseres med den ordinære kontaktmarmor, maa være beroende paa, at marmoren i førstnævnte tilfælde har været udsat for to forskellige metamorfoseprocesser (deraf den sidste, kontakmetamorfosen, formentlig virkende paa meget stort dyb). — Det er derfor ikke berettiget at overføre den daarlige erfaring med hensyn til den vanlige kontaktmarmors struktur (s. 9—10) ogsaa paa Vefsens — og Velfjordens — kontaktmarmor (s. 59—60).

Ømervandets hvide, middels finkornede granit, med næsten ren hvid feldspat og hvid kvarts, er en usædvanlig vakker bergart; det samme gjælder ogsaa Aspnes-bergarten paa nordsiden af Fustvandet, hvor den næsten sorte hornblende paa den hvide bund tager sig meget godt ud. Denne sidstnævnte bergart er tildels benyttet som bygningsmaterial i Mosjøen.

De allerfleste af de paa kartskitsen (pl. 6) indtegnede kalkstene i Vefsen-distriktet er graa, temmelig stærkt bituminøse og meget ofte førende en del kvarts, hornblende, glimmer, kis osv.

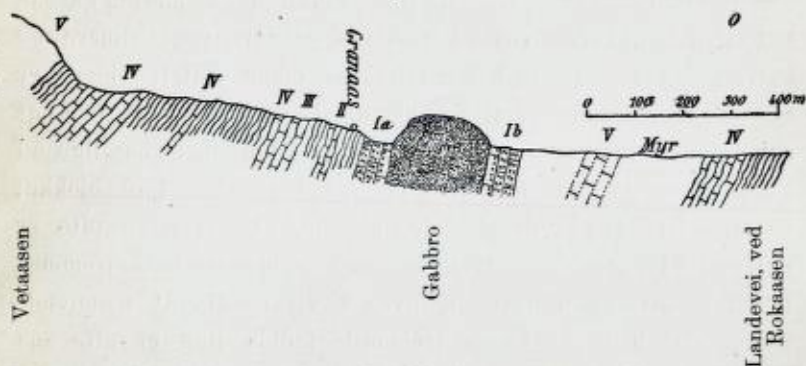
(disse jævnlig i kjørtler); kalkstenen er altsaa i korthed oftest saa uren, at det ikke engang er at tænke paa, at den kan anvendes som marmor.

Hvid, nogenlunde finkornet kalkspatmarmor er begrænset til kontaktzonen langs Mosjøens eruptivfelt, og findes her baade ved Granaas med omgivelser paa nordsiden og Halsøen, i Dolstad-aasen og ved nordre Remmen paa sydsiden af eruptivfeltet.

Ved Granaas optræder der, et lidet stykke øst for selve gaarden, et mindre gabbrofelt (førende egentlig gabbro, desuden bl. a. med diallagit som basisk udsondring), hvis bredde jeg skjønsmæssig anslag til $\frac{1}{3}$ eller $\frac{1}{4}$ km; om dette felt er isole-ret, eller om det er umiddelbart (i dagen) sammenhængende med det store gabbrofelt en eller et par km længere mod syd, fik jeg ved mit kortvarige besøg ikke tid til at undersøge.

Til oplysning om kontaktmetamorfosens intensitet skal vi gjennemgaa et profil (fig. 52), draget tvært over gabbrokuppen, fra foden af Vetaasen over Granaas til landeveien i omegnen

Fig 52.



Profil over Granaas i Vefsen, udvisende kontaktmetamorfoseret marmor ved gabbro.

af Rokaasen (eller Engaas). Allernærmest mod gabbrogrænsen forefinder vi en zone (I a paa profilet; nær gaarden Granaas af bredde omkring 60 m) af *finkornet eller tæt, næsten snehvid marmor* (kalkspatmarmor, temmelig rig paa mikroskopisk wollastonit); derefter (vest for gabbrofeltet) faar vi, omkring 150 m fra gabbrogrænsen, en *lysegraa kalkspatmarmor* (II), adskillig mere fin-

kornet end ellers i distriktet; ligeledes ved III en lysegraa, middels finkornet kalkspatmarmor (med meget straalsten), — og endelig ved IV den ordinære, grovkrystalline, urene og smudsig-farvede kalksten. — Tilsvarende ogsaa paa østsiden af gabbrofeltet, hvor dog observationerne kompliceres derved, at marken er stærkt tildækket, og at der her ogsaa optræder et særskilt lag af dolomitmarmor (V).

Kontaktmetamorfosen kan inden det foreliggende profil mærkes allerede et par eller nogle ganske faa hundrede m fra eruptivgrænsen; den intensive metamorfose, med omvandling til aldeles hvid og finkornet marmor, er derimod begrænset til den allernærmeste zone, paa noget under hundrede m, langs eruptivgrænsen.

Hermed analogt er ogsaa forholdet ved Halsøen og ved landeveien (nær gaarden Hals) omkring en eller høist halvanden km nordenfor Vefsen kirke, samt endvidere ved Kulstadsjøen, hvor man møder en hel del brudstykker af den hvide og finkornede marmor midt inde i gabbroen.

Kontaktmarmoren fra alle disse lokaliteter er næsten ganske tæt og dels finkornet (med kornstørrelse snart noget finere og snart noget grovere end hos Carraras blanc clair); videre er farven meget smuk, nemlig hvid, delvis med et svagt blaaligt skjær; marmoren er fuldstændig stærkt i kornet, endog lige ud i dagen, og den kan fleresteds leveres i ganske store blokke; — men desværre er der her den ulempe, at marmoren ofte er fint, men i nogenlunde rigelig mængde opblandet med fremmed mineral, navnlig wollastonit, hvilket virker stærkt generende paa poleret flade. — Denne fremmede indblanding er ofte saa yderst fin, at man — paa upoleret flade — ikke engang kan opdage den for blotte øie; men strax marmoren blir poleret, giver wollastoniten sig tilkjende som en utallighed af prikker og smaa-aarer, som ikke tager politur. Marmor med denne forening kan saaledes ikke anvendes; men det er jo at formode, at man — og da navnlig paa nordsiden af eruptivfeltet, i omegnen af Granaas (eller Søfting sæter, Engaas, Bratbakken) — ogsaa kan støde paa hvid kontaktmarmor fri for denne gene-

rende wollastonit. — For at give nogen vejledning for den fremtidige undersøgelse her kan jeg omtale, at jeg ved mit besøg (i 1894) ved Granaas formodede, at den hvide marmor, man her saavidt havde forsøgt ved et par minerskud, maatte være meget værdifuld; kun opstod der paa stedet en mistanke hos mig om, at nogle ganske ørsmå aarer og knuder, som saavidt stak frem paa marmorens dagoverflade, maatte skyldes et fremmed mineral, som kunde være farlig for polituren. — Skal man her faa brugbar hvid marmor, maa man finde et sted, hvor der paa marmorens dagoverflade ikke er spor af fremmed mineral at opdage; kan man paavise et saadant felt her, vil bruddet — trods den temmelig lange transport (17 km frem til Halsøen ved Mosjøen¹) — kunne blive af fremtrædende betydning, idet hvid, finkornet og solid kalkspatmarmor er stærkt efterspurgt som møbelmarmor.

Efter mit besøg (1894) har man i omgivelserne af Granaas ogsaa fundet hvid marmor ved Bratbakken og Søfting sæter; herom meddeler mig bergkand. *Ansgar Guldberg*, som høsten 1896 undersøgte disse forekomster: Ved Bratbakken hvid marmor, efter poleringen næsten flødegul af farve; meget god vare; meget god politurevne, og denne marmor maa siges at være lettere at polere end den italienske marmor. Ved Søfting sæter hvid marmor, men svært uren (taget lige i dagen); god politurevne.

Ved *Remmen* (paa det østre afhæld af Dolstadaasen, nogle km ret øst for Mosjøen), paa sydsiden af Mosjøens eruptivfelt, møder vi ogsaa en kontaktmarmor, dog af nogen anden karakter end ved Granaas.

Lige mod eruptivgrænsen kommer først en kontaktomvandet skiferzone (af bredde med rundt tal et halvt hundrede m), og derefter selve marmorlagene, som her stryger omtrent parallelt med eruptivgrænsen, og som viser en mægtighed af lidt over 100 m. I de 50—60 m, som vender nærmest mod eruptiven, er marmoren middels finkornet og hvid — med noget

¹) Hvis man her i fremtiden faar stor drift, kan man indspare en del i transportlængde ved at lægge vei til Drevjebugten.

grovere korn end hos Carraras blanc clair, og hvid med svag blaalig graa tone, — medens marmoren noget længere borte fra eruptivgrænsen er lysegraa og mere grovkrystallinsk. Ogsaa her er altsaa den intense kontaktmetamorfose begrænset til en zone af kun 100 m's bredde (50 m skifer og 50 m marmor) langs eruptivgrænsen.

Denne kontaktmarmor fra Remmen er i alle fald delvis en dolomitmarmor, der her er aldeles stærk i kornet lige oppe i dagfladen; paa stedet opfattede jeg den som en kalkspatmarmor, men foretagen analyse (no. 12) har godtgjort, at marmoren her tildels er af stærkt dolomitisk natur. — Jeg kan godt tænke mig, at denne hvide marmor vil komme til at give anledning til drift, endskjønt forekomsten ogsaa her har forholdsvis lang transport (ca. 7 km) til havn.

Ogsaa inde i de gneislignende skifere sydvest for Mosjøen — paa vestsiden af elven — møder vi paa mange steder indleininger af kalksten og marmor, oftest lysegraa eller lysegul, grovkrystallinsk og noget bitumines kalkspatmarmor. I regelen er denne marmor høist uanseelig; enkeltsteds findes dog ogsaa renere partier, af ganske vakker, hvid farve. Jeg fik dog det indtryk, at ingen af de herværende marmorfelter, som var paa vist ved min befarung (sommeren 1894), havde nogen værdi.

Af marmorforekomster her kan nævnes følgende:

Oppe i selve Trangskaret samt i Lille-Trangskar;

flestedes i nærheden af Øisæterne;

nær Kvandalgaard (ganske smale bænke);

mægtigt marmordrag ved Tveraali; hvid, grovkornet kalkspatmarmor; undertiden henimod snehvid; oftest dog noget graalig; med glimmer paa enkelte lagflader; gennemsat af flere granitgange;

marmorlag ogsaa kjendt i Kjærstadaasen; lidt søndenfor Sørstad; efter opgivende ogsaa i nærheden af Kvalfors.

Velfjorden

(se den geologiske kartsnitse nederst planche 5).

I Velfjorden havde jeg sommeren 1894 anledning til at opholde mig $2\frac{1}{2}$ eller 3 dage, hvilket var tilstrækkeligt til at give mig det overblik, at den her optrædende *hvide* (kalkspat-)marmor — paa lignende maade som i Vefsen — er en *kontaktmarmor* langs *basisk* eruptiv; den korte tid tillod mig dog ikke noget nærmere studium af alle de herværende marmorforekomster, og da der tilmed netop i Velfjorden efter mit ganske kortvarige besøg (nu liggende tre aar tilbage i tiden) er gjort en hel række nye fund, er den efterfølgende beskrivelse af høist fragmentarisk natur. Alligevel har jeg troet, at en kort geologisk oversigt ogsaa for dette felts vedkommende kan tjene til nogen vejledning ved de nu paagaende undersøgelsesarbejder; og jeg drister mig ogsaa til at medtage en liden geologisk kartsnitse (nederst planche 5) over partiet omkring Velfjorden kirke og Hegge, men maa samtidig gjøre opmærksom paa, at grænserne her er noget vilkaarlig afsatte.

I partiet ved den indre del af Velfjorden optræder

glimmerskifer-marmor-gruppen, med mægtige kalksten- og marmorlag paa forskellige steder; videre ogsaa mægtige skifer-afleininger; i den ydre del af Velfjorden er gneis (og granit?) forherskende;

gabbro, som bygger en væsentlig del af Hegge-halvøen, med tilhørende *porfyriske* led ved Hommelstø, Rugaas, Bru osv.;

serpentin, i et langt, men temmelig smalt felt (længde 4—5 km, bredde etsteds $\frac{3}{4}$ —1 km, ofte kun nogle faa hundrede m) paa østsiden af Heggefjorden. I denne serpentin findes et par kromjærnstenforekomster (hvorfra omkring 1860 blev sendt en liden prøvelast til Lerens kromfabrik).

Gabbroen danner for en væsentlig del fjeldgrunden i den mellem Heggefjorden og Serfjorden fremstikkende halvø, som fleresteds hæver sig brat og høit tilveirs (Brataasfjeld til høide 406 m); paa denne, Hegge-halvøen, møder vi dog ogsaa en lang kile af kalksten, med kontaktmarmor. Ved landeveien fra Hommelstø til Rugaas og Bru, ved bunden af Heggefjorden, vistnok ogsaa paa andre steder i Velfjorden, optræder ogsaa forskellige slags basiske *porfyriske* bergarter. — Under mit ganske flygtige ophold kunde jeg selvfølgelig ikke indsamle tilstrækkelig omfattende prøver af alle disse eruptivbergarter i Velfjorden, til at levere nogen egentlig petrografisk beskrivelse; paa grundlag

af nogle medbragte prøver kan vi dog faa en foreløbig forestilling om eruptivfeltets beskaffenhed. — Først kan, fra omgivelserne af Hommelstø, nævnes middelskornet gabbro, nemlig en *kvarts- og mikroklinførende diallag-gabbro* (apatitrig; glimmerførende; uden hypersthen og olivin, men omvendt i et par foreliggende præparater med lidt kvarts og mikroklin, vel ogsaa orthoklas). Videre medbragte jeg forskellige slags porfyryer, nemlig dels *gabbroporfyryer*, med porfyrisk plagioklas (tavleformig efter M; undertiden i ganske store individer) og med grundmasse bestaaende af glimmer, diallag, hornblende, plagioklas, orthoklas, mikroklin og kvarts (!); desuden erts, apatit, titanit osv.; dels foreligger ogsaa en eiendommelig *syenitporfyr*, hvor mikroklin danner de porfyriske krystaller, og hvor grundmassen fører glimmer, hornblende, mikroklin, orthoklas, noget plagioklas, samt endelig en del kvarts. — Af ovenstaaende maa det være berettiget at drage den slutning, at Velfjordens eruptivfelt i geologisk henseende viser en ikke ringe lighed med Mosjøfeltet; videre vil vi gjøre opmærksom paa, at disse to eruptivfelter — ligesom ogsaa Lofotens og Vesteraalens eruptiver, hvor man kan forfølge en hel række overgangsled, fra basiske til sure bergarter — i theoretisk henseende frembyder saa stor interesse, at de bør gjøres til gjenstand for et indgaaende petrografisk studium.

I den indre del af Velfjorden optræder flersteds ganske mægtige kalksten- og marmordrag, hvor kalkstenen umiddelbart ved *eruptivgrænsen er omvandlet til hvid kontaktmarmor*. Som vi allerede tidligere i dette arbejde (s. 7) har omtalt, kan man i Velfjorden følge de forskellige stadier under metamorfosens forløb: (a) *længst borte fra eruptivgrænsen*, nemlig skjønsmæssig 0.5—1 km og derover fra grænsen, er *kalkstenen graa og bituminøs*, som ellers i distriktet; (b) lidt nærmere mod eruptivgrænsen (saaledes f. ex. flersteds i nærheden af Velfjorden kirke) er den egentlig bituminøse karakter forsvunden, men samtidig er der bleven *udskilt rigelig grafit* i marmoren (c: den kulholdige substans er i alle fald delvis omvandlet til grafit); (c) endnu

nærmere mod grænsen *forsvinder grafiten lidt efter lidt*; marmoren er paa dette omvandlingstrin noget graaskyvet og lugter fremdeles lidt ved slag; (*d*) og *endelig allernærmest mod grænsen er kontaktmarmoren aldeles hvid*.

De allersidste stadier kan meget smukt studeres ved Hegge (eller Troviken) marmorbrud (drevet omkring 1880), hvor marmoren i de nærmeste 50 eller 100 m ved eruptivgrænsen er ren snehvid — i min notitsbog anførte jeg, at den var „som nyfalden sne“, — og marmoren nærmer sig her endnu mere mod det absolut ren hvide, end tilfældet ofte er med Carraras statuemarmor. Denne ren hvide farve hos Velfjordens kontaktmarmor (i alle fald i Troviken-bruddet) beror paa, at den organiske substans er fuldstændig udjaget, og at marmoren samtidig udmærker sig ved aldeles paafaldende lav jern- og mangangehalt (ifølge foretagen analyse, no. 5, kun 0.0085 % jernoxydul og 0.0016 % manganoxydul). — Den zone, hvor marmoren langs eruptivgrænsen er ren snehvid, vil paa de forskellige steder antagelig være af noget vekslende bredde, sandsynligvis fra et halvt op til et par hundrede m.

I denne kontaktmetamorfoserede marmor har jeg paa et par steder (ved landeveien nær Hommelstø og i et marmorbrudstykke inde i gabbroen, lidt indenfor Rugaasnæsodden) fundet *wollastonit* (ofte, ligesom ogsaa i Vefsen, omvandlet til en fibros masse) og *granat* (med grossularens egenskaber og begge mineraler med afrundede kanter og med perimorf udvikling), — paany et vidnesbyrd om, at marmoren her, som ved Mosjøens eruptivfelt, er af anden geologisk natur end i regelen ellers i Nordland (se herom s. 7, 176, 250); — men forøvrigt er den egentlige kontaktmarmor i Velfjorden fleresteds paafaldende fri for fremmed mineral. I Troviken-bruddet var man, saavidt jeg ved, kun ganske lidet generet af tilblandet mineral; og i nogle mikroskopiske præparater fra Troviken og Rugaasnæsodden har jeg dels ikke kunnet opdage spor af fremmed mineral, dels saavidt kunnet paavise nogle ørsmaa korn (af skjæv feldspat, wollastonit og lysebrun glimmer).

Velfjordens kontaktmarmor foreligger i to forskjellige strukturformer, nemlig a) i primær, ikke presset tilstand (med snorlige tvillinglameller og spaltered), og b) mere eller mindre presset, leilighedsvis endog med udpræget kataklas- (∩: brudstykke-)struktur.

Den førstnævnte af disse sorter — altsaa den *ikke pressede* — viser (i prøver fra Rugaasnæsodden, nær eruptivgrænsen) kalkspatkorn i størrelse paa indtil 1—1.5 mm og desuden en hel del smaa, men vel begrænsede karbonat-rhombøedere, optrædende som indeslutning inde i kalkspaten. Disse smaa — kun 0.05—0.1 mm lange, — ofte zirlige rhombøedere lader sig ved forsigtig behandling med *kold*, stærkt fortyndet syre isolere aldeles fri for kalkspat: 15.7 finstødt marmor blev i en uges tid behandlet med kold, fortyndet eddikkesyre (først 1 del syre til 20, senere 40 dele vand); resten opløstes under kulsyreudvikling med *varm* saltsyre og gav ved analyse 0.0456 % CaO og 0.0326 % MgO, altsaa Ca : Mg = 1 : 1.001; ∩: de smaa (ved den lange behandling med syre noget korroderede) krystaller (saavidt det kan afgjøres, kun det første rhombøeder) bestaar af ren dolomitspat. I den foreliggende kontaktmarmor, som holder 1.85 % MgO, har altsaa *en del af magnesiakarbonatet, sammen med den ækvivalente mængde kalkkarbonat, udskilt sig for sig, som dolomitspat, der har krystalliseret ud paa tidligere stadium end kalkspaten*¹⁾.

Den her omhandlede marmor er ogsaa interessant derved, at den — om end ikke i saa udpræget grad som Segelformarmoren — viser en *skriftgranitmæssig* struktur (se fig. 6, s. 57), hvilket ytrer sig derved, at de forskjellige individer griber fingerformig ind i hverandre. Følgen heraf er, at denne kontaktmarmor selv lige oppe i dagskorpen er aldeles *fast i kornet*; i overensstemmelse hermed er denne marmor ogsaa lige-saa *fri for porøsitet* som f. ex. Carrara-marmoren; og da hertil kommer, at den tager *ypperlig politur*, at den er *temmelig fri for fremmed mineral*, at farven er ganske usædvanlig vakker

¹⁾ De her omhandlede prøver har jeg faaet mig tilsendt af direktør O. A. Corneliusen, efter at de første ark af dette arbeide allerede var trykt, og jeg har derfor ikke tidligere paa rette sted (s. 26) kunnet omtale denne separate udkrystallisation af dolomitspat.

(hvid med ganske svag cremegul tone), og at feltet ligger lige ved havn, — byder denne forekomst (paa Rugaasnæsodden) vigtige chancer. Forholdet lige over for opspaltning er endnu (vaaren 1897) ikke undersøgt, men herom har man den erfaring fra det nærliggende Troviken-brud, at man her med lethed kunde faa store blokke. — Da marmorens kvalitet i det foreliggende tilfælde er afhængig af afstanden fra eruptivgrænsen, bør undersøgelse i marken baseres paa optagelse af geologisk detailkart.

Hos denne hvide, ikke pressede kontaktmarmor fra Rugaasnæsodden er de talrige tvillinglameller og spalterids aldeles snorlige; i modsætning hertil staar Velfjordens *pressede* kontaktmarmor, som ofte er udviklet med fuldstændig kataklas-struktur, og hvor tvillinglamellerne og spalteridsene ofte er overordentlig stærkt vredne og snoede, undertiden endog som en S. Dette fenomen, som vi allerede tidligere (s. 59) har afbildet og beskrevet, er i høj grad karakteristisk for en del af marmoren i Troviken-bruddet; og det er ogsaa iagttaget et- eller flesteds paa Rugaasnæsodden — her lige i nærheden af den ikke pressede marmor — og ved landeveien ved Hommelstø.

Paa denne kataklas-kontaktmarmor ved Troviken eller Hegge, kun et halvt hundrede m fra gabbrogrænsen, blev der omkring 1880 — for regning af et engelsk eller engelsk-norsk selskab, "The Norwegian Marble Company" — anlagt et brud, som blev drevet 3—4 aar paa rad og med en arbejdsstyrke af indtil 15—18 mand. Man arbejdede sig her paa enkelte steder ned til et dyb af 8 m under den oprindelige overflade; marmoren var temmelig lidt opspaltet, saa man uden større besvær kunde faa ganske store blokke, — men samtidig var marmoren saa løs og smuldrende, at den ikke kunde benyttes til noget; og driften blev følgelig efter nogle faa aars forløb aldeles indstillet (arbejdet her medførte, efter hvad man opgav mig i Velfjorden, et tab paa omkring 80,000 kr.).

Ved dette brud er marmoren jævnlig saa daarlig, at man oppe i dagskorpen kan skrabe den med fingrene; lidt bedre blir den i et par m's dyb, men herfra og ned til 8 m under dagen var i det hele og store liden forskjel med hensyn til kornfasthed

at opdage. — Noget af marmoren i bruddet er middels finkornet, noget derimod mere grovkornet, og noget har et breccie- eller porfyr-lignende udseende, idet store kalkspatindivider (jævnlig med vindskjævt bøiede spalteflader) ligger adskilte fra hinanden ved en fingrynet mellemmasse (der i alle fald tildels bestaar af opknuste kalkspatkorn). — Det kan muligens tjene til nogen orientation, at jeg ved mit besøg ved Troviken-bruddet først formodede, at der her skulde foreligge en blanding af kalkspat og dolomitspat, — kalkspaten dannende de store, tilsyneladende „porfyriske“ korn og dolomitspaten den finkornede, smuldrende grundmasse eller mellemmasse; nærmere undersøgelse godtgjorde dog strax, at denne antagelse var urigtig.

Det her omhandlede kataklas-fenomen er af *lokalt begrænset natur*¹⁾; det kan saaledes ikke være nogen uafviselig konsekvens af selve kontaktmetamorfosen som saadan, og selvfølgelig endnu mindre af den (forudgaaende) regionalmetamorfose; men fenomenet maa bero paa lokalt virkende kræfter, som f. ex. voldsomt pres langs efter visse brud- eller grænselinjer.

Om et par andre marmorfelter, som jeg besøgte i Velfjorden, skal vi fatte os i største korthed:

Ved bunden af Heggefjorden, mellem den lange serpentinryg i øst og gabbro- og porfyrfeltet i vest, et marmordrag med vakker hvid og hvidgul, middels grovkornet kalkspatmarmor nær eruptivgrænsen (mod vest) og graalig marmor i noget større afstand fra grænsen; desuden dolomitmarmor.

Ved Aspaas lidt søndenfor Velfjorden kirke; vekslende lag af hvid, fingrynet dolomitmarmor og grovkrystallinsk kalkspatmarmor, dels intensiv himmelblaa og grønblaa, dels graalig hvid; se profil fig. 1, s. 16, samt om farven og kornstørrelsen s. 37, 39, 44.

I nærheden af Velfjorden kirke graalig kalkspatmarmor, med talrige grafitkjæl.

Videre er efter mit ganske kortvarige besøg (1894) i Velfjorden bleven paavist en hel række nye marmorfelter, om hvilke

¹⁾ Det kan her indskydes, at af Velfjordens porfyrer er enkelte stærkt pressede, andre ikke.

jeg ikke ser mig istand til at give nogen geologisk oplysning; dog vil jeg ikke undlade at nævne, at nogle af de prøver, som jeg har seet fra disse nye fund, har været ganske usædvanlig vakre; navnlig sigter jeg hermed til nogle prøver af *aldeles hvid, middelkornet og gjennemsigtig kalkspatmarmor* (utvivlsomt kontaktmarmor), med ypperlig politurevne og helt oppe i dag-skorpen aldeles *fast i kornet*; enkelte af disse prøver er de vakreste og mest forhaabningsfulde, som jeg har seet fra vort land. — En enkelt af disse solide og faste prøver fra Velfjorden (nærmere lokalitet ikke opgivet) viser stærkt bøiede tvillinglameller; man maa saaledes vogte sig for at generalisere undersøgelsen af Troviken-marmoren didhen, at al kontaktmarmor med vredne tvillinglameller skal være kassabel.

Det skulde ikke forbause mig, om et af tyngdepunkterne i den norske marmorindustri i fremtiden vil blive forlagt til Velfjorden; her har man vistnok neppe egentlig storslagne tilgange paa hvid kontakt-kalkspatmarmor, men dette er heller ikke nødvendigt, dersom man kun kan faa et felt med første klasses marmor og saa stort, at man kan faa anlagt brud paa det (ex. felt af længde 200 m, bredde 50 m, høide 30 m, og halvdelen af alt det udbrudte som brugbar vare, giver 150.000 m³, \approx 3000 m³ aarlig i 50 aar paa rad).

Det vilde utvivlsomt være baade af theoretisk interesse og af teknisk-økonomisk betydning at faa optaget et detailkart i maalestok f. ex. 1 : 25,000 (det dobbelte af kartfotografierne) over eruptiv- og marmorfelterne i Velfjorden; et saadant kart vil dog kræve adskillige ugers eller rettere maaneders arbejde.

Tromsø amt

er i geologisk henseende bleven undersøgt hovedsagelig af den for nogle aar siden (1890) afdøde Tromsø-geolog, toldkasserer (og bergkandidat) *K. Pettersen*, som i forskjellige tidsskrifter, navnlig Archiv for matematik og naturvidenskab, Geologiska Föreningens Förhandlingar og Tromsø museums aarshefter, har

udgivet en lang række geologiske detailbeskrivelser over amtet. Resultatet af sine studier sammenstillede han i det, paa grund af hans død desværre ikke færdig afsluttede oversigtsarbejde „Den nord-norske fjeldbygning“ (1887—89), som er ledsaget af et — paa offentlig bekostning udgivet — geologisk oversigtskart, i maalestok 1 : 400,000, over hele Tromsø amt (1890). *Paa dette kart er afsat en flæthed af de i de forskellige formationsled indgaaende kalksten- eller marmordrag*; kartet egner sig derfor til benyttelse af dem, som interesserer sig for opøgning af nye marmorfelter.

De regionalmetamorfoserede skiferafdelinger i Tromsø amt delte *K. P.* i:

- Tromsø glimmerskifergruppe (yngst),
- Balfjordsgruppen og
- Dividalsgruppen (ældst).

Af disse er den førstnævnte i det væsentlige at parallellisere med vor nordlandske glimmerskifer-marmor-afdeling, medens Balfjords- og Dividalsgrupperne — at dømme efter de af *K. P.* i Tromsø museum sammenstillede typesviter — i alle fald fra de to lokaliteter Balsfjorden og Dividalen viser en ganske anden petrografisk karakter (relativt lidet omvandlet lerskifer, alunskifer, kalksten og sandsten). Fra andre steder inden amtet, saaledes f. ex. ved Lavangeneidet mellem Ofoten og Sandtorv (se anm. s. 185) samt ved Harstad, er derimod paa *K. P.*'s kart som Balsfjordgruppe betegnet skifer- og marmorfelter, som i alle fald petrografisk viser en fremtrædende lighed med den nordlandske glimmerskifer-marmor-afdeling; og faktisk optræder her fleresteds, hvor der paa kartet er afsat Balsfjordsgruppen, baade kalkspatmarmor og dolomitmarmor, som jeg ikke har kunnet adskille fra de vanlige nordlandske, i glimmerskifer-marmor-gruppen hjemmehørende varieteter. Jeg har saaledes faaet det indtryk, at det ikke fuldt ud har lykkedes *K. P.* ved kartlægningen at gennemføre den ovenfor omtalte inddeling i de tre grupper.

Mit eget kjendskab til Tromsø amts geologi og til amtets marmorfelter er indskrænket til et par dages studium (1896) i

Tromsø museums bergartsamling og til nogle temmelig flygtige befaringer i omegnen af Ibbestad kirke (s. 105—106), ved Harstad og ved Sandtorv med Lavangenbugten, om hvilken sidste henvises til afsnittet om Ofoten (s. 195—196).

Tromsø by ligger omtrent i sin helhed paa kalksten, hørende til *K. Pettersens* „Tromsø glimmerskifergruppe“; og baade inde i byen og rundt omkring samme har man en hel del smaa-brud paa denne kalksten, der benyttes baade til kalkbrænding og til bygningsmaterial i byen (se s. 112—113). I denne kalksten, som er middels grovkornet og med vekslende lysere og mørkere smaa-striber, har *K. Pettersen*, foruden de ogsaa ellers saa vanlige mineraler kvarts, glimmer og straalsten, fundet lidt turmalin, prehnit, titanit og apatit.

Baade kalkstenen og skiferne paa Tromsølandet minder i den grad stærkt om bergarterne i den nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe, at det — om de to afdelinger mod formodning ikke skulde tilhøre samme stratigrafiske niveau — vilde være umuligt ved petrografiske kjendetegn at holde dem ud fra hinanden.

Ibbestad. I omegnen af Havnvik og Ibbestad kirke optræder, i et ganske mægtigt drag fra Møviken og Skog til lidt vest og nord for kirkebygden, de samme skifere og marmor-varieteteter som i den vanlige nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe, — nemlig glimmerskifer, granatglimmerskifer, glimmergneis, granatglimmergneis, hornblendeskifer osv., samt forskellige lysegraa, middels grovkornige kalkspatmarmor-varieteteter, undtagelsesvis ogsaa lidt hvid dolomitmarmor. Strøget er mellem N og NNV, og faldet 15—25° østligt.

Forherskende i dette mægtige karbonatlag er en allerede tidligere (s. 87, 106) omtalt middels grovkornet, lysegraa kalkspatmarmor, som er propfuld af smaa grafitkjæl, og som oppe i dagfladen gjerne er noget forvitret; det er denne bergart, der er anvendt som bygningsmaterial i Ibbestad kirke. — Videre kan nævnes en hvid, tyndplanig og med fremmed mineral noget

forurennet dolomitisk marmor, i profil lidt vest for kirken samt ved Møviken, paa sidstnævnte sted med *wollastonit* (se s. 27), i lange, negformigt anordnede grupper (krystallerne med længderetning efter orthoaxen, og uden afrundede kanter og hjørner). — Vakker, værdifuld marmor saa jeg ikke under mit forøvrigt ganske kortvarige ophold i Ibbestad.

Om forekomsterne ved Lavangenbugten, skraas over for Sandtorv, henvises til s. 195—196.

Ogsaa ved Græsholmen, paa Hindøen mellem Sandtorv og Harstad, optræder marmor, som er mig opgivet at skulle være ganske vakker; ligeledes findes en del marmorforekomster i Sørreisen, hvorfra jeg har seet nogle ganske pene prøver.

Af øvrige kalksten- eller marmorforekomster i Tromsø amt kan nævnes:

hvid, fingrynet dolomitmarmor, lignende den mest fingrynede fra den nordlandske marmor-etage, fra Tromsdal;

fingrynet dolomitmarmor, fra Nordskar, Renø;

samme bergart, ren hvid; forholdsvist stærk i kornet; i enkelte prøver med grammatit; fra Karlsø;

ligesaa fra Likkavarre i Rostadalen, Maalselven og fra Alteidet (ovenstaaende ifølge *K. Pettersens* samlinger, i Tromsø museum¹).

Foruden denne *dolomitmarmor* optræder i Tromsø amt fleresteds — saaledes f. ex. i Baddaren i Kvænangen; Rippovare, Skibotndal i Lyngen; Skorpen i Kvængen (og Kvalsund i Vest-Finmarken) — en hel række, i Balsfjord- og Dividalsgrupperne hjemmehørende forekomster af *tæt, wen* dolomit (se s. 23).

Ren hvid kalkspatmarmor har jeg ikke seet i Tromsø amt; vistnok har man her en hel del forekomster af marmor, men nogen egentlig forsøgsbrydning, i nævneværdig stil, er ikke nogetsteds foretaget.

I Finmarkens amt er brugbar marmor, saavidt mig bekendt, ikke paavist.

¹) Videre kan fra disse samlinger noteres:

disthen i glimmerskifer fra Slunka i Sagfjorddalen, Hamnerø, Nordlands amt;

staurolith i glimmerskifer fra Falkeberg ved Brevik paa Sørø, nær Hammerfest (cfr. noten, s. 243).

Marmor i de trondhjemske skiferafdelinger.

(*Nordre og Søndre Trondhjems amt*).

Ifølge de hovedsagelig af afdøde prof. *Th. Kjerulf* foretagne geologiske undersøgelser¹⁾ af det trondhjemske optræder der her en række *regionalmetamorfoserede skiferafdelinger*, som — i henhold til en del spredte fossilfund — tilhører de *cambriske og siluriske formationer*.

Kalksten eller marmor spiller ikke i nogen af de mange afdelinger, i hvilke man har inddelt Trondhjemsfeltet, nogen egentlig dominerende rolle, men savnes heller ikke fuldstændig i nogen afdeling, og er særlig nogenlunde rigelig tilstede flere steder i Indherred, i den afdeling, som *Kjerulf* her har kartlagt som „Trondhjem-Støren-gruppen“.

Vedrørende udbredelsen af de forskellige kalkstenlag i det trondhjemske henvises til de gennem den geologiske undersøgelse — hovedsagelig i 1880-aarene, af *Kjerulf* — offentliggjorte geologiske rektangelkarter (i maalestok 1:100,000), nemlig kartbladene Rindalen, Melhus; Terningen, Trondhjem, Stjørdalen, Meraker; Skjørn, Levanger og Stenkjær. Paa disse karter er kalkdragene i det hele og store afsatte med stor omhyggelighed, og de geologiske karter kan saaledes her være en god ledetraad ved den foreløbige undersøgelse af marmorfelterne.

Om *sammensætningen* af de trondhjemske kalksten- og marmorarter oplyser efterfølgende analyser, som (med undtagelse af no. 16) er foretagne af kemiker *L. Schmelck* og tidligere offentliggjorte i *Kjerulfs* arbeide „Merakerprofilen“; no. 16 er i teknisk øiemed udført (1886) af daværende lærer i kemi ved Trondhjems tekniske skole, *W. Drewsen*.

¹⁾ Se særlig *Kjerulfs* ældre afhandlinger i *Nyt mag. f. naturv.* b. 18, 1871 og b. 21, 1876 samt hans „Udsigt over det sydlige Norges geologi“ (1879); videre henvises navnlig til den svenske geolog Dr. *A. E. Törnebohm*s verk „Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbygnad“ (1896).

Analyser af kalksten og marmor fra det trondhjemske.

		Kulsur kalk (CaCO ₃)	Kulsur magnesia (MgCO ₃)	Jernoxyd og lerjord (Fe ₂ O ₃ og Al ₂ O ₃)	Uopløse- ligt	
14	Lønvik, Ytterøen	96.52	3.82	0.20	0.20	
15	Mosviken, nær Ytterøen . .	95.98	2.44	0.62	1.30	
16	Inder- øen {	Strømmens kalkbrud	93.24	5.33	0.35	0.57
17		Bartnæs	76.07	17.63	0.45	4.30
18		Bartnæs	86.25	8.86	0.61	3.40
19	Ravlobakken, ø. f. Levanger Ramsaasen, mellem Levanger og Stene	96.57	2.54	0.45	0.40	
20	Gudding, V for Stene, Vær- dalen	95.46	1.89	0.50	1.50	
21	Bergugleaaasen, S for Stene .	89.12	7.19	0.87	2.97	
22	Vuku, Værdalen	94.77	4.40	0.50	0.80	
23	Mok, øst for Ognadalen . . .	92.07	4.16	0.50	2.50	
24	Grønningvand, i Skogn . . .	88.85	7.32	0.50	2.50	
25	Vaadtlandsmarken, S. f. Floren	88.61	8.07	0.60	3.00	
26	Øvre Sonen, Stjørdalen . . .	96.28	1.85	0.44	0.95	
27	Bjørkan, kartblad Trondhjem	97.25	1.02	0.36	1.30	
28		96.88	2.26	0.50	1.00	

No. 14 fra søndre del af Ytterøen (kan ikke være andet sted end Lønvik); hvid, tæt marmor.

No. 15, Mosviken, ligeoverfor Ytterøen (fortsættelse af Lønvikdraget); fin, tæt, blaalighvid marmor.

No. 16, Strømmens kalkbrud, Inderøen; lys blaaliggraa kalksten (analysen udviser endvidere 0.30% vand).

No. 17, Bartnæs ved Borgenfjorden; sukkerkornet hvid marmor (analysen udviser endvidere: 0.44% magnesia, ikke bundet til kulsyre, men antagelig til brucit).

No. 18; ligeledes fra Bartnæs; blaa kalksten.

No. 16—18 tilhører samme kalkdrag; no. 17 er antagelig kun et rent underordnet lag i den graa kalksten (med bleu belge og St.-Anna-marmor) ved Bartnæs, Borgenfjorden.

No. 19, Ravlobakken, søndenfor Værdalen, en mils vei øst for Levanger.

No. 20, Ramsaasen mellem Levanger og Stene; blaagraa kalksten.

No. 21, Gudding vest for Stene, Værdalen; mørk blaagraa kalksten.

No. 22, Bergugleaaasen, syd for Stene, Værdalen; blaagraa kalksten.

No. 23, Vuku, inderst i Værdalen; blaagraa kalksten.

No. 24, Mok, øst for Ognadalen; mørk, blaagraa kalksten.

No. 25, Store Grønningvand mellem Floren og Movand, blad Stjørdalen; blaagraa kalksten.

No. 26, Vaadtlandsmarken syd for Floren, blad Stjørdalen; sukkerkornet hvid marmor.

No. 27, Øvre Sonen ved Sona, blad Stjørdalen; blaagraa kalksten.

No. 28, Bjørkan, blad Trondhjem (muligens? feilskrift for Bleken, ca. 8 km SSO for Trondhjem); hvid, tæt marmor.

I disse prøver er jerngehalten gennemgaaende temmelig lav; analyserne, hvor jern (hovedsagelig fra jernoxydul indgaaende som karbonat i kalkspaten) er fældt som oxyd sammen med muligens forhaandenværende lerjord, udviser saa'edes 0.20—0.87, middel omkring en halv procent jernoxyd og lerjord i sum.

Det uopløste beløber sig i middel til et par procent.

De fleste analyser af den blaagraa, middels grovkornige kalksten viser en forholdsvis høi magnesiagehalt; 8 prøver af denne bergart saaledes fra 4.16 til 17.63 % kulsur magnesia, de tre resterende prøver derimod kun 1.02—2.54%. — De analyserede prøver af tæt hvid marmor, fra Ytterøen, Mosviken, Floren og Bjørkan (Bleken?), er nogenlunde fattige paa magnesia, nemlig med 1.85—3.82% kulsur magnesia; ligeledes er Gotvasli-marmoren fra Værran ifølge kvalitativ analyse en kalkspatmarmor. Den formodning, jeg leilighedsvis har hørt udtale, nemlig at disse tætte hvide eller lyse marmorsorter fra det trondhjemske skulde være dolomitiske, er saaledes feilagtig. Og overhovedet er dolomit i det trondhjemske hidtil kun kjendt paa et enkelt sted, nemlig fra omegnen af Rien og Vigelsjø, paa kartblad Stuesjø (s. 24).

Den *trondhjemske kalksten eller marmor* udmærker sig næsten gennemgaaende — kun med nogle faa undtagelser (ex. Lein og Frøset i Sparbu; Almendingøen i Bjørnør) — ved et *finere korn, end tilfældet er med den vanlige nordlandske regionalmetamorfoserede kalkspatmarmor*; dette kan vi temmelig sikkert, som vi allerede tidligere (s. 45) har omtalt, sætte i forbindelse med, at de trondhjemske skiferafdelinger i det hele og store ikke har været underkastet en i den grad gennemgribende regionalmetamorfose som den nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe. Ogsaa herfra gives der dog flere undtagelser; saaledes kan nævnes, at partiet netop ved Lein og Frøset i Sparbu, hvor marmoren er temmelig grovkornig, er af en saa gneislignende

karakter, at *Kjerulf* endog opfattede dette felt som hidhørende grundfjeldet, — en opfatning, som dog neppe er holdbar. Ligeledes er ogsaa Almendingøen paa de geologiske karter afsat som tilhørende grundfjeldet.

Foreøvrigt er den trondhjemske marmor med hensyn til kornstørrelse, ligesom ogsaa med hensyn til farve og andre egenskaber, stærkt vekslende; og hvad der hos mig vakte nogen forbauselse, selv paa nogenlunde nærliggende punkter tilhørende — saavel efter *Kjerulfs* som efter *Tørnebohms* kartlægning — en og samme skiferafdeling, kan marmoren vise ganske forskelligartet karakter. Exempelvis kan saaledes anføres, at medens marmoren i det lange drag paa Inderøen (Følstad, Strømmens kalkbrud, Bartnæs) næsten overalt er middelskornet og lysegraa, med hvide aarer, udmærker den til samme skiferafdeling (Trondhjem—Støren-gruppen) hørende marmor ved Lønvik paa Ytterøen sig ved aldeles tæt korn og næsten hvid farve.

Ligeledes er det sandsynligt, at marmor af nogenlunde samme petrografiske karakter kan optræde i forskellige skiferafdelinger; man maa saaledes udvise stor forsigtighed ved anvendelse af marmorlagene som ledetraad ved inddelingen af de forskellige geologiske horisonter.

Mægtigheden af den trondhjemske marmor er i det hele og store betydelig lavere, end hvad tilfældet er i den nordlandske glimmerskifer-marmor-gruppe; men ogsaa i det trondhjemske har man flesteds ganske mægtige lag. Saaledes gaar mægtigheden ved Kjenneraasen paa Snaasenheien (mellem Snaasen og Namdalen) og ved Snaasen kirke skjønsmæssig op til omkring 100 m; ved Rungsted, 4—5 km nord for Stenkjær, anslog jeg mægtigheden til 50—100 m; den samlede kalksten- og marmor-mægtighed ved Lønvik paa Ytterøen er omkring 50 m; ved Knipenberg og Tretlien i Skogn omkring 25—50 m; ved Strømmens kalkbrud paa Inderøen maalte jeg den *synbare* mægtighed til 35 m; da der her baade i det hængende og liggende syntes at være enkelte tildækkede kalkstenbænke, kan den hele mægtighed her sættes til med rundt tal 50 m. — Paa andre steder er mægtigheden kun et snes m eller derunder; selv dette vilde

dog jævnlig være tilstrækkelig til drift (se s. 131), hvis kun marmoren forøvrigt viste tilfredstillende egenskaber.

Som allerede ovenfor nævnt, er den trondhjemske marmor i det hele og store mere finkornig end den nordlandske; i det trondhjemske har man undtagelsesvis endog aldeles tæt marmor, tilmed endnu tættere (3: med endnu mindre korn) end hos den bekendte carrariske blanc P, som er den mest finkornige af Carrara-sorterne. Hos den saakaldte elfenben-marmor fra Gotvasli i Værran ligger de fleste korn ved diameter 0.02—0.03 mm, medens kornstørrelsen hos Carrara blanc P er 0.03—0.06 mm (s. 43). Endnu lidt større korn, fremdeles dog ikke grovere end hos blanc P og adskillig finere end hos blanc clair, møder vi hos marmoren f. ex. fra Lønvik paa Ytterøen og fra Tretlien i Skogns Markabygd; en meget væsentlig del, antagelig endog hovedmassen af den trondhjemske marmor, udmærker sig dog ved endnu noget grovere korn, paa omkring 1 eller 1—2 mm., og undtagelsesvis møder vi, som ovenfor berørt, ogsaa marmor næsten ligesaa grovkornig som den vanlige nordlandske kalkspatmarmor.

Den meste trondhjemske kalksten eller marmor er skidden graa og saaledes høist unanseelig; men ved siden heraf har man fleresteds *vakre lyse farver*, vistnok — saavidt min erfaring rækker — neppe nogetsteds absolut hvid, men dog i flere felter *hvid med kun ganske svag graalig eller gulagtig tone* (ex. Lønvik paa Ytterøen; Tretlien i Skogns Markabygd; efter opgivende ogsaa Bleken SSO for Trondhjem); ved Gotvasli og andre steder i Værran optræder en *lysegul elfenben-marmor*; og paa Inderøen, i Snaasen og vistnok paa endnu flere steder møder vi smukke, *lysegraa varieteter*, som man har sammenlignet med den *belgiske St. Anna-marmor* og *med bleu belge*. — Ogsaa den røde farve er leilighedsvis repræsenteret i det trondhjemske, nemlig ved Haugan nær Strømmen, hvor marmoren er *blegrød* (ikke frisk rosenrød som hos de nordlandske Leifsæt- og Løvgaff-varieteter).

Hvad *soliditeten eller kornfastheden* (forbandtet mellem individerne) angaar, staar den trondhjemske marmor gjennemgaaende

meget høit. hvilket har faaet sit praktiske udslag derigjennem, at man har kunnet benytte den næsten lige oppe i dagen (se f. ex. s. 86), og at den anvendt som bygningssten holder sig fortrinlig, gjennem aarhundreder, i det trondhjemske klima (se s. 107—109, 112, 124. Videre tager den allermeste marmor her meget *smuk politur*, og den er i regelen, om end ikke overalt (saaledes ikke i flere af bruddene paa Inderøen) *nogenlunde fri for fremmed mineral*.

Den trondhjemske marmor byder saaledes paa mange muligheder; *de fleste forekomster har dog et meget saart punkt, idet marmoren jævnlig, om end ikke altid, er forholdsvis stærkt opspaltet, saa det ofte er vanskeligt, fleresteds endog aldeles umuligt, at faa tilstrækkelig store blokke*.

Hermed sigtes ikke saa meget dertil, at bænkesletterne ofte er vel udviklede; — hvilket netop betinger plademarmorens prisbillighed, — men navnlig dertil, at man ofte er generet ved *lovmæssige tveropsplittings-systemer* (ex. Strømmen og Haugan paa Inderøen, delvis ogsaa Gotvasli i Værran), og at marmoren undertiden er „fliset“ (ex. fleresteds ved Tretlien i Skogn). — Dette sprække-fenomen skal vi senere illustrere ved et par eksempler; her skal vi kun paapege, at aarsagen til denne regnet i det hele og store mere fremtrædende opspaltning hos marmoren i det trondhjemske end i det nordlandske muligens (?) ogsaa staar i forbindelse med, at regionalmetamorfosen i det trondhjemske i regelen ikke er saa gennemgribende som i det nordlandske. Det ligger nemlig nær at antage, at jo mere intens omkrystallisation, des bedre vil alle oprindelige sletter kunne gro sammen, og des vanskeligere vil det i det hele og store være for nydannelse af sprækker. — Min erfaring fra vort lands marmorbrud gaar i den retning, at i det hele og store jo mere grovkrystallinsk, des mindre opsprukken; fra denne regel gives der dog talrige undtagelser.

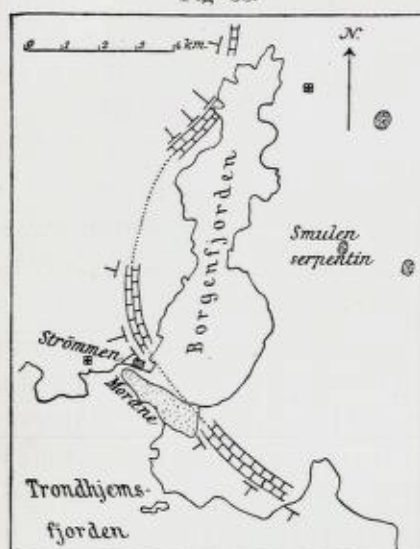
En flerhed af de brud, man hidtil har forsøgt i det trondhjemske, er blevne indstillede, netop fordi marmoren var saavidt stærkt opspaltet, at vragprocenten — og dermed ogsaa marmorens brydningspris (s. 153—155) — blev for høi. Hermed

være selvfølgelig ikke paastaaet, at alle de trondhjemske marmorfelter skal være ubrugbare; men kun, at man ved fortsatte undersøgelser her maa have opmærksomheden særlig rettet paa opspaltningen.

Af de mange trondhjemske marmorfelter har jeg besøgt en del — men ikke alle — i Indherred, og disse skal vi først omtale.

Inderøen. Som det fremgaar af det geologiske rektangelblad over Inderøen (kartblad „Levanger“), og som ogsaa illustreret ved hosstaaende lille kartskitse, kan man her — om end

Fig 53.



Kartskitse over Inderøen.

Hovedmassen af denne kalksten, som nu brydes til kalkbrænding ved Strømmens kalkverk¹⁾ (cfr. analyserne no. 16—18), og som tidligere bl. a. har været benyttet som bygningsmaterial ved den gamle og nye Sakshaug kirke (se s. 107—108), er lyse-

muligens med et par afbrydelser — følge i bue et meget langt kalkdrag, fra Følstad ved Hylla til Haugan og videre over Strømmens kalkbrud, Røset, Hald og længere nordover til Brakstad og Bartnæs. Mægtigheden af dette kalkdrag, som henhører under hvad *Kjerulf* benævnte Trondhjem-Støren-gruppen, gaar fleresteds op til et halvt hundrede m eller derover, og længden er ialt omkring 15 km.

¹⁾ Dette er, saavidt jeg ved, det største kalkbrænderi i det trondhjemske. — Kalk brændes i det trondhjemske ogsaa paa Baklandet i Trondhjem (kalkbrud nær Jonsvandet); ved Lundamo i Guldalen; ved Tangen og Reppe i Stjørdalen (kalkbrud ved Floren). paa alle disse steder kalkbrænding ved siden af teglstensbrænding; muligens ogsaa paa andre steder.

graa, snart hvidgraa med forskjellige schatteringer og snart lidt mørkere graa med hvide aarer eller striber; ofte er denne marmor, som har nogen lighed med den belgiske St. Anna og bleu belge, en del forurennet ved kvarts- og glimmerkjertler.

Denne kalksten eller marmor paa Inderøen ligger gjennemgaaende med ganske svagt fald (ved Strømmens kalkbrud kun 5—15 °); den er i regelen godt bænket, med afstand gjerne $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$, op til 1 m mellem de enkelte bænkesletter. Hertil kommer meget jævnlig et tverospaltnings-system, nemlig det tidligere (s. 132) afbildede og beskrevne dobbeltsæt af spalter; som grundlag for den noget schematiserede tegning (fig. 16) er netop valgt en skitse fra Strømmens kalkbrud. — Som vi allerede ovenfor har omtalt, er denne tverospaltning fleresteds paa Inderøen temmelig sikkert en konsekvens af, at lagene her jævnlig er foldede i bue, σ : at de er *vindskjævt* bøiede.

Paa et par steder (Røset, Hald) i dette kalkdrag har man anlagt brud paa marmor (til ornamentalt brug); vistnok har man kunnet faa en del tilstrækkelig store blokke, men vragprocenten er her oftest meget høi, og marmoren generes desuden jævnlig ved de iliggende kvartskjertler; bruddene er nu indstillede.

Foruden den her omhandlede lysegraa marmor kjender man i det foreliggende felt, nemlig nær Haugan (ved Roelsbakkerne), ogsaa en *blegrød* marmor, paa hvilken har været anlagt et brud; denne marmor er dog saa stærkt opspaltet efter et enkeltset af vertikale spalter — hvorom henvises til fig. 17, som netop er kopieret efter dette brud, — at drift ikke vil kunne lønne sig.

Fra omraadet af vor kartskitse, fig. 53, kan ogsaa omtales et par mindre *serpentinkupper ved Smulen i Sparbu* (ca. 7 km landevei fra Hylla lasteplads); man har her nær gaarden Smulen — i en kuppe et par hundrede m lang, hundrede m bred og vel et snes m høi (overflødig stor til drift) — paabegyndt et brud, hvor man kan faa *meget store blokke og vakker, solid vare*. Paa stedet maalte jeg færdig tilhugne blokke af størrelse $2 \times 0.8 \times 0.8$ m; og farven er mørkegrøn, dog med talrige lysegrønne eller gulgrønne aarer (af chrysotil). Da denne serpentin-bergart,

som ifølge mikroskopisk undersøgelse er fuldstændig serpentineret, uden rest af det primære silikatmineral, tager smuk politur, har den allerede faaet nogen anvendelse, navnlig til omrandinger (indendørs brug, cfr. s. 68); den grønne serpentin staaer udmærket smukt mod hvid, graa eller rød marmor.

Lignende kalksten som ved Strømmen har man ogsaa i nærheden af Skaanæs, nogle km NO for Levanger (se det geologiske kart).

Ved **Lønvik paa Ytterøen** optræder et omkring femti m mægtigt marmorlag, som — med 25—30° nordligt fald — sætter tvert over øen. En del af denne marmor er bituminøs, uren og middels grovkornet; en anden del derimod, nemlig den øvre halvdel eller trediedel af leiet (se anal. no. 14), er lys af farve og med ganske tæt korn, nemlig med *kornstørrelse omtrent som den carrariske blanc P*; skulde der her være nogen forskjel, maatte det, ifølge mikroskopisk undersøgelse, være Lønvik-marmoren, som maatte udmærke sig ved det fineste korn.

Farven af denne marmor er dels hvid, dog oftest med et graaligt eller blaaligt skjær, og dels lys blaagraa; den førstnævnte sort kan sammenlignes med Carrara blanc clair og den sidstnævnte med bardiglio. De forskjellige farver veksler dog saa vidt intimt, at det vil være vanskeligt at faa aldeles ensfarvede blokke; og da marmoren ogsaa er lidt kruset, vil dens karakter blive lidt i lighed med Fauske-antiquen (s. 216).

Lige ved Lønvikstranden er marmoren undersøgt ved nogen prøvemining (inddrivning af en 12 m lang stoll); det har her vist sig, at marmoren har en del bænkeflader, og at den nær dagen undertiden er lidt fliset (smaasprukken efter lagningen); hermed er det dog bleven meget bedre allerede nogle faa m ind i fjeldet.

Det kalkdrag (anal. no. 15), som paa det geologiske kartblad „Levanger“ er afsat i fortsættelsen af Lønvik-draget, noget søndenfor Mosviken (Sundset) paa vestsiden af Nordviksundet, er mig opgivet at føre samme slags tætte og lyse marmor som ved Lønvik.

Lignende marmor optræder ogsaa ved **Knipenberg** og **Tretlien** (omkring 15 km fra Holsand lastebrygge, i **Skogns Markabygd**, her navnlig paa sydsiden af Grønningelven, omkring Aa-dalen (se det geologiske kartblad „Stjørdalen“). Mægtigheden er 25—50 m og faldet 20—60° mod SSV. Marmoren anal. no. 25) er ligesaa tæt som Carraras blanc P og ganske lys af farve, nemlig hvid, dog i de prøver, jeg under mit besøg her saa, med svag graalig tone. Lige ude i dagen er marmoren lidt fliset efter lagningen, men dette retter antagelig paa sig, naar man kommer ind i fjeldet.

Den her omhandlede *aldeles tætte og næsten hvide trondhjemske marmor*, fra f. ex. Lønvik paa Ytterøen eller Knipenberg, Tretlien i Skogn, fortjener betydelig opmærksomhed.

Ved **Lein og Frøset i Sparbu** (næsten lige ved Beitstadfjorden og omkring 6 km fra Stenkjær) optræder en *middels grovkrystallinsk, hvid blaagraa-stribet plademarmor*, som er udmærket smuk, og som i ældre dage (12te eller 13de aarh. i nogen udstrækning blev benyttet ved opførelsen af Trondhjems domkirke, bl. a. til plade-pillarer i vestskipet, til gulvfliser i høikoret, til de gamle smaa-altare og til baade udvendige og indvendige søiler; den meste marmor til Trondhjems domkirke hentede man dog i tidligere dage, ligesom ved den nu paagaaende restauration, fra Almendingoen i Bjørnør (se s. 281).

Ved Lein og Frøset findes marmoren som indleining i glimmerskifer, tildels granatglimmerskifer, som neppe tilhører grundfjeldet (cfr. s. 272; lagstillingen er tildels fladt bølgende, med fald paa 10—30°, og mægtigheden kan med rundt tal sættes til et snes m.

Marmoren er en *udpræget plademarmor*, med bænkykkelse sjelden over 0.4 m, oftest omkring 0.25 m, altsaa lidt mere end ved Leifsæt i Salten (s. 225).

Som man bedst kan overbevise sig om ved at se paa de gamle marmor søiler i Trondhjems domkirke, er denne Sparbumarmor meget vakker, nemlig svagt graalig hvid med blaagraa flammer eller striber; selv næsten lige oppe i dagskorpen er

stenen aldeles solid i kornet (s. 86, 109); den er fri for generende tveropsplætning; og at den kan leveres nogenlunde billig, fremgaar ganske enkelt deraf, at den paa de nærmestliggende gaarde er bleven benyttet som vanlig bygningssten (bl. a. til fjøsmur paa Frøset, se s. 124; paa Lein har man en marmor-trappesten af flade 2×1.7 m og tykkelse 0.15 m). — Jeg formoder, at denne plademarmor — paa samme maade som Leifsæt-marmoren (s. 123, 227) — maa kunne benyttes i stor stil som bygningssten, efter „engelsk murings“; og at den maa kunne egne sig til export.

Ved *Rungsted* 4 km nord for Stenkjær mægtig graa kalksten (strøg 0.35° N; steilt nordligt fald); her saa jeg kun graa, uanseelig kalksten.

I **Snaasen** forefindes fleresteds mægtige kalksten- eller marmordrag, saaledes ved Snaasen kirke og herfra et betydeligt stykke vestover paa sydsiden af Snaasenvandet; videre paa nordsiden af vandets vestre del, og ved Kjenneraaen, lige ved landeveien mellem Snaasen og Namdalen.

Fra det sidstnævnte sted kan særlig mærkes en vakker antique-marmor (lignende Fauske-antiquen), som man kan studere i et lidet bækkeleie lige ved gaarden Kjenneraaen; feltet er stort, men beliggenheden ugunstig.

I nærheden af Snaasen kirke (Sem, Stovra, Aasvold, Krogs-gaard; ved Svarva og helt frem til Aalnæstangen) er marmoren, som her optræder med større mægtighed end ellers i regelen er tilfælde i det trondhjemske, af omtrent samme beskaffenhed som f. ex. ved Strømmen og Røset paa Inderøen; dog ikke saa op-sprukken og tilmed efter min smag noget vakrere. Kvaliteten er dog ikke noget særlig værdifuld; alligevel kan jeg tænke mig, at der kan være mulighed for brud, paa en slags blen belge eller St. Anna, naar man faar jernbane fra Stenkjær til Snaasenvandet. — Som vi ovenfor (s. 108) har omtalt, er Snaasen kirke bygget af graa, hvidstribet marmor, brudt lige ved kirken.

Gotvasli i Værran (kartblad „Stenkjær“; 7 km fjeldvei fra dampskibsanløbssted Tyen og 18 km fra Malmo) er findestedet for den saakaldte *elfenben-marmor*, der, som vi tidligere har omtalt (s. 43), udmærker sig ved *endnu tattere eller finere korn end den carrariske blanc P*, og hvor farven jævnlig i den grad minder om elfenben, at man kan forveksle de to substanser med hinanden.

Lige ved Gotvasli-bækken ser man, at marmorlaget her (med fald omkring 25° mod NNV) ialt har en mægtighed af 20—25 m; den øvre halvdel bestaar af den hvidgule elfenben-marmor; den nedre halvdel derimod har en vis lighed med bardiglio. Nogenlunde tilsvarende er ogsaa mægtigheden lige ved gaarden. Man har saaledes tilstrækkeligt material at tage af; men desværre har marmoren paa de steder, hvor den hidtil har været lidt undersøgt (ved nogle ganske faa minerskud), nemlig ved bækken og lige ved gaarden, vist sig at være meget stærkt opsprukken lige ude i dagen, paa enkelte steder efter et lov-mæssigt vertikalt spaltesystem (lodret paa strøgretningen; se s. 135). — I fortsættelsen lidt VSV for gaarden optræder det samme leie; her mindre opspaltet og med steilt fald.

Et lidet stykke V for Gotvasli-gaarden og noget længere fra gneisgranitgrænsen (se det geologiske kart) end det ovenfor omtalte leie optræder et nyt marmorlag, med mægtighed mindst omkring 30 m og fremdeles førende den samme tætte, elfenben-lignende marmor, men dels af noget mere intensiv gul farve og dels gul- og violet (!)-sribet; laget her er ikke saa stærkt opsprukket som lige ved Gotvasli-gaarden.

Efter opgivende er tilsvarende marmor ogsaa kjendt flere-steds ellers i distriktet, bl. a. ved Simadalsvandet, her ifølge det geologiske kart paa samme stratigrafiske niveau som ved Gotvasli. — Det er mig fortalt, at man etsteds her skal have paavist næsten sprækkefri elfenben-marmor. — Hele dette felt bør underkastes en meget omhyggelig undersøgelse, idet marmoren (en „gul blanc P“) er meget værdifuld; og da man af denne sort kan nøie sig med forholdsvis smaa blokke, paa f. ex.

$\frac{1}{2}$ ton, vil besværlighederne med den forholdsvis lange transport ikke blive saa afskrækkende.

Vi har hermed gennemgaaet de marmorfelter i det trondhjemske, som jeg personlig har besøgt; om nogle øvrige forekomster har jeg leilighedsvis indhentet nogle spredte oplysninger:

Tautra; liden ø i Trondhjemsfjorden, NV for Trondhjem; middelskornet, graa marmorert og sribet marmor.

Holmberget i Frosten, i fortsættelsen af strøglinjen fra Tautra; marmoren opgivet mig at være af daarlig kvalitet.

Nær Hopla-elven og ved Stokkan i Aasen; graa, bardigliolignende marmor.

Bleken i Strinden (analyse no. 28); ca. 8 km SSO for Trondhjem; marmoren opgivet mig at være vakker, nemlig lys, næsten hvid; saavidt jeg ved lignende den tætte marmor fra Lønvik og Tretlien (s. 277).

Gjøljalien og Kammen i Bjugn, indenfor Ørlandet; ganske god marmor, 10—20 m mægtig.

Ogsaa i Rissen findes marmor; altertavlen i høkoret i Trondhjems domkirke er saaledes hentet fra en løstliggende marmorblok ved Bustad i Rissen.

Om disse og øvrige marmorfelter i det trondhjemske henvises til de geologiske rektangelkarter.

Almendingøen i Bjørnør (ude i skjærgaarden nær dampskibsanløbssted Syd-Kraake, et stykke nordenfor Trondhjemsfjorden) har været *domkirkens vigtigste marmorbrud* saavel i gamle dage som under det nuværende restaurationsarbeide (se s. 108—110); brud drives her for domkirkens egen regning; desuden findes brud i privat eie.

Ifølge de geologiske karter skal marmoren tilhøre grundfjeldet; jeg skulde dog formode, at denne angivelse her, som ved Lein og Frøset i Sparbu, kan være noget tvivlsom; med sikkerhed tør jeg dog ikke udtale mig herom, da jeg ikke har været paa stedet.

Almendingø-marmoren leveres til domkirken i indtil 6 m lange, stangformige blokke, og det opgives, at om fornødiges kan man faa blokkene endnu længere. — Efter blokkenes udseende at dømme maa marmoren være en forholdsvis tykbænket plademarmor.

Denne marmor er temmelig *grovkrystallinsk* (i saa henseende som den ordinære nordlandske kalkspatmarmor, snarere grovere end finere); farven er *hvid med svagt graaligt skjær*, og desuden fører marmoren en del kjørtler eller „eitler“ af fremmed mineral, nemlig wollastonit (se s. 27, cfr. ogsaa s. 268), glimmer, chlorit og kvarts. Disse kjørtler er vanskelige at polere, men efter en del arbeide tager de dog nogenlunde god politur. Paa friskt brud tegner de sig med lysegul farve; efter forløbet af en længere aarrække derimod blir de mørkegraa, hvilket forlener marmoren et ærværdigt, antikt udseende. — Ved disse uregelmæssige kjørtler er Almendingø-marmoren let at holde ud fra den ligeledes i Trondhjems domkirke, om end i mindre udstrækning benyttede Sparbu-marmor, som er mere sribet eller flammet (s. 278).

Almendingø-marmoren udmærker sig — trods sit grove korn (s. 118) — ved at være i paafaldende grad fri for porøsitet (s. 82) og ved at klare sig fortrinlig i fri luft, selv under det fugtige og kolde trondhjemske klima (s. 86, 108—110).

Marmor i grundfjeldet, navnlig i det romsdalske grundfjeld.

Grundfjeldet fører i det hele og store, i alle fald hertillands, kun et forholdsvis *lidet antal kalksten- eller marmorlag*, og disse udmærker sig tilmed i regelen ved nogenlunde *lav mægtighed*. Hertil kommer, at disse grundfjeldslag af krystallinsk kalksten oftest er ganske *stærkt opblandede med fremmede mineraler*, navn-

lig med granat, augit, hornblende, glimmer, skapolith, vesuvian, chondroit, desuden spinel, magnetit osv., altsaa i korthed samme mineralkombination, der betegner den vanlige *kontaktmetamorfe* marmor (se s. 27). Strukturen er ogsaa jævnlig, om end ikke altid, den samme, hvilket ytrer sig paa den maade, at den krystallinske kalksten i grundfjeldet nær dagen mangesteds er af *temmelig løs beskaffenhed*. Og hvad endelig krystalliniteten angaar, udmærker grundfjeldets marmor sig ofte ved et ganske usædvanlig *stort korn*, paa 5, 10, ja selv paa 15 og 20 mm; undtagelsesvis kan man dog ogsaa i grundfjeldet møde et mindre korn, paa kun en eller et par mm.

Af alle disse grunde — den ofte meget stærke opblanding med forurenende mineraler, den ofte temmelig daarlige struktur og det altfor store korn — følger i korthed, at den *aldeles overveieude mængde af grundfjeldets marmorlag er uskikket til anvendelse som marmor*; og faktisk kjender jeg *fra udlandet ikke et eneste marmorbrud af nævneværdig betydning, som arbejder paa grundfjeldsmarmor*.

Heraf tør vi strax udlede den belærelse, at det kun vil være rent undtagelsesvis, at man i vort land kan faa marmorbrud i grundfjeldet; men saadanne undtagelser kan gives, — og da navnlig paa enkelte steder i Romsdals amt.

I det sydlige Norge har man flere meget udstrakte grundfjeldspartier; navnlig i Romsdals amt med omgivelser; ved Nedenæs- og Bratsberg-kysten; fra Thelemarken til Randsfjorden, og endelig i Smaalenene og op til Kongsvinger og Solør. Af disse fire store grundfjeldspartier er det uden sammenligning det førstnævnte — *Th. Kjerulfs* saakaldte „romsdalske grundfjeld“ eller „dybe grundfjeld“, — som, vistnok til almindelig forbau selse for de norske geologer, viser sig at føre kalkstenindleininger i størst antal og med størst mægtighed.

Marmor i det romsdalske grundfjeld,
navntlig paa Nordmøre og Søndmøre.

Vi skal her — paa grundlag af mine egne studier, kompletterede ved tilfældigt indhentede oplysninger, videre ved angivelserne paa de geologiske manuskriptkarter og ved forskellige opgaver i prof. *Hellands* „Jordbunden i Romsdals amt“ (1895) og i Dr. *Reusch's* afhandling om „Grundfjeldet i søndre Søndmør“ (Vid. Selsk. Forh. 1877) — begynde med at levere en fortegnelse over de mig kjendte felter af krystallinsk kalksten i Romsdals amt.

Paa Nordmøre.

1. Paa Smølen (her forøvrigt ikke tilhørende grundfjeldet).
2. Ved Bævre og Aune, ved Surendalsøren.
3. Ved Engvik paa Averøen, ved Bremsnæsfjorden.
4. Ved Visnæs og ved Langnæs, Naas og Brandsæter, nær Kornstadfjorden i Kværnæs.
5. Fortsættelsen af dette drag, ved Talstad, Brevik, Farstad og Vaughol i Indre Frænen.

Ved Romsdalsfjorden.

6. Paa halvøen mellem Rødventfjorden og Romsdalsfjorden, i Oksen skraas over for Alfarnæs og ved Bakken.

Paa Søndmøre.

7. Fleresteds (Magerholm, Mauset, Blindem, Spjelkevik og øen Humblen) i Borgund.
8. Ved Lyshol nær Annestadvandet, saavidt vides ogsaa andetsteds i Søkelven.
9. Limurhulen ved Vidhammer nær Storfjorden i Stordalen.
10. Digernæs og Hovde paa sydsiden af Ørstenfjorden, omkring 5 km vest for Ørsten kirke.
11. Ved Brevik nær Larsnæs samt ved Sætre og Seljeset paa Gursken; videre paa Vaagsø og ved Vaage paa Sandø.

Foruden de her opregnede felter, af hvilke jeg kun har besøgt de ved Kornstadvjorden (no. 4) og ved Larsnæs (no. 11), findes der antagelig endnu en del i det romsdalske grundfjeld.

Mægtigheden af den krystallinske kalksten i det her foreliggende grundfjeldsparti er flersteds ganske betydelig; saaledes maalte jeg mægtigheden ved Brevik (ved Larsnæs) til 100—120 m og paa Vaagsø til omkring 100 m (her flere parallelle lag); ved enkelte af forekomsterne (Visnæs, Langnæs, Naas) ved Kornstadvjorden og i Frænen handles der om tilsvarende mægtighed; ligeledes efter opgivende i Søkelven. Paa den anden side har man ogsaa en hel del ganske smale lag; saaledes ved Vaage paa Sandø og ved det gamle kalkbrud ved Visnæs, lige ved Kornstadvjorden, hvor tykkelsen kun er omkring 10 m; og i Ørsten er lagene tildels endnu smalere.

De fleste partier af de her omhandlede kalkstenlag er — som ved de øvrige lignende indleininger andetsteds i vort grundfjeld — meget stærkt forurenede med *fremmede mineraler* (glimmer, kvarts, augit, skapolith, grafit, kis osv.); hist og her — saaledes flersteds i Kornstadvjordsfeltet, ifølge tilsendte prøver ogsaa i Frænen og i Søkelven — møder vi dog ogsaa marmor fri for saadan generende opblanding. Og denne *rene marmor* vil, naar ogsaa *kornfastheden, kornstørrelsen, farven osv. er tilfredsstillende*, nu og da — saaledes efter mine undersøgelser paa et par steder ved Kornstadvjorden — efter mit skjøn kunne berettigede til anlæg af marmorbrud.

Farven er temmelig vekslende, oftest lysegraa, undertiden ogsaa lysegul (vingul, citrongul, crêmegul) eller lysegrøn, hist og her, saaledes paa et par steder i Frænen og ved Kornstadvjorden (Visnæs) ogsaa nogenlunde intensiv rød, dog ikke saa frisk rosenrød som ofte i Nordland. — Aldeles ren hvid marmor har jeg ikke seet i det romsdalske grundfjeld; derimod flersteds temmelig lys marmor, med kun et nogenlunde svagt graaagtigt eller gulagtigt skjær. — Vakker citrongul, samtidig ogsaa temmelig gennemskinnende marmor findes paa et par steder ved Naas og Brandsæter, i Kornstadvjordsfeltet.

Saavidt hidtil kjendt, fører karbonatlagene i det romsdalske grundfjeld aldrig dolomit eller magnesit, men kun *kalkspat*, som gjennemgaaende maa være temmelig fattig paa magnesia, idet den giver *fed* kalk. — I flere af felterne benyttes kalkstenen til kalkbrænding, saaledes ved Brevik lige ved Larsnæs, i Borgund, tidligere ogsaa ved Visnæs, ved Rødvenfjorden og vistnok ogsaa paa adskillige andre steder; og overhovedet blev jeg overrasket ved at gjøre den iagttagelse, at til trods for den hyppige opblanding med fremmed mineral kan den krystallinske kalksten i Romsdals amt fleresteds leveres i det store med lavere kiselsyre- og lerjordgehalt, end tilfældet i stort regnet er med Kristianiafeltets siluriske kalkstene. Og man har i det romsdalske grundfjeld rigeligere tilgang paa lige ved havn beliggende kalkstenforekomster (til kalkbrænding), end tilfældet f. ex. er ved Kristianiafjorden, hvor silurformationen har sin udbredelse.

I *strukturel* henseende (vedrørende forbandtet mellem individerne) indtager Romsdals-grundfjeldets marmor en mellemstilling mellem den nordlandske *regional*metamorfoserede kalkspatmarmor og den vanlige *kontakt*marmor; i det hele og store staar den nærmest den førstnævnte, om individerne end i regelen ikke er i den grad udstyrede med sagtakkede konturer, som tilfældet er med den vanlige nordlandske regional-kalkspatmarmor. Ogsaa den romsdalske marmor er, hvor den er fri for fremmede mineraler, ofte meget solid opbygget, hvilket giver sig tilkjende derved, at den ofte udmærker sig ved et stærkt korn lige ude i dagskorpen, og at den anvendt som udvendigt bygningsmaterial (i de søndmørske marmorkirker, paa Giske og i Borgund, se s. 109—111) gennem aarhundreder har kunnet trodse vind og veir uden at lide nogen synderlig skade. — Dette gjælder dog kun den rene, middels grovkornede grundfjeldsmarmor; hvor de fremmede mineraler (som granat, augit osv., med „ansmeltede“ kanter) spiller nævneværdig rolle, eller hvor kornet er altfor grovt, er marmoren løs og smuldrende, og saaledes aldeles ubrugbar.

Efter denne oversigt skal vi omtale de felter af krystallinsk kalksten i Romsdals amt, som jeg har havt anledning til at besøge, eller som jeg har faaet noget kjendskab til efter indsendte prøver.

Ved **Kornstadvjorden** paa Nordmøre (paa fastlandet i Eide annex under Kværnæs, 30—40 km SV for Kristianssund) optræder en hel række tildels ganske mægtige lag af krystallinsk kalksten, nemlig fleresteds ved Visnæs og navnlig 7—8 km længere mod syd, ved Langnæs, Naas og Brandsæter.

Strøgetningen er oftest omkring ONO, og de herskende bergarter er graa gneis med hornblende-gneis og -skifer; i den store botn 200—250 m over Brandsæter møder vi ogsaa eklogit (som i det romsdalske grundfjeld ikke synes at staa i nogen genetisk relation til kalkstenindleiningerne).

Enkelte af de herværende kalkstenlag — saaledes en km eller lign. VSV for Visnæs i en brat fjeldvæg, videre ved Langnæs og det øvre lag ved Naas og Brandsæter — naar op til ganske betydelige dimensioner, med længde mindst en eller et par km og mægtighed fleresteds omkring hundrede m; ved siden heraf møder vi ogsaa flere ganske smale lag.

Oftest er den krystallinske kalksten her — som ellers i grundfjeldet — i saa stærk grad opblandet med fremmed mineral (silikat, med svovlkis og grafit) samt med saa overordentlig stort korn, at den ikke kan anvendes som marmor. Undtagelsesvis møder vi dog ogsaa brugbar vare.

Saaledes fæstede jeg min opmærksomhed særlig ved en *vækker citrongul eller vingul kalkspatmarmor*, som findes paa flere steder, nemlig i det nedre leie ved Naas (omkring $\frac{1}{4}$ km VNV for hovedbygningen paa søndre Naas gaard); videre ogsaa høiere op i aasen, op for Naas; samt i et leie ved Brandsæter botn, omkring 200 m over Brandsæter gaard. — Denne marmor, som ofte er vakkert gjennemskinnende, og som har adskillig lighed med Fauskeidets citron, er fleresteds, men ikke overalt, næsten aldeles fri for fremmed mineral; den er af samme korn eller lidt mere finkornig end den vanlige nordlandske kalkspatmarmor, og den er helt ude i dagen jævnlig

aldeles stærk og solid i kornet. Jeg formoder, at denne marmor berettiger til anlæg af brud; i hvert fald fortjener forekomsten indgaaende undersøgelse.

Videre kan nævnes en graalig hvid marmor, som jeg saa flesteds nær Langnæs samt i det store lag vest for Visnæs; ogsaa denne marmor er flesteds næsten fri for fremmed mineral.

En ikke ringe ulempe ved eventuelt vordende drift ved Kornstadfjorden er, at marmoren ofte er stærkt gjenemsat af underjordiske bække, opkommer og „Karrenfeld“-furer; men forøvrigt syntes marmoren i og for sig at være nogenlunde fri for egentlig opsprækning.

I *Indre Frænen* — et halvt snes km vest for Brandsæter — optræder et mægtigt og flere km langt marmordrag, ved gaardene Talstad, Brevik og Farstad; antagelig et andet drag ved „Troldkirken“ (nordost for gaarden Varghol), som er en grotte uderoderet i marmor (se s. 144).

Fra det førstnævnte drag har jeg faaet tilsendt en række prøver, af hvilke enkelte er ubrugbare paa grund af altfor grovt korn eller for stærk opblanding med fremmed mineral; andre derimod gjør et ganske godt indtryk, og specielt kan nævnes en ganske vakker lys gulgrøn, en graalighvid samt en blegred marmor.

Fra *Søkelven* har jeg seet en del marmorprøver; enkelte altfor grovkornige, andre stærkt flisede, men ogsaa enkelte gode prøver, omtrent fri for fremmed mineral, af middels kornstørrelse og af hvid farve med kun temmelig svag graalig nuance; feltet er mig opgivet at være baade langt og bredt.

Om marmoren i *Borgund* og *Giskø marmorkirker* henvises til s. 109—111.

I omegnen af *Larsnæs paa Gurskø* (længst mod vest paa Søndmøre) har jeg besøgt flere felter af krystallinsk kalksten, uden nogetsteds at have seet brugbar marmor. — Om de forskjellige lag her kan anmærkes:

Ved gaarden Vaage paa udsiden af Sandø mindst 1 km langt lag af krystallinsk kalksten; strøg 0 10° S; fald 70°

nord; mægtighed 10—15 m; stærk opblanding med fremmed mineral (kvarts, glimmer, skapolith osv.);

i den sydvestre del af Vaagsø et ganske mægtigt drag af lys graahvid marmor, i flere parallelle lag; strøg 0 10° S; nordligt fald; ofte med kvarts og andre mineraler, deriblandt grafit; vertikal tverospaltning ONO—NO; med dybe erosionsfuger;

ved Brevik nær Larsnæs et lidt over 100 m mægtigt lag af graa, temmelig grovkrystallinsk kalksten, som benyttes til kalkbrænding; strøg omkring 0 15° S; steilt sydligt fald; eendommelig er en lovmæssig vertikal tverospaltning, efter retning 0 35° N—NO, altsaa dannende vinkel omkring 45° med strøget; afstanden mellem disse tversprækker er oftest $\frac{3}{4}$ til $1\frac{1}{2}$ m. Herfra har Dr. *Reusch* tidligere (Nyt mag. f. naturv., b. 22, 1877, s. 221) givet en tegning af „Karrenfeld-“ furerne.

I de forskellige grundfjeldspartier i det søndenfjeldske Norge findes nogle ganske faa, spredte og lidet mægtige kalkstenforekomster, af hvilke vi skal opregne de bedst kjendte.

Ved *Sødal (Eg) ved Kristianssand*; krystallinsk kalksten med kokkolith, skapolith, brun glimmer, chondrodit, spinel osv. samt vesuvian (ved Eg); benyttes til kalkbrænding. — Dette er, saavidt mig bekjendt, den eneste nogenlunde store kalkstenforekomst paa kyststrækningen mellem Skiensfjorden (med silurisk kalksten) og det bergenske (Mosterhavn osv.)

Paa *Rivingen*, en holme udenfor *Grimstad*; omkring et snes m mægtig krystallinsk kalksten, nogenlunde rig paa rødbrun glimmer, skapolith, straalsten, kis osv.; kalkstenen i sin tid brugt som tilslag ved Boilestad kobbersmeltehytte. — Rivingen ligger paa sydvestsiden af det gjennemskjærende yngre granitfelt ved Føvig og Grimstad, i fortsættelsen af den strøglinje, som de Arendal'ske jernmalforekomster Klodeberg, Kjenlid, Lærestvedt, Tingtvedt danner. — Ogsaa i umiddelbar nærhed af de fleste Arendal'ske jernmalforekomster, saaledes ved Næskilen, Barbo, Klodeberg, Braastad osv., optræder nogle tynde indleininger af krystallinsk kalksten, oftest kun en halv til et par m mægtige og saa stærkt opblandede med augit, granat, skapolith

osv., at man faar overgang til malnforekomsternes augit- og granatberg.

Om marmorbruddene i Sparbu og Almendingoen, som paa de tidligere geologiske karter (men antagelig med urette) er henregnet til grundfjeldet, se s. 278 og 281.

En særstilling indtager den navnlig i tidligere dage ofte omtalte ofimagnesit paa Snarum, som bestaar af *magnesit* med tilblandet *serpentin*, jævnlig ogsaa med en bagatel titanjern. — Sammensætningen af den rene magnesit, fri for tilblanding af serpentin og erts, fremgaar af nedendstaaende ældre analyser.

Analyse no. 29; magnesit fra Snarum.

	a	b	c
Magnesia (MgO)	47.29	47.02	46.48
Jernoxydul (FeO)	0.78	1.41	0.87
Kulsyre (CO ₂)	51.44	51.57	52.57
Sum	99.88	(100.00)	(99.92)

(a, gul, gjennemsigtig, med 0.47% vand; b, hvid, ugjennemsigtig, efter *Marchand og Scheerer*; c, hvid, efter *E. B. Münster*, sp. vægt 3.065).

Magnesiten optræder i to forskellige farver, dels hvid og dels lyserrød; og serpentina er grøn, oftest frisk lysegrøn, undertiden mørkegrøn, nu og da ogsaa med voksgul tone. Efter magnesitens farve falder bergarten i to slags, nemlig *hvid* med *grønne* serpentin-smaapartier, og *lyserød* med de samme smaapartier; af den sidstnævnte slags er tilgangen forholdsvis liden.

Denne ofimagnesit findes paa Snarum, et par km. fra Snarums jernbanestation, lige ved Snarums nu forlængst nedlagte blaafarveverk; man har en forekomst (eller kanske to paralleller) med hvid magnesit lige nede ved elven (her mægtighed mindst et snes m, kanske mere); videre brud paa en 30—40 m mægtig (eller bred) forekomst omkring halvandet hundrede m længere mod sydvest; og endelig et par hundrede m endnu længere mod

sydvest, i strøgets fortsættelse, et tredje brud, 15 m mægtigt (eller bredt) med rød magnesit. — Rundt bruddene er marken stærkt tilvokset og dækket, saa man ikke kan foretage mange detailobservationer. — Man kan ved disse brud, som har været drevne med sprængning (ikke med kiling), faa ud nogenlunde store blokke, ved forsigtig kiling paa dybet antagelig endog temmelig store blokke. Magnesiten er dog aldrig ren, men tilblandet en del, skjønsmæssig omkring 10 % serpentin. Stenen lader sig selvfølgelig sage og polere; men den tager ved ordinær behandling — idet den bestaar af to forskjellige mineraler, hvert med sine egenskaber (magnesit haarhed 4, serpentin haarhed 3), — ujævn politur, idet serpentinaen først blir speilende. Ved kyndig arbeide kan man dog faa ganske god politur ogsaa paa magnesiten.

Man har gjentagne gange, navnlig i 1870-aarene, forsøgt at anvende denne ofimagnesit, til gravmonumenter, soiler osv. (bl. a. soiler i trappeopgangen i Storthingsgade no. 2, Kristiania); men bergarten har hidtil ikke givet anledning til nogen større brydning.

Ved skeidning vil man kunne plukke ud til chemisk brug (f. ex. udforing af smelteovne) magnesit med tilblending af antagelig kun 5—8 % serpentin.

Efter opgivende skal der findes ofimagnesit ogsaa paa gaarden Ovens grund i Snarum. — De smaa serpentinforekomster paa Snarum omhandles ikke i dette arbeide.

Marmor i de bergenske skiferafdelinger.

Paa Bergenskanten findes der en del marmorfelter, som dog gjennemgaaende er forholdsvis lidet mægtige, og hvor marmoren i det hele og store, om end muligens med et par undtagelser, er af temmelig underordnet natur. Selv har jeg ikke havt tid til at besøge nogen af de herværende forekomster; efter indhentede oplysninger kan vi dog omtale de vigtigste.

Vedrørende udbredelsen af kalksten- eller marmorlagene her henvises til de geologiske rektangelblade „Bergen“ og „Haus“ samt til det geologiske kart, ligeledes i maalestok 1:100.000, over „øerne udenfor Hardangertjordens munding“ i Dr. *Reusch's* arbeide „Bømmeløen og Karmøen“ (1886); se ogsaa Dr. *Reusch's* arbeide „Silurfossiler og pressede konglomerater i Bergensskiferne“ (1882).

For tiden drives i det bergenske, for regning af et firma i Bergen (P. G. Rieber og søn) et lidet marmorbrud paa *Salthellen ved Kvalvaag i Møgster*, 45 km søndenfor Bergen; i sommermaanederne beskjæftiges her i regelen 4—6 mand, og aarlig udbydes omkring 50 m³ marmor, som anvendes til gravmonumenter, plader osv. i Bergen med nærmeste omegn. Marmoren er ganske vakker, nemlig middelkornet og lys, næsten hvid af farve; mægtigheden i fast fjeld er omkring 40 m; faldet steilt.

Ved *Hop* (Hopholmen, Hopsnæs, Paradis og øst for Fjøsangervandet) nær jernbanelinien nogle km søndenfor Bergen findes nogle linseformige leier af hvid marmor; herfra har jeg seet baade grovkrystallinske og finkrystallinske prøver, tildels af aldeles snehvid farve. Man har her gjentagne gange, helt siden begyndelsen af forrige aarh., forsøgt at bryde marmor, — men arbeidet er altid strax bleven indstillet, efter opgivende fordi laget (eller lagene), som ligger med flade fald (paa ca. 25°), er lidet mægtige, nemlig kun paa omkring eller henimod et par m, og fordi det skal være umuligt at faa tilstrækkelig store blokke, uden sprækker.

I *Th. Kjerulfs* „Ueber die Geologie des südlichen Norwegens“ (Nyt mag. f. naturv. b. 9, 1857) findes et par analyser af marmoren fra *Hop* og *Moster*.

		Kiselsyre, kvarts, uløst	Kulsur kalk (CaCO ₃)	Kulsur magnesia (MgCO ₃)	Sum
No. 30	Hop	0.26	97.91	1.28	99.45
„ 31	Moster	1.26	97.23	1.72	100.21

Kalksten til kalkbrænding brydes hovedsagelig ved *Skaftun* paa *Osterøen* (skraas over for *Trengereid* jernbanestation); stenen

herfra benyttes undertiden ogsaa til gravmonumenter, men i ganske liden udstrækning, da farve og kvalitet ikke er god. Videre har man brud (paa finkorning, dels hvid og dels blaalig graa kalksten eller marmor) ved Mosterhavn samt paa Huglen og Skorpen. — Kalkstenen fra Skaftun brændes ved kalkverk inde i Bergens by; desuden har man en eller et par mindre ovne ved Mosterhavn, kanske ogsaa paa Huglen.

Krystallinsk kalksten eller marmor findes endvidere paa den lille ø Hille øst for Lervik (herfra har jeg seet vakker finkornig, dels hvid og dels vatret lys kjødfarvet marmor, optrædende i tynde lag); nær ved Trengereid, i fortsættelsen af Skaftun-laget (efter opgivende 10—20 m mægtig); ved Vikenæs paa Storen (stribet; indtil 20 m mægtig); ved Malle ved Os—Nestun-banen (40 m mægtig, men skifrig og glimmerførende); samt paa endnu et par steder, som nævnes i den efterfølgende historiske beretning om de gamle marmorbrud i det bergenske.

De vigtigste kalksten-eller marmorforekomster findes omtalte i Dr. *Reusch's* oven citerede geologiske arbejder; nemlig: Hop, Skaftun og Trengereid i „Silurfossiler“, s. 89, 75 og 77; Salt-hellen i „Bømmeløen og Karmøen“, s. 270; Mosterhavn samme-steds s. 160; Hille s. 165; Haukenæs paa Huglen s. 167; Vikenæs paa Storen s. 210. Ved sidstnævnte sted har *Reusch* fundet oversiluriske fossiler.

I tidligere dage, navnlig i det 18de aarhundrede, har man paa adskillige steder i det bergenske drevet paa marmor, dog med lidet held. Herom, samt om de ældre kalkbrænderier, hid-sættes efter *Johan Vibes* „Søndre Bergenhus amt.“

Tidligere var der marmorbrud i *Tysnæs*. I en indledning til en geografi over Bergens stift fra begyndelsen af forrige aarhundrede (findes paa universitetsbibliotheket som manuskript) omtales marmorbruddet paa Selø som et af de største verker i landet, hvor der brødes blokke af blaa og hvid marmor, der var større end ved noget andet verk i amtet. I præsten Christies indberetning af 1743 omtales ikke marmorbruddet paa Seløen, hvorimod kan fremhæves, at der paa øen Skorpen og Elsakernæsset ved Onareim findes marmor, der bruges til at brænde kalk af. Denne kalkbrænding har i sin tid havt et betydeligt omfang i Onareim. I femaaret 1851—55 brændtes der saaledes kalk paa ikke mindre end 9 gaarde, samtlige beliggende syd for Onarheim kirke. Men efter hvert som veden blev kostbarere, indskrænkedes driften. Fraseet kalkbrænderiet paa Flakke (i Onarheim), der bruger stenkul, er alle kalkbræn-

derier i Tysnæs nu nedlagte. Længst vedblev kalkbrænderiet paa Seløen. . . .

Tidligere fandtes der marmorbrud i *Stord* herred, saaledes brødes der i begyndelsen af det 18de aarh. ifølge en indledning til en geografi over Bergens stift marmor i Vikenæs paa vestsiden af øen. Man fandt rød og hvid marmor og grøn med svovlgule gange. Endvidere graa og hvid jaspis, grøn med røde agatpletter og sort og hvid. Paa Storsøen, nord for Huglen brød man paa samme tid ren marmor med hvidagtige prikker. Paa Huglen var der for 30 aar siden kalkbrænderier næsten paa hver gaard. Ogsaa til brænderierne i Tysnæs hentede man for det meste kalken fra Huglen og andre nærliggende øer. Heri gjorde dog kalkbrænderiet paa Flakke en undtagelse, det hentede og henter vistnok fremdeles sin kalk fra Mosterøen.

I fordums tid var der marmorbrud paa *Mosterøen*. Ved Mosterhavn findes der forskellige sorter marmor: blaa med hvide flammer, blaa med hvide striber, mørkeblaa med lignende striber, lyseblaa og grøn med graaagtige striber. Marmorbruddet paa Mosterøen blev sat i gang i begyndelsen af forrige aarh. af Montagne de Lillien skjold. Marmoret fra Mosterhavn er i stor udstrækning brugt til Kristiansborg slot i Kjøbenhavn. Det blev ogsaa udskibet til England, Holland, Tyskland og landene ved Østersøen. Verket var endnu i drift i midten af forrige aarh. og blev gjenoptaget 1775 af præsten Hertzberg og kancelliraad Christie. Det lønnede sig imidlertid ikke, og i første halvdel af dette aarh. blev marmorbruddet gjenoptaget som kalkstenbrud til brug ved kalkbrænderierne i Foyen og Opdal i Tysnæs. I slutningen af femtiaarene blev der ogsaa begyndt med kalkbrænderier paa Moster, og hermed har man fortsat til nu. Ogsaa til en kalkovn i Bergen har stenen i de senere aar været brugt, ligesom større blokke har været transporteret til Bergen som gravstene. . . .

Tidligere har der været marmorbrud paa gaarden Tveit og paa Hopeholmen ved gaarden *Hop* ved Nordaasvand (Fane). Det blev drevet i sidste halvdel af forrige aarh. af kancelliraad Christie, og der blev fabrikeret ligstene, monumenter, bordplader m. v. Da Christie døde i attenhundrede og nogle og tyve, ophørte driften næsten ganske.

Videre henvises om marmorbrydningen i søndre Bergenhus i begyndelsen og midten af det 18de aarh. til „En 1740 til Kongen indgivet Beretning om Marmorværkerne i Bergens Stift,“ forfattet af *Jesper Heiberg* og, med et par tillæg offentliggjort i *F. Thaarups* „Magazin for Danmarks og Norges topographiske, økonomiske og statistiske Beskrivelse“ (første bind, 1797—1801). — Man finder her beskrivelse af syv forskellige marmorfelter, Hopeholmen (med 3 marmorsorter), Vikenæs paa Støren (med 7 sorter), Mosterhavn (5 sorter), Salthellen (3 sorter), Hille (3 sorter), Stourseen (en mil nord for Halsnø kloster, 1 marmorsort) og Selloen (en mil nordøst for Halsnø kloster, 1 marmorsort). De fire førstnævnte forekomster var i drift i 1740.

Oberstlieutnant Montagne Lillien skjold fik i 1706 privilegium paa at drive brud paa marmor (og „Kristal de Roche,“ d. s. bergkrystal) i Søndhordland (først Mosterhavn); senere fik arvingerne (efter hans i 1739 afdøde søn) nye privilegier i 1742 og 1745. Eierne havde bl. a. paataget sig leverance til det kgl. residentslots bygning (NB. ikke marmorkirken)

af i alt 10 000 kubikfod marmor; deraf var indtil 1739 transporteret 8366 kubikfod, og resten, 1634 kubikfod, laa færdig til skibning (1 kubikmeter = 32,38 kubikfod). — Fra disse brud i Søndhordland synes kun temmelig lidet at være leveret til den Kjøbenhavn'ske Marmorkirke (1749—1772).

Ifølge *J. Krafts* „Topografisk-statistisk Beskrivelse af Norge“ (4de del, 1829, s. 484) — hvor fremhæves, at „Søndhordlehn er bekendt af sine Marmorarter, de skjønneste der findes i Landet“ (!) — blev marmorbruddene her forladt noget efter midten af det 18de aarh., men paany optagne i 1775, af senere cancelliraad og lagmand W. H. Christie, som siden arbejdede sammen med provst P. H. Hertzberg i Finaas. Man havde nogenlunde betydelige marmorbrud navnlig ved Mosterhavn, men driften blev indstillet allerede før Christies død, i 1820-aarene.

Videre henvises om „Marmorværket ved Hop“ til *L. Sagen og H. Foss's* „Bergens Beskrivelse“ (1824), s. 322; *C. F. Naumanns* „Beyträge zur Kenntniss Norwegens“ (1821-22), b. 1, s. 172; *L. H. Bings* „Beskrivelse over Kongeriget Norge“ (Kjøbenhavn, 1796); her om Hopeholmen s. 270; om Mosterhavn s. 432; om Salthellen s. 582 (og om Gjellebæk i Lier, under Paradisbakken, s. 524); se ogsaa *E. L. Pontoppidans* „Det første Forsøg paa Norges naturlige Historie“ (Kjøbenhavn, 1752); her om „Marmor-Verket“ ved Mosterhavn s. 87.

Paa **Talگو**, en liden ø i Stjernerø herred, 30 km nordost for *Stavanger*, findes et brud paa dolomitisk marmor, hvorom hid sættes følgende oplysninger, som er mig meddelte af bruddets eier (firma „Talگو marmorbrud“ i Stavanger).

Drift paabegyndte i 1891, og er der aarlig solgt omkring 2000 tons dolomit som brudsten, der anvendes i cellulosefabrikker, støberier osv. Desuden sælges aarlig ca. 3000 sække à 100 kg. malet dolomit, der anvendes i mineralvandfabrikker til fremstilling af kulsyre. Prisen paa brudsten dreier sig om ca. 4 kr. pr. ton frit ombord ved bruddet; og for malet marmor 2 80 kr. pr. sæk à 100 kg. — Bruddene leverer ikke blokke.

Analysen af den dolomitiske marmor fra Talگو.

	Kulsur kalk (CaCO ₃)	Kulsur magnesia (MgCO ₃)	Jernoxyd og ler- jord	Uopløse- ligt i 20% saltsyre	Sum
No. 32	60.93	37.27	0.02	1.78	100.00
„ 33	69.66	28.24	0.83	1.77	100.00

No. 32 udført af *L. Schmelck*, Kristiania. No. 33 af Dr. *Ulex*, „beedigter Handelskemiker“, Hamburg (analysen med 0.33 %/o

jernoxyd, hvori lerjord ikke findes nævnt; det uopløste er glimmer.) Begge analyser, som hidrører fra forskellige dele af laget, er foretagne høsten 1891. Forholdet mellem CaCO_3 og MgCO_3 er i første analyse 1:0.73; i anden analyse 1:0.52.

Hvor der handles om fremstilling af kulsyre til finere kemisk brug, foretrækkes gjerne dolomitmarmor fremfor kalkspatmarmor, fordi den sidstnævnte, som vi ovenfor (s. 33) har omtalt, næsten aldrig er absolut fri for organisk substans.

Marmor i Kristianiafeltets silurformation.

I den siluriske formation i Kristianiafeltet, hvormed her forstås partiet fra Langesundsfjorden til Mjøsen, indgaar paa forskellige niveauer, navnlig i oversiluren, en række kalkstene, som dog alle er opblandede med lidt lerskifersubstans. Den vigtigste kalkstenafleining i de undersiluriske etager (no. 1—4) er den nedre orthocerkalk, af mægtighed kun nogle ganske faa m (ofte 3—4 m) og bestaaende af omkring 4 dele kulsur kalk til 1 del lerskifersubstans. Desuden har man i undersiluren forskellige endnu urenere kalksten- eller mergellag (megalaspiskalken, 1—1.5 m mægtig, videre chasmopskalken med flere), af hvilke enkelte fører endnu mere skifersubstans end karbonat.

I de oversiluriske etager derimod optræder flere betydelig renere, samtidig ogsaa adskillig mægtigere kalkstenlag, saaledes den nedre enkrinitkalk (ved Skiensfjorden), videre i kalksandstenen (etage 5) og navnlig flere lag i etagerne 6, 7 og 8 (pentameruskalken, koralkalken, øvre enkrinitkalk, øvre orthocerkalk, — etage-betegnelsen efter *Kjerulfs*, paa de geologiske rektangelkarter benyttede inddeling). Paa disse oversiluriske kalkstene arbejder de forskellige kalkbrud i omegnen af Kristianiafjorden (i Sandviken og ved Mjøndalen hovedsagelig paa enkelte nogenlunde rene kalklag i og ved pentameruskalken; paa øerne udenfor Holmestrand derimod paa forskellige kalklag til-

hørende etage 7—8; ogsaa ved Skiensfjorden og ved Mjøsen og Randsfjorden kalkbrænding paa silurisk kalksten).

Disse oversiluriske kalkstene indeholder dog praktisk talt uden undtagelse tilblandet nogle procent lerskifersubstans; neppe nogensinde under 1—1.5%¹⁾, meget sjelden under 2—2.5%, ofte omkring 5% og endnu oftere omkring 7—10% eller derover (alt regnet i ubrændt sten).

For at kunne levere noget nærmere kjendskab til sammensætningen af Kristianiafeltets siluriske kalkstene skal vi sammenstille en række analyser, dels af kalkstenen (eller marmoren) og dels af den brændte kalk, med cement.

Eldre analyser, efter *Th. Kjerulf's* „Ueber die Geologie des südlichen Norwegens“ (Nyt mag. f. naturv., b. 9, 1857).

	Kisel- syre, kvarts- sand, uopl.	Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃	Kulsur kalk (CaCO ₃)	Kulsur magnesia (MgCO ₃)
34. Anthrakonit fra alunsk., Væk- kerø	0.69	0.06	94.00	Spor
35. Orthoceratit-sipho, Huk . . .	10.94	6.18	79.92	2.85
36. Kalkstensnyre, Blegøen . . .	16.98	2.33	66.01	4.53
37. Øvre kalksten (8 β), Malmeen	16.29	2.50		2.12
38. Marmor fra Isi Bærum . . .	10.64		89.39	0.94
39. Marmor fra Barnekjærn } Ved	5.73	0.22	93.37	0.37
40. Kalksten fra Trosterud } Vetta-	8.25	0.74	87.67	1.11
41. Kalksten fra Jugerud } kollen	10.10	0.62	87.74	1.32
42. Kalksten ved Kristiania . . .	3.53	FeCO ₃	96.08	0.39
43. Kalkstensnyre ved Kristiania	5.83	3.94	88.29	1.94

I det her nævnte arbeide af *Kjerulf* og i hans afhandling „Hvor findes Cement i Norge“ (Polytekn. tidsskr., 1857) er ogsaa trykt en del analyser af lerskiferblandet kalksten (o: mergel) og kalkstensnyrer, med oftest 20—30% lerskifer, udvisende:

spor, spor, 0.8, 1.16, 1.17, 1.54, 1.99, 2.79, 3.50% MgCO₃.

¹⁾ Hvor vanskeligt det er her paa østlandet at levere kemisk ren kalksten, fremgaar bl. a. deraf, at man til cellulose- og klorkalk-fabrikker leilighedsvis har indført dansk (Saltholm, Faxø) og engelsk kalksten. Man kan dog ved enkelte af de østlandske kalkstenbrud samt ved Gjellebæk marmorbrud udskælde kalksten (eller marmor) med ikke over et par procent silikattilblanding.

Analyser af kalksten fra Sandviken (analyserne foretagne af kemiker *L. Schmelck* og stillede til min disposition af Sandvikens kalkfabrik).

	Kulsur kalk (CaCO ₃)	Kulsur magnesia (MgCO ₃)	Jernoxyd	Lerjord	Uopløst i saltsyre	Kiselsyre	Svovl	Fosforsyre	Sum
44. Helgerud, Bærum . . .	97.64	0.46	0.14	0.06	1.84	0.00	0.01	spor	100.15
45. Sand- viken	97.32	0.70	0.15	spor	1.36	0.14	0.00	0.00	100.03
46. (Løkke)	96.08	0.75	0.26	spor	2.14	0.10	0.13	0.00	99.38
47. Brøneen	94.80	1.19	0.57	spor	3.42	0.00	0.02	spor	100.00

Analyse af marmor fra Gjellebæk (foretagen af nuværende overkontrollør *Riiber*).

No.	Kulsur kalk (CaCO ₃)	Kulsur magnesia (MgCO ₃)	Jernoxyd	Lerjord	Uopl. i saltsyre	Sum
No. 48	97.14	0.97	0.11	0.30	1.66	99.18

Analyse af brændt kalk fra Sandviken (ifølge *L. Schmelck*).

No.	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Uopl.	Sum
No. 49	96.48	0.65	1.33	0.93	0.50	0.29	100.18

Slemmestads cement, som er brændt af (nedre) orthocerkalk med nogen tilsats af ler, bestaar af: 60—61% kalk (CaO); 20—21% kisel-
syre; 6.5—8.5% lerjord; 4—5% jernoxyd (delvis fra tilsatsmaterialet);
1—2% magnesia; 1—2% glødtab.

Af ovenstaaende samt af talrige øvrige analyser, som jeg har havt anledning til at se, fremgaar, at vor siluriske kalksten gennemgaaende er meget fattig paa magnesia; den nogenlunde skiferfri kalksten fører saaledes ikke sjelden under 1% kulsur magnesia (MgCO₃); ofte mellem 1 og 2%; undtagelsesvis, specielt i visse bænke i etage 7—8 (efter den ældre etage-inddeling), 3—5% MgCO₃; da skiferne i det hele og store, om end med undtagelser, er magnesiariigere end kalkstenene, er magnesiagehalten ogsaa i det hele og store noget høiere, jo høiere lerskifer-tilblandingen stiger. — Det samme gjælder som regel ogsaa, dog med undtagelser, om jerngehalten i den oversiluriske kalksten, som i ren tilstand kun holder en bagatel jern (som FeCO₃), vistnok i middel adskillig under 1%.

Den vanlige siluriske kalksten er af graa, oftest mørk blaalliggraa farve og temmelig unanseelig af ydre; den er vel skikket til bygningsmaterial — og stenen holder sig, som man kan overbevise sig om f. ex. ved Gamle Akers kirke (se ann. s. 98), uforandret gennem aarhundreder eller aartusinder, —

men kalkstenen er i sin almindelighed ikke saa vakker, at den passer til ornamentalt brug.

Hvor kalkstenen støder op mod de forskjellige yngre eruptiver (granit, kvartssyenit, augitsyenit osv.), som gjennemsætter den siluriske formation, er den i mere eller mindre stærk grad bleven kontaktomvandlet til marmor (se s. 5—10). Allernærmest mod eruptivgrænsen er marmoren hvid eller lysegraa, ofte med grønligt skjær (paa grund af tilblanding af grønne mineraler, som grøn augit, granat osv.); lidt længere borte er farven lysegraa, og endnu længere er omvandlingen ganske svag, til graasort, kun svagt krystallinsk udviklet marmor.

Hvor omvandlingen kun er ganske svagt fremskreden, kan marmoren leilighedsvis benyttes, saaledes som tilfældet er med den graasorte Brevik- eller Eidanger-marmor; den stærkt omvandlede marmor derimod har i Kristianiafeltet gennemgaaende vist sig at være af aldeles underordnet kvalitet eller aldeles ubrugbar, — af flere af hinanden uafhængige grunde. For det første er strukturen hos denne „sukkerkornede“ marmor, som vi tidligere (s. 9—10, 58) har omhandlet, meget skrøbelig, saa stenen er løs i kornet; og for det andet er vor siluriske kontaktmarmor stadig opblandet med en del, i regelen mindst et par procent silikatsubstans (omvandlet lerskifer, se s. 5 og s. 297), nemlig augit, granat osv., som optræder i kantafrundede individer (s. 58), hvilket bevirker et daarligt forbandt, — og som tilmed i regelen ogsaa tildeler marmoren en uren farve.

Paa saadan kontaktmarmor, af høist skrøbelig natur, var hos os anlagt de i tidligere dage ganske bekendte marmorbrud ved **Gjellebæk i Lier**, hvor kalkstenen eller marmoren er af oversilurisk alder (etage 6—7, efter *Kjerulfs* inddeling), og hvor bruddene kun ligger omkring hundrede eller kanske et par hundrede m fra granitgrænsen. I de gamle brud, som fleresteds er 5—6, kanske endog indtil 8 m dybe, og hvor lagene ligger med temmelig flade fald (paa 10—20 °), kan man se, at det fortrinsvis har været et bestemt lag, af 2—3 m's mægtighed, som man afbyggede for marmorens skyld. Man fik her *blokke af, nogenlunde betydelig størrelse* (over 2 m lange), — men marmoren

var, paa grund af sin iboende struktur, skrøbelig og elendig, — og den gamle bedrift her staar nu som et afskrækkende eksempel, at slig daarlig, løskornet sten ikke maa anvendes som marmor (til ornamentalt brug). Derimod passer stenen fortrinlig til *chemisk brug*, idet den kan leveres temmelig ren (kun med lidt tilblanding af epidot, granat, augit osv., ifølge *L. v. Buch* og *I. F. L. Hausmann* desuden tremolith; se analyse no. 48).

Om de gamle marmorbrud ved Gjellebæk skal vi hidsætte nogle *historiske oplysninger*, efter *J. Krafts* „Topografisk-statistisk Beskrivelse over Norge“ (anden del, 1822) og navnlig efter et for nogle aar siden (1883) i Kjøbenhavn udkommet arbeide af *Dr. F. I. Meier* „Marmorkirken fra 1749 til 1772, et bidrag til den danske kunsthistorie“.

Efter *Krafts* fremstilling blev bruddene her optagne til drift (af hofbygmester Fortlin i Kjøbenhavn) i 1744; der synes mig dog grund til at formode, at bruddene maa være endnu lidt ældre, idet nemlig en større obelisk, som — ifølge en lang, i bombastisk stil affattet inskription (se s. 114) — blev opreist strax efter Fredrik den femtes besøg ved bruddene i 1749 (ikke 1746), staar *nær bunden* af et af de større brud, som saaledes synes at maatte have været i drift i nogen tid. Traditionen paa stedet ved ogsaa at berette om, at arbeidet skal have paabegyndt allerede i begyndelsen af det 18de aarh. (1714?).

Drift af nævneværdig betydning fandt dog først sted, efter at det (i 1753) var bleven besluttet, at Fredrikskirken i Kjøbenhavn — den senere saa ulykkelig bekjendte „Marmorkirke“ — indvendig og udvendig skulde beklædes med norsk marmor. Denne blev for den allervæsentligste del taget fra Gjellebæk; noget ogsaa fra Kommerøen (Marmorøen) udenfor Holmestrand (s. 301), antagelig en bagatel ogsaa fra de „Lillienskjoldske brud i Søndhordland“ (s. 294).

Bygningen af Marmorkirken vedvarende som bekjendt under Fredrik den femtes hele regjeringsperiode, til hans død i 1766, og fortsatte ogsaa de første aar under Kristian den syvende, indtil det i 1770 lykkedes Struensee at faa gjennemført, at nu maatte det langt om længe med dette vanvittige arbeide være stop, — efter at den neppe kvartfærdige kirke under en 21-aarig byggeperiode havde kostet staten henved 800.000 Rd. Kurant (= omkring 4.800.000 kr. i vore penge).

Af *Meiers* ovenfor citerede arbeide om Marmorkirken kan man sammenstille en oversigt over, hvor meget „hvid og gul norsk marmor“ der blev leveret til kirken; nemlig:

1750— ³¹ / ₃ 1756	4032 kubikfod (til den nederste sokkel)	Værdi 5040 Rd. 37 Sk.
	68.980 kubikfod (til den indvendige og udvendige beklædning)	Værdi 65.277 Rd. 76 Sk.
¹ / ₄ 1756— ³¹ / ₁₂ 1760		Værdi 108.200 Rd.
1761—1766	109.168 kubikfod	
1767—1771	35.616 kubikfod	

For blokke under 60 kubikfod (= næsten 2 kubikmeter) betaltes efter 1758 76 Sk., og for endnu større blokke 1 Rd. Kurant pr. kubikfod (og marmoren leveret i Kjøbenhavn); desuden erholdt man undertiden extra-udbetaling af statskassen for søskade, "udkommanderede mand-skaber" osv.

I henhold til ovenstaaende opgaver blev ialt, i de tyve aar arbeidet paagik, ført til Kjøbenhavn omkring 325.000 kubikfod eller 10,000 m³ norsk marmor (= en syvendedel af den aarlige Carrara-produktion nu for tiden), og de samtlige udgifter til marmoren — denne frit leveret i Kjøbenhavn — beløb sig til $\frac{1}{3}$ mill. Rd. eller omkring 2 mill. kr. i vore penge; og alt dette har senere vist sig at være fuldstændig bortkastet, til ingen nytte eller glæde for efterverdenen.

Da arbeidet med Marmorkirken endelig blev indstillet (i 1772), laa der igjen paa byggepladsen ialt 53.000 kubikfod norsk marmor, som senere anvendtes til øvrige bygninger (udbedring af Kristiansborg slots portal; 36 pillarer til Hørsholm slot; arkader ved Fredriksborg slot; arbejder ved Rundetaarn osv.).

Da det allermeste af denne marmor blev brudt ved Gjellebæk, maa arbeidet her have gaaet for sig i betydelig stil; i Marmorkirkens tid arbejdede her daglig 80—100 mand (ifølge *Kraft*), men senere „brydes her kun, hvad der bestilles af gravstene, trappestene, mortere og andet.“ *Kraft* tilføjer, at „stenarten er i det hele løs og fortæres let i luften.“ — Den samme dom om Gjellebæk-marmoren fælder ogsaa den tyske geolog *I. F. L. Hausmann*, i hans „Reise durch Skandinavien in 1806—1807“ (1ste bind, s. 325).

Siden begyndelsen af dette aarh. har udbrydning af marmor her ligget omtrent fuldstændig nede, — kun er mig opgivet, at man i midten af 1870-aarene, 3—4 aar paa rad og med en arbejdsstyrke paa 6—7 mand, paany drev lidt paa marmor, der blev benyttet til bygninger og gravmonumenter i Drammen; — i de senere aar derimod (efter begyndelsen eller midten af 1880-aarene) har man, med et halvt snes arbejdere, drevet de gamle brud til udvinding af kalksten eller marmor til *chemisk* brug, navnlig ved de mange cellulosefabrikker i omegnen af Drammen og ellers paa østlandet. Hertil egner denne kontaktmarmor sig godt; idet den er temmelig ren (se analyse no. 48), og idet den er forholdsvis løs at sprænge og slaa itu.

Ogsaa i den nordre del af *Kommersøen* (i de senere aar benævnt *Marmørsøen*) udenfor *Holmestrand*, — hvor de her optrædende oversiluriske etager 7—8 i søens nordre halvdel er nogenlunde stærkt kontaktomvandlede, paa grund af nærheden med graniten paa odden mellem Sandebugten og Drammensfjorden — har man i tidligere dage havt et lidet brud paa kontaktmarmor, af uren farve, men af noget bedre kornfasthed end ved Gjellebæk.

Om det gamle marmorbrud her skriver *J. Kraft* (2den del, 1822, s. 643): „Marmor findes paa Kommersøen, en ø under Sande sogn, $\frac{1}{2}$ mil

i NO for Holmestrand, hvoraf meget har været brudt og ført til Kjøbenhavn, først efter berghauptmand Schubarths foranstaltning i anledning af Christiansborg slots bygning under kong Christian den sjette (o: omkring 1740), og siden medens den derværende Fredriks kirke (o: Marmorkirken) var under bygning (før 1770), ligesom ogsaa noget har været anvendt til udziringer i værelserne paa Jarlsberg hovedgaard¹⁾. Denne marmor skal være haardere og forvitres ei saa let i luften som den Gjellebæk'ske."

Ogsaa paa enkelte andre steder i umiddelbar nærhed af Kristianiafeltets eruptiver optræder mere eller mindre uren, stærkt omvandlet marmor, som man leilighedsvis har tænkt at anvende som marmor; alle de prøver, jeg har seet af disse kontaktmarmor-varieteter, har dog vist sig at være ubrugbare.

I *noget større afstand fra eruptivgrænsen* derimod kan man leilighedsvis faa *brugbar, kun forholdsvis svagt omvandlet marmor*, af *graa eller graasort farve*; saaledes lige ved *Brevik* (Skien-, eller rettere Eidanger-fjorden), hvor man har anlagt brud, ved Dalen eller Dalsbugten, paa enkrinitkalk (silurisk etage 4 e, ifølge prof. *Brøggers* geologiske kart over Langesundsfjorden, i *Nyt mag. f. naturv.*, b. 28, 1884); afstanden i ret (horizontal) linje til augitsyeniten paa østsiden af Eidangerfjorden er her 1.5 km.

I det *paabegyndte brud*, hvor man kan faa tilstrækkelig store blokke, og hvor stenen er aldeles solid i kornet, er marmoren af *mørk graasort farve*, med en hel del hvide prikker af fossilskal, hist og her ogsaa med hvide kalkspataarer. Paa *poleret flade tegner stenen sig*, i alle fald i lidt afstand, næsten aldeles sort, dog ikke i den grad kulsort som f. ex. den belgiske „noir“ (se forøvrigt s. 37, 235). — Brud er her i omegnen af *Brevik* bekvemt beliggende og vil antagelig komme i nogenlunde fast drift; af hensyn til transport og mange lokale faktorer er det meget enklere at have brud paa denne sorte marmor i det sydlige end i det nordlige Norge.

¹⁾ Her staar endnu (1897) bl. a. en kamin af marmor fra Kommersøen.

I de centrale dele af det sydlige Norge (Østerdalen, Gudbrandsdalen, Valdres, Hallingdal, Thelemarken) findes ogsaa hist og her indleininger af krystallinsk kalksten (ex. Biridkalken), i Østerdalen og Gudbrandsdalen leilighedsvis ogsaa af dolomit (se s. 24). Vakker marmor, brugbar til ornamentur, er i denne del af landet ikke paavist.

Den norske marmor i konkurrence med den udenlandske.

Vi skal her begynde med en ganske kort oversigt over

De vigtigste udenlandske marmorfelter¹⁾.

Carrara i Nord-Italien.

Det uden sammenligning vigtigste marmorfelt i den hele verden findes i de Apuanske alper (udløbere af Apenninerne), ved byerne Carrara, Massa og Seravezza, omtrent midtvejs mellem Genua og Florenz eller Livorno. Marmoren her tilhører, ifølge en række geologiske undersøgelser navnlig af de italienske geologer Lotti, de Stefani og Zaccagna²⁾, den geologiske formation trias (!); den carrariske marmor, der — i lighed med den meste nordlandske — er fremgaaet ved dynamometamorfose (ved bergkjædefoldningen af de Apuanske alper), er saaledes, som vi

¹⁾ Ved udarbejdelsen af dette afsnit henholder jeg mig dels til en række notitser, som jeg i de senere aar har samlet paa udenlandsreiser (i 1894 besøgte sammen med prof. Brøgger ved Carrara i Italien; videre forskellige reiser i Tyskland, Østerrige, Ungarn, Spanien, Frankrige osv.; til den belgiske marmor har jeg dog lidet personligt kjendskab), og dels kan jeg støtte mig til forskellige literære kilder, bl. a. Felix Koppers ypperlige „Führer durch die Baumaterial-Sammlung des Hofmuseums“ i Wien (1894); de fleste statistiske oplysninger er hentede fra „The Mineral Industry, its Statistics, Trades etc.“, New York, 1893—96, B. 1—4, og „Mineral Resources of the United States“, 1882—95.

²⁾ Den efterfølgende ganske korte oversigt over Carrara-feltet er for en del baseret paa et lidet afsnit om Carrara i Lepsius's „Geologie von Attika“; se ogsaa et referat i Norsk teknisk tidsskrift, 1892, s. 185 og indberetning af A. S. Bachke, tillæg til Sth. Prp. 1887, no. 59.

allerede ovenfor (s. 13) har omtalt, af forholdsvis *ung* geologisk alder.

Det kolossale carrariske marmorfelt, som naar en *mægtighed af 1000 m eller lidt derover* (1), og som tilsammen dækker et fladerum af omkring 78 engelske kvadratmil¹⁾ (= halvanden norsk kvadratmil) udgjør en væsentlig del af fjeldgrunden i de Apnanske alper, hvor de høieste fjeldtoppe hæver sig næsten 1600 m over havet. Marmorbruddene ligger følgelig høit tilfjelds — de fleste i høide 500—1000 m over havet, enkelte endnu mere; — derimod er afstanden fra kysten forholdsvis liden, idet byerne Carrara, Massa osv. kun ligger en mils vei eller lignende fra Middelhavet (Genuagolfen). Carrara staar ved en ganske kort sidebane i forbindelse med den italienske stambane fra Genua til Pisa; og fra Carrara igjen er nylig (1890) — med stor bekostning — anlagt en jernbane (Ferrovia Marmifera), som snor sig i svingninger (til 450 m. o. havet) op mod foden af enkelte af de større brud.

De vigtigste marmorsorter i Carrara-feltet er:

Statuario — verdens berømte statuemarmor, — som dog kun udgjør en uvæsentlig brøkdæl, høist en eller et par procent af den hele Carrara-produktion.

Blanc clair (bianco-chiaro, ordinario), af forskjellige kvalitetsgrader (første, anden, tredie sort), efter som den er mere graa-aaret (Venato); det er denne hvide, dog altid i mere eller mindre grad graa-stribede eller graa-skyede marmor, som kvantitativt regnet spiller den aldeles overveiende rolle (90—95 %) ved Carrara, og som man ser anvendt (til bordplader, vaskeservanter osv.) over hele den civiliserede verden — Som en særskilt slags kan opføres den saakaldte

Ravazzone, som er finkornig som blanc clair og jævn lysegraa af farve; den benyttes bl. a. til de haandverksmæssige billedhuggerarbeider i Carrara og blir *efter nogle aars forløb hvid ved at staa i luften* ²⁾.

¹⁾ Ifølge en opgave fremlagt for Chicago-udstillingen; se referat i „Mineral Resources of the United States“, 1893.

²⁾ Ogsaa ved lysegraa nordlandsk marmor vil man have gjort den erfaring, at marmoren blir hvidere ved at staa udsat for dagslyset.

Den bekjendte *blanc P* — hvor P er forkortning for firmanavnet Puissant frères, som bringer denne vare i handelen — udmærker sig ved ren hvid farve og ved et aldeles tæt korn (se s. 43); det er denne marmor, som rundt om i verden anvendes til finere inskriptionsplader, gravkors og lign.

Bardiglio, som i Tyskland ofte gaar under navn af *bleu turquin*, er en udmærket vakker lys blaalliggraa marmor; ofte aaret og da med specialbenævnelse *bardiglio fiorito*.

De tre sidstnævnte sorter udgjør kun hver en eller et par procent af den hele produktion; endnu mere underordnet er den saakaldte *paonazzo* (med *pianovazzo* osv.), som er hvid som statuario, men med en hel del sorte aarer (af indleiet jernglans); desuden findes et par farvede marmorsorter.

Den carrariske marmor er gennemgaaende kalkspatmarmor, af sammensætning:

	CaCO ₃	MgCO ₃	FeCO ₃	FeO, Fe ₂ O ₃ P ₂ O ₅	SiO ₂	Sum
Ifølge <i>Lepsius</i> , Geol. von Attika	99.89		0.027		Spor	99.92
Ifølge <i>Zirkels Petro-</i>	99.24	0.28		0.25		99.77
<i>grafi</i> , III	98.77	0.90		0.08	0.16	99.91

Det vilde føre altfor vidt i dette arbeide at gaa ind paa at omhandle de høist eiendommelige — og høist primitive — drifts- og transportforholde ved Carrara; vi faar indskrænke os til nogle summariske bemærkninger og statistiske sammenstillinger, som hovedsagelig er udarbejdede paa grundlag af de i de to New Yorker aarsrevuer „Mineral Industry“ og „Mineral Resources of the United States“ leverede opgaver.

Ialt er der i hele Carrara-feltet 400 eller 500 forskjellige brud i drift, desuden adskillige hundrede nedlagte brud; medregnes de sidste, kommer man op i adskillig over 1000 brud. Driften er overordentlig stærkt opsplittet mellem en mængde konkurrerende firmaer, saa intet enkelt brud har over 100 arbeidere; men saa er der jo enkelte firmaer, som eier en hel del mere eller mindre spredte brudt. Ialt opgives 170 forskjellige etableringer for bearbejdelse og sagning af stenen (med

ialt omkring 700 sagrammer; og den samlede vandkraft til sagverkene beløber sig til 3000 hestekræfter).

Ved marmorbedriften er beskjæftiget henimod 10.000 arbejdere, nemlig i 1892:

5899	arbejdere i selve stenbruddene.
900	" ved transporten.
675	" i sagerierne.
1630	" i de haandverksmæssig drevne billedhuggerverksteder.

Sum i 1892 9104 arbejdere.

Den aarlige brydning af marmor kan for de senere aar sættes til omkring eller kanske lidt over 200.000 tons = 70.000 m³; i middel for 1880-aarene beløb forsendelsen fra Carrara og Massa (forbruget paa stedet ikke medregnet) sig til 133.000 tons og fra Seravezza til 30.000 tons; sum 163.000 tons; maximum i 1880-aarene 226.000 tons, i 1887. — Hvorledes brydningen (eller rettere forsendelsen) af marmor er fordelt paa de forskjellige distrikter, og hvor meget der forsendes i raa blok og hvor meget i saget eller paa anden maade forarbejdet tilstand, vil man kunne se af hosstaaende statistik (for 1892), som blev prof. Brøgger og mig overladt under vort ophold i Carrara, i 1894 (se en artikel af Brøgger i Teknisk Ugeblad, 1896).

Forsendelse af marmor fra Carrara-distriktet (Apuanske alper) i 1892:

		Antal tons i blokke	Antal tons i sagede plader og forarbejdet	Sum, antal tons
Carrara-feltet	Fra Marina di Avenza . . .	42.332	30.474	72.806
	" jernbanest. Carrara og Avenza . . .	32.314	27.007	59.321
	" " Aulla . . .	412	847	1.259
	Paa alm. vei fra Massa og Pietrasanta			7.440
		75.058	58.328	140.826
Versilia-Massa-feltet	Fra Marina San Giuseppe .		6.149	6.149
	" jernbanestat. Massa . .	6.475	16.530	23.005
	Fra Versilia's Marina . . .	278	11.776	12.054
" jernbanestation Pietra- santa og Seravezza . .	4.980	5.258	19.194	24.452
			7.418	12.398
	Sum . . .	86.791	100.201	194.432

Værdien af den hele brydning — ikke fuldt halvdelen leveret i raa blok og resten hovedsagelig i sagede (men ikke polerede) plader — kan sættes til 15—18 mill. kr. (i fransk mynt har jeg seet opgivet 20 mill. frcs. og i engelsk mynt 1 mill. £).

Videre medtager vi — efter den officielle italienske statistik (efter „Min. Ind.“) — en opgave over den samlede *export fra Italien af marmor*, medregnet alabast, som dog spiller en rent

Udførsel af marmor fra Italien.

	Marmor (i blokke) og alabast	Forarbejdet marmor	Samlet udførsel af marmor (og alabast)	
			Vægt i m tons	Værdi i kroner
1862	20.545 m tons			
1863	39.762 „ „			
1864	21.903 „ „			
1865	41.681 „ „			
1866	50.495 „ „			
1867	56.828 „ „			
1868	70.091 „ „			
1869	50.227 „ „			
1870	55.037 „ „			
1871	58.143 „ „			
1872	53.696 „ „			
1873	64.149 „ „			
1874	73.510 „ „	22.970 m tons	96.480 m tons	
1875	63.983 „ „	22.882 „ „	86.866 „ „	
1876	48.306 „ „	19.979 „ „	68.285 „ „	
1877	55.064 „ „	17.820 „ „	72.884 „ „	
1878	46.822 „ „	24.537 „ „	71.359 „ „	
1879	51.530 „ „	48.377 „ „	99.907 „ „	
1880	71.893 „ „	37.182 „ „	109.074 „ „	11.4 mill. kr.
1881	52.987 „ „	44.454 „ „	97.441 „ „	11.7 „ „
1882	66.870 „ „	43.747 „ „	110.618 „ „	12.5 „ „
1883	59.374 „ „	57.268 „ „	116.642 „ „	17.8 „ „
1884	61.139 „ „	53.340 „ „	114.480 „ „	16.4 „ „
1885	58.452 „ „	53.314 „ „	111.766 „ „	14.5 „ „
1886	52.641 „ „	55.513 „ „	108.154 „ „	12.5 „ „
1887	55.010 „ „	55.083 „ „	110.092 „ „	10.1 „ „
1888	53.961 „ „	52.954 „ „	105.806 „ „	9.8 „ „
1889	63.915 „ „	63.189 „ „	125.187 „ „	12.0 „ „
1890	68.820 „ „	58.313 „ „	127.133 „ „	11.4 „ „
1891	69.474 „ „	53.958 „ „	123.432 „ „	
1892	77.816 „ „	57.917 „ „	134.733 „ „	
1893	72.887 „ „	56.477 „ „	129.364 „ „	
1894	72.812 „ „			

underordnet rolle; i tabellen er ogsaa medtaget exporten fra andre italienske marmorbrud, men da disse ikke er af nogen større betydning, kan tabellen praktisk talt siges at gjælde Carrara-marmoren. For at faa frem den samlede brydning ved Carrara maa man tiladdere det meget betydelige indenlandske forbrug af marmor i Italien. — Opgaverne over exportens værdi, for 1880—90, er i det amerikanske statistiske verk, hvorfra tabellen er hentet, omregnet fra lire til dollar, og her igjen fra dollar til krone; denne værdikolonne er neppe videre paa-lidelig.

Af denne statistik fremgaar for det første, at exporten — og dermed ogsaa selve brydningen — af Carrara-marmor har tiltaget ikke saa ganske lidet i de senere decennier, fra 75.000—100.000 tons i slutten af 1870-aarene til 125.000 i de senere aar; videre vil man lægge mærke til, at det navnlig er exporten i forarbejdet (næsten udelukkende saget) tilstand, som har vokset saa stærkt, medens derimod exporten i raa blok har holdt sig paa omtrent samme niveau i de sidste 25—30 aar, dog med nogen tendens til stigning. Fra Carrara forsendes nu noget mere marmor som saget plade end som raa blok, men da en hel del af pladerne benyttes inde i landet selv, er exporten til udlandet fordelt med lidt høiere beløb paa blokkene end paa pladerne.

I Carrara findes der, som vi ovenfor har omtalt, en utallig-hed af marmor-sagverk, til opsugning i plader, derimod ikke *poler*verksteder — undtagen til det rent lokale forbrug, — idet den endelige bearbejdelse og polering, til diskplader, bord-skiver, vaskeservanter osv. bør finde sted saa nær som mulig ved forbrugsstedet; dette beror derpaa, at *poleret* marmor, som let tager riper, paa grund af emballagen er forholdsvis kostbar at transportere.

Som vi netop har seet, exporteres der fra Italien næsten ligesaa meget af marmorplader som af raa blokke; og da ogsaa de sidste paa de endelige forbrugssteder for en meget væsentlig del sages op i plader, benyttes marmoren til syvende og sidst for den allervæsentligste del som plader (af tykkelse fra 10 til 100

mm); kun meget lidet ender som anvendelse i blok (til billedhuggerverker, gravobelisker, badekar osv.; lidt ogsaa til bygningsbrug).

Carrara, som nu i mange aarhundreder har været verdens egentlige marmorfelt, har været kjendt helt fra oldtiden af, med sikkerhed mindst to aarhundreder før Chr.

I oldtidens arkitektur og billedhuggerkunst spillede ogsaa marmoren fra

Grækenland en fremskudt rolle, men senere har den græske marmor gennem hele middelalderen og næsten helt frem til vore dage ligget omtrent fuldstændig nede; først i den allersidste tid har man paany optaget nogle af de gamle brud, saavidt jeg ved bruddene paa Paros.

Om den græske marmor henvises navnlig til de gjentagende i det foregaaende omhandlede arbejder af den tyske geolog prof. R. Lepsius (søn af den berømte ægyptolog), „Geologie von Attika“, som hovedsagelig er en studie over regionalmetamorfosen, og „Griechische Marmorstudien“ (Abh. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1890), som er af overveiende arkæologisk interesse.

Ifølge ældre undersøgelser af forskjellige, navnlig tyske og østerrigske forskere skulde de græske marmorfelter i sin helhed tilhøre *kridt*formationen; efter Lepsius derimod er det kun de *øvre* marmorlag, som stammer fra denne tid (3: som er regionalmetamorfosende lag fra kridt), medens derimod alle de *nedre* lag er arkæiske. I hvert fald vil dog en væsentlig del af den græske marmor være af temmelig ung geologisk alder, endog yngre end Carrara-marmoren (se s. 13).

De vigtigste græske marmorsorter, og da specielt den bekjendte græske billedhuggermarmor, optræder ved Pentelikon og Hymettos i Attika (nær Athen) samt paa øen Paros; hvid marmor har man ogsaa paa Tinos og Negroponte, og farvet marmor er kjendt paa mange steder i landet.

Den græske billedhuggermarmor er gennemgaaende en meget ren, jern- og magnesiafattig kalkspatmarmor.

Analyser af græsk marmor (ifølge *Lepsius*).

	Fra Pentelikon			Fra Paros
	Spilia	Spilia, øvre lag	Agrileza	
Kalk	56.00	56.47	56.05	} kunde ikke paavises
Magnesia				
Jernoxydul	0.122*)	0.047	Spor	
Kulsyre	44.02	43.86	44.04	

Den bekendte *pariske* marmor (fra øen Paros) — de gamle grækernes allerypperste billedhuggermarmor, saakaldet „Lychnites Lithos“ — optræder i lag af mægtighed kun 5—6 m, og denne marmor blev derfor udvundet ved underjordiske brud. Dens klassiske navn, Lychnites, paa norsk „lampesten“, skal ifølge *Lepsius's* fremstilling bero paa, at marmoren er noget gjennem-sigtig eller gjennemskinnende (se s. 75—76); den af *Plinius* givne fortolkning, at navnet skulde skrive sig derfra, at mar-moren i de underjordiske brud blev drevet ved lys af lamper, lyder mere prosaisk, men kan muligens alligevel have været den rette. Denne „lampesten“ er middels grovkornet, med korn paa 1—2 mm, undtagelsesvis selv paa 3—5 m, — saaledes meget mere grovkornig end den carrariske statuemarmor og næsten som den vanlige nordlandske kalkspatmarmor; som vi allerede ovenfor (s. 47) nærmere har omtalt, ansaaes denne større grov-kornethed hos den pariske marmor netop at være en fordel, hvor der handlede om *større* billedhuggerverker, og denne egenskab i forbindelse med marmorens gjennemskinnelighed og den svagt cremegule tone medførte, at den pariske marmor i oldtiden jævnlig ansaaes at være af endnu ypperligere kvalitet, end til-fældet var med Carrara-marmoren.

Den *penteliske* marmor er mere finkornet, med korn paa høist 0.5—1 mm, kun rent undtagelsesvis paa 1—2 mm; hertil kommer en finkornig eller tæt „grundmasse“, som gjør, at denne marmor er ganske let at kjende.

Under afsnittet om marmorens holdbarhed i fri luft har vi tidligere i dette arbeide (s. 99—100) gjort rede for, hvor for-

*) med lidt jernoxyd.

trinlig den græske marmor har holdt sig i det varme sydeuropæiske klima, nu i over to tusind aar, — selv paa steder, hvor marmoren har staaet ganske særlig exponeret for vind og veir.

Efter hvad der leilighedsvis mundtlig er bleven mig meddelt, skal der for tiden paagaa nogen drift paa den pariske marmor; denne brydning kan dog ikke være af nævneværdig betydning, idet man ikke eller i alle fald kun rent undtagelsesvis ser græsk marmor paa det store europæiske marked.

Ogsaa i *Lilleasien* har man hvid billedhuggermarmor; prøver af saadan hvid, temmelig grovkornet og udmærket vakker marmor har jeg seet fra Laodicea i Antiocien.

Belgien sidder inde med en *meget betydelig marmorindustri*, der har sit hovedsæde i *Namur* med omegn. Den belgiske marmor, som gjennemgaaende er tæt og ikke metamorfoseret, og som saaledes nærmest kun er at opfatte som en vakker kalksten, falder i følgende sorter:

rødbrun, ofte aaret marmor, med specialnavne: *Rouge royal*, (*Rouge royal petit rosé*; *Rouge royal ordinaire*, *veiné* osv.); *Rouge impérial*; *Rouge reine*; *Rouge de Flandre*, osv. osv.; fra øvre devonkalk, ved Philippeville i Namur, muligens ogsaa fra andre lokaliteter;

aldeles kulsort marmor, nemlig *Belge noir*, fra øvre kulkalk; *Mazy*, Namur;

sort, hvidstribet marmor, *Bleu belge*, fra øvre kulkalk; *Yvoir*, Namur;

sort, hvidaaret brecciemarmor, *Sainte-Anne*, *Sainte-Anne Vodelée* osv.; fra øvre devonkalk, Hainaut, Namur;

videre en graa, ganske vakker og bl. a. over hele Vest-Tyskland meget benyttet kalksten, der i handelen gaar under den desorienterende benævnelse „*Granit-belge*“ eller „*Petit granit*“; fra *Soigvies* og *Ecaussines* i Haunaut og fra *Esneux* i Liége.

Foruden de ovennævnte gives der endnu en hel række belgiske marmorarter; og næst efter Italien er Belgien Europas vigtigste marmor-producerende — eller i alle fald vigtigste marmor-exporterende — land; belgisk marmor træffer man derfor rundt

om i hele Europa, selv i lande langt borte fra Belgien, som fex de indre dele af Spanien, Ungarn med Siebenburgen, osv. Videre kan nævnes, at jeg ofte har hørt opgive, at den belgiske marmorindustri, baade med hensyn til den maskinelle udtagning af blokkene i bruddene (cfr. s. 147—150) og med hensyn til marmorens videre forædling, staar paa et meget høit standpunkt i teknisk henseende; ogsaa kan paapeges, at en ikke uvæsentlig del af den italienske marmor forædles i Belgien og derfra sendes videre til de omliggende lande. Belgien er saaledes den vigtigste stapelplads for marmor i hele Nord- og Mellem-Europa; men man mangler her indenlandsk hvid marmor.

Om størrelsen af den belgiske marmor-produktion hid sættes, efter „Min. Ind.“ No. 3, følgende statistiske tabel:

Belgiske marmor-produktion.

	Udvundet m ³ marmor	Værdi i fres.
1881	8.422 m ³	1.380.000
1882	9.603 „	1.590.000
1884	12.321 „	2.170.000
1886	11.290 „	1.990.000
1888	11.277 „	1.950.000
1890	12.122 „	2.140.000
1892	11.750 „	2.280.000
1893	13.147 „	2.533.000
1894	11.849 „	1.920.000

Antagelig opføres en del af den belgiske marmor under rubrikken „kalksten“, saa ovenstaaende tabel, hvor prisangivelsen rimeligvis tilmed kun gjælder de raa blokkes værdi i bruddene, ikke giver noget korrekt billede af den betydning, som marmorindustrien i virkeligheden har i Belgien. Naar ogsaa forædlingen medregnes, maa værdien af den hele belgiske marmorforretning anslaaes til et meget betydeligt beløb, i hvert fald adskillige millioner francs.

Østerrige og Ungarn. I de østerrigske alper har man flere steds, navnlig i *Tyrol*, desuden i Steyermark og Kärnthen, brud

paa udmærket vakker *alpin marmor*, som optræder i de regional-metamorfoserede lag, og som viser adskillig lighed med vore nordlandske marmorsorter.

De vigtigste Tyroler-forekomster er ved Laas og Schlanders i Vintsgau og ved Ratschinges ved Sterzing; af disse er Laasermarmoren en *ypperlig statuemarmor*, af hvid farve (med ganske svag crémegul tone) og med lidt grovere korn end den vanlige Carrara statuario, derimod med omtrent samme korn som Furuli dolomitmarmor fra Fauske. Denne tyrolske statuemarmor er, som vi allerede ovenfor (s. 102) har omtalt, i de senere tider bleven adskillig benyttet til billedhuggerverker; saaledes kan nævnes de paa aabne pladse i Wien staaende Grillparzer- og Mozart-monumenter (det sidste afsløret vaaren 1896; vægten af den oprindelige raa blok ikke mindre end 25 tons). Denne hvide Laaser-marmor ansees i Østerrige — og efter mit skøn med rette — at være af mindst samme ypperlige kvalitet, som tilfældet er med Carraras statuario; nogen export, bl. a. til de Forenede Stater, er allerede paabegyndt, — men der er den store ulempe, at bruddene ligger ikke mindre end 2000—2100 m over havet, saa arbeidet begrænses til sommermaanederne; transporten blir selvfølgelig ogsaa kolossalt kostbar.

Ratschinges- eller Sterzinger-marmoren er en lysegraa, grovkrystallinsk marmor, lignende den schlesiske Kunzendorfermarmor og vor nordlandske Ballangen-marmor (s. 193); den er i ganske betydelige udstrækning anvendt i Wien; analoge marmorsorter har man ogsaa i Steyermark (Bachergebirge og Kainachthal) og Kärnthén (Pörschach). — Videre kan nævnes den betydelige drift paa vakker tæt marmor eller kalksten, med forskellige lyserøde og lysegraa farver, ved Untersberg i Salzburg, nær ved den bayerske grænse.

Ogsaa i Ungarn kjender man vakker snehvid marmor, nemlig ved Szárhegy nær Ditro (kontaktmarmor, ved ditroit, s. 9); det blev mig dog fra enkelte hold paastaaet, at denne marmor ikke skulde være brugbar, paa grund af altfor stærk opspaltning.

Udførsel og indførsel af marmor fra Østerrige og Ungarn, i metriske tons:

	Udførsel af marmor	Indførsel af marmor
1891	3 041 tons	1.494 tons
1892	2.389 "	1.939 "
1893	2.638 "	1.816 "

Ungarn producerer ikke nok marmor til landets eget brug; fra Østerrige derimod finder der sted nogen export, dels af Untersberger- og dels af Tyroler-marmoren.

I **Tyskland** findes der vistnok adskillige marmorbrud spredt næsten over det hele land; den meste tyske marmor er dog af rent underordnet kvalitet, og meget af, hvad der i Tyskland til daglig kaldes marmor, er kun vanlig, nogenlunde vakker, tæt kalksten (se s. 101). Hvid marmor mangler fuldstændig i Tyskland, og krystallinsk marmor findes næsten kun i Schlesien, noget forøvrigt ogsaa i Fichtelgebirge.

En vakker tysk marmor er en meget grovkrystallinsk, lysegraa marmor (kalkspatmarmor) fra Kunzendorf, Seitenberg og andre lokaliteter i Schlesien; denne marmor, som har adskillig lighed med den nordlandske Ballangen-marmor (se s. 193), benyttes i betydelig udstrækning i de større byer i Tyskland, saaledes f. ex. i Berlin, og en del af denne marmor gaar ogsaa til export (bl. a. til Kristiania). Videre kan nævnes en række tætte og temmelig uanseelige marmorsorter hovedsagelig fra Nassau og Schlesien, videre ogsaa fra Harz og fra grænsen mellem Bayern og Salzburg, nær Untersberg (de fleste brud ligger her paa den østerrigske side af rigsgrænsen).

En udførlig fremstilling om de tyske marmorfelter vil man finde i *Dr. B. Kosmanns*, af den tyske „Verein zur Beförderung des Gewerbflusses“ priskronede arbeide „Die Marmorarten des Deutschen Reichs“.

Indførsel af *marmor og alabast* til Tyskland.

	Vægt i metriske tons	Værdi i Reichsmark
1885	10 224 tons	2 040.000 R. M.
1886	13.365 "	2.670.000 "
1888	15.953 "	3.192.000 "
1890	20.213 "	4.040.000 "
1892	21.298 "	3.840.000 "
1893	21.520 "	2.600.000 "

Den vigtigste import skriver sig fra Italien og Belgien, hvortil i Sydtykland ogsaa kommer marmor fra det Salzburgske Untersberger-felt.

Frankrige har en mængde farvede marmor- eller kalksten-varieteter, mest af graa, gul og rødbrun farve, hovedsagelig i Pyrenæerne, Jurakjæden og nær den belgiske grænse; her optræder ogsaa flere marmorsorter, saakaldet *Noir français*, *St.-Anne française*, osv., lignende den belgiske marmor. Videre har man ogsaa en hvid marmor, ved *St. Béat*, *Hautte Garonne*; denne marmor er dog noget ujævnkornet og af underordnet kvalitet, men har alligevel fundet en vis anvendelse i Paris.

Ogsaa i **Spanien** findes en række farvede, tætte marmor- eller kalkstensorter, desuden hvid krystallinsk marmor, i forskjellige varieteter. Noget anvendt, bl. a. til plader paa restaurationsborde, er en temmelig grovkornet hvid marmor, med schatteringer omtrent som *Carraras blanc clair*; videre kan nævnes en vakker hvid, finkornet marmor, med udseende mellem *Carrara blanc P* og *blanc clair*, fra *Macaël* i *Almeria*. I denne provins har man ogsaa andre forekomster af hvid marmor; den aldeles overveiende mængde hvid marmor, som benyttes i Madrid, stammer dog fra *Carrara*.

De Forenede Stater. Den indenlandske produktion af marmor har i de senere aar, ifølge opgaver i „*Mineral Industry*“ og i „*Mineral Resources*“, beløbet sig til:

Indenlandske produktion af marmor i de Forenede Stater;
værdi i dollars.

1886	2.400.000	dollars
1887	3.170.000	—
1888	2.810.000	—
1889	3.448.000	—
1891	3.610.000	—
1892	3.705.000	—
1893	2.088.000	— (?)
1894	2.630.000	—
1895	3.081.000	—

Den meste marmor i de Forenede Stater brydes i Vermont (omegnen af Rutland) og Indiana; nogen drift finder ogsaa sted i Illinois, Georgia, Tennessee, New York, Californien osv.

Det vilde føre os for langt nærmere at omhandle alle de amerikanske marmorsorter; et par spredte bemærkninger af speciel interesse for den norske marmorindustri maa dog være os tilladte.

Ogsaa i de Forenede Stater bryder man flesteds paa dolomit og dolomitmarmor (se anm. s. 2—3), — ikke alene paa tæt, dolomitisk kalksten, men flesteds ogsaa paa virkelig krystallin dolomitmarmor, der viser betydelig lighed med vor nordlandske. Exempelvis kan saaledes nævnes, at ved Lee i Massachussets udvindes en aldeles hvid, middelskornet dolomitmarmor, af kornighedsgrad (ifølge prøver, som jeg har havt anledning til at se i Hofmuseum i Wien) omtrent som den nordlandske Kvandal-dolomitmarmor (se s. 233). Og ved Pleasantville i New York bryder man paa en endnu mere grovkornig hvid dolomitmarmor (statuemarmor), af kornighedsgrad omtrent som den vanlige nordlandske kalkspatmarmor.

Videre har man grovkornig hvid kalkspatmarmor, med korn omtrent som den nordlandske kalkspatmarmor, fra Baltimore i Maryland; bl. a. benyttet til den øvre del af Washington-monumentet.

Ved West-Rutland i Vermont arbejder man paa hvid, middelskornet kalkspatmarmor; mægtigheden af de (eller det) vigtigste lag er 50—110 fod; man har her brud mod dybet, helt

ned til et dyb af over 300 fod = 100 m. Foreøvrigt maa det i sin almindelighed siges, at de Forenede Stater, saavidt hidtil kjendt, ikke sidder inde med rigtig betydelige tilgange paa alle de forskjellige ædlere marmorsorter; og derfor finder der sted en ganske betydelig indførsel af marmor til de Forenede Stater.

Indførsel af marmor til de Forenede Stater (værdi i dollars).

1867	247.000 dollars	1876	592.000 dollars
1868	400.000 —	1877	430.000 —
1869	465.000 —	1878	422.000 —
1870	479.000 —	1879	385.000 —
1871	526.000 —	1880	602.000 —
1872	540.000 —	1881	554.000 —
1873	474.000 —	1882	575.000 —
1874	531.000 —	1883	608.000 —
1875	604.000 —	1884	592.000 —

	Værdi af den samlede indførsel af marmor (med forarbejdet marmor)	Deraf værdi i		
		blokke, raa og tugtede	sagede plader	anden slags vare
1884	592.000 doll.	511.000 doll.	13.000 doll.	68.000 doll.
1885	528.000 "	429.000 "	44.000 "	55.000 "
1886	550.000 "	409.000 "	97.000 "	44.000 "
1887	530.000 "	356.000 "	142.000 "	32.000 "
1888	534.000 "	357.000 "	108.000 "	69.000 "
1889	675.000 "	498.000 "	116.000 "	61.000 "
1890	785.000 "	510.000 "	143.000 "	132.000 "
1891	696.000 "	493.000 "	83.000 "	120.000 "
1892	?			
1893	1.063.000 "			
1894	789.000 "			

Den allervæsentligste del af denne importerede marmor stammer fra Carrara, — og overhovedet er de Forenede Stater en af de vigtigste kunder for italiensk marmor.

Mexico. Den saakaldte „onyx-marmor“ eller „mexikanske onyx“ har i de senere tider, fra slutten af 1880-aarene, tiltrukket sig betydelig opmærksomhed ogsaa paa det europæiske marked, og denne eiendommelige marmor vil utvivlsomt ogsaa i fremtiden hævde sin plads som en første klasses luksusmarmor.

Denne mexikanske onyx hører hjemme paa den californiske halvø, paa 30^o's nordlig bredde og omkring 200 eng. miles søndenfor grænsen med de Forenede Stater; marmoren føres paa vogn omkring 60 eng. miles til San Carlos-havnen ved Stillehavskysten og derfra den lange søvei til Europa.

Denne „onyx“ (se s. 4) er ikke nogen marmor i ordets geologiske betydning, idet den ikke er nogen metamorfoseret (regional- eller kontaktmetamorfoseret) kalksten, men derimod et afsætningsprodukt af varme kilder; altsaa med hensyn til dannelsesmaade at sidestille med kalktufferne. Onyx-marmor optræder nær overfladen, i 1—3 fod mægtige lag, vekslende med kalkholdigt konglomerat og med tuf; og de kilder, som har afsat disse produkter, er af ung geologisk alder. Af denne onyx-marmor har man meget betydelige tilgange, og man kan faa blokke i alle fald 6 fod lange og 3 fod tykke.

Det, som er mest betegnende for denne marmor, er dens *gjennemsigtighed* (se s. 75), idet lyset falder gennem plader ved tykkelse 5 cm. og derover; marmoren har desuden en meget tiltalende farve — lysegraa med honninggul eller grønlig tone, jævnlig ogsaa med forskjelligfarvede schatteringer og sribninger; — og da den endvidere er aldeles fri for porer og tager ypperlig politur, er det let forklarligt, at den har vakt en saa betydelig opsigt. — I slutten af 1880-aarene betaltes den i Europa med kolossalt høie priser, som henimod 1000 kr. pr. m³; senere er prisen, efter opgivende paa grund af indbyrdes konkurrence mellem de forskjellige mexikanske firmaer, faldt ganske betydelig, ned til 300 eller 400 kr. pr. m³.

Udførsel af onyx-marmor fra Mexico.

	Vægt i m. tons	Værdi i dollars
1881		3.080
1882		5.455
1883		8.014
1884		4.925
1885		14.369
1886		8.198
1887		15.314
1888	825	35.917
1889	948	51.530
1890	2.256	162.134
1891	1.112	87.556
1892	1.400	169.654
1893	3.368	349.233
1894	1.040	108.512
1895	1.519	167.136

Værdien er her utvivlsomt beregnet i mexicansk havn, ved Stillehavskysten; paa det nordamerikanske og europæiske marked er værdien meget høiere.

Onyx-marmor er ogsaa fundet i Californien og i Arizona (Prescott) i de Forenede Stater, desuden i Colorado og Utah; ingen af disse forekomster kan dog optage konkurrencen med Mexico. — Videre kan nævnes, at tilsvarende onyx-marmor ogsaa er paavist i Algier, saavidt vides ogsaa i Egypten.

Ved tyske marmorsliberier har jeg leilighedsvis seet marmorblokke helt fra *Nubien*; videre finder der sted nogen marmorbrydning i *Algier* og *Egypten*, og vistnok i endnu flere exotiske lande.

Tilbageblik. *Værdien af den aarlige marmorbrydning.*

Italien	15—18 mill. kr.
Forenede Stater . .	8—12 — „
Belgien	1.5—2 ¹⁾ — „
Mexico	0.5—1

Lægges man hertil den ikke ganske ubetydelige marmorbrydning i Østerrige, videre i Ungarn, Tyskland, Frankrige, Spanien, Grækenland, Lilleasien, Algier, Nubien, Egypten osv., samt nu ogsaa i Norge, kommer man op i en samlet aarlig værdi af allermindst 30 mill. kr.; antagelig handles der om tal som 35 eller 40 mill. kr.

Marmoren er her forudsat leveret dels i raa eller tugtet blok, som den kommer direkte fra bruddet, og dels i saget (men ikke i slebet eller poleret) plade. Vilde man ogsaa medregne den videre fabrikmæssige forædling, ved slibning, polering, profilering osv., vilde værdien af den aarlige produktion komme til betydelig at overstige 50 eller 60 mill. kr., — heri ikke tænkt medregnet værdien af de kunstnerisk udførte billedhuggerarbejder.

Som det fremgaar af tabellerne over exporten fra Italien (siden 1862), brydningen i Belgien (siden 1881) og importen til de Forenede Stater (siden 1867) og til Tyskland (siden 1885), har forbruget af marmor i de senere decennier tiltaget temmelig jævnt og sikkert; forbruget er nu omkring dobbelt saa stort som i 1860-aarene, og det vil utvivlsomt ogsaa i fremtiden være i stigende.

I Europa er det først og fremst italiensk, dernæst belgisk marmor, som er gjenstand for den internationale omsætning; og næsten i hvilken som helst afkrog af Europa man kommer hen, ser man side om side med hinanden den italienske og belgiske marmor, derhos i regelen ogsaa noget i vedkommende land selv produceret marmor, der dog i regelen er af underordnet værdi.

Af væsentlig betydning for den norske marmorindustri er, at de nærmest tilgrænsende lande næsten ikke har nogen indenlandsk marmorbrydning. Danmark og Holland mangler saaledes fuldstændig marmor; i Storbritannien og Irland, Nordtyskland, Sve-

¹⁾ Kun værdien af de raa blokke, og den saakaldte „granit-marmor“ neppe medregnet.

rige, Finland og Rusland derimod findes vistnok en del marmor, men denne er omtrent uden undtagelse af temmelig underordnet kvalitet. Og hvad endelig Belgien angaar, saa har man her vistnok en meget betydelig marmorindustri, men man mangler dog indenlandske tilgange paa *hvid* og overhovedet paa *lys* marmor.

Som *billedhuggermarmor* anvendes nu næsten over den hele verden den berømte *carrariske statuario*, som til dette brug er af ypperlig kvalitet, om end mange, navnlig hvor det gjælder større statuer, ønsker et lidt grovere korn (se s. 47), som f. ex. hos oldtidens pariske marmor (s. 311). Videre leveres der i de senere aar noget statuemarmor fra Laas i Tyrol (s. 102, 314) og fra Rutland i Vermont i de Forenede Stater (s. 317); disse er dog kvantitativt regnet af ganske underordnet betygning i forhold til den carrariske statuario. — *Den nordlandske skinnende hvide dolomitmarmor* (med yderst svag crémegul tone) kan paa tilstrækkelig stort dyb, som vi tidligere har omtalt (se særlig fotografierne s. 70—71) — naar marmoren er fri for glimmer og fri for graalige skyer eller aarer samt ikke porøs — *benyttes som billedhuggermarmor*; dog kan man neppe antage, at denne anvendelse i alle fald ikke i den nærmeste fremtid vil blive af nogen væsentlig betydning i økonomisk henseende.

Som *møbelmarmor* vil vistnok de fleste — om end ikke alle — foretrække finkornig eller tæt, altsaa i korthed italiensk og belgisk marmor; nogen afsætning paa dette vigtige omraade vil man dog ogsaa kunne faa for den mere grovkornige norske marmor, og da navnlig for kalkspatmarmoren, som med lethed lader sig polere.

Det er særlig som *arkitekturmarmor* — væsentlig til indendørs brug, — at den norske marmor vil kunne oparbejde sig sit egentlige marked; og her kommer navnlig med i betragtning, at i alle fald mange arkitekter til bygningsbrug (soiler, trappeopgange, vægbeklædning osv.) foretrækker den *grovkrystallinske* marmor, idet denne bringer med sig mere liv og reflex (se s. 47). Et vigtigt moment er ogsaa, at meget af den norske marmor kan leveres forholdsvis billig.

Praktisk talt al *hvid marmor* (i Europa) er hidtil bleven

leveret fra Carrara, idet den lille brydning af hvid marmor i Tyrol, Grækenland, Lilleasien og Spanien i forhold til Carrara-produktionen næsten kan sættes ud af betragtning. I hele Mellem- og Nord-Europa — i Frankrige, England, Skotland, Belgien, Holland, Tyskland, Rusland osv., altsaa i Europas mægtigste lande i økonomisk og industriel henseende, — har man ikke et eneste brud, i alle fald ikke brud af nævneværdig betydning, paa hvid marmor — *undtagen nu i de senere aar i norsk Nordland*. Dette maa utvivlsomt komme til at medføre, at tyngdepunktet inden den norske marmorindustri i fremtiden vil blive lagt netop paa *hvid* eller i sin almindelighed paa ganske lysfarvet marmor, og da efter min opfatning navnlig paa *den hvide kalkspatmarmor*.

Prisen paa marmor.

Marmor sælges paa første haand, fra marmorbruddene og de i forbindelse med samme staaende sagerier, i sin almindelighed dels som *tuftet blok* og dels som *saget plade*.

Carrarisk marmor. Prisen paa blok pr. m³, frit ombord i Livorno eller Spezzia.

Blanc clair, ifølge en opgave fra 1895.

(Pr. m ³)	1ste kvalitet.	2den kvalitet.	3die kvalitet.
a (smaa blokke)	170 frcs.	155 frcs.	130 frcs.
b (middels blokke)	195 „	180 „	150 „
c (store blokke)	235 „	200 „	175 „

a størrelse under $\frac{1}{2}$ m³; *b* længde 1—1.59 m og størrelse $\frac{1}{2}$ —1 m³; *c* længde over 1.60 m og størrelse over 1 m³.

Blanc P, efter kvalitet og størrelse 200—500 frcs. pr. m³

Statuario, som ikke leveres i tuftede blokke, efter kvalitet og størrelse 500—1500 frcs. pr. m³.

Videre medtages efter en priskurant (som for nogle aar siden (1894) blev tilstillet prof. Brøgger og mig) fra *Wilh. Stöltzner* i Hamburg følgende opgaver over blokprisen, frit leveret i Livorno:

Hvid Carrara- marmor.	{	Statuario, første kvalitet	750—1100	fres. pr. m. ³
		½ Statuario,	300—400	" " "
		Blanc P, første kvalitet	250—520	" " "
		Blanc clair, extra fin	230—270	" " "
		do. do., første kvalitet	150—220	" " "
		do. do., god kvalitet	140—180	" " "
		Paonazetto	600—900	" " "
		Breccia Fornetto	600—650	" " "
do. rossa	300—500	" " "		

For 1886 opgiver *A. S. Bachke* (Sth. Prp. no. 59, 1887) følgende priser, frit ombord i Spezzia:

Statuario, 1ste kvalitet . . .	300—1600	lire pr. m. ³
do., 2den " . . .	230—530	" " "
Blanc clair, 1ste " . . .	ca. 240	" " "
do., 2den " . . .	180	" " "
Ordinario	150	" " "
Bardiglio	160—300	" " "
Parnazzo	350—500	" " "
Venato, 1ste kvalitet, ca.	240	" " "
do., 2den " . . .	180	" " "

Nylig var solgt en blok statuario paa 19 m³ til 50,000 lire (1 lire eller italiensk franc har kurs omkring 0.65 kr.)

Blanc clair, i sagede plader i fres. pr. m² (leveret i Livorno; 1895; pladerne ikke slebne).

Kvalitet	(Fres. pr. m ²)	Tykkelse.									
		2cm	2.5 cm	3cm	4cm	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm	10 cm
I „Grand“ størrelse	}	7	8	9	10	13	16	19	22	25	28
II Længde 2—3.50 m		6	7	8	9	12	14.50	17	20	23	26
III		5.50	6.50	7.50	8.50	11	13	15	17	20	23
I „Moyen“	}	6	7	8	9	12	14.50	17	20	23	26
II Længde 1.6—1.99m		5.50	6.50	7.50	8.50	11	13	15	17	20	23
III		5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
I „Petit“	}	5.15	6.15	7.25	8.25	11	13	15	17	20	23
II Længde 1.0—1.59m		5.50	6	7	8	10	12	14	16	18	20
III		4.80	5.80	6.80	7.80	9.50	11.50	13	15	17	19

Ved samme størrelse og tykkelse kan prisen paa blanc P pr. m² sættes til omkring eller noget over 50 % mere end for blanc clair, første kvalitet.

Leveret i *nordeuropæisk havn* kommer hertil fragt og losse-udgifter, som med rundt tal kan sættes til kr. 10—12 pr. ton, svarende til 40 frcs. pr. m³.

Prisen paa den vanlige blanc clair i *nordeuropæisk havn* blir saaledes, alt efter blokstørrelse og kvalitet, oftest veks-lende mellem 125 og 200 kr. pr. m³. — Inklusive omladninger beløber fragten paa marmorplader fra Livorno til Kristiania sig til omkring 25 sh. pr. ton.

Man vil af ovenstaaende opgaver bl. a. lægge mærke til, at prisen, saaledes som vi allerede tidligere (s. 137) har omtalt, stiger ganske stærkt med blokkens størrelse, og ved pladerne med kvadratinholdet.

Prisen paa italiensk marmor har i det sidste snes aar af-taget ikke uvæsentlig; marmorplader, som i slutten af 1870-aarene leveret i Hamburg kostede 16—17 frcs. pr. m², kan man nu faa for 11 frcs.; altsaa prisfald næsten i forhold 3 til 2.

Belgisk marmor. Efter en priskurant, for 1894, fra et større belgisk firma (*Ch. de Grelle & Co., Brüssel*), medtages en oversigt over prisen, i frcs. pr. m², paa plader af belgisk mar-mor; til sammenligning vedføies ogsaa nogle opgaver for italiensk marmor.

Belgisk marmor.

(Frcs. pr. m ²)	Pladestørrelse	Pladernes tykkelse			
		10 mm	15 mm	20 mm	25 mm
Rouge royal	under 1.8 × 0.9 m			9.50	11
	over do.			10.50	12
Rouge griotte.	under 1.8 × 0.9 m			10.50	12.50
	over do.			11.50	13.50
Sainte-Anne.	under 1.8 × 0.9 m	8	9.50	11.50	13
	over do.	9	10.50	12.50	14
Bleu belge	under 1.8 × 0.9 m			9.50	11
	over do.			10	11.75
Granit belge	under 1.8 × 0.9 m			5.25	6
	over do.			5.75	6.50
Noir fin	under 1.2 × 0.7 m	6.75	9	11	13.25
	over do.	7.75	10	12.50	14.50
Noir, 2den kvalitet	under 1.2 × 0.7 m	5.50	7.75	9	11
	over do.	6.50	8.80	10	12.25
Noir, 3die kvalitet	under 1.2 × 0.7 m	4.50	5.50	6.60	7.75
	over do.	5.50	6.75	7.75	9

Italiensk marmor (leveret i Belgien).

(F res. pr. m ²)	Pladestørrelse	Pladernes tykkelse			
		10 mm	15 mm	20 mm	25 mm
Blanc clair, 1ste kval. {	under 2 × 1 m	6.50	6.75	7	8.50
	over do.	7.25	7.50	8	9.25
Blanc clair, ordin. " {	under 2 × 1 m	5.75	6	6.25	7.50
	over do.	6.50	7	7.25	8.25
Blanc P, 1ste kval. {	under 2 × 1 m	6.75	8.50	10	12.50
	over do.	8.25	10.50	12.50	15.50
Jaune de Sienne, uni {	under 2 × 1 m indtil 1.5m lang	15.50		23	
Jaune de Sienne, veiné {				27	

Endnu nogle flere prisopgaver findes i mit tidligere arbejde „Salten og Ranen“, s. 194.



Lager af marmorblokke (hvid dolomitmarmor) ved Furuli marmorbrud i Fauske, Nordland.

Pragtfuld marmor fra *Mexico* („onyx“) og fra *Nubien*, som jeg har seet anvendt ved tyske marmorsliberier, har været betalt med 250—400 kr. pr. m³; dette kan regnes at være den vanlige pris paa den fine luksusmarmor, medens mere ordinære

marmorsorter maa nøie sig med omkring 125—175 kr., leveret paa det europæiske marked; og ganske tarvelig marmor betinger kun en pris paa omkring eller noget under 100 kr.

Norsk marmor. Efter opgave fra direktøren for „Den Ankerske marmorforretning“, herr *O. A. Corneliussen*, er den for tiden (vaaren 1897) gjældende pris paa norsk marmor, i blok pr. m³ og leveret frit ombord ved bruddene (i *Nordland*; ved de to sidstnævnte ved Brevik i det sydlige Norge):

Nordland (Fauske).

Hvid statuemarmor, fra Furuli	350	kr. pr. m ³
Hvid Furuli no. 0 (renhvid)	120	” ” ”
Hvid Furuli no. 00 (med blaagraa baand og striber)	100	” ” ”
Hvid Furuli no. 000 (med blaagraa aarer og skyer)	90	” ” ”
Citron (gulhvid, med farvede aarer)	400	” ” ”
Antique veiné (hvid, med rigt sort mønster)	500	” ” ”
Antique foncé (mørk, hvid og blaagraa flammet)	120	” ” ”
Antique clair (lysere, blaagraa flammet)	120	” ” ”
Løvgaff- } Brèche rosé og clair (rød-hvid- broget)	100	” ” ”
marmor. } Glorie (stærkt rød, tildels med grønlig baand)	250	” ” ”

Brevik.

Noir (sort, med lyse pletter og fossiler)	90	kr. pr. m ³
Noir veiné (sort med hvide aarer)	150	” ” ”

Disse priser gjælder for længde op til 2 m og bredde til 1 m; for større længde eller bredde betales tillæg.

Hertil kommer fragten fra *Nordland* (eller *Brevik*) til det sydlige Norge eller til udlandet; ved *direkte* skib fra *Nordland* omkring eller henimod 30 kr. pr. m³.

Sagede plader, af norsk marmor, koster frit ombord ved fabriken (i kr. pr. m²) ved *Fredrikshald*.

	1 cm tykke.	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
Hvid marmor	3.50—4.00	5.50—6.50	7.50—8.50	9.50—10.50	11.50—13.50
Farvet marmor	3.50—5.50	5.50—8.50	7.50—12.00	9.50—15.00	12.50—20.50

Disse priser gjælder for indtil 2 m's længde og 1 m's bredde for større maal tillæg.

For slibning alene betales kr. 4.00 i tillæg for hvide, kr. 6.00 for farvede plader; for slibning og polering resp. kr. 5.00

og 7.50, alt uden bearbejdet kant. For tilpasning efter maalt og behandling af kanter betaales extra. — Om prisen paa poleret norsk marmor i plader og blokke henvises til noten s. 123.

Den norske marmorbrydnings historie.

Vore forfædre i begyndelsen af den katholske tid hertilands havde et ganske fint øie for den ædlere stenarkitektur, hvilket navnlig har faaet sit udslag ved de mange vakre stenkirker, som blev reist i det 11te, 12te og 13de aarh. Af disse kirker er en del opført af krystallinsk kalksten eller marmor, som hovedsagelig blev benyttet til muring i hel blok (se s. 104—111), tildels forøvrigt ogsaa videre forarbejdet eller forædlet til søiler, portaler, vinduesindramninger, gulvfliser osv.; og specielt kan vi nævne, at der i Trondhjems domkirke, der omtrent i sin helhed er bygget af klæbersten (med lidt sandsten), i ikke saa ganske liden udstrækning blev benyttet til udsmykning hvid eller graahvid marmor, fra Bjørnør og Sparbu (se s. 108—110, 278, 281).

Denne anvendelse af vakker krystallinsk kalksten eller marmor til kirkebygning fortsatte ogsaa i de efterfølgende aarh., men synes i det hele og store at være gaaet tilbage, indtil der paany i vore dage har gaaet en strømning gjennem folket, at man skulde bygge sine kirker af den ædle sten; vi kan saaledes henvide til, at der fra slutten af 1860-aarene til begyndelsen af 1880-aarene blev opført mindst 5 kirker, dels i Indherred og dels i det nordlige Norge (se s. 111), af vakker lys krystallinsk kalksten eller marmor.

Denne brydning af marmor, oftest af forholdsvis uanseelig karakter, til ydermuring af kirker, hist og her ogsaa med nogen videre forarbejdelse til søiler osv., kan dog ikke opfattes som nogen egentlig marmorindustri; men ogsaa denne har en forhistorie i vort land.

Saaledes blev der, som vi ovenfor ganske udførlig har gjort rede for, allerede i begyndelsen og midten af det 18de aarh. gjort ganske betydelige anstrengelser for at faa igang en større marmorbedrift, baseret paa export, i vort land. Først fæstede man opmærksomheden ved de mange smaa-forekomster i Søndhordland, hvor brydning paagik i ikke saa ganske uvæsentlig stil, ved Hop, Mosterhavn, Salthellen osv. (se s. 293—295), navnlig i den første halvdel af det 18de aarh. (med ældste privilegium fra 1706). Senere brød man ogsaa marmor ved Kommerseen („Marmorøen“) udenfor Holmestrand, og ved midten af aarhundredet koncentreredes arbeidet ved *Gjellebæk*-bruddene i Lier. Her fandt sted, under den Kjøbenhavn'ske *Marmorkirkes* byggeperiode, fra omkring 1750 til 1770 (eller 1772), en ganske betydelig virksomhed, med en arbejdsstyrke paa 80—100 mand og med en samlet brydning af ikke mindre end omkring 10,000 m³ marmor, til værdi (leveret i Kjøbenhavn) omkring $\frac{1}{3}$ mill. rdl. (!) eller 2 mill. kr. efter vore penge (se s. 300—301); men da man stansede med bygningen af Marmorkirken, gik det tilbage med *Gjellebæk*-bruddene, og disse kunde i længden ikke holde sig oppe i den almindelige konkurrence, da marmoren var af altfor skrøbelig kvalitet.

Medens Fredrik den femte — den pragtelskende og ødsle rococostilens fyrste, som havde gjort marmor til sin specialitet, og som allerede under sit første (og eneste) besøg i Norge, 1749, et par aar efter tronbestigelsen, fik anledning til at besøge *Gjellebæk*-bruddet — var konge, blev der ogsaa sendt folk op til det nordlige Norge for at lede efter marmor; saaledes beretter en gammel skrivelse, som jeg har faaet afskrift af gennem ingeniør *H. Lund*: „I 1765 (3: aaret før Fredrik den femtes død) reiste efter kongens forordning en student ved navn Theodor Ziegler gennem Nordlandene for at opøge mineraler. Han fandt og paa Fauskeidet hele bergstrækningen mellem Tortonli og Tveraa fuld af ordinær marmor; især ved det sidste sted et lidet stykke saa fin og hvid marmor, som man faar fra Italien.“ — Dette fund af marmor netop paa det sted, hvor den Ankerske marmorforretning i de senere aar har koncentreret omtrent sin hele

drift, gik dog strax aldeles glemt, og den nordlandske marmor laa fremdeles i et helt aarhundrede som en fuldstændig lukket bog. Den omtales vistnok i forskjellige geologiske afhandlinger eller topografiske beretninger; saaledes i *L. v. Buchs* „Reise durch Norwegen und Lappland“, 1806—1808; i præsten *S. C. Sommerfelts* „Physisk-økonomiske beskrivelse over Saltdalen“ (Trondhj. vid. selsk. 1827) samt i flere geologiske arbejder af prof. *B. M. Keilhau*; og *J. Kraft* omtaler (i 6te bind af sit store arbeide, 1835) „meget smuk marmor, af snehvid til gulhvid farve, fast og tæt, meget lig den carrariske“ fra Kvænflaen i Skjærstad (s. 234), og om det nuværende Tromsø amt skriver han videre, at her „findes paa mangfoldige steder marmor, der kunde tjene til at brænde kalk af, saavel som til material for billedhuggere; men . . . anlæg af marmorbrud hindres ved den store afstand fra de steder, hvor materialet kan benyttes.“

Endnu var tiden ikke moden til anlæg af marmorbrud i det nordlige Norge, og overhovedet var der næsten ikke nogen, som havde øinene oppe for, at man her havde tilgang paa vakker marmor.

Den, som tilkommer æren af at have gjort den nordlandske marmor kjendt i det sydlige Norge, og som vel ogsaa var den første, der udkastede planen om anlæg af virkelige marmorbrud oppe i det høie Nord, var *Ole Tobias Olsen* (f. 1830 paa Bjeldaanæs i Dunderlandsdalen og siden 1883 præst i Hatfjeldsdalen); allerede i 1860-aarene solgte han, som student eller kandidat i Kristiania, brevpresser og lign. af marmor fra Nordland, og han leverede mangehaande mundtlige beretninger om de nordlandske marmorleiers udstrækning.

I alle fald for en væsentlig del i henhold til hans fremstillinger begyndte enkelte her sydpaa at interessere sig for den nordlandske marmor; og de to foregangsmænd paa dette omraade, som jeg finder det berettiget at nævne i dette arbeide, er ingeniør *Dr. H. Stoltz* († 1892) og *Chr. Anker* paa Fredrikshald. Den førstnævnte begyndte (1882) for egen regning at kontrahere marmorfelter i Nordland, gik senere (1884) i kom-

pagni med *Chr. Anker*, som efter nogle aars forløb (1888) udløste sin interessent og derved blev omtrent ene-indehaver af den hele forretning. Denne blev senere (1895) overtaget af et kombineret norsk-dansk selskab, „Den Ankerske marmorforretning“ (med aktiekapital 1½ mill. kr.¹⁾, hvis hovedsæde skal være i Norge, og hvor mindst halvdelen af bestyrelsen skal være norske borgere (ifølge kgl. res. af 3die sept. 1895; cfr. Sth. Med. no 1, 1896).

Uafhængig af den forretning, hvis grundlæggelse vi her har omtalt, havde et engelsk eller engelsk-norsk selskab, „The Norwegian Marble Compagny“, allerede i slutten af 1870-aarene anlagt brud paa marmor ved Troviken eller Hegge i Velfjorden (sydligst i Nordlands amt), men da marmoren her (kataklassmarmor, se s. 50 og 263) var ubrugbar, blev driften efter faa aars forløb indstillet, — uden at den inden større kredse havde tiltrukket sig nogen opmærksomhed og uden at have sat noget præg paa udviklingens gang.

Det er den Ankerske forretning, som har været banebrydende inden vor nye næringsvei, og derfor vil et par oplysninger om, hvorledes driften ved dette selskab skridt for skridt har udviklet sig, antagelig læses med interesse.

De allerførste brud blev aabnede i midten af 1880-aarene ved Tveraa, Tortenli og Løvgaffen i Fauske og ved Seljeli i Serranen; senere blev paabegyndt en mængde forsøgsbrud, spredt over næsten hele Nordland samt ved den indre del af Trondhjemsfjorden, og nu i de allersidste aar har driften været koncentreret ved Furuli og Løvgaffen i Fauske; desuden drives forsøgsbrud i Velfjorden, i mindre stil ogsaa paa adskillige andre steder.

Først arbejdedes udelukkende med haandkraft; i 1891 indførtes belgiske taugsagmaskiner (s. 147—150) og høsten 1895 amerikanske meiselhugmaskiner (s. 150—152).

Jernbaneanlæg (foreløbig en hestebane, ca. 4 km. lang) op til bruddene samt kaianlæg ved Fauske havn blev færdig sen-

¹⁾ Saavidt jeg] ved, sidder heraf mellem 550,000 og 600,000 kr. paa norske hænder.

høstes 1895; i 1896 blev banen forlænget og dampkran opsat paa kaien; og elektrisk lysanlæg ved bruddene blev anlagt vinteren 1896—97.

Et større sag- og polerverk for marmor, beliggende et stykke udenfor Fredrikshald (lige ved fjorden og næsten lige ved Smaalensbanen) kom igang 1ste januar 1892; og et tilsvarende anlæg i Kjøbenhavns frihavn blev færdig marts 1897.

Produktionen af *færdig vare* har beløbet sig til:

1893	ca. 281 m ³ marmor	
1894	” 362 ”	—
1895	” 550 ”	— (og noget serpentin)
1896	” 2167 ”	—

(desuden i 1896 305 m³ augitsyenit, saakaldet „labrador“).

I 1894 beskæftigedes 40—60 mand ved bruddene og 50—75 ved sliberiet ved Fredrikshald; i 1895 75 mand ved bruddene og ligesaa mange ved sliberiet; i 1896 i gennemsnit 130 mand ved bruddene og 90 ved sliberiet, ialt altsaa 220 mand.

Aarsagen til, at driften er steget saa stærkt i 1896, er hovedsagelig at søge i, at jernbanen til bruddene blev færdig senhøstes 1895.

Den Ankerske forretning disponerer over en mængde marmorforekomster, navnlig rundt omkring næsten i hele Nordland, videre i Indherred, ved Brevik og paa endnu flere steder; desuden er nu kjendt talrige marmorfelter, som ogsaa er paa andre hænder. Ingen af disse sidste forekomster har dog hidtil givet anledning til nogen nævneværdig produktion, — dog med undtagelse af de Trondhjems domkirke tilhørende marmorbrud paa Almendingøen og et brud paa plademarmor ved Leifsæt (s. 223), hvor man nu er begyndt at tage ud et par tusind m³ marmor til Bodø sindssygeasyl.

I begyndelsen fæstede man i Nordland opmærksomheden fortrinsvis paa den hvide dolomitmarmor; senere har man i aarenes løb ogsaa optaget flere brud paa kalkspatmarmor, og efter min opfatning bør udviklingen gaa i den retning, at tyngdepunktet lægges paa lys eller rent hvid kalkspatmarmor.

Endnu befinder den nordlandske marmorbrydning sig paa de allerførste udviklingsstadier, bl. a. fordi bruddene ikke er tilstrækkelig dybe, og fordi man endnu ikke er naaet helt frem til det rette udvalg af raamaterial. Hertil kommer, at maalet maa være at faa bragt bedriften op i saa stor høide, at man kan faa export ikke alene af raa eller tugtede blokke, men ogsaa af sagede plader direkte fra Nordland til udlandet (cfr. s. 158); om anlæg af polerverk i Nordland vil der derimod, af grunde, som vi ovenfor har gjort rede for (s. 309), neppe blive tale.

Carrara producerer aarlig omkring 70.000 m³ marmor; i 1896 — det første aar, efter et jernbanen til Fauske-bruddene var bleven færdig — beløb den nordlandske produktion sig til lidt over 2000 m³; iaar (1897) kommer man muligens op i 2500 eller 3000 m³, og om en aarrække vil brydningen temmelig sikkert komme til at stige op til 5000—10.000 m³ eller kanske endog derover.

Meget mulig, at udviklingen ikke vil komme til at gaa særdeles hurtig; men da vore fjelde paa mange steder skjuler marmor af fortrinlig kvalitet, og da vi har nok material at tage af, maa marmorbrydningen — sent eller tidlig — arbeide sig frem til at blive en bedrift af væsentlig betydning for det nordlige Norge.

Vi vil ende dette arbeide med det haab, at den nye næringsvei maa blive til velsignelse for vort land.

Resumé.

Diese Arbeit zerfällt in vier Hauptabschnitte, 1) über *die Geologie des Marmors* (S. 4—18); 2) über *die wichtigsten Eigenschaften des Marmors*, mit besonderer Rücksicht auf die norwegischen Marmorarten; daneben über Betrieb usw. der Brüche (S. 18—158); 3) über *die wichtigsten norwegischen Marmorfelder, hauptsächlich in der nord-norwegischen Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe* (S. 159—268); weiter in den Trondhjem-schen Schiefen (S. 269—282); im Grundgebirge (S. 282—291); in den Bergen-schen Schiefen (S. 291—296), und Contactmarmor in dem Kristiania-Gebiet (s. 296—303); 4) zum Schluss *eine wirthschaftliche Uebersicht über die Marmorproduction der Welt* und über *die Entwicklung der norwegischen Marmorindustrie*.

Wir besprechen hier zuerst die im *nördlichen* Norwegen auftretende

Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe.

Besonders in *Nordlands Amt* (Karttafel No. 1, zwischen 65° und 69° 20' n. Br., mit einer Länge von Süd nach Nord von 510 km. wie zwischen Berlin und Wien; mit einer stark wachsenden Bevölkerung, jetzt 140.000 stark; und mit einer Flächenausdehnung von 37.966 km², grösser als Belgien oder Holland und beinahe so gross wie Dänemark oder die Schweiz), daneben auch in Tromsø Amt, herrscht eine *stark regionalmetamorphosirte, auffallend mächtige* Formationsabtheilung, die ich in früheren Arbeiten („Salten og Ranen“, 1890—91; „Dunderlandsdalens jernmalmfelt“, 1894) nach den zwei wichtigsten Gesteinsgliedern als die *Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe* bezeichnet habe. Diese Gruppe lässt sich mehrorts in drei Etagen theilen:

eine *Glimmerschiefer-Etage*, hauptsächlich aus *Glimmerschiefern* bestehend, die sehr oft *Granat*, nicht selten *Staurolith*, hie und da auch *Disthen* enthalten; weiter mit *Hornblende-schiefern*, *Quarzschiefern* und *Gneisen*, daneben auch mit *Phylliten*, *Graphitphylliten*, bisweilen auch mit *Einlagerungen* von *Konglomerat* und von *krystallinem Kalkstein*;

eine *Marmor-Etage*, durch sehr *zahlreiche*, oft auch durch *äußerst mächtige* (bis 1000 m mächtige) *Ablagerungen* von *krystallinem Kalkstein* oder *Marmor* (*Kalkspath- wie auch Dolomitmarmor*) bezeichnet; daneben mehrmals mit *Eisenglimmerschiefer* und anderen *Eisenerzen*, sowie mit denselben *Schiefern* wie oben genannt; *Quarzschiefer* und *Konglomerat* oft charakteristisch;

eine *jüngere Gneis-Etage*, neben überwiegend *Gneis* auch mit *Glimmerschiefern* usw. und mit einigen *Marmorlagern*.

Die *Mächtigkeit* jeder dieser *Etagen* ist sehr beträchtlich, von mindestens einem, oft mehreren km; auch *erreichen die Karbonatlager hier Mächtigkeiten wie nur ganz selten sonst*. — Beispielweise zeigt so das Lager von bituminösem *krystallinem Kalkstein* zu *Dunderland* in *Ranen* eine *Mächtigkeit* von 1000—1050 m (darin 2 oder 3 *Schieferstreifen*, zusammen 10—25 m breit, einbegriffen); und an einer anderen Stelle im *Dunderlandsthal* beträgt die *Mächtigkeit* des *Kalklagers* 600—700 m. Zu *Fauske* in *Salten* (*Karttafel* 2; *Profiltafel* 3, No. 4—5) finden sich innerhalb einer *gesamten Mächtigkeit* von ca. 3250 m verschiedene *Karbonatlager* (*Dolomitmarmor*, *Kalkspathmarmor* und *unreiner krystalliner Kalkstein*) von *gesamter Mächtigkeit* rund etwa 2000 m; und der *Dolomitmarmor* allein ist hier an einer Stelle etwas über 500 m dick (*Fig. 36*, No. II; *Fig. 37*). — Entsprechende *Mächtigkeiten*, von bald weniger und bald mehr als 0.5 km, mehrmals wohl auch über 1 km, sind auch sonst oft wahrzunehmen (*Siehe die Karttafel* No. 1, 2, 4—6 und *Fig. 30—32*, 48—52).

Die *Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe* führt in *Nordland* an zahlreichen *Lokalitäten* *Einlagerungen* von (im allgemeinen weissem oder gelblich weissem, *krystallinem*) *Dolomitmarmor*, der, wie schon früher in „*Salten og Ranen*“ erörtert, *nicht als ein*

metasomatisches Umbildungsproduct von Kalkstein, sondern als eine primäre Bildung aufzufassen ist, — und dies zwar aus folgenden Gründen (S. 15—18): a) der Dolomitmarmor, der oft eine bedeutende Mächtigkeit erreicht (bis über 500 m), besteht in vielen Fällen aus theoretisch idealem *Normaldolomit*, CaMgC_2O_6 (Anal. No. 6—10, S. 20); b) dieser Normaldolomit wechselt vielorts, selbst in ganz dünnen Lagen oder Streifen (Fig. 1, 5, 32, 42, 44), mit Kalkspathmarmor, ohne Uebergänge, dagegen *mit scharfen Grenzen zwischen den zwei Arten von selbständigen Karbonatlagen*; c) auch fehlt Kohle (Graphit, Bitumen) bei den *Normaldolomiten*; bei dem, von organogenen Processen abzuleitenden Kalkstein und Kalkspathmarmor finden wir dagegen immer einen Rest von Kohle (als Graphit, Graphitoid, Bitumen usw.).

Zusammen mit den mächtigen Karbonatlagen, bald von Kalkspath und bald von Dolomitspath, finden sich auch mehrorts ganz mächtige Einlagerungen von *Eisenglimmerschiefer* (*Eisenglanz mit Quarz, Epidot usw. und Apatit*), hie und da auch von Magnetit-Eisenerzen; siehe Fig. 25—29 und ausführliche Erörterung in meinen früheren Arbeiten „Salten og Ranen“ und über das „Eisenerzfeld im Dunderlandsthale“. Wie in diesen und anderen Abhandlungen des Verf. erörtert worden ist, lässt sich dieser Eisenglimmerschiefer durch einen *primären chemischen Sedimentationsprocess* (Oxydation von Eisenoxydulkarbonatlösung) erklären; in ähnlicher Weise erklärt sich der Normaldolomit als ein *chemisches Sediment*.

Hier mögen wir auch erwähnen, dass die Marmorlager bisweilen von *Konglomerat* (siehe besonders Karttafel No. 3) und ganz auffallend oft von *Quarzschiefer oder Quarzit* (S. 209, 237) begleitet werden, also von den verschiedenen Stufen der Strandfaciesgesteine. Dies führt zu der Vermuthung, dass *die Karbonatlager wie auch der Eisenglimmerschiefer als eine Strandfaciesbildung aufzufassen seien*.

In Uebereinstimmung mit der bedeutenden Mächtigkeit der Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe und zwar auch der Marmor-

Etage steht ihre grosse Verbreitung, nämlich von Süd nach Nord über *fünf* Breitengrade (siehe auch Karttafel No. 1).

Fossilien sind in diesem Schichtencomplex bisher nicht entdeckt worden; trotzdem lässt sich (S. 166—168) ziemlich sicher annehmen, dass die Schichten von *cambrisch-silurischem* Alter sind. Einerseits trennen sie sich von den älteren archaischen Gesteinen (Fig. 30, 35); mit den algonkischen Horizonten zeigen sie keine petrographische Uebereinstimmung und mögen wahrscheinlich jünger als diese sein. Die Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe, die selbstverständlich älter als das jurassische Kohlenfeld auf Andö (69° 10' n. Br.) ist, nimmt an der grossen skandinavischen regionalmetamorphen Bergkettenfaltung Theil; hier sind bisher mehrorts cambrische und silurische, aber nicht noch jüngere Stufen nachgewiesen.

Die *vorherrschende Streichungsrichtung ist SSW—NNO, parallel der grossen Bergkette zwischen Norwegen und Schweden* (Reichsgrenze zwischen 63° und 68½° n. Br.) und auch *parallel der Küstenlinie in Nordland* (65—68°). *Diese Küstenlinie wie auch die Bergkettenlinie hängen ziemlich sicher im grossen ganzen von der Faltungslinie der ganzen Schichtensysteme ab* (siehe S. 169, 248; Karttafel No. 1—3, 5—6; Fig. 34, 49).

In dem stark eingeschnittenen und felsigen Gebiet — mit den höchsten Bergen Oxetind 1912 m und Sulitelma 1883 m, daneben mit den sehr grossen Firnen Svartisen, Frostisen usw. — auf der norwegischen Seite der Wasserscheide finden sich eine Menge von *Längenthälern, längs der Streichungs- oder Faltungsrichtung der Schichtensysteme* und besonders *nach den mächtigen Karbonatlagern erodirt* (S. 169—171). — Auch geben sich die mächtigen Kalksteine oftmals durch ausgeprägte *Karsterscheinungen* kund (S. 144; unterirdische Flüsse von 1300, 1000, 800, 750 m Länge usw.; und Höhlen von 500, 450, 265 m Länge, vielleicht auch darüber).

Neben der Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe sind in Nordland auch *archaische Gneise und Granite* stark verbreitet; weiter auch andere regionalmetamorphe Schieferabtheilungen, wie die

Sulitelma Schiefergruppe (ziemlich sicher jünger als die Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe).

Auch begegnen wir verschiedenen *Eruptiven* (S. 174—184), nämlich:

gepresster jüngerer Granit (Beispiel Svenningaas—Laksfors in Vefsen, Karttafel No. 6);

nicht gepresster jüngerer Granit (Beispiel Ømervand, ebenfalls in Vefsen; in der Nähe des grossen Gabbro-Adamellit-Quarzdiorit-Feldes, siehe unten);

verschiedene Gabbrogesteine, (*Gabbro, Olivingabbro, Olivinhyperit, Norit, Labradorfels* usw.), mehrmals mit zugehörigen, durch Differentiationen verbundenen Gliedern, von *Magnetit-spinellit* und *Peridotit* einerseits bis zu *Augitgranit* andererseits.

Unter den letztgenannten erwähnen wir zuerst die zwei grossen Felder in den — gerade der Widerstandsfähigkeit des Gabbros wegen — hoch aufragenden Gebirgen, zu *Sulitelma* (Salten) und *Frostisen* (Ofoten); das erstgenannte mit Olivinhyperit, der jetzt zum Theil zu Saussuritgabbro dynamometamorphosirt ist, und daneben mit Granit (*der Saussuritgabbro von sehr bedeutenden, lagerförmigen Kies-Gängen, -Stöcken und -Impregnationen begleitet*); das letztgenannte, in Ofoten, mit Norit und uralitisirten Gabbrogesteinen. — In Beiern ist Uralitnorit mit Ausscheidung von nickelhaltigem Magnetkies und Eisennickelkies (FeS. NiS) nachgewiesen.

Das *bedeutendste* dieser Eruptivfelder findet sich auf der grossen Inselgruppe *Lofoten und Vesteraalen*, die zu einem grossen Theil, wie vom Verf. (1895 und 1896) nachgewiesen wurde, aus *basischen und intermediären, mit zugehörigen sauren Eruptivgesteinen gebaut ist* (S. 176—184); hier ist eine grosse „*petrographische Provinz*“, mit: *Labradorfels* („anorthosite rock“, mit bis 1 dm langen Labradorindividuen), *Olivingabbro, Olivinnorit, Gabbro, Norit*, daneben *Quarzgabbro* und den *Uebergangsgliedern (Orthoklas-Plagioklas-Gesteinen) Banatit und Adamellit*, endlich auch *Augitgranit*, vielleicht auch *Augitsyenit*, wohl auch noch mehrere Tiefengesteine, sammt verschiedene Ganggesteine (pegmatitische Erz-Hypersthen-Labrador-Gänge; weiter Gänge von Norit, Olivin-

hyperit, wohl von noch mehreren Arten). In dem *Olivin(!)- und Hypersthen-führenden Labradorfels* wie auch in dem *Olivingabbro* und *Olivinnorit* finden sich *verschiedenartige Ausscheidungen*; 1) einerseits von a) *Titanomagnetitdiallagit*, zum Theil *Olivin-* und *Spinell-reich*, mit Endglied dieser Reihe des magmatischen Differentiationsprocesses b) *Titanomagnetit-spinellit(!)*; und 2) andererseits a) von *stark Olivin- und Pyroxen-reichen Gabbrogesteinen*, mit Endglied dieses Differentiationsprocesses b) *beinahe reinem Peridotit* (mit ein wenig *Picotit*, *Enstatit* usw.). Diese mehrorts neben einander auftretenden Differentiationsproducte liefern uns ein erneutes Beispiel, dass „*beim theoretischen Maximalverlauf der Spaltungsvorgänge jeder Bestandtheil sich zum Schluss rein für sich separiren muss*“ (Citat nach einem Versuch von mir zu einer Darstellung über die Gesetze der Spaltungen der eruptiven Magmata, in Zeits. f. prakt. Geol., 1893, S. 277—78).

In *Vefsen* (Karttafel No. 6, S. 251—252) begegnen wir ebenfalls einem stark differentiirten Eruptivfelde, mit *Hypersthen-führendem Gabbro (Olivin-frei)*, gewöhnlichem *Gabbro* (mit Ausscheidung von *Diallagit*), *Quarzgabbro* und *Quarzdiorit*, weiter mit *Banatit* (Zwischenglied zwischen *Gabbro* und *Augitsyenit*) und *Adamellit*; auch findet sich hier, bei *Ømervand*, ein nicht gepresster *Zweiglimmer-Granit*, der wahrscheinlich zu derselben Eruptionsreihe gehört.

Auch in *Velfjorden* (S. 259—260) tritt *Gabbro* auf, mit zugehörigen *porphyrischen Gängen*, — wiederum hier mit den Uebergangsgliedern zwischen den *Plagioklas-* und den *Orthoklas-Gesteinen*.

Die Eisenerzaussonderungen (*Titanomagnetitdiallagit*, mit Endglied *Titanomagnetit-spinellit*) in *Lofoten* und *Vesteraalen* führen einen verhältnissmässig kleinen Titangehalt (oft nur 2—4 % *Titansäure*). Hier finden jetzt bergmännische Versuchsarbeiten statt (es wird mir berichtet, dass nach dem Druck der Beschreibung S. 182 zu *Selvaag* reicheres Erz gefunden sein soll).

Ausser dem als Aussonderung in dem *Labradorfels* in *Lofoten* und *Vesteraalen* auftretenden *Peridotit* (früher als *Pikrit* bezeichnet) finden sich mehrorts *selbständige Kuppen von Peri-*

dotit) — ohne directe Verbindung mit Gabbrogesteinen, — theils von ganz frischem Saxonit (in dem Hestmandø-Gebiet) und theils stark serpentinisirt; in beiden Fällen mit Aussonderungen von a) Chromit-Peridotit (Dunit) mit Endglied, b) reine Chromitlagerstätten (siehe theoretische Darstellung von mir, in Zeits. f. prakt. Geol. 1894).

Der gepresste Granit zu Svenningaas in Vefsen (Pl. No. 6, S. 175, 250) ist *jünger* als die angrenzende Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe, die von dem Granitmassiv durchschnitten und von den granitischen Apophysen durchquert wird, und dessen Kalkstein in Svenningaas der Granitgrenze entlang zu einem lichten Marmor contactmetamorphosirt ist. Der Granit selber ist hier ebenso stark regionalmetamorphosirt worden wie die umgebenden Schieferabtheilungen; der Granit ist somit älter als (oder vielleicht gleichzeitig mit) der Regionalmetamorphose (Bergkettenfaltung); die Regionalmetamorphose des angrenzenden Marmors ist somit jünger als (oder vielleicht gleichzeitig mit) der Contactmetamorphose; *o: der hiesige Marmor ist zuerst contact- und später regionalmetamorphosirt worden; oder beide Metamorphosen haben vielleicht gleichzeitig gearbeitet.*

Anders bei den basischen Eruptivfeldern in Vefsen und Velfjorden] (S. 176, 254), die — wie [aus den Contactzonen, aus den eingeschlossenen Marmorbruchstücken und aus den Apophysen hervorgeht — auch entschieden *jünger* als die Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe sind, die aber *nicht regionalmetamorph umgewandelt sind*; theils dieser Erscheinung zufolge, — theils, weil das ganze Eruptivfeld in Vefsen (Pl. 6) nicht die übliche Linsenform der regionalmetamorphen Eruptivgesteine zeigt, sondern mit der Längenrichtung ungefähr senkrecht auf der herrschenden Streichungsrichtung steht, — und endlich theils auch deswegen, weil der Contactmarmor hier die gewöhnlichen Contactmineralien (Granat, Wollastonit usw.) führt, — dürfen wir den Schluss ziehen, dass diese Eruptivfelder jünger sein müssen als die Regionalmetamorphose (Schichtenfaltung der ganzen Bergkette); *o: der hiesige Marmor ist zuerst regional- und später contactmetamorphosirt worden.*

Auch das grosse Eruptivfeld in Lofoten und Vesteraalen, wo die Gesteine nicht dynamometamorphosirt sind, ist ziemlich sicher jünger als die Glimmerschiefer-Marmor-Gruppe.

Die Geologie des Marmors.

Marmor — ๑: nach der *petrographischen* Bedeutung des Wortes¹⁾ ein *umkrystallisirter* Kalkstein (oder Dolomit) — ist aus den ursprünglichen Karbonatlagern entweder durch *Regional-* oder durch *Contactmetamorphose* entstanden. Dass diese zwei Prozesse nach vielen Richtungen hin — bezüglich der Chemie und der Physik der Vorgänge — ziemlich erheblich von einander abweichen, ergibt sich durch die verschiedene Mineralführung der betreffenden Marmore: in *Contactmarmor* bekanntlich *Granat*, *Vesuvian*, *Skapolith*, *Wollastonit*, *verschiedene Augit*-, *Hornblende*- und *Glimmer*-Mineralien, *Spinell*, *Magnetit* usw.; in *Regionalmarmor* dagegen in erster Linie *Quarz*, *Hornblende* (besonders *Grammatit*, seltener *Strahlstein*) und verschiedene *Glimmer*mineralien (besonders weisser *Kaliglimmer*, doch auch *Magnesiaglimmer*, daneben sehr charakteristisch der *Chromglimmer Fuchsit* S. 30), weiter *Talk*, *Chlorit*, *Eisenglanz*, *Rutil* (in gesetzmässiger Zusammenwachsung, S. 29) usw., als Seltenheit *Wollastonit*, *Turmalin*, *Prehnit*, *Titanit*, *Apatit* usw. usw.

Wie scharf dieser Unterschied in Bezug auf Mineralcombination ist, geht daraus hervor, dass Verf. in dem gewöhnlichen *Regionalmarmor* im nördlichen Norwegen überhaupt in keinem Falle *Granat* (*Grossular*), *Vesuvian*, *Skapolith*, *Augit*, *Spinell* usw. gefunden hat; dagegen in zwei Fällen *Wollastonit*, in büschelförmigen *Krystallaggregaten* (S. 27, 268).

¹⁾ *Marmor*, auf griechisch „μαρμαρος“, bedeutete in der alt-griechischen Sprache ursprünglich ein Steinblock im allgemeinen, später ein Gestein, das sich poliren lässt. In Uebereinstimmung hiermit benutzt man in der Technik das Wort *Marmor* oft für schöne weiche Gesteine, — in den späteren Jahren jedoch beinahe nur für Kalksteine — die sich schön poliren lassen. So lautet v. *Dechens* Definition „Jeder Kalkstein, der Politur annimmt, wird *Marmor* genannt“. — Weil diese Kalksteine vorzugsweise krystalliner Art sind, ist der Begriff in der petrographischen Nomenclatur auf diese beschränkt worden. (S. 1—3).

In Betreff des Verhaltens der *kohligen oder bituminösen Substanz*, die sich wohl ohne Ausnahme in den organogenen Kalksteinen gefunden hat, begegnen wir dagegen mehr Uebereinstimmung, jedenfalls insofern diese *Kohle beim Maximalverlauf der zwei metamorphen Prozesse in beiden Fällen völlig oder beinahe völlig verschwindet*. — Bei dem *Contactmarmor* in Vefsen und Velfjorden, bei *basischen* Eruptivgesteinen, lässt sich mehrorts das Verhalten der kohligen Substanz auf den verschiedenen Umwandlungsstufen Schritt für Schritt verfolgen (S. 7, 255, 261): a) *am weitesten von der Grenze entfernt* ist der (krystalline, regionalmetamorphosirte, unreine) Kalkstein stark *bituminös*, wie sonst in dem District; b) *etwas näher der Grenze*, nämlich in einigen Fällen in einer Entfernung von rund $\frac{1}{2}$ km, ist die kohlige Substanz hauptsächlich zu *Graphit* umgewandelt worden; c) *noch näher der Grenze verschwindet der Graphit nach und nach*; und d) in der *unmittelbarsten Contactzone* (mehrmals von rund 0.1 km Breite) ist der Marmor ganz *schneeweiss*, jedoch auch hier vielleicht nicht absolut chemisch frei von der letzten Beimischung einer organischen (flüchtigen) Verbindung¹⁾.

Das Verjagen der kohligen Substanz (auf den Zwischenstufen Graphit) lässt sich *nicht ausschliesslich auf Verflüchtigung* (hohe Temperatur) zurückführen, sondern auch ein *Verbrennungs- oder Oxydationsprocess* muss hier statt gefunden haben. Dieser dürfte nicht, wie gelegentlich von früheren Forschern angedeutet, auf einer Reduction von Metalloxyden in den Karbonaten beruhen, — ganz weisser Marmor (wie z. B. Anal. No. 5) enthält oft weniger als 0.01—0.05 % FeO (jetzt wie auch ursprünglich als FeCO₃, nicht als Fe₂O₃) neben ganz winziger Menge von MnO usw., daneben ursprünglich oftmals mehrere Procent Kohle, die jetzt verschwunden ist; — *die Oxydation wird aber grösstentheils von Durchtränkung mit den aus dem Eruptivmagma entweichenden Wasserdämpfen* abhängen. Bei diesem Process ($C + 2 H_2O = CO_2 + H_4$) entsteht *freie Kohlensäure* (untergeordnet Kohlenoxyd)

¹⁾ Wo es sich um die Darstellung *absolut chemisch reiner Kohlensäure* handelt, wird bekanntlich im allgemeinen Dolomitmarmor oder Magnesit benutzt; selbst der (regionalmetamorphe) Carrara-Marmor ist hier nicht brauchbar.

Auch entweicht Kohlensäure bei der Neubildung der vielen kalkreichen Contactmineralien, deren Kieselsäure- und Thonerde-Inhalt hauptsächlich aus ursprünglich mechanisch beigemengtem Thon oder Sand abzuleiten ist, während dagegen der Kalk- (und Magnesia-)Inhalt zu einem grossen Theil aus dem Karbonat herkommen wird. Hierdurch wird die *Kohlensäure ausgetrieben*.

Dasselbe gilt in grossen Zügen auch bei der Bildung des regionalmetamorphen Marmors, jedoch bei dem Entjagen der kohligen Substanz mit dem Unterschiede, dass die chemisch wirksamen Wasserdämpfe hier vielleicht (?) auf die ursprünglich im Gestein vorhandene Bergfeuchtigkeit zurückzuführen seien.

Die freie, von den *Wasserdämpfen aufgenommene Kohlensäure* wird wahrscheinlich bei der Umkrystallisation einen nicht unwesentlichen Einfluss ausgeübt haben, durch eine *chemisch auflösende Wirkung auf das Karbonat*.

Das Verhalten der kohligen Substanz bei der Regionalmetamorphose der Karbonatgesteine ist übrigens ein ziemlich complicirtes Problem; so begegnen wir mehrmals dem Fall, dass die kohlige Substanz in einigen Schichten oder Bänken beinahe völlig entwichen oder zerstört ist, während sie in angrenzenden Schichten oder Bänken fortwährend ganz reichlich vertreten ist (siehe z. B. das Profil über Leifsät, S. 224, wo Kalkspathmarmor in bituminösem grobkrySTALLINEM Kalkstein eingebettet liegt). — Auch ist die kohlige Substanz der Kalksteine im nördlichen Norwegen oftmals bei der Regionalmetamorphose zum Theil in *intensiv färbende Verbindungen*, von ganz winzigem Gewicht, umgewandelt worden. Dass diese Farben (intensiv Rosa roth, orange-gelb, intensiv himmelblau usw.) organischer Natur sind, werden wir unten näher erörtern.

Bei der Contactmetamorphose hat man bekanntlich mehrmals beobachtet, dass *je näher der Eruptivgrenze, je grösser das Krystallkorn ist*; die Korngrösse ist somit eine Function von der Intensität der Metamorphose. Wie schon früher von *Lepsius* in Bezug auf die griechischen regionalmetamorphen Marmorarten hervorgehoben, findet eine *entsprechende Erscheinung* auch bei den norwegischen Regionalmarmoren statt (S. 13, 45); so

ist der Marmor in den Trondhjem-schen und Bergen-schen Schiefeln (überwiegend Phylliten und phyllitischen Glimmerschiefeln) meistens, obwohl mit Ausnahmen, verhältnissmässig feinkörnig, bisweilen ganz dicht; in den nordlandschen Glimmerschiefeln ist der (Kalkspath-)Marmor im grossen ganzen mehr grobkörnig; und noch mehr grobkörnig pflegt der in den Gneisen eingebettete Marmor zu sein. Bei der Korngrösse greifen übrigens auch mehrere andere Factoren, ausser der Intensität der Metamorphose, mit ein.

Aller oder beinahe aller krystalline (metamorphosirte) Handelsmarmor rührt von der Regionalmetamorphose her; und nichts oder beinahe nichts (jedenfalls nicht mehr als 0.5%) von der Contactmetamorphose (S. 9).

So ist der Marmor aus Carrara in Italien; aus Attika, Paros usw. in Griechenland; aus Tyrol (Laas, Schlanders usw.), Steyermark und Kärnten in den österreichischen Alpen; aus dem Fichtelgebirge; aus den Pyrenäen und mehreren der spanischen Bergketten (Sierra Morena und in der Provinz Almeria); aus Vermont in den Vereinigten Staaten, und jetzt in den späteren Jahren auch aus Salten, Ofoten usw. im nördlichen Norwegen, — *alles ist der Regionalmetamorphose unterworfen gewesen.* Und thatsächlich kann ich — nachdem ich mit zahlreichen Fachgenossen im In- und Auslande über diese Sache conferirt habe — keinen einzigen grösseren Bruch (auf Ornamentur-Marmor) nennen, der auf den gewöhnlichen (nicht gleichzeitig auch regionalmetamorphosirten) Contactmarmor arbeitet. Freilich hat man oftmals derartige Brüche auf Marmor angelegt; so z. B. im vorigen Jahrhundert zu Gjellebäk in Norwegen (in dem Kristianiagebiet, auf obersilurischen Marmor, gerade bei der Granitgrenze), bei Predazzo (Leselle) und Adamello in Tyrol usw.; oftmals hat man in diesen Brüchen auf Contactmarmor genügend grosse Blöcke erhalten können, und der Marmor ist mehrmals in grossartiger Menge vorhanden; trotzdem sind diese Brüche auf Contactmarmor, vielleicht jedoch mit ein Paar ganz unwesentlichen Ausnahmen (Adamello in Tyrol; Moraviza in Banat; Szarhegy bei Ditro in Siebenbürgen) nach

kürzerem oder längerem Betrieb aufgegeben worden, — weil der gewöhnliche Contactmarmor, der schlechten, „zerbröckeligen“ Structur wegen, im allgemeinen als Marmor betrachtet unbrauchbar ist. Dies werden wir in einem folgenden Abschnitt über die Structur näher erörtern.

Anders mag dies sich verhalten, wo der Marmor, wie an einigen Lokalitäten im nördlichen Norwegen, nicht nur der Contact-, sondern auch der Regionalmetamorphose unterworfen gewesen ist.

Der in dem archaischen System auftretende, im allgemeinen ziemlich grobkörnige, krystalline Kalkstein oder Marmor steht in Bezug auf die Mineralcombination dem gewöhnlichen Contactmarmor sehr nahe; in structureller Beziehung dagegen nähert der Marmor des Grundgebirges sich bisweilen mehr den regional-metamorphen Marmorarten. Dieser archaische Marmor ist nur in einigen Ausnahmefällen als Marmor brauchbar (S. 282—291).

Ausser dem in dieser Arbeit besprochenen *krystallinen* (*metamorphosirten*) Marmor giebt es auch viele schön gefärbte (nicht durch Metamorphoseprocesse umkrystallisirte) *Kalksteine*, die gute Politur annehmen, und die deswegen in der Technik als Marmor verwendet und bezeichnet werden; auch giebt es *Quellenabsätze*, die als Marmor gebraucht werden können, so z. B. der bekannte, durchsichtige mexicanische „Onyx-Marmor“ (S. 319).

Die Chemie, Mineralogie und Structur des Marmors,
mit besonderer Berücksichtigung der norwegischen Marmorarten.

Chemische Zusammensetzung (S. 18—25). Der nordländische Marmor ist theils *Kalkspathmarmor* (Anal. 1—5) und theils *Dolomitmarmor*, dieser in vielen Fällen ein theoretisch idealer *Normaldolomit* (Anal. 6—10), von Zusammensetzung genau CaMgC_2O_8 (mit einer winzigen Spur Eisen und Mangan); auch begegnen wir verschiedenen Zwischengliedern (Anal. No. 11—12; siehe auch S. 189 und 199). Der Marmor im südlichen Norwegen, nämlich in den Thronbjem-schen und Bergen-schen Schieferen, im Grundgebirge und in dem Kristianiagebiet

ist beinahe durchgängig Kalkspathmarmor (siehe Analysen S. 270, 292, 297, 298; über Dolomit im südlichen Norwegen, siehe S. 24, 295; über den Ophimagnesit auf Snarum S. 290).

Auch in den Vereinigten Staaten arbeitet man mehrorts (z. B. Pleasantville in New-York, Lee in Massachusetts, Cockeysville in Maryland, S. 2—3, 317) auf *krystallinen* Dolomitmarmor, der eine sehr grosse Ähnlichkeit mit dem nordländischen zeigt; ebenfalls giebt es in Schlesien dolomitischen Marmor (nicht der lichtgraue grobkrystalline schlesische Marmor); der gewöhnliche Marmor — von Carrara, Belgien, Tyrol, Vermont, Griechenland usw. usw. — ist aber durchweg ein Kalkspathmarmor; und dies ist auch mit sehr vielen der norwegischen Marmorarten der Fall.

Kalkspath und Dolomitspath (S. 25—26, 49—52) sind bekanntlich *zwei selbständige*, einander jedoch sehr nahestehende Mineralien, beide zu der rhomboëdrischen Karbonatgruppe gehörend, Kalkspath (CaCO_3 oder CaCaC_2O_6) hier *rhomboëdrisch-hemiëdrisch* (nach der modernen Nomenclatur ditrigonal-skalenoëdrisch) und Dolomitspath ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ oder CaMgC_2O_6) *rhomboëdrisch-tetartoëdrisch* (in der rhomboëdrischen Klasse) krystallisirend. Der Dolomitspath besitzt eine *niedrigere krystallographische Symmetrie*; dies hat man bekanntlich dadurch zu erklären versucht, dass das Molekül $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_6)\text{Mg}$ nur halb so symmetrisch aufgebaut ist wie $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_6)\text{Ca}$.

Reiner Kalkspathmarmor enthält nur Kalkspath und reiner Dolomitmarmor (Normaldolomit, Anal. 6—10) nur Dolomitspath, ohne Beimischung weder von Kalkspath noch von Magnesitspath.

In einem *Contactmarmor* von Velfjorden (zuerst regional-später contactmetamorphosirt, S. 262), mit 1.85 % MgO , sind in dem mittelkörnigen Kalkspath (Korngrösse 1—1.5 mm) zahlreiche, ganz kleine (0.05—0.1 mm lange), aber oft zierlich *idiomorph entwickelte Dolomitspath-Rhomboëder* ausgeschieden, die durch äusserst vorsichtige Behandlung mit *kalter*, stark verdünnter Essigsäure isolirt worden sind; eine Analyse ergab $\text{Ca} : \text{Mg} = 1 : 1.001$. In diesem Contactmarmor hat sich *ein Theil des*

Magnesiakarbonats, mit der äquivalenten Menge Kalkkarbonat, für sich als Dolomitspath auskrystallisirt, und dies zwar auf einem früheren Stadium als dem Kalkspath.

In anderen Contactmarmor-Varietäten wie auch in dem gewöhnlichen, oft ganz grobkörnigen regionalmetamorphen, Kalkspathmarmor, mit 1 bis 3 oder 4 % MgO, hat eine derartige separate Aussonderung von Dolomitspath nicht stattgefunden, indem es sich durch mikroskopische und chemische Untersuchungen feststellen lässt, dass der Marmor ausschliesslich aus Kalkspath besteht; *etwas CaMgC₂O₆ mag somit in Kalkspath hineingehen, ohne auf die Natur der Krystallklasse einzuwirken.* Bei noch etwas mehr Magnesia dagegen besteht der Marmor aus einem Gemisch von Kalkspath und Dolomitspath (siehe z. B. Anal. No. 2, 11, 12, 13; Fig. 4—5, S. 55; S. 189), von gleichaltriger Entstehung.

In früheren Arbeiten, besonders von *A. v. Inostranzeff*, ist gelegentlich behauptet worden, dass Kalkspath und Dolomitspath sich in den mikroskopischen Präparaten dadurch von einander unterscheiden lassen sollten, dass Kalkspath immer, Dolomitspath dagegen nie mit Zwillinglamellen versehen sein sollten. Dies ist aber *nicht* der Fall, indem diese Lamellen in einigen Kalkspath-Individuen fehlen können, und noch wichtiger ist, dass der *Dolomitspath in nicht gar zu feinkörnigem Dolomitmarmor (Korngrösse z. B. über 0.5 mm) gelegentlich auch Zwillinglamellen zeigt, nämlich nach $\div 2 R$ (parallel dem langen wie auch dem kurzen Diagonal des Grundrhomboëders, dagegen nicht mit den Rhomboëderkanten).* Diese Zwillinglamellen sind in der Regel breiter und spärlicher an Zahl bei Dolomitspath als bei Kalkspath; auch treten bei Dolomitmarmor die Zwillinglamellen nur bei etwa einem Viertel oder Drittel der Individuen auf.

Beim Druck entstehen bekanntlich bei Kalkspath sehr leicht Gleitflächen, mit Zwillinglamellen, nach $\div \frac{1}{2} R$; bei Dolomitspath dagegen sind entsprechende Versuche, Gleitflächen nach $\div \frac{1}{2} R$ oder nach $\div 2 R$ zu schlagen, misslungen (*Tschermak*). Nach *Liebisch* sollte die Entstehung von Gleitflächen bei Dolomit-

spath eine theoretische Unmöglichkeit sein, weil die Ebene durch die Rhomboëderkante $\perp \div \frac{1}{2}R$ oder $\perp \div 2R$ hier keine Symmetrieebene ist; der obige Schluss lässt sich jedoch nicht ganz sicher ziehen, weil die sämtlichen Beziehungen zwischen der Geometrie der Krystalle und deren inneren Eigenschaften noch nicht genügend erforscht sind; auch hat *Mügge* kürzlich Gleitflächen bei triklinen Krystallen erhalten. — Es lässt sich somit nicht leugnen, dass Gleitflächen auch bei Dolomitspath — nach dem schon von *Haidinger* und *Tschermak* constatirten Zwillingsgesetz $\div 2R$ — möglicherweise entstehen können; in Bezug auf das Verhalten gegen Druck ist somit der Unterschied zwischen den zwei Karbonatmineralien vielleicht nicht von qualitativer, sondern von quantitativer Natur; auch der letztere Unterschied mag jedoch von sehr beträchtlicher, beinahe principieller Natur sein.

Die in den verschiedenen Marmorarten vorhandenen Silikatmineralien usw. sind oben erwähnt. — Dass *Augit* (Diopsid, CaRSi_2O_6) in dem *Contactmarmor* durch Amphibol (besonders *Tremolith*, $\text{CaR}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$) in dem *Regionalmarmor* ersetzt ist, mag darauf beruhen, dass das letztgenannte, vergrösserte Molekül sich wahrscheinlich im allgemeinen bei hohem Druck bildet¹⁾.

Korngrösse (S. 42—49). Der feinkörnigste der Carrara-Arten, nämlich der sogenannte Blanc P, hat Korngrösse 0.03—0.06 mm; der häufigste Carrara-Marmor, Blancclair, 0.1—0.3 mm; und der Statuario 0.25—0.75 mm.

In Norwegen giebt es ganz ausnahmsweise Marmor, der noch feinkörniger oder dichter ist als Blanc P, so der „Elfenbein-Marmor“ von Gotvasli in Värnan (S. 280) mit Korngrösse nur 0.02—0.03 mm; die meisten norwegischen Marmorarten, und zwar der

¹⁾ Durch schnelle Abkühlung und einen Druck von einer Atmosphäre entsteht bei Erstarrung genügend kalkreicher und saurer Silikatschmelzmassen ein dimorphes hexagonales Kalksilikat, wahrscheinlich von Constitution CaSiO_3 , oder im allgemeinen RSiO_3 ; in ähnlicher Weise entstehen auch dimorphe RSiO_3 -Mineralien in stark MgO- oder FeO-reichen, mässig sauren Schmelzflüssen. Die Constitution des Pyroxens wird zu $\text{R}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ und von Hornblende zu $\text{R}_4\text{Si}_4\text{O}_{12}$ angenommen.

gewöhnliche regionalmetamorphosirte Kalkspath- und Dolomitmarmor in Nordland, sind jedoch von ziemlich grobkörniger Natur.

Wo die zwei chemisch verschiedenen Marmorarten unter denselben geologischen Bedingungen in den regionalmetamorphosirten Schichten auftreten, ist der *Kalkspathmarmor durchgängig — und somit auch gesetzmässig — etwas grobkörniger als der Dolomitmarmor*; ersterer mit Korngrösse meistens 1—3, selbst bis 4—5 mm, letzterer dagegen mit Korngrösse nur 0.4—0.8 mm, oft nur 0.05—0.2 mm.

Marmor mit Korngrösse 1—3 oder 2—5 mm ist auch früher oftmals in bedeutender Ausdehnung benutzt worden; so der gewöhnliche grobkörnige schlesische (Kalkspath-)Marmor, weiter viele alpine Marmorarten (Ratschinges, Grasthal usw.) und viele Arten in Griechenland (Paros), Kleinasien, Spanien, Vereinigte Staaten usw. Auch Marmor mit Korngrösse 2—5 mm und etwas darüber mag, bei guter Structur (Verband zwischen den Individuen) von vorzüglicher Qualität sein können, mit hoher Kornfestigkeit, Politurfähigkeit und frei von Porösität.

Die *Structur* des Marmors (s. 49—64) hängt ab 1) von der *chemischen* Zusammensetzung (*Kalkspath-* oder *Dolomitmarmor*) und 2) von der Genesis, ob das Gestein *contact-* oder *regionalmetamorphosirt* ist. Es giebt somit nicht weniger als vier Hauptkategorien der Structur, und deren Anzahl wird auch dadurch vergrössert, dass es viele Zwischenstufen zwischen Kalkspath- und Dolomitmarmor giebt; dass die Contur-Beziehungen der Individuen auch von der Korngrösse abhängig sind, und dass die Genesis auch dadurch complicirt werden kann, dass der Marmor bisweilen *sowohl der Contact- wie auch der Regionalmetamorphose* unterworfen gewesen ist, — und zwar bald der einen und bald der anderen zum Schluss. Wir fangen hier mit den *regionalmetamorphosirten Marmorarten* an.

Zwischen dem gewöhnlichen, im allgemeinen mässig grobkörnigen *Kalkspathmarmor* und dem, etwas mehr feinkörnigen *Dolomitmarmor*, in Nordland wie auch vielerorts sonst, giebt es den Unterschied, dass bei dem *Kalkspathmarmor* sich keine Andeutung zu *krystalliner Begrenzung der Individuen* wahrnehmen lässt; im Gegen-

theil, die Individuen greifen kreuz und quer in einander ein, und die Conturen sind oft ganz zickzackförmiger Natur. Im Gegensatz hierzu steht der regionalmetamorphe Dolomitmarmor, wo „ein Bestreben nach äusserer krystalliner Begrenzung deutlich hervortritt, so dass die Aggregate eine zuckerkörnige Structur annehmen. Die Form der in den Gesteinen vorkommenden Krystalle ist das Grundrhomboëder (R), wie es scheint, fast ausschliesslich; selten trifft man spitzere Rhomboëder. Demnach sind die Durchschnitte dreiseitig, sechsseitig und rhombisch. Bei der Neigung zu gebogenen Flächen, welche dieses Mineral charakterisirt, sind die Umrisse oft krummlinig, verdrückt und stark verzerrt.“ (Citat nach H. Rosenbusch, Mikrosk. Phys. 1892, I).

Diese zwei Structurformen, der Kalkspath- und der Dolomitmarmore, sind durch die zwei Zeichnungen Fig. 2 und 3 S. 54 (oder Fig. 14, a und b, in „Salten og Ranen,“ S. 58) illustriert; doch ist hierzu zu bemerken, dass das charakteristische der Contur-Eigenschaften in einigen Fällen mehr, [in anderen weniger hervortritt.

In einem ziemlich grobkörnigen regionalmetamorphen Kalkspathmarmor (von Segelfor, Rödö) greifen die grossen, aber stark verzweigten Individuen „pegmatitisch“ (wie bei Schriftgranit) in einander ein (siehe S. 57, Fig. 6, wo vier verschiedene Kalkspathindividuen durch verschiedenartige Punctirung usw. angegeben sind).

Wo der (regionalmetamorphe) Marmor aus einem Gemisch von Kalkspath und Dolomitspath besteht, behält jedes Mineral die für dasselbe charakteristischen Conturformen der Individuen; der Dolomitspath die polygonal krummflächigen, der Kalkspath die mehr unregelmässig zickzackförmigen (Fig. 4—5, S. 55). — In einem anderen Fall finden wir, bei Contactkalkspathmarmor von Velfjorden (S. 346), idiomorphe kleine Dolomitspathkrystalle als Einschlüsse im Kalkspath.

Auch wo der regionalmetamorphe Marmor zu einem ganz kleinen Korn herabsinkt, lässt sich der Contur-Unterschied zwischen Kalkspath und Dolomitspath noch beobachten.

Der übliche *Contactmarmor* kennzeichnet sich durch verhältnissmässig *ebene* Conturen der Kalkspathindividuen (Fig. 7, S. 58); die *Contactmineralien* (*Granat, Augit* usw.) zeigen oft *krumme* Flächen und wie „angeschmolzene“ Ecken und Kanten, dabei gern eine *perimorphe* Entwicklung.

Contactmetamorphen Dolomitmarmor habe ich in *structueller* Beziehung nicht Gelegenheit gehabt genügend eingehend zu studiren.

Die *Ursache* der oben kurz beschriebenen *Structurformen* ist einerseits in den verschiedenartigen *mechanischen* Eigenschaften von Kalkspath und Dolomitspath und andererseits in den verschiedenartigen *chemico-physikalischen* Bedingungen bei der *Umkrystallisation* zu suchen. So mag der Unterschied zwischen *Kalkspathmarmor*, der in dem einen Fall durch *Regional-* und in dem anderen durch *Contactmetamorphose* entstanden ist, dadurch zu erklären sein, dass die *Umkrystallisation* des Karbonats in dem letztgenannten Fall unter einem verhältnissmässig geringen Druck vor sich ging; die mechanische Deformation konnte sich hier *während der Entstehung der neuen Individuen* nicht so stark geltend machen, und die Conturen der Krystallkörner wurden von mehr *gesetzmässiger, einfacher* Natur. Anders bei der *Regionalmetamorphose*, wo die Neubildung der Individuen unter einem ganz *colossalen* Druck Statt fand, mit daraus folgenden zahlreichen *mechanischen* Deformationen und folglich auch mit einer stark verzweigten, ganz *unregelmässigen* Contur. — Ausdrücklich wollen wir hervorheben, dass es *nicht* die ursprünglichen — vor der *Umkrystallisation* in dem Kalkstein existirenden — Individuen sind, die bei der *Metamorphose* zerknickt und mit *Kataklasstructur* ausgestattet sein sollten, sondern dass *die ursprünglichen Karbonatindividuen aufgelöst und dass gänzlich neue auskrystallisirt sind*. Dies ergibt sich (S. 61) schon daraus, dass aus einem *feinkörnigen* Kalkstein durch die *Metamorphose* gelegentlich ein *grobkörniger* Marmor resultirt (in der unmittelbaren Nähe der *Eruptivgrenze* gelegentlich mit Kalkspathindividuen von *Wallnuss- oder Faustgrösse*); und weiter ist eine *Kataklasstructur* im allgemeinen *nicht* bei den *regionalmetamorphen* Marmoren

wahrzunehmen. Die Umkrystallisation ist somit nicht ein exclusiv mechanischer Process, sondern auch die Chemie hat hier eine bemerkenswerthe Rolle gespielt, — und dies nach meiner Auffassung zwar deswegen, weil die Wasserdämpfe und die Kohlensäure hier eine auflösende Wirkung (vielleicht wie eine Art „agents minéralisateurs“) ausgeübt haben. Auch bei der Regional- oder Druckmetamorphose der Eruptivgesteine, z. B. von Gabbro zu Saussuritgabbro, haben chemische Processe mit eingewirkt; jedoch wohl im allgemeinen nicht so kräftig wie bei den Marmoren, weil bei den gepressten Eruptivgesteinen oft noch ein substantieller Theil des ursprünglichen Gesteins wahrzunehmen ist.

Der structuelle Unterschied zwischen *Kalkspath-* und *Dolomitmarmor*, die beide aus der Regionalmetamorphose hervorgegangen sind, mag darauf beruhen, dass der *Dolomitspath* entschieden eine sehr beträchtlich höhere Widerstandskraft gegen mechanische Deformationen besitzt; der Dolomitspath zeigt somit während der Umkrystallisation — oder während der Neubildung der Individuen — selbst unter dem colossalen Bergkettendruck eine hohe Tendenz, eine gesetzmässige krystallographische Structur einzunehmen. — Die verschiedenen, verhältnissmässig untergeordneten Modifikationen der Structur bei Marmorarten von derselben chemischen Zusammensetzung und von derselben Genesis mögen auf Schwankungen der chemischen und physikalischen Bedingungen bei der Umkrystallisation beruhen.

Verschieden von diesen aus den oben besprochenen metamorphischen Processen direct hervorgehenden Structurformen ist eine (*secundäre*) *Kataclasstructur* (Fig. 8; S. 59, 263), die gelegentlich bei einem (zuerst regional-, später contactmetamorphosirten) Kalkspathmarmor von Velfjorden beobachtet worden ist; andere Marmorarten in der Nähe, fortwährend in der unmittelbaren Contactzone, zeigen nicht diese Cataclasstructur, die somit von localer Natur sein muss, und die nicht gesetzmässig mit der Contactmetamorphose verbunden sein kann.

Diejenigen Marmorarten, die sowohl der Contact- wie auch der Regionalmetamorphose unterworfen gewesen sind, habe ich

nicht Gelegenheit gehabt genügend eingehend zu studiren; einige vorläufige Beiträge können wir jedoch liefern.

So zeigt der ganz licht gefärbte Kalkspathmarmor in Svenningaas (Karttafel 6, S. 251), der zuerst unmittelbar längs der Granitgrenze weiss contactmetamorphosirt worden ist, und der später (oder gleichzeitig) an der Regionalmetamorphose Theil genommen hat, sowohl in mineralogischer wie auch in structueller Beziehung ziemlich genau dieselben Eigenschaften wie der gewöhnliche regionalmetamorphe Kalkspathmarmor. Ob der Marmor zuerst contactmetamorphosirt ist oder nicht, scheint somit keinen wesentlichen Einfluss auf die Mineralogie und Structur des jetzt vorliegenden Gesteins ausgeübt zu haben.

Verschieden hiervon ist der Marmor längs der Contactgrenze der basischen Eruptivgesteine in Vefsen und Velfjorden (Karttafel 5 und 6, S. 254, 260), wo der Marmor nach meiner Auffassung zuerst regional- und später contactmetamorphosirt ist. Hier finden wir gelegentlich die gewöhnlichen Contactmineralien, Granat (Grossular), Wollastonit usw. (mit gerundeten Kanten und Ecken), — somit ein Beweis, dass die Chemie des Processes hier ungefähr wie sonst bei der Contactmetamorphose gewesen ist. Structuell dagegen, in Bezug auf die Conturen der Kalkspathindividuen, nähert dieser Contactmarmor sich jedoch oftmals mehr den regionalmetamorphosirten Marmorarten (vielleicht? weil die Contactmetamorphose in bedeutender Tiefe, σ : unter sehr grossem Druck gewirkt hat).

Ich hoffe gerade diese letzteren Studien, über die combinirte Contact- und Regionalmetamorphose, später genater untersuchen zu können.

Die technisch wichtigsten Eigenschaften des Marmors,
mit besonderer Rücksicht auf die norwegischen Marmorarten.

Farbe. (S. 34—42). Der (Bitumen-freie) Dolomitmarmor im nördlichen Norwegen ist oft ganz weiss, oft mit einem schwach crèmegelben Tone (Furuli in Fauske, S. 212, wie Laaser Statuario) oder weiss, ganz schwach bläulich (Hekkelstrand in Ofoten, S. 189); oft übrigens auch gräulich oder mit grauen

Streifen oder Wolken. — Der *Kalkspathmarmor* ist auch *hie und da weiss*; dies jedoch nur ganz ausnahmsweise bei dem regionalmetamorphosirten Marmor, aber mehrorts bei dem Contactmarmor in Vefsen und Velfjorden; bisweilen ist der regionalmetamorphe Kalkspathmarmor *citrongelb* (Furuli „citron“, S. 219) oder *weingelb*, meistens jedoch licht *gräulich* („gris“, z. B. Ballangen in Ofoten, S. 193) bis beinahe ganz schwarz („noir“, z. B. Saksenvik in Saltdalen, S. 235; von Bitumen, Graphitoid usw. gefärbt) und endlich auch *bunt* gefärbt, nämlich *intensiv Rosa roth, orange gelb, himmelblau* usw. Der norwegische Handelsmarmor wird schon, obwohl die Marmorindustrie nur ganz jung ist, in zahlreichen Farbenvarietäten geliefert (weiss, crème gelb, citron, roth, „gris“, „noir“; „antique veiné“ Fig. 40; „antique verdâtre“ S. 217, mit *grünem* Fuchsit; „brèche rubané“, „brèche rosé“, „gloire“ Fig. 44; usw.).

Die intensiv *rothe* Farbe (oft wie Rhodonit oder Thulit) rührt *nicht* von einem Mangangehalt her, indem der rothe Marmor, wie auch der weisse, ganz arm an MnO ist (siehe Anal. 1—12; auch S. 40); ebensowenig ist die intensiv orange gelbe Farbe (z. B. bisweilen zu Leifsät, Lövgafflen) nicht auf Eisengehalt zurückzuführen, indem der nordländische Marmor durchgängig ganz eisenarm ist (meistens 0.025—0.10, gelegentlich unter 0.01 % FeO). Auch fehlen bei diesen intensiv gefärbten Marmorarten, deren Farbenuance bisweilen in Streifen von nur ein Paar cm. Dicke vollständig wechselt (Fig. 46), andere nachweisbare *anorganisch* färbende Bestandtheile (Titansäure ist in ganz geringer Menge vorhanden, aber als Rutil, der die Farbe nicht bewirkt). Wir dürfen somit den antithetischen Schluss ziehen, dass diese intensiven Farben *organischer* Natur sind. Einen Beweis hierfür finden wir darin, dass die intensiv himmelblaue Farbe (an grobkörnigem Kalkspathmarmor zu Vedaa, Ranen, S. 39, 243) sich gänzlich verliert, wenn der Marmor einige (wie z. B. 5) Jahre dem Licht ausgesetzt gewesen ist. Die intensiv rothe Farbe (z. B. in Lövgaff- und Leifsät-Marmor, S. 220, 223) dagegen ist von constanter Natur (jedenfalls hat man bisher keine Bleichung sicher

wahrnehmen können). Die himmelblaue Farbe verschwindet schon nach kurzer Erwärmung auf 100°; die rothe Farbe verändert sich nach kürzerer Erwärmung auf 300° oder längerer Erwärmung auf 150—200°, kehrt aber nach dem Erkalten zurück.

Die kürzlich, nach dem Druck des Abschnittes über die Farbe, S. 34—42, erschienenen zwei Abhandlungen von *E. Weinschenck*, über die dilute Färbung der Mineralien (Zeitsch. f. anorg. Chemie. 1896; Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges. 1896), wo die anorganische Natur vieler Mineralfarben nachgewiesen wird, ändert nicht meine Auffassung über die organische Natur der Farbe unserer nordländischen Marmorarten.

Der Dolomitmarmor zeigt eine auffallend hohe *Druckfestigkeit* (S. 62—68), nämlich 1750 kg. pr. cm² (Carrara-Marmor 445—950 kg.; Laaser Statuario 810 kg. pr. cm²). Diese Widerstandskraft gegen Zerdrückung hat nichts mit der Härte zu thun, und ist auch nicht direct proportional mit der Kornfestigkeit; selbst ziemlich loskörniger Dolomitmarmor mag eine sehr beträchtliche Druckfestigkeit besitzen. Dies steht vielleicht mit der hohen Widerstandskraft des Dolomitspathes gegen mechanische Deformationen in Verbindung.

Die *Kornfestigkeit* (*Los- oder Festkörnigkeit*) hängt besonders von der *Structur des Marmors* ab (und zwar namentlich von dem „Verband“ zwischen den einzelnen Individuen); daneben auch von der (mechanischen) Verwitterung. Der *gewöhnliche Contactmarmor* ist — theils des *nicht genügenden Ineinandergreifens der Kalkspathkörner* und theils der eingeschlossenen, an Kanten und Ecken abgerundeten Mineralien wegen — in der Regel von *ziemlich loskörniger* Natur; und dies ist auch der Grund dazu, dass die vielen früheren Brüche auf Contactmarmor beinahe überall aufgegeben worden sind. *Viel besser ist der gewöhnliche regionalmetamorphe Kalkspathmarmor*, weil die *Individuen hier viel mehr verzweigt sind und somit kräftiger oder stärker in einander greifen*; Kalkspathmarmor von dieser soliden Structur mag selbst bei Korngrösse 6—8 mm oder darüber (S. 246) eine hohe Kornfestigkeit besitzen. — „Fetter“

Graphit, zwischen den Individuen eingebettet, verringert die Kornfestigkeit.

Der Dolomitmarmor ist in der Nähe der Oberfläche durchgängig ziemlich loskörnig (der feinkörnige Dolomitmarmor oft ganz sandig); auch gegen die Tiefe zu sind ziemlich sicher viele Arten dieses Marmors so loskörnig, dass sie nicht brauchbar sind; andere Arten, wo die Conturen der Individuen nicht so krummflächig, sondern etwas mehr zickzackförmig entwickelt sind, mögen dagegen mit der Tiefe zu besser werden. Der Dolomitmarmor von Furuli in Fauske (Karttafel No. 3; S. 212) zeigt gelegentlich, in genügender Tiefe, jedenfalls eine so hohe Festigkeit, dass *dieser weisse Marmor zu Skulpturarbeiten benutzt werden kann* (siehe Photographien, S. 70—71, von Bildhauerarbeiten aus Dolomitmarmor).

Der Kataklastmarmor (Fig. 8) von Hegge in Velfjorden ist ganz loskörnig; andere Contactmarmorproben hier sind dagegen von einem sehr soliden Korn.

Die Härte des Marmors (S. 66—69) hängt einerseits von der Kornfestigkeit und andererseits von der Härte des betreffenden Minerals ab (Kalkspath Härte 3, Dolomitspath ungefähr 4).

Der Dolomitmarmor ist, besonders bei Handarbeit, etwas schwieriger zu poliren als Kalkspathmarmor (S. 72—75).

Mehrere der norwegischen Marmorarten, besonders einige Kalkspathvarietäten (wie Furuli citron; von Segelfor, Rödö und von Rugaasnäs, Velfjorden) sind sehr schön transparent (S. 75—84).

Die Porösität (S. 76—84) ist eine der gefährlichsten Krankheiten des Marmors. Wohl keiner Marmor ist absolut frei von Porösität Kapillärporösität; — selbst der Carrara blanc clair (und oft noch mehr blanc P) nimmt Schmutzflecke an, z. B. wenn der Marmor jahrelang in Schlächtereien als unmittelbare Unterlage für das Fleisch benutzt wird; diese Porösität darf aber ein minimales Maass nicht überschreiten.

Die Porösität wird theils durch die Gewichtszunahme beim Eintauchen in Wasser mehrere Tage (von nicht polirten Scherben, 35—50 Gramm, siehe Tabelle S. 79) und theils durch das

Aufsaugen von Tinte (Anilintinte) bestimmt; auf *polirter* Fläche darf Tinte keinen Fleck absetzen.

Der regionalmetamorphe grobkörnige Kalkspathmarmor im nördlichen Norwegen ist oft nicht mehr porös als die verschiedenen Carrara-Arten. Der in der Nähe der Tagesoberfläche gebrochene, loskörnige Dolomitmarmor dagegen ist ziemlich porös; gegen die Tiefe zu wird aber dieser Marmor etwas besser, jedoch in einer Tiefe von 10 m in der Regel nicht soweit frei von Porösität wie der beinahe an der Oberfläche gebrochene Kalkspathmarmor.

Verwitterung im festen Gestein (S. 84—88). Der Dolomitmarmor ist *chemisch* viel widerstandsfähiger als der Kalkspathmarmor, was sich beispielsweise dadurch kund giebt, dass bei dem Lövgaff-Marmor der Dolomitspath in Kämmen und Spitzen hervorragt, während dagegen der Kalkspath zu Vertiefungen aufgelöst worden ist (Fig. 11). Weil aber die Verwitterung in festem Gestein bei Marmor vorzugsweise von *mechanischer* Natur ist (Einsaugen von Luft und Wasser; Sprengung durch Wasser beim Gefrieren), ist der Dolomitmarmor im allgemeinen viel tiefer „mechanisch verwittert“ als der regionalmetamorphe Kalkspathmarmor, dessen Structur mechanisch viel solider ist. Der contactmetamorphe Kalkspathmarmor dagegen ist oft tief verwittert.

Der mässig grobkörnige regionalmetamorphe nordländische Kalkspathmarmor lässt sich oftmals gebrauchen schon in einer Tiefe von 0.5—1 m; der Dolomitmarmor dagegen ist im allgemeinen, vielleicht ohne Ausnahme, völlig unbrauchbar in der Oberfläche, bei zu einer Tiefe von vielleicht etwa 5 m, oft aber noch mehr.

Die Haltbarkeit in der freien Luft (S. 88—128). Hier werden zuerst, auf Grundlage der Arbeiten von *Egleston*, *Merrill* usw., die verschiedenen angreifenden Kräfte erörtert, wie die kleinen Gehalte von Kohlensäure, Schwefelsäure, schweflige Säure usw. in der Luft (oder im Regenwasser), *besonders in den grossen Städten*; weiter die Einwirkung der Temperaturwechsel (Ausdehnungskoeffizienten), Windschleifung, Algen

usw.; besonders gefährlich ist die *Porösität* des Marmors und der *Kohlenruss* und der Staub der *grossen Städte*.

Die bei mehreren mechanisch-technischen Prüfungsbureaus gebräuchlichen — jetzt aber zum Theil aufgegeben — künstlichen Verwitterungsproben (wie Kochen in verdünnten Laugen oder Salzlösungen) sind ganz unzulänglich; der einzige Weg ist, alte Marmorbauten zu studiren.

Verf. referirt ausführlich die früheren Untersuchungen von *Archibald Geikie* (über Marmorgrabmäler in Edinburgh) und *A. Julien* (New York), die darin concludiren, dass der übliche Marmor (besonders der gewöhnliche weisse Carrara-Marmor) in den grossen Städten in Grossbritannien und in Nordamerika zu *auswendiger Benutzung nicht* zu empfehlen ist, weil die Structur durch die Angriffe der Kohlensäure, Schwefelsäure usw. der Luft gerade der grossen Städte (mit bedeutendem Kohlenverbrauch) ziemlich stark leidet; auch wird der Marmor hier schmutzig, vom Kohlenruss, und zum Schluss bekommt er Risse oder Sprünge. — Auf Grundlage dieser Studien hat auch *Brøgger* (Kristiania, 1896) sich gegen die Anwendung des Marmors in den grossen Städten Nordeuropas geäussert.

Perry (S. 98) behauptet, dass der solide Vermont-Marmor das Klima Neu-Englands besser verträgt als der Carrara-Marmor.

In den *heissen* Ländern (Ägypten, Griechenland, Italien usw.) hält sich der Marmor in der Regel sehr gut, jedoch hie und da mit Abschälen wegen zu starker Sonnenbestrahlung.

In *Deutschland* und *Oestreich* wird Marmor in der auswendigen Architektur nicht oder jedenfalls nur ganz untergeordnet benutzt; dagegen stellt man sowohl in Berlin wie auch in Wien fortwährend Monumente von Marmor (Carrara-, in Wien auch Laaser-Statuario) unter freiem Himmel auf, selbst in den inneren Theilen der Städte; Verf. findet diese Anwendung nicht empfehlenswerth — weil die Statuen ziemlich schnell schmutzig werden, und weil die feinen Züge der Kunstwerke nach etwa einem Jahrhundert oder noch früher etwas verwischt werden, — führt aber andererseits Beobachtungen an diesen Statuen als

Beweis an, dass *solider* Statuario-Marmor in der Berliner- und Wiener-Atmosphäre sich sehr lange Zeit halten kann, ohne dass die Structur nennenswerth leidet.]

Die Haltbarkeit in der freien Luft muss für jede einzelne Marmorart für sich untersucht werden, weil die verschiedenen Arten sich so verschieden verhalten, dass man nicht berechtigt ist Erfahrungen an einer Art ohne weiteres auf die übrigen zu übertragen.

In Betreff der Haltbarkeit des *mässig grobkörnigen regional-metamorphen Kalkspathmarmors im nördlichen Norwegen* beschreibt Verf. (S. 104—113) eine Anzahl alter Kirchen usw., die in grösserer oder kleinerer Ausdehnung aus diesem Material gebaut worden sind, und unter denen einige sechs oder sieben Jahrhunderte alt sind. *Der Marmor — dem rauhen, windigen und kalten Clima des nördlichen und westlichen Norwegens ausgesetzt — ist hier an der Oberfläche in der Regel gar nicht oder nur ganz unbedeutend corrodirt*; die Structur hat im allgemeinen gar nicht gelitten, und das Gestein hat nicht Sprünge oder Risse bekommen.

Auf Grundlage dieser Beobachtungen, ferner auf Grundlage vergleichender Untersuchungen über die Haltbarkeit von feinkörnigen (Carrara blanc P und blanc clair) und grobkörnigen (Kunzendorfer-)Marmor-Grabmälern und über das Verhalten der grobkörnigen alpinen und griechischen Marmorarten polemisiert Verf. gegen die oft herrschende Auffassung, dass (*solider*) grobkörniger Marmor (mit Korngrösse 1—3 mm) von der Witterung schneller angegriffen werden soll als der feinkörnige; Verf. glaubt in Gegentheil, dass *mässig grobkörniger Marmor, von sehr guter und solider Structur, sich besser zum Gebrauch in der freien Luft eignet, als der dichte oder feinkörnige Carrara blanc P und blanc clair*. Verf. versucht dies dadurch zu erklären, dass die Angriffe besonders längs der Grenzen (Conturen) der Individuen wirken, und dass der feinkörnige Marmor eine viel grössere Anzahl dieser Angriffsflächen besitzt als der grobkörnige; erst bei Korngrösse etwa 3—4 mm oder etwas dar-

über (bei solidem Marmor) fangen auch die Spaltbarkeiten und Gleitflächen an gefährlich zu werden.

Grobkörniger solider (Kalkspath-)Marmor hat sich vielorts in Norwegen in der freien Luft Jahrhunderte lang erhalten, ohne Risse oder Sprünge zu erhalten. *Dagegen geht die Politur schnell verloren*, und in *grossen* Städten angewandt, leidet der Marmor an der Oberfläche durch Absetzen von *Staub und Russ*.

Bezüglich des norwegischen Dolomitmarmors hat man noch keine genügende Erfahrung; einerseits hat dieser den Vorzug, dass er viel besser den chemischen Angriffen (wie von Kohlensäure und Schwefelsäure) widersteht; andererseits dagegen ist dieser Marmor, wenn er in der Nähe der Oberfläche gebrochen wird, etwas mehr porös, was für die Haltbarkeit sehr gefährlich ist. — Gegen die *auswendige* Anwendung von *porösem* Marmor wird *stark gewarnt*.

Verf. macht zum Schluss darauf aufmerksam, dass die *horizontalen* Flächen z. B. der Marmorgrabmäler stärker als die *verticalen* leiden, weil es nicht so sehr die in der trockenen Luft, sondern die im *Regenwasser* enthaltenen kleinen Gehalte von Kohlensäure, Schwefelsäure usw. sind, welche den schlimmsten Einfluss ausüben; auch setzt sich der Kohlenruss besonders auf den horizontalen Flächen fest. Bei auswendiger Anwendung von Marmor in den grossen Städten gilt es durch architektonische Anordnungen das Gestein so weit als möglich gegen die Angriffe des Regenwassers und durch das Absetzen von Kohlenruss und Staub zu beschützen. — Der Russ kann übrigens zum Theil, wohl aber nicht vollständig, durch Wasserbespritzung abgespült werden.

Verf. empfiehlt unter anderem die Anwendung des billigen natürlichen lichten Plattenmarmors zu auswendiger Mauerung (Fig. 12, S. 124; Fig. 47, S. 227).

Ueber die *natürliche Aufspaltung* der Marmorlager siehe S. 131—136 und die Photographien Fig. 20, 24 und 43 von norwegischen Marmorbrüchen, die ziemlich frei von Spalten

sind. — Ueber die *Blockgrösse* S. 136—138 und die Photographien Fig. 38, 39 und 54.

Die norwegischen Marmorbrüche wurden anfangs, zu Ende der 1880-er Jahre, nur mit *Handkraft* betrieben (s. z. B. Fig. 43); dann nach der *belgischen Drahtseilmethode* (Fig. 19—21), jetzt aber hauptsächlich nach der *amerikanischen Meisselhau-methode* (Fig. 22—24; S. 147—153).

Bei der *technischen Untersuchung* (S. 139—143) neuer Marmorfelder hat man besonders auf folgendes Acht zu geben: Kornfestigkeit, Farbe, Korngrösse, Politurfähigkeit, Vermengung mit fremden Mineralien (darunter Kies); Verwitterung und Tiefe der verwitterten Oberfläche; Mächtigkeit des Lagers; natürliche Aufspaltung und Blockgrösse; Procentmenge von brauchbarem Marmor, beim Betrieb im grossen; weiter Transport und übrige rein technische Fragen.

Wirtschaftliches über Marmor (S. 304—343).

Uebersicht über die Weltproduction (S. 304—323).

Carrara (S. 304—310) in Nord-Italien, zwischen Genua und Livorno, — *der wichtigste Marmorproducent der ganzen Welt* — liefert jetzt jährlich rund 200 000 tons oder 70.000 m³ Marmor (Tabelle S. 307); davon 90—95 % blanc clair; Rest Statuario, blanc P, Ravazzone, Bardiglio, Paonazzo usw. Es giebt 400—500 verschiedene Brüche, die meisten in einer Höhe von 500—1000 m überm Meer, und der Betrieb beschäftigt im ganzen beinahe 10.000 Mann (Tabelle S. 307).

Die Tabelle S. 308 giebt den Export von Marmor (und Alabaster) aus Italien an; erste Columne Gewicht von Marmor in Blöcken; zweite Columne verarbeiteter (besondersgesägter) Marmor; dritte Columne gesamntes Gewicht und vierte Werth des Marmorexportes (100 Kronen = 112 Reichsmark). — In den späteren Jahren beträgt der Export (nicht Production) etwa 125.000 tons, zu einem Werthe (der Marmor in Blöcken oder in gesägten Platten geliefert) von etwa 15 Mill. Rm.

Ueber die Geologie des Carrara-Marmors siehe S. 11, 304.

Ueber den *griechischen* Marmor (S. 310—312), der im Altherthum von hervorragender Wichtigkeit für die klassische Architektur und Skulptur war, siehe die Arbeiten von *R. Lepsius*; dieser Marmor wird jetzt nur ganz schwach betrieben.

Belgien, mit seinen gefärbten und schwarzen Kalkstein- oder Marmor-Varietäten (*Rouge royal*, *Belge noir*, *St. Anna* usw.) — von *Devonkalk* und *Kohlenkalk* — ist das zweite Marmorproduzierende (oder -exportierende) Land in Europa; die Tabelle S. 313 giebt die Production in m³ und den Werth der Blöcke in frcs an.

Der *alpine* Marmor (von *Laas*, *Schlanders*, *Ratschinges* in *Tyrol*; weiter von *Steyermark* und *Kärnthen*) in *Oestreich* zeigt eine *grosse Aehnlichkeit mit dem nordnorwegischen*, ebenfalls meistens ziemlich *grobkörnigen Marmor*. Import und Export von Marmor in *Oestreich-Ungarn* s. S. 315; Import von Marmor (und *Alabaster*) nach *Deutschland*, S. 316; erste Columne Gewicht in tons, zweite Werth in Rm. — Die Tabelle S. 317 giebt den Werth (in Dollars) der inländischen Marmorproduction in den *Vereinigten Staaten* an; und die Tabelle S. 318 den Werth des Marmorimports, besonders von *Carrara*, nach den *Vereinigten Staaten*; Tabelle S. 320 Export von „*Onyx-Marmor*“ aus *Mexico*.

Weiter giebt es auch Marmorproduction in *Frankreich*, *Spanien*, *Algier*, *Ägypten*, *Nubien* usw.; dazu in den letzteren Jahren auch *Norwegen*.

*Uebersicht über die jährliche Weltproduction
von Marmor.*

Italien, zu einem Werthe von 16 — 20 Mill. Rm.	
Vereinigte Staaten	9 — 13 —
Belgien	1.5—2.5 (?) —
Mexico	0.5—1 —

Rechnen wir dazu die Production in allen übrigen Ländern, so steigt der Werth — der Marmor theils in Blöcken und theils in gesägten (aber nicht geschliffenen oder polirten) Platten geliefert —

auf mindestens 30—35 Mill. Rm.; wahrscheinlich handelt es sich um Zahlen wie etwa 40 Mill. Rm.

Der Verbrauch von Marmor ist jetzt ungefähr doppelt so gross wie im Anfange 1860-er Jahre.

Der Preis des Marmors. Die Tabelle S. 323 gibt den Block-Preis von blanc clair in Livorno an. Die zwei obersten Tabellen S. 324 ebenfalls Block-Preis in Livorno (oder Spezzia), die erstere von 1894, die zweite von 1886. Die unterste Tabelle S. 324 Preis von gesägten Marmorplatten, von blanc clair, in Livorno. Tabelle S. 325 Preis von belgischen Marmorplatten, und S. 326 von italienischen Marmorplatten, in Belgien geliefert. — Die zwei obersten Tabellen S. 327 Block-Preis von norwegischem Marmor, bezw. in Nordland und in Brevik geliefert; dritte Tabelle Preis von gesägten Marmorplatten, und Tabelle S. 123 von polirten Marmor-Platten und -Blöcken (20—25 cm. dick).

Frei in nordeuropäische Häfen geliefert, kosten die feinsten Marmorarten 250—500 Rm., der vorzüglichste Statuario selbst bis 1000 Rm., alles pr. m³; die mehr gewöhnlichen, dabei aber sehr guten und schönen Marmorarten beanspruchen einen Preis von rund 150 Rm. und die einfacheren Arten von nur etwa 100 Rm. pr. m³.

Die norwegische Marmorindustrie (S. 338—339) ist erst einige Jahre alt, indem der vom Schlusse der 1880-er Jahre stammende Betrieb zuerst in den letzteren Jahren eine nennenswerthe Höhe erreicht hat (Production 1893 281 m³; 1897 2167 m³ Marmor). Die bisher wichtigsten Brüche liegen in Fauske in Salten (Taf. 3—4, S. 200—236), etwas nördlicher als der Polarkreis, dabei aber unter verhältnissmässig günstigen klimatischen Bedingungen (siehe die Photographien S. 148—149, 210—211, 221, 326). — Im ganzen sind jetzt (1896) bei den Marmorbrüchen und bei einer grossen Schleiferei 220 Mann beschäftigt.

Die wichtigsten Bedingungen für die Entwicklung der norwegischen Marmorindustrie liegen darin, dass man mehrorts in Norwegen theils ganz *weissen* und theils *lichten*, daneben auch bunten, krystallinen Marmor zu *mässig niedrigen* Gewinnungspreisen liefern kann, und dass weiter diese Marmorarten in *Nord-Europa*, theilweise auch in *Mittel-Europa*, *beinahe gänzlich fehlen*. Indem Verf. hervorhebt, dass die Aufmerksamkeit bei

den zukünftigen Untersuchungen besonders auf den *weissen oder lichten Kalkspathmarmor* gelenkt werden muss, schliesst er seine Darstellung mit der Hoffnung, dass die neue Marmorindustrie im nördlichen Norwegen sich künftig zu einer wichtigen Erwerbsquelle entwickeln wird.

Forklaring til plancherne.

Med *blaat* er angivet kalksten, kalkspatmarmor og dolomitmarmor, *overveiende uren kalksten, ubrugbar som marmor*. Det har vist sig ugjærligt paa kart i maalestok 1:200 000 at holde kalksten og brugbar marmor ud fra hinanden.

Til planche 1. — Her er afsat de vigtigste hidtil kjendte kalksten- og marmorlag — overveiende uren kalksten — samt malmforekomster i Nordlands amt.

Jernmalmudsondringerne i basiske eruptiver i Lofoten og Vester-aalen angivne ved det vanlige *jerntegn*, men med stilken hældende *tilvenstre*.

Til planche 2. — Grænsen for graniten paa strækningen fra Tørrestad til Tjeldesund er afsat efter de ældre geologiske karter (af *K. Pettersen* og *T. Dahl*).

Udbredelsen af kalksten med marmor, over Lavangeneidet og i Ballangenmarken, er angivet ved punktering.

Til planche 3. — Den punkterede linje, vest for Fauskeidets marmor-drag, betyder kvartsskiffer.

Møræne foran Nedrevand og Øvrevand.

Udbredelsen af kalksten, med marmor, ved Kvandal og ved Kvænflaet-Setsaa angivet ved punktering. Lagene fortsætter her længere end paa kartskitsen betegnet.

Til planche 4.

No. 1 profil over Næverhaugen.

No. 2 over Jordbro (J).

No. 3 over Kvitblik.

No. 4 over Tortenli.

No. 5 over Løvgallen.

No. 6 over Klungset, lidt nordenfor Klungsetbugten.

No. 7 fra Alfnæs langs fjorden forbi Vensæt, Holstad (H), Røvik (R) og Klungset.

No. 8 langs nordsiden og no. 9 langs sydsiden af Nedrevand.

No. 10 over Øinæshalvøen ved Knurvik (Kn); videre over Leifsæt-odden, og derfra langs NV-siden af Saltdalsfjorden, til Kvænflaet.

No. 11 over Øinæshalvøen ved Øinæs.

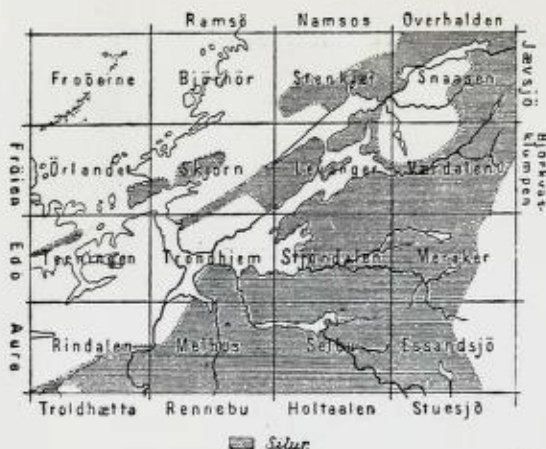
No. 12 langs sydsiden af Skjærstadfjorden, fra Tjetnæs til Kvandal.

Til planche 5. — Den øverste del kartskitse over Hemnæs; den nederste del over Velfjorden.

T = Troviken; Hm = Hommelstø.

Til planche 6. — I Drevjebygden er efter opgivende antydet udbredelse af kalksten og marmor.

Grænserne for Ømervandets hvide granit og for Mosjøens eruptivfelt paa begge sider af Fustvandet er ikke bestemt.



Norges geologiske undersøgeles

har udgivet følgende farvetrykte geologiske rektangelkarter (1:100,000), der sælges for 60 øre stykket hos landets boghandlere og i Norges geografiske opmaaling:

Stenkjær, Skjörn, Levanger, Terningen, Trondhjem, Stjørdalen, Mera-ker, Rindalen, Mel-

hus, Selbu, Aamot (bladet i nord for Hamar), Gjøvik, Gausdal, Hamar, Eidsvold, Hønefos, Nannestad, Fet, Moss, Eidsberg, Tønsberg, Sarpsborg, Haus, Bergen. (NB. Bladet „Kristianid“ er udsolgt) [The sheet „Kristiania“ is out of print].

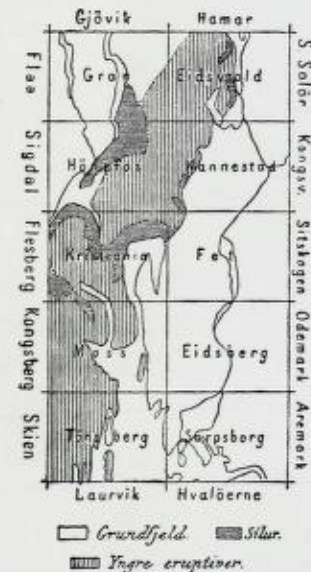
Endvidere er udkommet:

Dahl og Kjerulf. Geologisk kart over det søndenfjeldske Norge. Chr. 1865. 1:400,000. Prisen, som tidligere var 8 kr., er indtil videre nedsat til 2 kr. (P. T. Mallings boghandel.)

Kjerulf. Udsigt over det sydlige Norges geologi. Chr. 1879. 4to 262 s. Med atlas og oversigtskart. 12 kr. (P. F. Steensballes boghandel.)

Reusch. Bømmeleén og Karmøen med omgivelser. 8vo. 422 s. Med 3 farvetrykte karter. (English Summary.) Chr. 1888. 2 kr. (P. F. Steensballes boghandel.)

Geologisk oversigtskart over det sydlige Norge. 1:1,000,000 er udsolgt



som særskilt publikation, men er fremdeles vedføjet den ovenfor nævnte bog „Kjerulf: Udsigt over det sydlige Norges geologi“ [This geological map of southern Norway is no longer sold separately, but is still annexed to the book cited above: „Kjerulf: Udsigt over det sydlige Norges geologi.“]

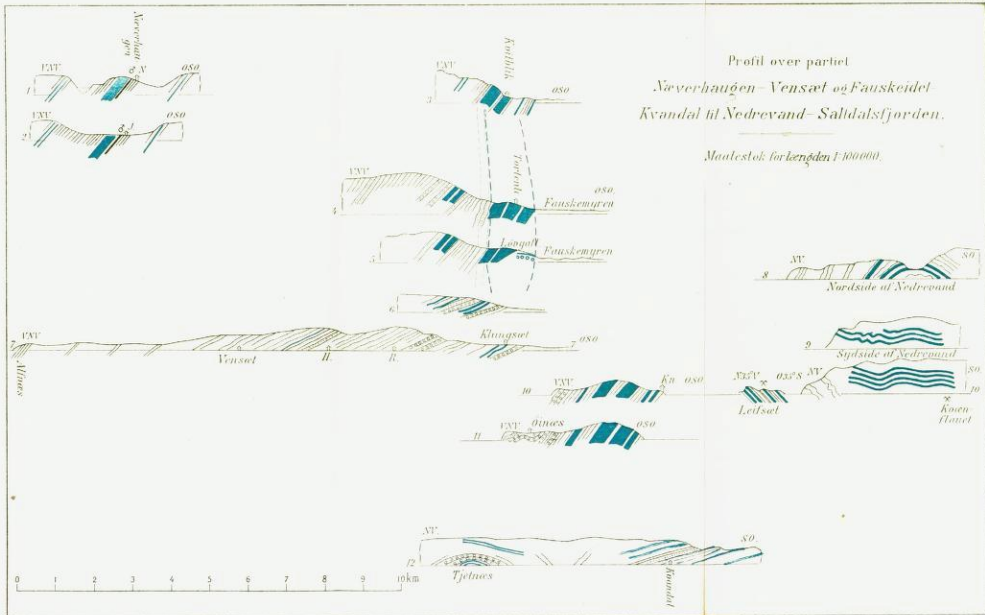
Reusch. Almenfattelig vejledning ved benyttelsen af de geologiske rektangelkarter over det sydøstlige Norge. Forsendes gratis til personer, som skriftlig henvender sig til Norges geologiske undersøgelses bestyrer.

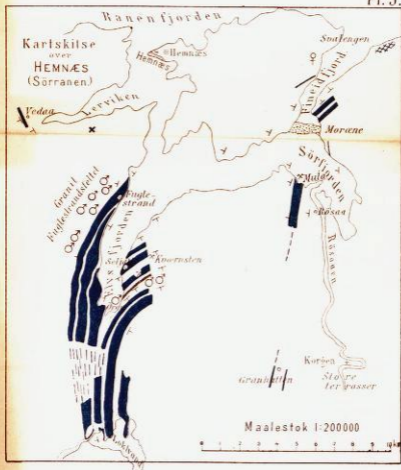
Spørgsmaalister til iagttagelse af jordskjælv sendes gratis til enhver, som derom henvender sig til Norges geologiske undersøgelse eller „det meteorologiske institut“ i Kristiania.

Norges geologiske undersøgelse

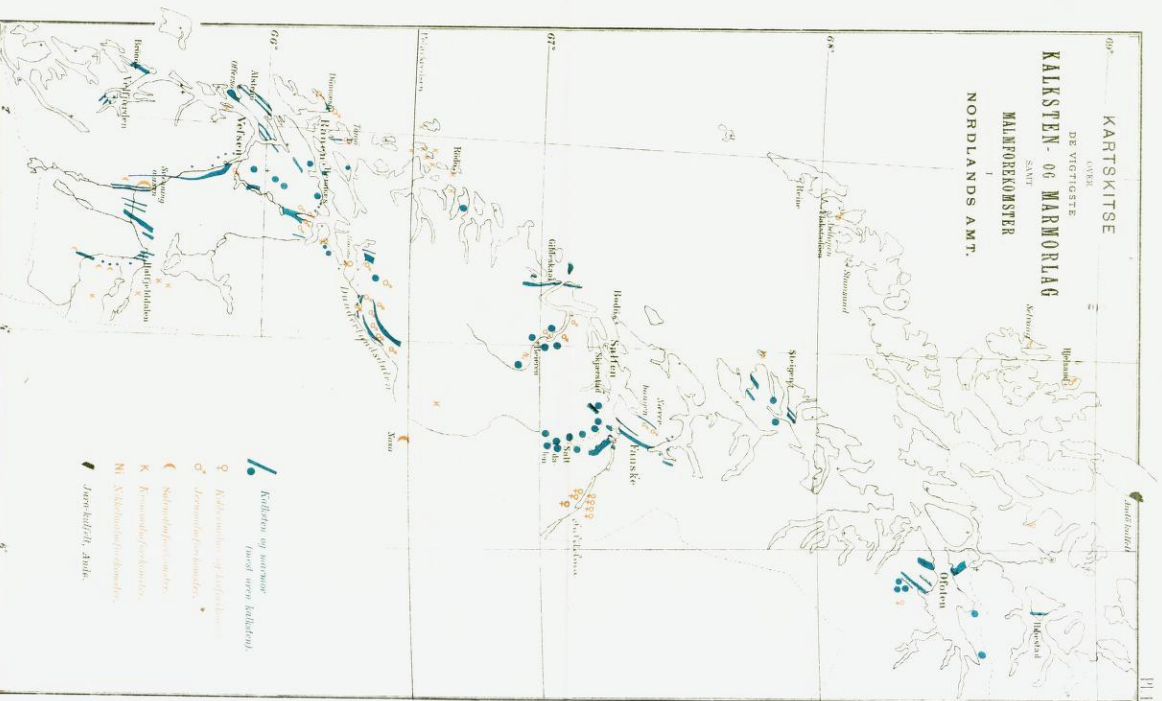
har udgivet i kommission hos H. Aschehoug & Co. i Kristiania:

1. **Norges geologiske undersøgelses aarboeg for 1891.** Udg. af dr. Hans Reusch, undersøgelsens bestyrer. (English Summary.) 1891. 100 s. 50 øre. [Bogen indeholder blandt andet afhandlinger om torvmyrer, feldspat- og granitindustri.]
 2. **Homan. Selbu.** Fjeldbygningen inden rektangelkartet Selbus omraade. (English Summary.) 1890. 25 øre.
 3. **Vogt. Salten og Ranen** med særligt hensyn til de vigtigste jernmalm- og kulførekomster samt marmorlag. (Resumé in deutscher Sprache.) 1891. 1 kr.
 4. **Det nordlige Norges geologi.** Med bidrag af dr. Tellef Dahll og O. A. Corneliussen udgivet af dr. Hans Reusch. (English Summary.) 1892. 204 s. Med Dahlls: Geologisk kart over det nordlige Norge. 1 kr. 50 øre.
 5. **Stangeland. Torvmyrer inden kartbladet „Sarpsborgs“ omraade.** Med et kart. (English Summary.) 1892. 25 Øre.
 6. **Vogt. Om dannelsen af de vigtigste i Norge og Sverige repræsenterede grupper af jernmalforekomster.** (Resumé in deutscher Sprache.) 1892. 1 kr.
 7. **Vogt. Nikkelforekomster og nikkelproduktion.** (Resumé in deutscher Sprache.) 1892. 40 øre.
 8. **Stangeland. Torvmyrer inden kartbladet „Nannestads“ omraade.** Med 1 kart og plancher. 1892. 1 kr. 25 øre.
 9. **Helland. Jordbunden i Norge.** (English Summary.) 1893. 2 kr. [Denne bog indeholder en almenfattelig indledning om berg- og jordarter, beskrivelser over jordsmonnet i hvert herred i Norge og mange statistiske oplysninger om landets høideforhold og arealerne for dyrket mark, skov m. m.]
 10. **Helland. Tagkifer, heller og jvekstene.** 1893. 178 s. 1 kr.
 11. **Brogger. Lagfølgen paa Hardangervidda og den saakaldte „høifjeldskvarts“.** (Resumé in deutscher Sprache.) 1893. 142 s. 80 øre.
 12. **Carl O. Riiber. Norges granitindustri.** Med „An English Summary of the Contents“. 1893. 47 s. 25 øre.
 13. **Bjørlykke Gausdal. Fjeldbygningen inden rektangelkartet „Gausdals“ omraade.** 1893. 36 s. 25 øre.
 14. **Norges geologiske undersøgelses aarboeg for 1892 og 93.** Udg. af Reusch. (English Summary.) 1894. 148 s. 75 øre. [Bogen indeholder blandt andet afhandlinger om strandfladen, Valdres, Værdalen, høifjeldskvarts, feldspat, glimmer.]
 15. **Vogt. Dunderlandsdalens jernmalmfelt.** (Resumé in deutscher Sprache.) 1894. 106 s. 2 plancher. 75 øre.
 16. **Helland. Jordbunden i Jarlsberg og Larviks amt.** 1894. 210 s. 1 kr.
 17. **Vogt. Nissedalens jernmalforekomst.** (Resumé in deutscher Sprache.) 1895. 63 s. 1 planche. 50 øre.
 18. **Helland. Jordbunden i Romsdals amt. I.** 1895. s. 1—208. 1 kr.
 19. **Helland. Jordbunden i Romsdals amt. II.** 1895. s. 209—625. 1 kr.
 20. **Stangeland. Om Torvmyrer i Norge. I.** (English Summary.) 1896. 102 s. 50 øre.
 21. **Norges geologiske undersøgelses aarboeg for 1894 og 95.** Udg. af Reusch. 1896. 148 s. [Indhold: En almentattelig oversigt over den geologiske litteratur vedkommende Norge 1890—95.]
- NB.** Man kan hos enhver af landets boghandlere tegne sig som abonnent paa Den geologiske undersøgelses skrifter og saaledes faa dem tilsendte, eftersom de udkommer. Pris omtrent 4 kroner aarlig. Bøgernes billige pris bør bemærkes.

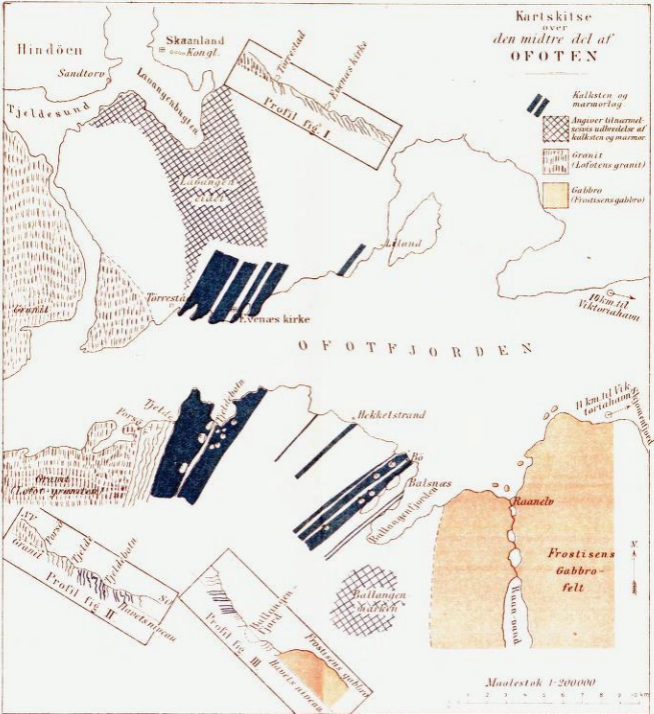




KARTSKITSE
 OVER
 DE VIGTIGSTE
KALKSTEN- OG MARMORLAG
 SAFT
 MAINFØREKOMSTER
 I
 NORDLANDS AMT.



Kartskitse
over
den midtre del af
OFOTEN



Geogr. Institut, København

Kartskitse over den indre
del af SALTEX nannlig over
Fauskefjeldet.

Maalestok 1:200000

