

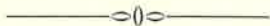
**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE Nr. 69**

---

# AARBOOK FOR 1914

UTGIT AV

**DR. HANS REUSCH**  
UNDERSØKELSENS BESTYRER



**KRISTIANIA 1914**

I KOMMISSION HOS H. ASCHEHOUG & CO.

## Indhold.

	Side
I. <i>J. Rekstad.</i> Fjeldstrøket mellem Lyster og Bøverdalen.	
English Summary . . . . .	42
5 plancher.	
1 kart.	
II. <i>John Oxaal.</i> Kalkstenhuler i Ranen.	
English Summary . . . . .	42
1 planche.	
III. <i>J. Rekstad.</i> Kalksten fra Nordland.	
English Summary . . . . .	10
IV. <i>Hans Reusch.</i> Nogen bidrag til Hitterens og Smøstens geologi.	
English Summary . . . . .	46
3 plancher.	
V. <i>Olaf Hottedahl.</i> Fossiler fra Smøsten.	
English Summary . . . . .	10
1 planche.	

---

I.

**FJELDSTRØKET MELLEM  
LYSTER OG BØVERDALEN**

AV

**J. REKSTAD**

MED ET KART, 5 PLANCHER OG  
ENGLISH SUMMARY

## Indhold.

---

	Side
Indledning . . . . .	5
Overflaten . . . . .	6
Berggrunden . . . . .	10
Grundfjeldet . . . . .	10
Fyllitavdelingen . . . . .	15
Gneisavdelingen . . . . .	24
Eruptiverne over gneisavdelingen . . . . .	26
Tektoniken . . . . .	30
De løse jordlag . . . . .	34
Moræner . . . . .	34
Elveavleiringer . . . . .	38
Havavleiringer . . . . .	39
Sne- og isbræer . . . . .	41
English Summary . . . . .	42

---

---

For 6—7 aar siden hadde jeg anledning til at kartlægge geologisk en del av strøket mellem Sognefjord og Bøverdalen, særlig med hensyn til utbredelsen av fylliten (lerglimmerskiferen) inden denne egn. Det var dengang min hensigt at faa fortsætte dette arbeide østover til Gudbrandsdalen og vestover paa nordsiden av Sognefjord. Der er imidlertid altid kommet hindringer i veien for utførelsen av denne plan. Nu finder jeg, disse iagttagelser ikke bør ligge længere ubenyttet. Ti uagtet de ikke er avsluttet og fuldført efter planen, tror jeg dog, de vil være av nytte for kjendskabet til de geologiske forhold inden dette omraade. De vil i ikke uvæsentlig grad forbedre det geologiske kart for denne egn.

Grænsen mellem grundfjeldet og de overliggende skifre er paa KEILHAUS kart, fra 1849, fremstillet i sine hovedtræk mellem Skjolden og Bøverdalen. Paa Kjerulfs kart fra 1879 er denne grænse noget mer detaljert avlagt, og her sondres der mellem lerglimmerskiferen og høifjeldskvartsen. Utbredelsen av Jotunfjeldenes gabbro er betydelig rigtigere avsat paa Kjerulfs end paa Keilhaus kart.

Det omraade vi her skal beskæftige os med, støter til nordsiden av det felt, som jeg har beskrevet i *Fra Indre*

*Sogn* (N. G. U. No. 57). Det her omhandlede omraade danner nordgrænsen for det store felt av basiske eruptiver, som i en bue strækker sig fra Gudbrandsdalen til Hardanger. Langs grænsen av disse eruptiver har man mot den underliggende fyllitformation gneis-bergarter, som dels bestaar av sterkt pressede og utvalsede utløpere fra de basiske eruptiver og dels av meget omvandlede sedimentære bergarter. Nylig har V. M. GOLDSCHMIDT i et interessant arbeide paavist, at der i denne avdeling ogsaa maa indgaa grundfjeldsbergarter. Efter hans opfatning har der, da de vældige basiske eruptivmasser her brøt frem, efter den lange brudzone under bergkjedefoldningen, ogsaa fundet mindre overskyvninger sted til begge sider fra den indsunkne grøft.

TH. MÜNSTER har paa sine reiser for N. G. U. somrene 1882, 83, 84 og 85 gjort ekskursioner ind paa dette omraade. Dagboken fra reisen i 1882 er trykt i *Nyt Mag. f. Naturv.*, b. 28. Iagttagelserne fra hans øvrige reiser her foreligger kun som dagboksoptegnelser i N. G. U.s arkiv.

REUSCH kom paa reiser i 1877 og i 1899 ind i dette omraade. I N. G. U. No. 32 har han beskrevet overflatformer ved Lysterfjorden, i Fortun og i Turtegrødalen. I det centrale Norges fjeldbygning, N. G. U. No. 39, s. 425—430 har BJØRLYKKE en beskrivelse av forholdene langs fjeldovergangen mellem Bøverdalen og Fortun.

### Overflaten.

Denne del av vort land har høie fjeld og dype daler. Fjeldene her er ofte spidse pigger. Mest navnkundig er Horungernes gruppe. Blandt disse naar store Skagastølstind op til 2404 m. o. h. Et stort tal av fjeldene her naar op over

snegrænsen, som i denne egn ligger i en højde av omtrent 1600—1800 m, o. h. Et stort antal fjeld naar en højde av over 2000 m., derfor findes her mange sne- og isbræer. Mange av disse, særlig i Horungerne, er botnbræer. Den største højde naar fjeldene inden gabbro-omraadet, som tilfældet er med Horungerne. Men man har ogsaa inden grundfjelds-strøket fjeld av ret betydelig højde. Av saadanne kan nævnes Tveraadalskirken, 2025 m., og Hestbræpiggen, 2163 m. Dalene mellem fjeldvidden og Sognefjorden er dype og smale med for det meste bratte sider. Fortun- og Mørkrisdalen er typer paa saadanne daler. Siderne av disse daler er ofte rent stupbrat og ubestigelig. Fig. 1, pl. I, viser et parti av dalsiden ved Granfastas udløb i Fortunelven, med store erosionsnischer i fjeldvæggen. Skred og stensprang hører mange steder i disse daler saa at sige til dagens orden. Fig. 2, pl. I, viser et parti av Fortundalen ovenfor Fortun kirke set opefter dalen.

Oppe paa fjeldvidden er dalene derimot vide og aapne. Fig. 1, pl. II, viser eksempel paa en saadan dal. Det er Rausdalen set opover mot Rivenaaskulen.

Naar man betragter kartet, falder det i øinene, at Lysterfjorden, Fortun- og Bøverdalen følger efter hinanden i samme retning, næsten efter en ret linje<sup>1</sup>. Det hænger sammen med, at de følger den sone av fyllit (Ierglimmerskifer), som gaar fra Sogn til Gudbrandsdalen, mellem grundfjeldet og Jotunfjeldenes gabbro. Bøverdalen ligner ogsaa, smal og dyp, som den er, med bratte sider, mere Vestlandets end Østlandets dalfører.

<sup>1</sup> Denne næsten retlinjede indsænkning findes allerede omtalt hos REUSCH, *Die Fossilien führenden Krystallischen Schiefer von Bergen in Norwegen*, s. 5.

Dalene inden vort omraade sænker sig trinvis fra fjeldvidden ned mot Sognefjorden, og sidedalene er hængende, det vil sige, de ligger høiere end hoveddalen, hvor de munder ut i den. Elvene fra dem danner derfor her ofte fosser. Eksempler paa saadanne hængende daler har man i Feigedalen paa østsiden av Lysterfjorden. Dalen falder i et sæt henimot 700 meter ned til fjordens overflate, og fjorden har her en dybde av 400 meter, altsaa er der en høideforskjel av omtrent 1100 meter mellem Lysterfjordens bassæng og Feigedalen. Over væggen styrter elven fra Feigedalen sig ned mot Lysterfjorden i et lodret fald paa 195 meter. Berdalen munder fra sydvest ut i Fortundalen ved Fortun kirke, og den falder her i et sæt mellem 500 og 600 meter. Længere nord i Fortundalen kommer Granfasta fra indsænkningen ved Skaalavatn, nord for Dølefjeld, og herfra styrter den sig vildt fossende gjennom et dypt gjel med et fald av omtrent 500 meter paa en ganske kort strækning (ca. 3 km.). Disse eksempler er nok til at vise, hvorledes forholdet med bidalene er. Regelen er, at disse her ligger flere hundrede meter høiere end hoveddalene, og at elvene fra dem styrter i høie fosser eller i vilde stryk ned i hoveddalene. Som nævnt stiger saavel hoveddaler som bidaler trinvis opad mot høifjeldene, og ofte ender de botnformet i fjeldmassen. REUSCH har git en beskrivelse med et meget instruktivt billede av Turtegrødalens trinvis stigning, hvortil kan henvises<sup>1</sup>. Hvor hoveddalene falder ut i Lysterfjordens bassæng, har man ogsaa trin med sterkt fald. Gaupnefjorden, hvori Jostedalen munder ut, har saaledes en dybde av 143 favne = 278 m., det vil sige et fald av 278 m. paa 4 km. eller 1:14.

---

<sup>1</sup> REUSCH, N. G. U. aarb. f. 1900, s. 155.



Eidsvatn nederst i Fortundalen avspærres fra fjorden ved en endemoræne. Dette vand har if. HELLAND<sup>1</sup> en dybde av 34 meter. Dets overflate ligger 3 meter over havflaten, følgelig naar bunden 31 meter ned under havets nivaa. Dybden av Lysterfjorden, temmelig nær land, ut for Skjolden er 43 favne = 81 meter. Faldet blir da regnet fra Eidsvatn 50 meter paa 2 km. eller 1:40. Regnes fra dalbunden ovenfor Eidsvatn ut til fjorden, blir faldet 81 m. paa 4 km. eller 1:49.

Fjorden utenfor Dalsdalen, som munder ut i Lysterfjorden ved Døsen, har en dybde av 183 favne = 343 meter. Dette er faldet paa en strækning av 2 km. eller 1:6.

Sjøkartet viser, at bunden i alle bifjordene ligger betydelig høiere end i den egentlige Sognefjord. Denne høideforskjel gaar for det meste op til flere hundrede meter. Mellom Fjærlandsfjorden og Sognefjorden utenfor dens munding er den saaledes 700 meter og mellom Arnefjord og Sognefjord omkring 1000 meter.

Bifjordene er altsaa hængende i forhold til hovedfjorden ganske paa samme maate som sidedalene til hoveddalen, og dette synes at være tilfældet almindelig.

Lignende forhold har man fundet ved fjordene i Alaska<sup>2</sup>.

Den indre del av Lysterfjorden er skaaret ned i grundfjeld. Her er den største maalte dybde 73 favne = 137 m. Utenfor, hvor lerglimmerskiferen gaar ned til fjorden, stiger dybden paa en strækning av 4 km. til 183 favne = 344 m. eller fald. 1:19. Dette fremtrædende trin i fjordens dybde

<sup>1</sup> HELLAND, Nordre Bergenhus amt, I, s. 322.

<sup>2</sup> LAWRENCE, MARTIN, Some Features of Glaciers and Glaciation in the College Fiord, Prince William Sound, Alaska, Zeitschr. f. Gletscherkunde, VII, S. 326.

forklares naturlig, ved at erosionen har virket lettere i lerglimmerskiferen end i grundfjeldet og saaledes gjort fjorden dyper, hvor den løsere bergart forekommer.

### Berggrunden<sup>1</sup>.

Inden dette omraade optræder gneis og granit tilhørende grundfjeldet. Derover kommer sedimentære bergarter, som antagelig tilhører kambrium og silurformationen. De bestaar væsentlig av fyllit (lerglimmerskifer) med enkelte indesluttede partier av kvartsitisk bergart.

Over fyllitavdelingen kommer en svite skifrige gneis-artede bergarter, som KJERULF benævnte høifjeldskvarts, fordi de i de undre partier nærmest fylliten er meget rik paa kvarts, rene kvartsskifre, BJØRLYKKE benyttet i *Det centrale Norges Fjeldbygning* benævnelsen yngre sparagmit for disse bergarter, en benævnelse som jeg i flere henseender finder uheldig.

Opad blir denne avdeling av gneisbergarter almindelig mere og mere grovkrystallink og tykkskifrig. Over dem kommer der i de høieste fjeld for det meste yngre eruptiver av gabbro-labradorstens-serien.

**Grundfjeldet.** Grundfjeldet her er dels utviklet som granit og dels som gneis. Det indeholder mange partier indesluttet av hornblendebergart, hvilke maa opfattes som basiske injektioner, og de er da følgelig yngre. Gneisen gjennemsættes av mange ganger av granit, tildels med pegmatitstruktur.

---

<sup>1</sup> Da ikke alle navn i beskrivelsen har faat plads paa det medfølgende kart, kan det anbefales at ha amtskartet over Nordre Bergenhus amt ved siden under læsningen.

Paa begge sider av det inderste av Lysterfjorden staa grundfjeldet frem. Grænsen mellem dette og fyllitavdelingen sænker sig mot syd, saa den paa vestsiden dukker ned under fjorden ved Ottum og paa østsiden ved Leri. Grænsen mellem grundfjeldet og fylliten sænker sig ganske brat saavel ved Ottum som ved Leri. Fra Sognefjorden ved Leri stiger grænsen til like ovenfor Hovden sæter opefter fjeldsiden. Denne sæter ligger paa grundfjeldet. Under fyllitavdelingen har man her en nogen faa meter mægtig sone av kvartsskifer, som foruten glimmer indeholder feltspat i ikke ringe mængde. Grænsen ligger her i omtrent 750 m. o. h. og ved Lingasæter, sydøst for Skjolden i omtrent 530<sup>1</sup> m. o. h. Herfra synker grænsen raskt ned til bunden av Fortundalen ved øvre ende av Eidsvatn (se fig. 1, pl. IV), som har en høide over havet av kun 3 meter.

Midt for Fortun kirke stikker grundfjeldet frem ved Dregni paa vestsiden av elven, medens paa østsiden fylliten gaar helt ned i dalbunden. Grundfjeldet ved Dregni bestaar i ikke ringe utstrækning av hornblendebergart. Ved Ytri gaar fylliten fra begge sider helt ned i dalbunden. Her sees ikke noget til grundfjeldet. Men omtrent 1 km. ovenfor Ytri stikker det igjen frem i dalbunden og herfra stiger grænsen mellem dette og fylliten raskt i begge dalsider, men sterkest i vestsiden. Op for Øiene gaar grænsen høit oppe i Bjørkenaase, og længere mot nord forsvinder den under Svaidualsbræen. I Fortundalens østside ligger grænsen ved Granfasta i omtrent 300 m. o. h., og den stiger herfra raskt, til den oppe paa det høieste av fjeldovergangen mellem Lyster og Bøverdalen naar op til omkring 1260 m. o. h. Ved Høi-

<sup>1</sup> TH. MÜNSTER, Dagbok fra reise i Sogn 1884. N. G. U. arkiv.

dalsvatn synker den ned til 940 m. o. h. for derpaa igjen at stige under Hestbræpiggen til omkring 1400 m. o. h. Man kan særlig tydelig se ved Høidalsvatn, hvorledes fylliten ligger konform med grundfjeldets overflate.

Skifrihet og lagning hos grundfjeldet sees derimot flere steder at være avvigende fra fyllitformationens. Her er en fremtrædende diskordans tilstede mellem dem, MÜNSTER<sup>1</sup> har 1884 iagttaget saadan diskordans i Bjørkenaase, paa vestsiden av Fortundalen.

Paa begge sider av Lysterfjorden, ved Ottum og ved Kjøtnes, har jeg bemærket diskordans. Grundfjeldets skifrihet staar her temmelig steil og over ligger fyllitavdelingen med saa noget nær svævende lagstilling.

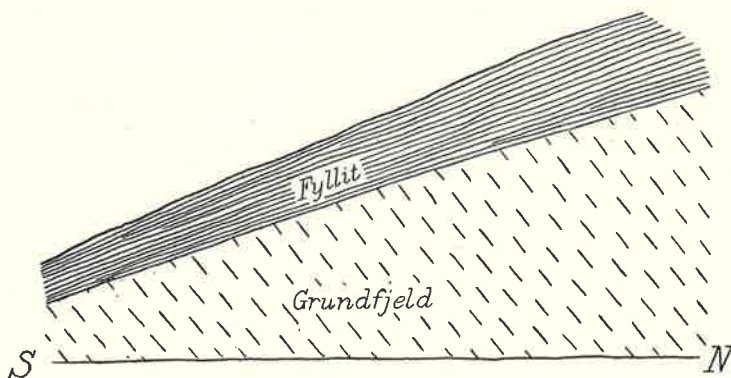


Fig. 1. Profil ved Ottum visende diskordans mellem grundfjeldet og fyllitformationen.

Hosstaaende profil viser, hvorledes diskordansen ved Ottum forløper. Ovenfor Ormeli, paa østsiden av Fortundalen, viste diskordansen sig, som det vedføjede profil angir. Det er tegnet efter et fotografi.

<sup>1</sup> BRØGGER, Lagfølgen paa Hardangervidda, s. 69.

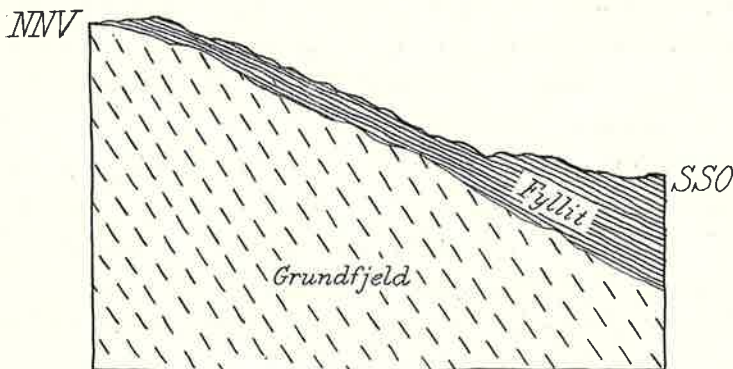


Fig. 2. Profil ved Ormeli over grænsen mellem grundfjeldet og fyllitavdelingen.

Opefter Mørkrisdalen fortsætter grundfjeldet fra Lysterfjorden. Grænsen mellem dette og fylliten gaar i Mørkrisdalen temmelig høit oppe i fjeldsiderne. I dalens vestside, ned for Osen sæter, ligger saaledes grænsen i omtrent 700 m. o. h. Den stiger herfra mot syd, saa den midt overfor Hovden sæter ligger 1000 m. o. h. Nordover synker grænsen, saa fylliten ved Dalen sæter naar ned i dalbunden ved omtrent 400 m. o. h. Her gaar fylliten i en bred zone tversover Mørkrisdalen. Det er tydelig at grundfjeldets overflate (grænsen mot fylliten) efter Mørkrisdalen her ligger lavere end paa dens sider. Denne grænse stiger nemlig sterkt saavel i vest opover mot Spørteggbræ som i øst opover mot Harbarsbræ.

Opefter Fortun- og Mørkrisdalen er grundfjeldet utviklet som gneis. Det samme er tilfældet mellem Dalsdalen og Vigdalssetrene. Nordefter Rausdalen og helt nordover saalangt kartet rækker, bestaar det derimot av granit. Det er en sterkt presset granit, som ofte har porfyrisk struktur,

med store feltspatkrystaller. Mellem Øiene og Holen sæter begynner der granit i Fortundalen. Søndenfor har grundfjeldet gneissstruktur. Her optræder der ofte skifrige partier av hornblendebergart i det.

Fra Øiene og opefter dalen stiger grænsen mellem grundfjeldet og fyllitavdelingen raskt i begge dalsider, og nordenfor Holen sæter bestaar alt som kan sees av fjeldene fra sæterveien av grundfjeldsgranit. Graniten her har i stor utstrækning porfyrisk struktur, partivis med røde og partivis med hvite feltspatindsprængninger.

Ved Nørstedalssæter (her maa indskytes, at Nørstedalssæter ikke mere ligger i Nørstedalen. Den blev for nogen tid siden flyttet derfra til Midtdalen, da der ikke kunde findes brænde i Nørstedalen. Sæteren har dog beholdt det gamle navn. Egentlig skulde den nu kaldes Midtdalssæter) bestaar fjeldene saalangt øiet kan naa, av granit. Omkring sæteren er den forholdsvis grovkornig og har profyrstruktur. Denne granit fortsætter opefter hele Nørste- og Midtdalen samt i det fjeldparti, som dækkes av Liabræen. Paa nordøstre side av Liabræen har man under opstigningen fra Vetledalen et parti av fyllitavdelingen indfoldet i grundfjeldet, se kartet.

Ved Vestenden av Høidalsvatn og under Hestbræpiggen bestaar grundfjeldet likesaa av granit. Øverst, paa grænsen mot fyllitavdelingen, blir den skifrig og gneisartet. Tronaklanten, en kup, som ligger paa vestsiden av sæterveien mellem Aaset og Fjeldsli, bestaar av mørk gabbrobergart. Partivis er den temmelig finkornig. Pyroxenen i den (diallag) viser sig ofte omgitt av en brem av hornblende. Feltspaten er væsentlig labrador og anortit. Bergarten indeholder epidot i form av kornige ansamlinger, som er fremstaat ved

omvandling av pyroxen og plagioklas. Denne gabbro er yngre end den tilstøtende grundfjeldsgranit, og den synes at være ældre end fyllitavdelingen; ti der kunde ikke paavises intrusioner fra gabbroen ind i fylliten.

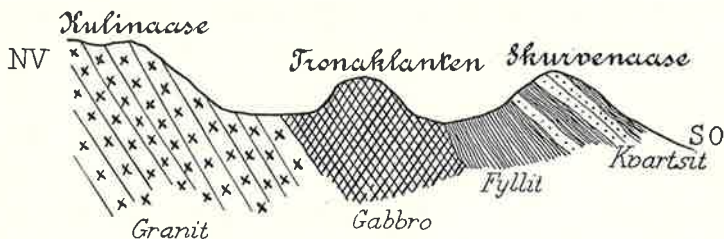


Fig. 3. Profil fra Kulinaase over Tronaklanten til Skurvenaase. Hosstaaende profil gaar fra Kulinaase i nordvest til Skurvenaase i sydøst. Over gabbroen i Tronaklanten kommer fyllitavdelingen i Skurvenaase med to indleirede partier av kvartsitisk bergart.

**Fyllitavdelingen.** Denne bestaar i stor utstrækning av graa krumbladig fyllit med kvartslinser. Tildels optræder her ogsaa partier av sort alunskiferlignende fyllit i den. Ofte er fyllitens overflate rustfarget. Dette fremkommer ved oksydering av den kis, fylliten indeholder, fornemmelig svovlkis og magnetkis. Fyllitavdelingen indeholder ofte partier av kvartsskifer indesluttet. Denne bergart bestaar foruten av kvarts ogsaa av feltspat og glimmer. Om den er sedimentær anser jeg for tvilsomt. Jeg har dog ikke kunnet finde noget sikkert bevis for, at den er en eruptiv bergart. Der er imidlertid træk hos den, som taler for dens eruptive natur. Særlig kan fremhæves, at den altid fører glimmer (muskovit) og noget feltspat. Partivis blir den rikere paa feltspat og staa ogsaa ved overgang i sammenhæng med lys gneis, som tydeligvis er en presset finkornig granit. Grønlig hornblendeskifer sees ikke sjelden indesluttet i fylliten. Dette maa opfattes som intrusioner av basisk bergart, og de staa

antagelig i sammenhæng med det store frembrud av gabbro og beslegtede bergarter under bergkjæde-foldningen.

Tildels fører fylliten feltspat, og den er da gjerne mere grovkornig saa den faar karakter av fyllitgneis.

I Bøverdalen er der betydelige masser av uren, krystallinsk kalksten indesluttet i fyllitavdelingen. Størst mægtighet har denne kalksten ved Bøvertun sæter. Den har sterkt rustfarget dagflate, og i de øvre partier under Loftet indeholder den feltspat og kvarts, saa den frembyr et utseende som en gneis. Her er der ogsaa injeksjoner av gabbro i den. Over kalkstenen kommer der her en smal sone av fyllit, saa kvartsskifer over denne som grænsefacies til den overliggende gabbro i Loftet (se fig. 6).

Ved østenden av Høidalsvatn, ved Vassenden sæter ligger der et litet parti kvartskonglomerat over krystallinsk kalksten. Fig. 2, pl. II, viser dette konglomerat. Saavel knollerne i det som bindemidlet er kvartsit, og knollerne viser sig sterkt utvalset.

Ofte begynner fyllitavdelingen med en sone av kvartsskifer paa grundfjeldet. Saadan kvartsskifer er iagttat op for Hauge, paa vestsiden av Lysterfjordens bund og under Osen sæter, ved veien til Aasetvatn. Her er mægtigheten av kvartsskiferen under fylliten omtrent 10 meter. Ved Hovden sæter, paa østsiden av Lysterfjorden op for Leri har man et nogen faa meter mægtig lag av kvartsskifer mellem grundfjeldet og fylliten.

Fylliten kaldes av befolkningen i indre Sogn flisagrøt eller flisagrøtstein.

Mægtigheten av fyllitavdelingen er vekslende. Ved det inderste av Lysterfjorden og i Fortundalen varierer den mellem 300 og 500 meter.



Nedenfor skal anføres nogen iagttagelser som er gjort under ekskursioner inden dette vanskelige terræng.

Under opstigningen fra Leri (paa østsiden av Lysterfjorden) passerer man fra Hovden- til Lambamyr sæter over fyllitavdelingen. Paa det sidstnævnte sted slutter fylliten og den overliggende avdeling begynder med gneisbergart. Fra Lambamyr sæter til det høieste av fjeldovergangen paa veien til Sørheimssæter (Graabergbakken) passer man over to flak av fyllit, som er indesluttet i gneisavdelingen. Ved veien fra Fortun til Berdalen gaar fyllitten op til Fuglestegadn. Det er her en graa og sterkt krumbladig fyllit. Ved Asbjørnnaase, som ligger paa østsiden av Veitestrandvatn, utenfor kartets grænse, er den midtre del av fyllitavdelingen mindst omvandlet. Det øverste av den, i toppen av Asbjørnnaase er temmelig grov og sterkt kvartsholdig, saa den har karakter av en fyllitgneis. Det undre parti av fylliten er ogsaa kvartsholdig og omvandlet, dog ikke i saa fremtrædende grad som det øvre parti. Den midtre del av fyllitavdelingen her smuldrer meget lettere op end de mere omvandlede partier.

I nordsiden av Asbjørnnaase er der en 10—15 m. mægtig sone av kalkholdig fyllit, og omtrent midt i denne har man et 2—5 dcm. mægtig skikt av ren kalksten.

Ned for Osen sæter ligger der, som før nævnt, mellem grundfjeldet og den egentlige fyllit en ca. 10 meter mægtig kvartsskifer. Over denne kommer grov, graa fyllit, som er sterkt krumbladig og fuld av vredne kvartslinser.

Paa veien fra Aasetvatn til toppen av Skurvenaase passerer man over graalig fyllit med enkelte indesluttete partier av kvartsskifer. I toppen av Skurvenaase har man en blaa-graa kvartsit av betydelig mægtighet. Den omgives paa

begge sider av fyllit. Strøkretningen hos lagene er her NO—SV med fald i sydøstlig retning. Paa nordsiden av toppen av Skurvenaase er der to lavere nivaer av kvartsit indesluttet i fylliten.

Mellem Aaset og Fast sæter har man en steil fjeldvæg bestaaende av sort alunskiferlignende fyllit. Denne er saa litet omvandlet, at jeg her søgte efter fossiler, men uten resultat. Denne bergvæg dækkes flere steds paa overflaten av en gulagtig skorpe bestaaende af gips, ferrisulfat, noget jernhydroksyd og brunjernsten. Dette er dekompositionsprodukter av kis (svovlkis og magnetkis) og kulsur kalk, som ylliten indeholder. Under den sorte fyllit kommer en sone av grov lysgraa fyllit.

Mellem Aaset- og Opsarvatn har man fyllit over hele strækningen. For det meste er det grov, graa fyllit; men i nordvestsiden av Dyrhaug optræder her ogsaa sort alunskiferlignende fyllit. Under denne kommer en finkornig gneis, som makroskopisk frembyr stor likhet med en kvartskifer. Under mikroskopet viser det sig, at den foruten kvarts og glimmer indeholder ikke litet feltspat, i form av mikroklin, albit og mikroperit. Denne gneis maa være en sterkt presset granit. Indesluttet i den saaes et flak av graa fyllit.

Over Mørkrisdalen sætter fylliten med en bred sone mellem Dalen sæter og opover til under Fjeldsli. Faldet

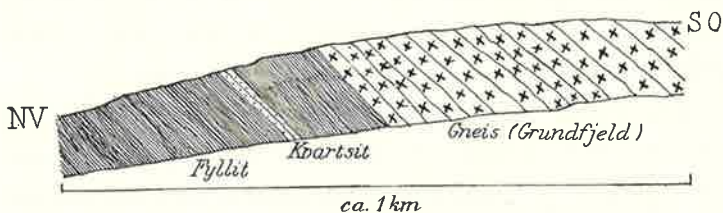


Fig. 4. Profil fra Svidalsnaase, paa østsiden av Mørkrisdalen.

gaar her overalt i sydøstlig retning, saa grundfjeldet paa sydøstsiden fra Dalen sæter til opunder Svaidsbræ ligger invertert over fyllitavdelingen, som hosstaaende profil viser.

Fylliten danner her en invertert mulde i grundfjeldet. Paa nordvestsiden derimot ligger grundfjeldet normalt under fylliten. Nordvest for Fjeldsli er der to partier av kvartsskifer indesluttet i fylliten (se kartet). Fra vestenden av den nordligste av disse kvartsskifer-masser gaar der mot vest et lag av kalkholdig fyllit, som fortsætter helt op under Spørteggbræen.

Mellem Hodnasæter og Kringlesæter staar graa krumbladig fyllit. Ved Kringlesæter er der betydelige partier av kvartsskifer indesluttet i fylliten. Disse staar i sammenhæng med det store omraade av kvartsbergart, som man har i det høie fjeldparti mellem Smørvivatn og Aasetvatn.

Over Dalsdalen gaar der en sone kvartsskifer omgit av fylliten. Ned for Kolstad brytes den til takskeer; men den gir her tykke og grove heller. Kvartsskiferen her indeholder enkelte lag av fyllit indimellem. Saavidt det kunde sees, kiler denne kvartsskifer ut i det bratte fjeld paa vestsiden av Dalsdalen. Paa østsiden derimot stiger den raskt op efter styrtingen av Katteørenaase og fortsætter saa nordover dette fjeld helt til nordenfor Smørvivatn, hvor den kiler ut i fyllitavdelingen.

Under opstigningen fra Vetleaadalen til Liabræen har man, som før nævnt, et parti fyllit med en kvartsitbænk indkilet i grundfjeldsgraniten, se hosstaaende profil fig. 5 B. Fylliten under kvartsitbænken er grov og skruklet, og den øvre fyllit maa nærmest betegnes som en fyllitgneis. Kvartsitene her er blaagraa av farge og ligner blaakvarts. Mægtig-

heten er kun ringe, 20—30 meter for de to fyllitnivaer og kvartsiten tilsammen.

Naar man har passert Liabræen og kommer ned i ind-senkningen sydvest for Storevatn begynder fylliten. Det undre parti av den er sterkt kvartsholdig, og faldet gaar mot sydøst. I Kjærringhætta er der to nivaer av kvartsit inde-sluttet i fylliten, se det hosstaaende profil fig. 5 A. Den

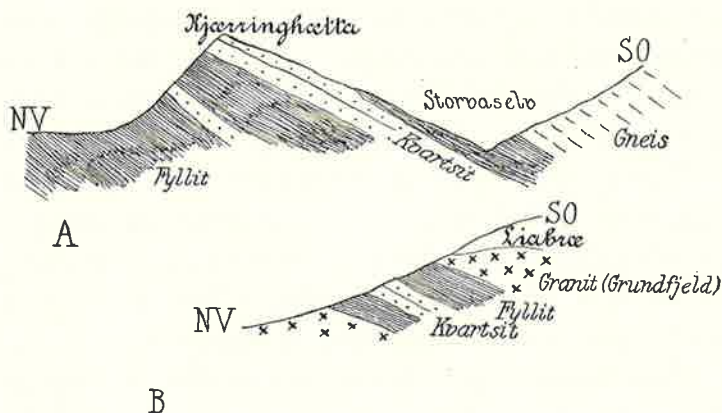


Fig. 5 A. Profil over Kjærringhætta fra NV—SO.

B. Profil fra nordvestsiden av Liabræen.

undre kvartsit i Kjærringhætta ligner blaakvarts. Det øvre kvartsitniva her har betydelig større mægtighet end det undre, Kvartsiten i det har lysere farge og den indeholder ikke litet glimmer og feltspat.

Elven fra Storevatn gjør ved Kjærringhætta en bøi mot sydøst. Saavidt det kan sees, maa det være det øvre kvartsitniva i Kjærringhætta, som har bevirket denne forskyvelse av elveleiet. Naar elven hadde faat skaaret sit leie ned til den haarde kvartsit, vilde det forskyves efter faldretningen hos kvartsiten; ti den ene side av elveleiet vilde da bestaa av kvartsit, den anden av fyllit. Elvens skjæring vilde gaa

lettest i den løse fyllit, og følgelig maatte dens leie forskyves til den kant.

Det øverste av fylliten, paa østsiden av Storevaselven, er ogsaa her utviklet som en fyllitgneis. Over denne følger, under opstigningen til Sognefjeld, en mægtig avdeling av kvartsitisk- og gneisartet bergart med mange indesluttede partier av skifrig gabbro. I det undre av avdelingen forekommer der ogsaa nogen smaa flak av fyllit.

Nord for Turtegrø gaar fylliten fra Skaalavatn op paa det høieste av fjeldryggen. Det er her en grov skruklet fyllit fuld av vredne kvartslinser. Paa nordsiden av elven fra Skaalavatn, Granfasta, er der to bænker av blaakvarts-lignende kvartsit indesluttet i fylliten. Paa kartet er disse slaat sammen, da dets maalestok er for liten, til at de kunde avsættes skilt.

Fra fjeldryggen og nedover til Turtegrø har man, liggende over fyllitavdelingen, kvartskifer og gneisbergart med mange indesluttede partier av skifrig gabbro. Ovenfor sæteren stikker her frem et flak fyllit, indesluttet i gneisavdelingen, se kartet. V. M. GOLDSCHMIDT har velvillig meddelt, at han ogsaa paa sydsiden av elven ved Turtegrø har iagtatt et fyllitflak i gneisavdelingen. Dette er, efter hans opgave, avsat paa kartet.

Ved Bøvertun og ved Dumma har man krystallinsk kalksten av betydelig mægtighet. Dumma har dannet flere korte underjordiske løp i denne kalksten. Veien fra Bøvertun opefter Bøverdalen gaar over den nederste av disse jordbruer. Kalkstenen her er for det meste graa og grov — krystallinsk. Den indeholder kis, og ved dennes oksydation faar den en rustfarget dagflate. Desuten indeholder den mere eller mindre glimmer og tildels ogsaa noget feltspat.

Hvor glimmergehalten blir særlig stor, gaar den over til kalkskifer og til kalkholdig glimmerskifer.

Over kalkstenen ved Dumma har man en grov kvartsholdig fyllit. Denne bergart fortsætter opover langs Dumma samt i fjeldet mellem Dumma og Storvatn. En vældig kvartsitmasse er indesluttet i fylliten paa strækningen fra Storevatn og Kjærringhætta til Høidalsvatn. Det undre av denne kvartsit er tykskifrig i planparallele lag. Opad blir lagene krummede og vredne og tildels ogsaa rent krusede. Bergarten indeholder foruten kvarts ogsaa muskovit og feltspat (mikroklin og albit).

Kalkstenen fra Dumma utbreder sig over fjeldsiden ved Bøvertun og naar herfra op til henimot toppen av Høirokampen. Bergarten har fald mot sydøst. Dens mægtighet er her ret betydelig, antagelig gaar den op til omkring 200 meter. Men den avtar raskt saavel mot nordøst som mot sydvest.

Ved vestsiden av Høidalsvatn hviler fyllitavdelingen umiddelbart paa grundfjeldet. Det øverste av dette er gneis, som litt efter litt gaar over i presset grundfjeldsgranit. Denne har man i hele fjeldpartiet mellem Høidalsvatn og Nørstedalen. Sparagmitavdelingen mangler her. Ved det vestlige av Høidalsvatn er det underste av fylliten typisk utviklet. Tildels viser den sort strek. Høiere op blir den grovere og mere kvartsholdig. Kvartsiten fra Kjærringhætta strækker sig til Høidalsvatn og videre i nordøstlig retning til forbi Blaahø. Her er mange større og mindre indesluttete partier av kvartsit i fylliten. De fleste er saa smaa, at de ikke har kunnet avsættes paa kartet. Toppen av Blaahø bestaar av en kvartsit, som danner noget nær lodrette vægger til alle sider av toppen, Mægtigheten av denne kvartsit er

omtrent 80 meter. Under den har man en let opsmuldrende fyllit med sort strek. Nord for det østlige av Høidalsvatn saaes der partier av grønlig hornblendebergart i fylliten. Disse maa antagelig opfattes som injektioner fra gabbroen. Under opstigningen fra Bøvertun mot sydsydøst, mot Loftet, har man først nede ved vandet fyllit. Derover kommer uren krySTALLinsk kalksten, som gaar op til omtrent 300 meter over Bøvertun. I den øvre del av kalkstenen optræder der enkelte gabbroinjektioner. Over kalkstenen har man en smal sone av fyllit, og derover kommer skifrig kvartsbergart, som danner grænsen mot gabbroen. Denne begynder med en sone skifrige facies. Over dem kommer den typiske jotungabbro (se hosstaaende profil, fig. 6).

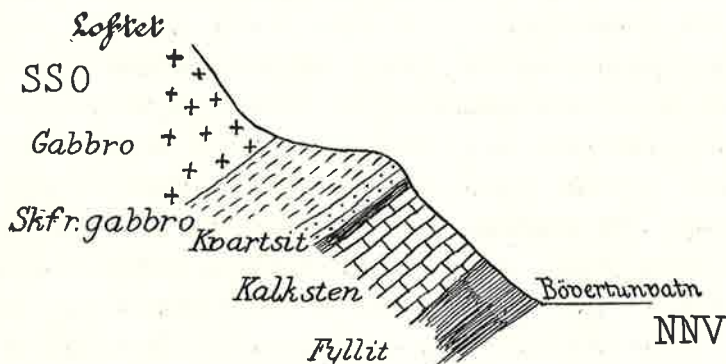


Fig. 6. Profil fra Bøvertunvatn i sydsydøstlig retning mot Loftet.

Ved Bøvertjernsæter kommer der kruset fyllit med sort strek over kalkstenen, derover igjen graa fyllit og saa gneisbergart. Henover Leiraasen er bergarten meget vekslende, snart er det en rusten gneisbergart og snart typisk fyllit klods indtil hinanden. Her optræder ogsaa enkelte injektioner av basisk bergart, som maa opfattes som utløpere fra gabbroen i Jotunfjeldene.

**Gneisavdelingen over fylliten** (KJERULFS høifjeldskvarts, BJØRLYKKE'S yngre sparagmit).

Underst bestaar denne avdeling for det meste av skifrig kvartsbergart, med enkelte injeksjoner av presset gabbro. Derover kommer mere typisk gneis. For en stor del bestaar denne av sterkt pressede facies av gabbro. Ved det indre av Lysterfjorden optræder der ogsaa inden denne avdeling gneis, som har stor likhet med grundfjeldsgneisen. De skifrige gabbrofacies opfattet KJERULF som kontaktomvandlet høifjeldskvarts; ti han siger om dem i *Udsigt over det sydlige Norges Geologi*, s. 167:

„Hvor høifjeldskvartsen og skifer kommer ind under eller i berøring med gabbroen — paa utallige steder i og omkring Jotunfjeldene — sees den i en eiendommelig dragt, gneislignende ved det sribede udseende, hyppig grøn og hvid-sribet med hornblende og „felsit“<sup>1</sup>, saaledes i Leirdalen, Ytterdalssæter. I Skakadalen (Vangs Mjøsen) er den grøn og hvid, skifrig med hornblende synlig. Et skridt længer i forvandlingen viser hornblende, brune glimmerskjæl og hvid „felsit“. Ogsaa granat er synlig, sjelden. Saadan forvandlet skifer veksler endnu med hvid kvartsit“.

BRØGGER<sup>2</sup> anser gneisformationen for yngre end fyllitavdelingen og normalt overleirende denne. Dens sterke omvandling skyldes dels trykvirkningen under bergkjædefoldningen og dels kontaktindvirkningen av overliggende eruptiver, som nu for en stor del er bortførte ved erosionen.

BJØRLYKKE<sup>3</sup> betegner de sedimentære bergarter av gneis-

<sup>1</sup> Felsit betegner en fin-krystallinsk, næsten tæt bergart bestaaende av kvarts og feltspat.

<sup>2</sup> BRØGGER, Lagfølgen paa Hardangervidda.

<sup>3</sup> BJØRLYKKE, Det centrale Norges fjeldbygning.



ormationen som yngre sparagmit og han anser den for at være av devonisk alder.

I *Fra Indre Sogn* (N. G. U. aarb. f. 1905) benævnte jeg den over fylliten liggende Serie av krystallinsk-skifrige bergarter for kvartsskifer — gneisavdelingen. Jeg antok da, som jeg gjør fremdeles, at denne avdeling dels bestaar av skifrige eruptiver og dels av sedimentære bergarter. Med hensyn til alderen av sedimenterne, vet vi, saa længe der ikke er fundet fossiler i dem, intet sikkert; men sandsynligheten taler for, at de skulde tilhøre oversilur, og ogsaa underdevon.

Nylig har V. M. GOLDSCHMIDT i en interessant avhandling<sup>1</sup> behandlet forholdene i denne egn. Han anser gneisavdelingen over fylliten for at bestaa av krystalline skifre og eruptiver av grundfjeldstype, l. c., s. 10., samt injeksjoner av gabbrobergart.

Kvartsskiferen inden denne avdeling bestaar av fin-kornig kvarts samt noget glimmer og feldtspat. Kvartskornene griper tand- og hakeformig ind i hinanden. Glimmeren, sericit, er væsentlig samlet langs de flater, hvorefter bergarten spaltes op (skifrihetsflaterne). Feldtspaten er plagioklas (albit) og mikroklin, som optræder i rundede korn, betydelig større end de øvrige bestanddele i bergarten. Bergarten frembyr derfor for det meste under mikroskopet et porfyrisk utseende. De injicerte gabbropartier er i regelen

<sup>1</sup> GOLDSCHMIDT, Geologisch-petrographische Studien im Hochgebirge des südlichen Norwegens. II. Die kaledonische Deformation der süd-norwegischen Urgebirgstabel.

Vidensk. selsk. skr. Mat.-Naturv. kl., 1912. No. 19.

trængt ind parallelt med skifriheten hos kvartsbergarten, og de viser ogsaa sterkt fremtrædende skifrihet fremkaldt ved pres og forskyvninger under og efter deres indtrængen. Tildels bestaar disse injicerte partier av en finkornig grønlig bergart, hvori hornblende er det forherskende mineral. Dels viser de sig, som skildret av KJERULF, stripet, grøn og hvid. Dette skyldes en spaltning av gabbrobergarten i striper bestaaende avvekslende av hornblende og av feltspat med noget kvarts. Ved sterkt pres og ved forskyvninger i massen under bergartens avkjøling er den blit spaltet paa denne vis og har faat fremtrædende skifrihet.

Gneisavdelingen blir opad mere og mere grovkornig og tykskifrig, saa den litt efter litt gaar over i den overliggende serie av typiske eruptivbergarter.

### Eruptiverne over gneisavdelingen.

Opfatningen over aldersforholdet av disse bergarter har vekslet ret meget. KJERULF ansaa dem for yngre end fylliten og gneisavdelingen. TØRNEBOHM derimot hævdede, at Jotunfjeldenes gabbromasser tilhørte grundfjeldet<sup>1</sup>. De raget op som en ø, da de kambriske og siluriske avleiringer avsattes i havet omkring dem.

I en avhandling, *Fra det nordøstlige av Jotunfjeldene*<sup>2</sup>, paaviste jeg at TØRNEBOHMS hypotese ikke kunde oprettholdes, da man i alle tilstrækkelig dypt nedskaarne indsænkninger fandt fyllitavdelingen under gabbroen, som dannet de

---

<sup>1</sup> TØRNEBOHM, Grunddragen af det centrale Skandinaviens bergbygnad, s. 151.

<sup>2</sup> REKSTAD, *Fra det nordøstlige av Jotunfjeldene* N. G. U. aarb. f. 1904, no. 6, s. 9.

høie fjeld. Følgelig maatte man enten her ha en overskyvning av ældre fjeld eller ogsaa maatte gabbroen i flytende tilstand ha utbredt sig over fylliten. Min undersøkelse 1903 i den nordøstre del av Jotunfjeldene gav mig ikke tilstrækkelige data for at kunne avgjøre, hvilken av disse to tolkninger av forholdene var den rigtige. I 1904 fortsattes kartlægningen vestover i fjeldtrakterne omkring Aardals-, Lærdals- og Aurlandsfjord. Her fandtes beviser for, at eruptiverne i de høie fjeld var yngre end fyllitavdelingen<sup>1</sup>. Overskyvningshypotesen av ældre fjeld maatte følgelig opgives.

De vældige eruptivmasser, hørende til gabbro-labradorstensserien, som danner en bue av høie fjeld fra øvre del av Gudbrandsdalen til Hardanger, antok jeg var brutt frem efter en forkastningslinje langs denne bue (l. c., s. 25). Hvad vi nu her ser, er kun de undre rester av de fremtrængte eruptivmasser. Kolossale kvantiteter er i det lange tidsrum siden devontiden tæret bort ved erosion og forvitring.

BJØRLYKKE hadde været en ivrig forkjæmper for hypotesen om en stor overskyvning i det sydlige Norge<sup>2</sup>; men omtrent 1 aar efter at mit arbeide, *Fra Indre Sogn*, var utkommet, skiftet han i sit store arbeide, *Det centrale Norges fjeldbygning*, standpunkt og opgav ganske overskyvningshypotesen. Det er da paafaldende, at B.J. ikke her nævner det resultat, hvortil jeg var kommet. Man skulde tro, han ikke hadde læst det nævnte arbeide av mig; men saa kan ikke være tilfældet, ti det citeres av ham for andre punkters vedkommende.

<sup>1</sup> REKSTAD, *Fra Indre Sogn*, N. G. U. aarb. f. 1905, VII. s. 23—26.

<sup>2</sup> BJØRLYKKE, *Overskyvninger i den norske fjeldkjæde*, *Naturen* 1901, s. 145—152.

Sommeren 1912 gjorde V. M. GOLDSCHMIDT flere ekskursjoner i fjeldene ved Lysterfjorden. Som resultat av disse fremla han i 1913 et arbeide, *Geologisch-Petrographische Studien in Hochgebirge des Südlichen Norwegens*.

II. *Die kaledonische Deformation der süd-norwegischen Urgebirgstafel* (Vidensk. selsk. skr., I. Mat. naturv. kl. 1912, no. 19), hvori han redegjør for sin opfatning av tektoniken i denne egn. Ved foldningen under bjergkjædens fremstaaen er der dannet en dyp mulde eller foldningsgrav. Langs denne har dyperuptiver trængt frem, under den videre foldningsproces. Da GOLDSCHMIDT ikke har kunnet paavise nogen kontaktindvirkning av eruptiverne paa de tilstøtende skifre, antar han, at de ved overskyvning, efterat de var stivnet, har skutt sig frem over skifrene.

Inden det her omhandlede omraade bestaar den yngre eruptiv-serie væsentlig av gabbrobergarter. I disse optræder enkelte smaa linseformede partier av olivinsten og serpentin, der maa opfattes som ultrabasiske differentiationsled fra gabbromagmaen.

Feltspaten i gabbroen er for det meste basisk plagioklas (oligoklas-anortit). I de surere facies av gabbroen, som fører litt kvarts, optræder der ogsaa surere feltspat, undertiden litt ortoklas. Denne er da mikropertitisk sammenvokset med plagioklas. Saadan mikropertit-struktur hos feltspaten finder man ikke sjelden i de pressede, skifrige grænsefacies av gabbroen. Her danner mikropertiten større rundede korn i en finkornig grundmasse. Fig. 1, pl. III, viser slike mikropertitkorn i en prøve av skifrig gabbro fra fjeldet nord for Berdalen sæter i Fortun. Det er en grønlig graa bergart, sterkt opknust. Den finkornige grundmasse bestaar hovedsagelig av feltspat, hornblende, epidot og klorit. De to

sidste mineraler er sekundære, fremstaat ved omvandling av feltspat og hornblende. Desuten indeholder bergarten magnetit, titanjern og ortit. Ortitkornene viser sig ofte omrandet av epidot, titanjernet av titanomorfit.

De mørke mineraler i de massive facies av gabbroen er diallag og hypersten. Hertil kommer ikke sjelden grønlig hornblende og sort biotit. Tildels gjennemsættes gabbroen av ganger med sterkt rustfarget dagflate. Disse maa efter sit utseende og mineralindhold staa i sammenhæng med olivinstenskopperne. De bestaar nemlig væsentlig av olivin, hypersten og diallag, desuten ogsaa av noget hornblende og biotit samt jernerts (magnetit og titanjern). Feltspat forekommer kun undtagelsesvis i dem.

At de skifrige gabbrofacies har været underkastet sterke presvirkninger, efterat de var størknet, kan man foruten av deres opknusning ogsaa se av, hvorledes de større feltspatkorn i bergarten er presset istykker og igjen kittet sammen. En prøve herpaa kan sees av fig. 2, pl. III. Det er av en skifrig gabbro fra fjeldet nordvest for Berdalsæter i Fortun. Denne bergart bestaar av plagioklas, klorit, muskovit og epidot. Av disse mineraler synes kun feltspaten at være primær. Paa Sognefjeld, omtrent midtveis mellem Krossbua og Turtegrø har man ved Hervaet et litet parti granit (se kartet), som jeg oppfatter som et differentiationsled fra gabbromagmaen. Denne granit har som grænsefacies en meget kvartsholdig sone. Bergarten her frembyr i sit utseende stor likhet med en kvartsit. Den viser sig sterkt presset, saa den er skifrig.

Længere mot syd, utenfor det her omhandlede omraade, har granitiske facies en betydelig utstrækning. Disse stammer fra de sidste frembrud. Gabbroen og labradorstenen er brutt frem tidligere.

### Tektoniken.

Vi vil dernæst se litt paa bergbygningen eller tektoniken i denne egn.

Som ovenfor er nævnt, viser iagttagelserne, at den gruppe av eruptive bergarter man har over skiferavdelingen, maa være yngre end denne.

I *Fra Indre Sogn* har jeg paa s. 25 git et skematisk profil av, hvorledes jeg tænkte mig, de hadde trængt frem, nemlig langs en spaltesone, som følger forkastningslinjen efter den store bue av disse bergarter fra Gudbrandsdalen til Hardanger. At her gaar en forkastningslinje langs denne bue, viser den forskjellige høide grundfjeldet har paa dens sider. Paa nordvestsiden stiger det raskt til 2000 meters høide, hvorimot det paa sydøstsiden kun naar op til 12—1400 meter over havflaten, og det uagtet det endnu dækkes av skiferavdelingen, saa dets overflate her har været beskyttet mot erosion, medens det paa nordvestsiden ligger blottet, uten noget beskyttende dække. Til den høide, grundfjeldet naar paa denne kant, maa derfor lægges det, som er tat bort ved erosion og forvitring, i den tid dets overflate har ligget blottet.

Ovenfor er GOLDSCHMIDTS hypotese om en stor foldningsgrav, hvorefter eruptiverne skulde være trængt frem, omtalt.

Overskyvningshypotesen, som den i sin tid hævdedes av TØRNEBOHM og BJØRLYKKE, kan ikke forklare forholdene her. De sedimentære skifre falder fra begge sider med tiltagende fald indover mot sonens akse. Det er derfor tydelig at man her har en dyp muldeformig indsænkning eller en foldningsgrav, som GOLDSCHMIDT har benævnt den. Efter

TØRNEBOHM skulde overskyvningen være kommet fra nord-vest-vest, og rødderne (utspringet) til den maatte da søkes utenfor (vestenfor) det nuværende landomraade. Allerede den omstændighet maa fremkalde betænkelighet; og den fremtrædende muldeformede indsænkning med sin længderetning lodret paa den supponerte overskyvning gjør denne mekanisk umulig.

Den voldsomme opknusning hos de skifrige facies av gabbroen her viser, at de har været utsat for virkningen av sterke preskræfter ledsaget av mekanisk deformation, efterat de var stivnet. Det ligger derfor nær med GOLDSCHMIDT, at anse den for et resultat av forskyvninger eller mindre overskyvninger. Hovedforskyvningen har fundet sted mellem fylliten og den overliggende gneisavdeling. Men der har ogsaa fundet flere mindre sted, hvilket særlig kan sees av de tildels ret store flak av fyllit, man finder indesluttet i gneisen. GOLDSCHMIDT har ogsaa iagttaget gneis av grundfjeldshabitus<sup>1</sup> i de overskjøvne partier, I de trakter, jeg har undersøkt, er gneisen over fylliten for det meste av en type forskjellig fra grundfjeldsgneisen. Mit indtryk er derfor, at om her i de overskjøvne partier forekommer grundfjeldsgneis, maa det kun være underordnet.

Pegmatitganger i gneisen over fylliten har været anført som bevis for, at den skulde tilhøre grundfjeldet. Men dette er ikke avgjørende; ti granit og granit-pegmatitganger er iagttaget i denne egn flere steder i gabbroen og i de med den beslægtede bergarter. Og nu er der jo enighet om, at disse eruptiver er yngre end skiferavdelingen. KJERULF<sup>2</sup> omtaler, at pegmatitgranit gjennemsætter gabbroen i Jotunfjeldene. I

<sup>1</sup> L. c., s. 10.

<sup>2</sup> KJERULF, Udsigt over det sydlige Norges geologi, s. 205.

Jotunfjeldene, i Lyster, i Aardal, i Lærdal, i Aurland og i Hemsedal har BJØRLYKKE<sup>1</sup> paa en række steder iagttat ganger av hvit granit, av pegmatitgranit og av kvarts gjennemsættende saavel gabbroen som gneisavdelingen. I Lærdal, i Aardal og i de tilstøtende trakter av Lyster har forfatteren<sup>2</sup> ogsaa hat god anledning til at iagttat dette forhold. De granitganger, som her gjennemsætter gabbroen og gneisavdelingen, utgaar fra den yngre granit. Denne stammer fra sidste fase av det store eruptiv-frembrud, hvis hovedmasse bestaar av gabbro og labradorsten, og kvartsgangene er det sidste og ytterste led i denne gangsvite.

Paa Hardangerviddan ligger den prækambriske abrasionsflate i noget nær samme høide, 13—1400 meter over havflaten. Naar man derimot nærmer sig den sone, hvorefter de eruptive masser har trængt frem under devontidens sterke foldning, blir denne flate meget deformert. Paa sydøstsiden av den muldeformede indsænkning, hvorefter eruptiverne har brutt frem, er enkelte partier av den gamle abrasionsflate presset op i opbulninger til stor høide. Disse stikker tildels op som vinduer gjennom den overliggende skiferformation. En saadan opbulning av grundfjeldet har man mellem Lærdal og Aurland. Her sænker grænsen mellem grundfjeldet og fyllitformationen sig ned under havflaten ved Lærdalsfjord og Aurlandsfjord, medens den paa den mellemliggende strækning hæver sig til en høide av omkring 1500 m. o. h. En anden horstformet ryg av grundfjeldet rager op ved de indre dele av Hardangerfjorden. Her naar det op til 1570 m. o. h. i fjeldet Onen, som ligger mellem Eidfjord og Osefjord, og i Folgefonnshalvøen op til mellem 1600 og

<sup>1</sup> BJØRLYKKE, Det centrale Norges fjeldbygning.

<sup>2</sup> REKSTAD, Fra Indre Sogn, s. 19—24.



1700 m. o. h. Naar man vil forsøke at gjøre sig en forestilling om mekaniken for frembruddene av disse eruptivmasser, er flere opfatninger mulig. Av profilerne i naturen kan man se, at fyllitavdelingen og grundfjeldet langs buen fra Gudbrandsdalen til Hardanger er blit presset ned i en dyp mulde. Antagelig er denne under foldningen blit presset istykker og gjennemsat av forkastninger. Efter disse svaghetslinjer er saa eruptiverne blit presset frem. Saavel foldningen som eruptivernes fremtrængen maa ha foregaat gjennem et længere tidsrum. Ved vegten av de optaarnede eruptive masser er mulden blit presset dypere og dypere ned. Strukturen hos de skifrige facies av eruptiverne viser, at der har fundet forskyvninger i massen sted, efterat den var stivnet.

De skifrige partier nærmest grænsen mot fylliten maa være fra de ældste frembrud. Ved den fortsatte fremtrængen av de eruptive masser blev bergarterne fra de ældre frembrud, som allerede var stivnet, presset og forskjøvet. Derved blev for en væsentlig del den skifrihet, som her over store omraader er saa fremtrædende, utviklet.

De atter og atter fremtrængende masser, som blev presset frem under bergkjædefoldningen, skjøv de ældre stivnede eruptiver videre fremover, presset dem op og skjød sig henover ældre. Derved fremkom de skifrige partier, som man i saa stor utstrækning finder indesluttet i de massive dele av eruptiverne. Ved disse forskyvninger er tildels ogsaa flak av fylliten revet med.

Paa grund av høideforholdene og foldningen har de fremtrængende eruptiver væsentlig bevæget sig mot sydøst. Paa denne side av indsænkningen dækker de et bredt bælte, medens de paa nordvest-siden kun dækker en smal rand.

Det vi nu ser av eruptiverne har oprindelig befundet sig dypt nede i jordskorpen. Bergarternes struktur viser det. Her forekommer blandt eruptiverne kun dypbergarter. Men det er sandsynlig, at disse vældige frembrud ogsaa har naadd overflaten. At ikke dagbergarter er paavist blandt de rester av eruptiverne, man har tilbage her nu, kan ikke anføres som bevis derimot. Ti vi maa erindre, det er svære masser, som er væktæret av erosionen. siden den kaledoniske foldning fandt sted. I Kristianiafeltet anslaaes erosionen til at ha tat væk av berggrunden en tykkelse av ca. 2000 meter. I landets høieste dele kan erosionen ikke ha været mindre, snarere større. Det er derfor forklarlig, at de dagbergarter, som oprindelig maatte ha dannet et dække over dypbergarterne, nu helt er borterovert.

### De løse jordlag.

De løse jordlag her bestaar væsentlig av morænegrus og elveavleiringer. Under de bratte fjeldsider har man urer og gruskegler, som er styrtet ned. Paa enkelte steder ved Lysterfjordens bugter findes der havavleiringer.

*Moræner.* Berggrunden ligger i stor utstrækning nøken. Kun delvis dækkes den av et sparsomt morænedække. Enkelte steder har man dog morænemasser av noget større mægtighet. Dette er særlig tilfældet, hvor, under istidens sidste fase, bræranden har været stillestaaende i noget længere tid. Videre har man nogen ophopning av morænemasser ved enderne av nutidens bræer.

Av betydeligere endemoræner fra slutningen av istiden kan nævnes de, som ligger over Fortun- og Mørkrisdalen ved bunden av Lysterfjorden, se fig. 1 og 2, pl. IV.

Disse moræner bestaar i stor utstrækning av grus med blokker, som alle er rundede, og for det meste er de smaa. Gruset har ofte skraanende strømlagning med lagene faldende utover mot fjorden. En lignende bygning er almindelig hos de endemoræner, som ligger ved fjordene paa Vestlandet, og i morænerækkerne paa Østlandet, under den marine grænse, eller saa lavt, at de er avsat i havet.

Endemorænen over Fortundalen danner en bred vold mellem bunden av Lysterfjorden og Eidvatn (se fig. 1, pl. IV og fig. 3, pl. III). Fig. 1, pl. IV, gjengir et fotografi tat fra vestsiden av munden av elven fra Mørkrisdalen. Élven fra Eidvatn har skaaret sig en dyp rende i morænemasserne. Berg er ikke at se her. Fra Bolstad-gaardene gaar der en endemoræne tvers over Mørkrisdalen (se fig. 2, pl. IV). Ovenfor denne er dalbunden flat, dækket av fin elvesand. Denne flate har if. HELLAND en høide av 33 m. o. h., og den fortsetter i dalbunden opover til Mørkri. Antagelig har her engang staat en sjø som i Fortundalen bak morænen. I tidens løp er den blit utfylt av det sand og grus, elven har ført med sig. Store strækninger av den flate dalbund her maatte kunne opdyrkes, hvis elven blev regulert og sænket noget.

Begge disse endemoræner giver ved sin struktur tilkjende, at de maa være avsat i havet. Terrasseflater paa dem viser ogsaa, at havet har staat over dem.

Foruten HELLAND<sup>1</sup> har ogsaa REUSCH<sup>2</sup> og MONCKTON<sup>3</sup>

<sup>1</sup> HELLAND, Om Beliggenheden af Moræner og Terrasser foran mange Indsøer, Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förh., B. 32, 1875, s. 58.

<sup>2</sup> BRØGGER, Nivaaforandringer i Kristianiafeltet, N. G. U. No. 31, s. 543—547.

<sup>3</sup> H. W. MONCKTON, On some Valleys, Terraces and Moraines in the Bergen District, Norway, Proceed. of the Geologists' Association, V. XXIV, London, 1913, s. 37—42.

beskrevet endemorænerne ved Lysterfjordens bund. Til disse beskrivelser kan der henvises.

Omtrent 2 km. ovenfor Rønnei, ved veien, som fra Marifjæren fører op til Jostedalen, er der en betydelig endemoræne. Fig. 1, pl. V, viser et billede av den, set opefter dalen mot dens forside. Den spærer over dalen, saa der kun er en smal aapning for Jostedalselven paa morænens østside, som billedet viser.

Denne moræne har en lignende bygning som de ved Lysterfjordens bund. Opad ender den i en stor terrasseflate, Høgemoen, som synes at høre til det øverste terrassenivaa. Høiden av denne flate angis av KJERULF (Udsigten, s. 19) til 96 m. (306 fot). I de undre partier indeholder morænen her leir og leirholdig grus i ikke ringe utstrækning.

I fjeldtrakterne har man moræner i stort antal fra istidens allerseneneste faser. Her kan kun nogen faa av disse omtales som eksempler paa saadanne.

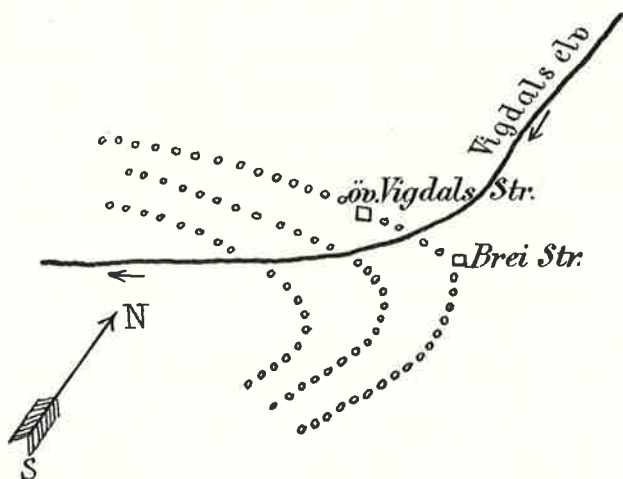


Fig. 7. Kartskisse visende endemoræner ved øvre Vigdalsæter efter en brætunge, som har skutt sig opefter dalen.

Ved øvre Vigdal- og Breisæter ligger der en række endemoræner bueformig krummet, med sin konvekse side vendt opad dalen, som hosstaaende kartskisse viser.

Vandskillet mellem Vigdalen og Dalsdalen hæver sig kun litet over dalbunden ved Breisæter. Antagelig har den brætunge, som avsatte morænerne ved Vigdalssæter under en noget høiere bræstand gaat over vandskillet og ned i Dalsdalen. Vigdalen gaar med ganske sterkt fald til Jostedalen. Naar nu bræen, som morænerne viser, skjøt sig op efter øvre Vigdalen, saa maa Jostedalen ha været saa fyldt av ismasserne, at den ikke kunde skaffe tilstrækkelig avløp. En del av isen blev da presset op efter Vigdalen, over vandskillet herfra til Dalsdalen og saa efter denne dal ned til Lysterfjordens bassæng. Dalsdalen ender som en botn, og i det vestlige av den, som skjærer længst ind, ligger der en del moræne (se kartet). Da bræen endte ved Vigdal- og Breisæter, maa smeltevandet fra den ha flytt til Dalsdalen.

Foran Smørvivatn ligger der en ret betydelig endemoræne, og foran Aasetvatn har man likesaa ved Osen sæter en endemoræne. Langs østsiden av Aasetvatn er der fremtrædende sidemoræner, som tildels viser terrasseform. Dette vand ligger i et klippebassæng. Elven fra det flyter ved utløpet over nakne berg, bestaaende av fyllit.

Ved Fast sæter, ved nordenden av Aasetvatn ligger der nogen ret store endemoræner tversover dalen, avsat av en bræ, som har gaat i sydøstlig retning.

Ovenfor Aaset, ved veien som fører til Fjeldsli, har man en del endemoræner (avmerket paa kartet). Disse er avsat av en bræ, som har gaat mot syd.

Østenfor vandskillet ligger der ved vestenden av Høidalsvatn en række endemoræner, som viser, at en bræ engang

har kommet fra vest ned til dette vand, og i det øverste av Bøverdalen er der flere endemoræner, hvorav det kan sees, at Smørstabbræen engang har naadd over 2 km. længere ned i dalen end nu.

Foran nutidens bræer inden vort omraade ligger der i regelen endemoræner. Nigaardsbræen, der saavidt kommer indenfor kartets grænse, har betydelige moræner. Særlig er de, som markerer dens store fremstøt 1700—1745 betydelige.

*Elveavleiringer* stammende fra tiden efter istiden optræder i bunden av dalene. Elvene bygger ører av det grus, de fører med sig, ut i sjøer eller i fjorden. Nogen steder er vand helt utfylt, saa man kun har en sandflate, hvor der engang stod en sjø.

Eksempler paa slike utfyltde sjøer har man i Mørkrisdalen, i Dalsdalen og ved Ytterdalsæter i Leirdalen. Av sjøer, som i adskillig utstrækning er fylt av elvenes ører, kan nævnes: Eidvatn i Lyster og Bøvertunvatn i Bøverdalen.

Jostedalselven har bygget en svær ør ut i Gaupnefjorden. Denne har engang naadd henimot 2 km. længere op efter dalen. Saa meget er her utfylt av elven.

Hvor sideelvene kommer ned i hoveddalene, har de avsat gruskegler. I Fortundalen har særlig Granfasta, Bergeelven og Berdalselven dannet betydelige gruskegler, i Mørkrisdalen elven fra Aasetvatn ved Møkri.

*Urer og skredkegler* ligger her saa at sige overalt langs foden av de bratte fjeldsider. Fig. 1 og 2, pl. I, viser eksempler derpaa. Særlig er de imponerende i Fortundalen op for Sveinsøi og opover til Granfasta. Her er der ved frostsprængning og forvitring uterodert en række nischeformede

uthulninger i de stupbratte fjeldvægger. Fra disse nischer gaar der ret som det er skred ned. Under hver av dem ligger derfor en kegle av sten og grus.

*Havavleiringer.* Saavel i Fortundalen som i Mørkrisdalen, i Dalsdalen og ved Gaupnefjorden er der terrasser. Disse er beskrevet av HELLAND, av REUSCH og av MONCKTON l. c. Det øverste terrassetrin paa morænen ved Eide er en fremtrædende flate, som ligger lige op for gaarden under fjeldets fot (se fig. 1, pl. IV, tilhøire paa billedet).

Høiden av denne flate angis av HELLAND, l. c. til 96 m., av REUSCH<sup>1</sup> til 90 m. og av HANSEN<sup>2</sup> til 105 m. Middel herav blir 97 m.

I Mørkrisdalen har man op for Bolstad en vel utviklet terrasseflate, hvis høide av HELLAND (l. c.) er bestemt til 119 m. KJERULF<sup>3</sup> har to trin ved Bolstad, i 96 m. (307 fot) og i 105 m. (334 fot). REUSCH (l. c.) angir høiden av øverste trin ved Bolstad til 100 m. Middel av disse tre bestemmelser gir for øverste trin her 108 m.

Ovenfor Mørkri i Mørkrisdalen er der en vakker terrasse ved Meljadn, hvis høide av KJERULF (l. c.) bestemt til 92 m. (293 fot). Ved Skaar i Dalsdalen ligger de høieste trin i 133 og 130 m. (425 og 413 fot) if. KJERULF, Udsigten, s. 19.  $\frac{1}{2}$  Op for Rønnei ligger Høgemoens terrasseflate 96 m. og ved Marifjæren er der en terrasse i 99 m. (315 fot) (Kjerulf l. c.).

Efter stigningen av terrassernes høide fra kysten indover skulde det øverste terrassetrin, som markerer den største

<sup>1</sup> REUSCH, l. c., s. 543.

<sup>2</sup> HANSEN, Strandlinjestudier, Arch. f. Mat. og Naturv. B. 15, s. 79.

<sup>3</sup> KJERULF, Om Skuringsmerker, Glacialformationen og Terrasser; Univ. progr. for 1ste halvaar 1870, s. 64.

sænkning, ved Lysterfjordens bund ligge i omtrent 150 meters høide. Til forklaring av, at man ikke finder de øverste terrasser saa høit, kunde man enten anta, at hævningsens skraahet ikke har været saa stor herinde som længer ute ved kysten, eller ogsaa at de øverste terrasser her er yngre, fordi landet blev isfrit senere end utenfor. Dengang de øverste terrasser avsattes ute ved kysten, fyldte endnu bræer dalene og de indre dele av Sognefjorden.

Det er sandsynlig at begge disse faktorer har været virkende.

Lavere terrasetrin, som viser landets hævning efter dets største sænkning, har man ogsaa i denne egn.

Ved bunden av Lysterfjorden er der ned for Eide en fremtrædende terrasse. Høiden av den angis av HELLAND (l. c.) til 24 m. Et lavere trin her er maalt av KJERULF (l. c., s. 64) i 16 meters høide (53 fot).

Ved Hauge foran Mørkrisdalen, har MONCKTON (l. c., s. 41) bestemt det øverste av flere lavere trin til 24 m. (75 fot).

I Dalsdalen, som gaar i nordlig retning fra Lyster hovedkirke har KJERULF (l. c., s. 64) bestemt 3 lavere terrasetrin, i 89 m. (285 fot), i 74 m. (236 fot) og i 29 m. (92 fot).

REUSCH har ved Eide i 13 meters høide over havet fundet en molluskfauna (beskrevet hos BRØGGER, l. c., s. 546), som efter sammensætningen maa henføres til tapestiden.

I Aardal er der en skjælførekost<sup>1</sup>, som maa sidestilles med den ved Eide. I Aardal er skjællene fundet i 23 meters høide over havflaten. Grænsen for tapestidens sænkning er

<sup>1</sup> REKSTAD, Fra Indre Sogn, N. G. U. aarb. f. 1905, No. 7, s. 43—44.



ikke kjendt i denne del av vort land; men antagelig maa den ved det indre av Sognefjorden ligge i 40—50 meters høide over det nuværende havnivaa.

### Sne- og isbræer.

Store strækninger dækkes her av sne- og isbræer. Kartet, som ledsager denne avhandling, omfatter et flaterum av ca. 2000 km.<sup>2</sup> og herav dækker bræer noget over 400 km.<sup>2</sup> eller over  $\frac{1}{5}$  av det hele omraade.

Vestenfor Jostedalen kommer kun litt av Nigardsbræen indenfor kartets grænse. Østenfor har vi: Spørteggbræ, Greinbræ og Tverbotnbræ, Svaidsbræ, Harbarsbræ, Lia-bræ, Fanaraakbræ, Smørstabbræ og en stor del av Hestbræ samt en skare botnbræer i Horungerne.

De fleste av disse bræer dækker høitliggende, hvælvformede fjeldstrækninger, hvorfra ismasserne, eftersom de ophopes, siger nedover til siderne. Liabræen, hvorav fig. 2, pl. V, gir et billede, viser en saadan brætype. Man har kaldt denne bræform den norske, fordi den findes saa hyppig i vort land. I Horungerne og i Jotunfjeldene har man for det meste botnbræer. Denne bræform er karakterisert ved at ismasserne samles i større eller mindre botnformede indsænkninger, hvorfra brætunger skyter sig ut. Botnerne har kun aapning til en side. Paa de øvrige omsluttes de av bratte fjeldvægger, som opad almindelig krones av en rad spidse topper av alpin type.

---

## English Summary.

The tract of land here treated of is situated in Southern Norway between Sognefjord and Bøverdalen, at  $61^{\circ} 30'$  N. lat. and at  $3^{\circ}$  W of Kristiania. It stretches over the divide between Gudbrandsdal and Sognefjord, where the mountains in the Horunger attain an elevation of 2400 m. And several peaks in the tract are over 2000 m. Deep, narrow valleys rise in steps from Sognefjord into the mountains (see figs. 1 and 2, pl. I). Higher up in the mountains the valleys are wide and trough-shaped (see fig. 1, pl. II). The tributary valleys hang above the main valleys, in height up to above 1000 metres. The rivers run down these steps in falls.

All the branches to the Sognefjord hang in relation to the main fjord, and this seems to be a general characteristic of the Norwegian fjords. Thus the Fjærlandsfjord hangs 700 m. above the bottom of the Sognefjord and the Arnefjord about 1000 m.

The rocks of the region form the following sections:

1. Archaean gneiss and granite, (red lined on the map).
1. Phyllite, with quartz-schist and limestone (Cambrian and Silurian).
3. Gneissic rocks, highly metamorphosed and crushed. They consist for a great part of shistose modifications of the Jotun-gabbro. This section also contains crystalline schists of sedimentary origin; but they are so

interwoven with schistose igneous rocks that they can not be separated on the map.

4. The uppermost section consists of a series of gabbro rocks which form the mountains Jotunfjeld (brown on the map).

The Archaean was here folded and denuded, before the Cambrian was deposited, and later came the great uplift and folding during the Devonian Age.

The surface between the Archaean and the Cambrian was then much deformed. Through the folding a deep syncline was impressed, its bottom ruptured, and through the rents igneous rocks were pressed forth. By this procedure overthrusts were also brought about, mainly in a southeasterly direction, perpendicular to the axis of the syncline.

Where the valleys open into the Sognefjord, there are terminal moraines. Such moraines cross the mouths of the Fortundal and the Mørkrisdal (see figs. 1 and 2, pl. IV). These moraines were deposited during the last phase of the Ice Age. Several terraces occur here which mark the successive rise of the land from the Ice Age to the present time. The highest of the terraces lie on Sognefjord about 100—130 m. above the sea level.

Snowfields and glaciers cover a large part of the mountains, and more than a fifth of the whole area is occupied by them.

Most of the glaciers here are of the Norwegian type or of the plateau form, but in the Horunger they are formed in corries as in the Alps.

---

---



Fig. 1. Nedre del av Granfastas dal ved dens utmunding i Fortundalen.



Fig. 2. Opefter Fortundalen fra vestsiden av elven litt ovenfor Fortun kirke.



Fig. 1. Opefter Rausdalen mot Rivenaaskulen og Tverbotnbræ.



Fig. 2. Konglomerat ved Vasenden sæter, ved østenden av Høidalsvatn.



Fig. 1.

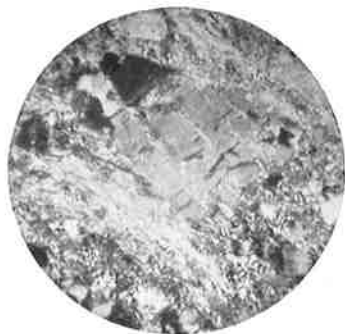


Fig. 2.

Fig. 1. Skifrig gabbro fra fjeldet nord for Berdalen sæter, Fortun. Bergarten viser rundede mikropertitkorn i en finkornig grundmasse. <sup>25</sup>/<sub>1</sub>. Krydsede nikoller. Fig. 2. Skifrig gabbro fra fjeldet nordvest for Berdalen sæter, Fortun. Knuste og sammenkittede feltspatkrystaller i en finkornig grundmasse. <sup>22</sup>/<sub>1</sub>. Krydsede nikoller.



Fig. 3. Morænen mellem Eidvatn og Lysterfjorden set fra fjeldet nord for Berdal sæter.



Fig. 1. Morænen mellem Eidvatn og Lysterfjorden set fra vestsiden av elven fra Mørkrisdalen. Under fjeldet tilhøire sees gaarden Eide og over den øverste terassettrin her. Paa billedet sees grænsen mellem grundfjeldet og fylliten at sænke sig fra Lingasæter nedover til Eidvatn.



Fig. 2. Endemorænen over Mørkrisdalen ved Bolstad, set fra fra Høga-moen ved Skjolden. I forgrunden tilvenstre sees husene paa gaarden Hauge.



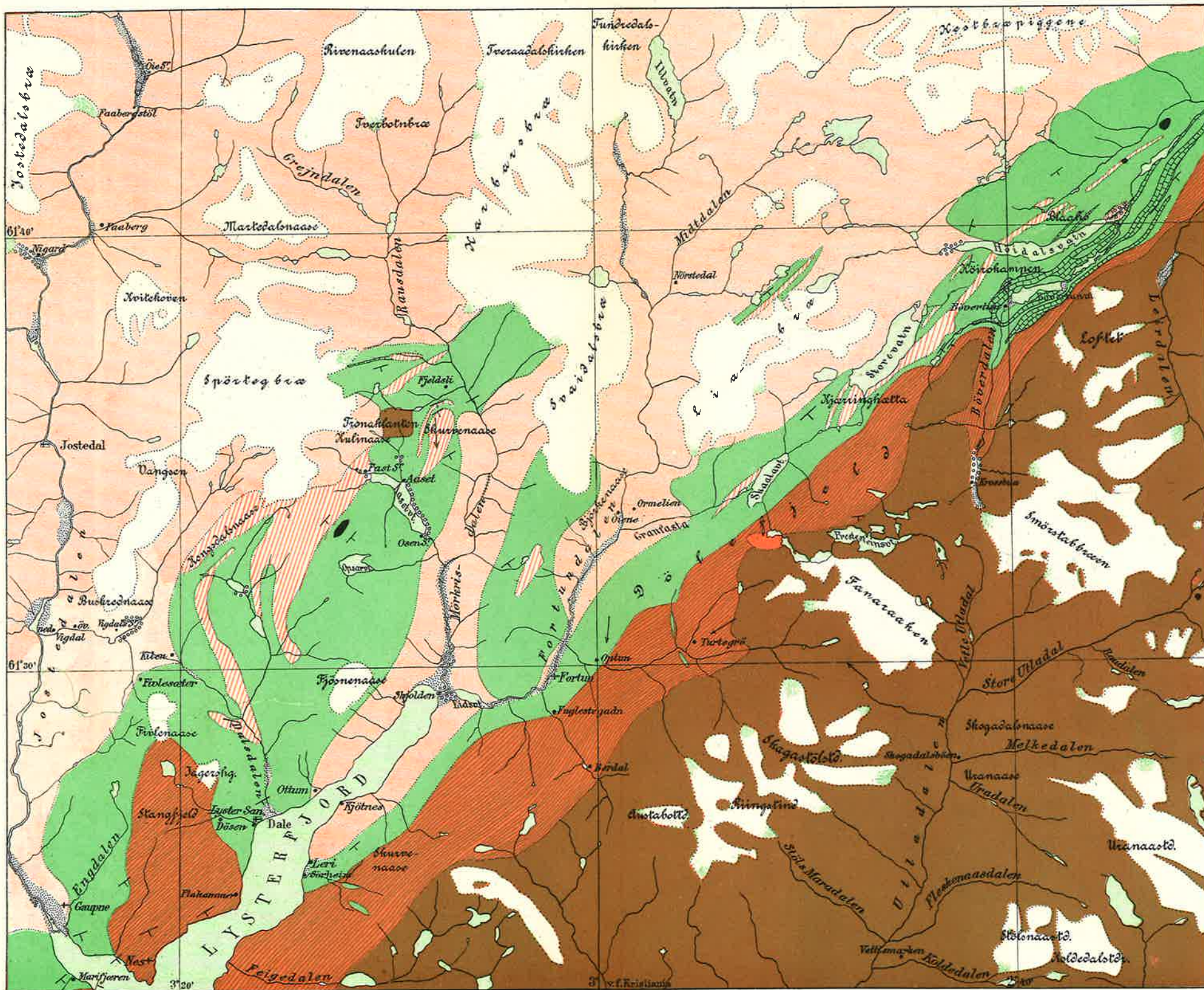
Fig. 1. Endemoræne ved Hagesletten omtrent 2 km. ovenfor Rønnei i Gaupne.















Fig. 2. Lichrøen set fra øst fra Dummha.



Kart over strøket  
Sogn-Böverdalen  
av  
J. Røkstad  
1914



-  Granit og gneis (grundfjeld)
  -  Gabbro
  -  Skifrig gabbrofacies og gneis
  -  Olivinsten og serpentin
  -  Yngre granit
- 0 2 4 6 8 10 km.

-  Fyllit (lerglimmerskifer)
-  Kalksten
-  Skifrig kvartsbergart, tildels gneisartet konglomerat
-  Moræner
-  Elveavleiringer
-  Forlatt elveløp
-  Skuringsstriper

II.

# KALKSTENSHULER I RANEN

AV  
**JOHN OXAAL**

MED KART, 1 PLANCHE  
OG ENGELSK RESUMÉ

## INDHOLD.

---

	Side
Grønligrøtten . . . . .	5
Grøtten længe og dybdeforhold . . . . .	11
Bundavleiringer i hulen . . . . .	13
Grønligrøttens dannelse . . . . .	15
Tidligere undersøkelser av Grønligrøtten . . . . .	21
Larshullet . . . . .	24
Laphullet . . . . .	27
Hammernesgrotten . . . . .	29
Bredekullen . . . . .	31
Andre huler . . . . .	33
Hulerne av Grønligrøttens type . . . . .	34
Underjordiske vandløp . . . . .	35
Summary . . . . .	42

---

**D**er deltar i opbygningen av den nordlandske glimmer-skifer-marmor-række betydelige mængder av kalksten, dolomitisk kalksten og marmor. Faa steder i vort land fins disse bergarter i saa stor mængde som i trakterne om Ranenfjord; særlig omkring de indre deler av denne fjord optræer kalkstenen i talrike drag tildels av betydelig mægtighet. Under mine reiser for Norges Geologiske Undersøkelse sidstleden sommer kartla jeg disse kalkstensomraader, hvorav endel tidligere var kjendt mens andre for første gang blev undersøkt, og jeg hadde da anledning til at studere endel av de for kalkstensomraader karakteristiske fænomener som underjordiske vandløp, „Karrenfelder“, huledannelser o. l. Trakten er fra tidligere kjendt for sine talrike og interessante huler; men ingen av dem har nogengang været gjenstand for indgaaende undersøkelser; de har kun mere leilighetsvis været studert. Den geologiske bygning av trakten skal ikke her gaas ind paa; kun skal nævnes, at der fra trakterne syd for Svartisen stryker et vældig kalkstensdrag i SØ-lig retning, passerer i en bue over Rødvasdalen til Ørtvand og videre i østlig, senere nordøstlig, retning opover langs nordsiden av Dunderlandsdalen til Bjellaanes og derfra over mot Saltdalen. Et andet kalkdrag gaar i en bue

omtrent følgende Pluras løp, et tredje gaar fra Ranenfjord i nordøstlig og nordlig retning over Langvandet ved Hammernes, videre langs nordsiden av den øvre del av vandet og fortsætter i NV over mot Melfjorden. Et vældig kalkstensomraade har man endelig paa sydsiden av selve Dunderlandsdalen strækkende sig omtrent fra Ørtvandet i en bue over

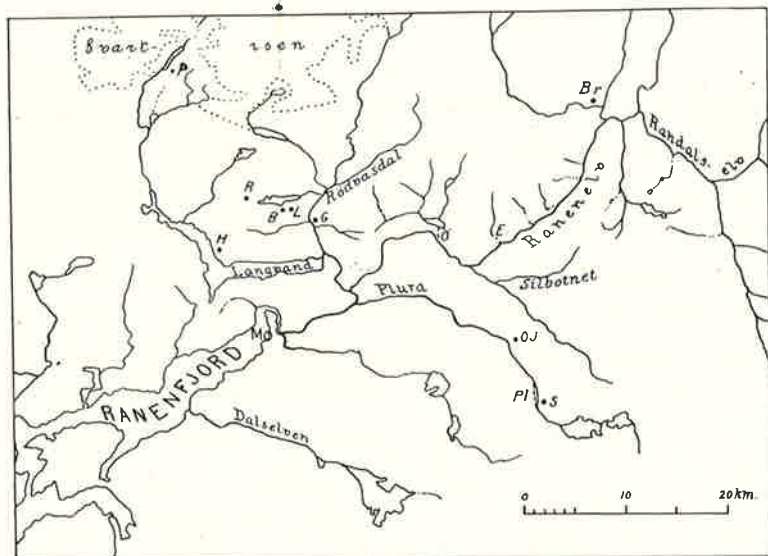


Fig. 1. Kart over huler og nogen underjordiske elveløp i Ranen.  
Maalestok 1 : 750 000.

B. Bjørnaagrotten (Laphullet), Br. Bredekrotten, E. Eitraaens underjordiske løp, G. Grønligrøtten, H. Hammernesgrotten, L. Larshullet, OJ. Ola Jonsa flaagets hule. P. Grotten i Pikhaugene, Pl. Pluras underjordiske løp, R. Hulen ved Reingardslivand, S. Skjelmkaatehullet i Pluradalen, Ø. Ørtvandets underjordiske avløp.

Silbotnet; men det taper sig længer mot nord ved Bjellaanes. Inden disse større kalkstensdrag er praktisk talt alle større huledannelser og underjordiske vandløp i denne trakt beliggende. Specielt inden det først nævnte finder

man en række av de aller største som Grønligrotten, Lars-hullet, Laphullet, Bredekgrøtten, Ørtvandets avløp og Eitraaens underjordiske løp.

### Grønligrotten.

Grønligrotten er den største av alle disse huler. Den ligger i Rødvasdalen, en sidedal til Dunderlandsdalen. I nordlig retning gaar denne av fra hoveddalen ca. 1 mil ovenfor Mo; med Rødvasdalen forener sig igjen trange sidedaler, der kommer ned fra Svartisens fjeldregioner. Høit oppe i fjeldsiden i denne dal, ca. 200 m. over dalbunden og 250 m. over havet, ligger gaarden Grønlien. Kort nord for gaarden kun ca. 200—300 m. fra denne i overkanten av en storstenet, skogbevokset ur og indunder et stort overhængende fjeld ligger indgangen til Grønligrotten. Høiden over havet er ca. 236 m. Indgangen er, som tilfældet er med de fleste huler, lav og uanselig og byder intet av særlig interesse, naar undtas at baade tak og gulv er av glimmerskifer<sup>1</sup>, mens overalt i hulen ellers kun taket dannes av denne bergart.

Fra dagaapningen stiger man steilt ned ca. 15—20 m. og befinner sig da midt i en stor rummelig forhal, hvorfra ganger gaar ut mot øst og mot nord. Gulvet i denne forhal er for en stor del dækket av nedfaldne glimmerskiferblokker. Hele partiet i øst for Forhallen benævnes „Østgangen“, og det bestaar av en hovedgang med flere sideganger, der alle ender blindt. I bunden av Østgangen kommer der frem en bæk eller liten elv, og følger man denne, kommer man til-

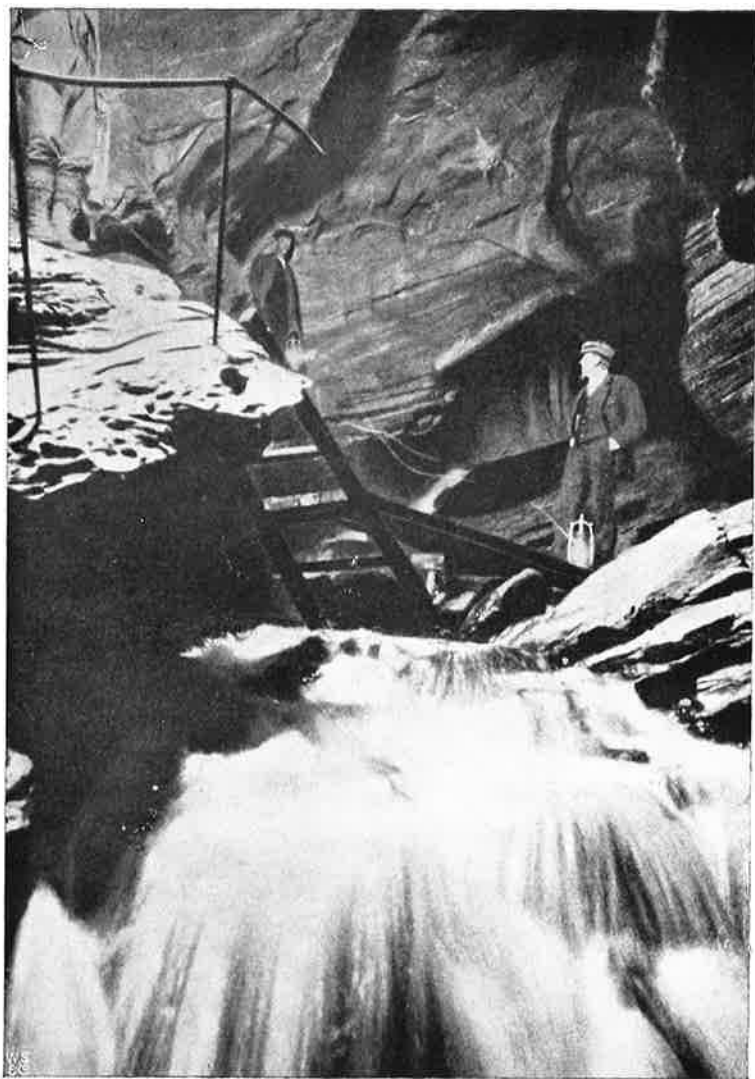
---

<sup>1</sup> Muligvis er glimmerskiferen i bunden her store fra taket nedfaldne flak av skifer.

bake til selve Hovedgangen, der fra „Forhallen“ gaar i nordlig retning. Her forsvinder bækken. Følger man Hovedgangen fremover træffer man snart munden av en mot vest opadstigende sidegang „Fiskekroken“. I modsætning til Hovedgangen, der er meget bred, men gjennomgaaende lav og i bunden dækket av nedfaldne blokker, er denne sidegang en fuldstændig fjeldtunnel med nær like stor høide som bredde og med fast fjeld i gulv, vægger og tak. Dens eiendommelige form vil sees av kartet. Videre frem i nordlig retning blir Hovedgangen meget lav, saa man maa gaa bøiet, og samtidig gjør selve gangen en skarp knæk mot vest for snart efter at gjenopta et nordvestlig forløp. Vi stiger nu ned nogen meter og har fast fjeld i hulens bund. Fra høire styrter en fos ut av en revne i væggen og fortsætter i smaa stryk nedigjennem Hovedgangen. Det er den samme bæk, som rinder igjennem Østgangen, og som forsvinder, idet denne forener sig med Hovedgangen.

Videre indover hulen passeres over en bro til et smalt galleri beskyttet med et rækverk, forbi nogen store jettegryter, og herfra fører videre nedover en lang høi hvælving med smaa gallerier springende frem fra de ofte fantastisk utformede vægger.

Bækken forlater nu Hovedgangen og følger en temmelig brat nedadstigende tunnel, Bækkeslugten, indtil den ender i en liten stille dam omgit av klippevægger paa alle kanter og hvorfra avløpet maa finde sted som gjennom en vandlaas. Fra det sted, hvor Bækkeslugten viger av, stiger man op 2—3 m. og fortsætter i Hovedgangens retning. Denne vider sig nu ut til en stor høiløftet sal med jevn fin sandbund, der først er horisontal og saa sænker sig videre indover. Fra dette parti, „Storkirken“, der kan betragtes som



Forf. fot.

Fra Grønligrottens indre. Elven, galleriet og broen seet opover hulen.

Fotografert ved magnesiumlys.



et knudepunkt i hele hulen, utgaar en række sideganger i alle retninger. Mot SV i retning av fjeldoverflaten gaar en vældig klippetunnel med nær cirkulært tversnit og med ca. 3 m's diameter. Den har sterk stigning ca. 1:3 eller 1:4; gulv og vægger bestaar av kalksten, men taket dannes av glimmerskifer. I den øvre del er der betydelige moræne-masser, som høiere op fylder hele tunnelen og stænger videre fremtrængen.

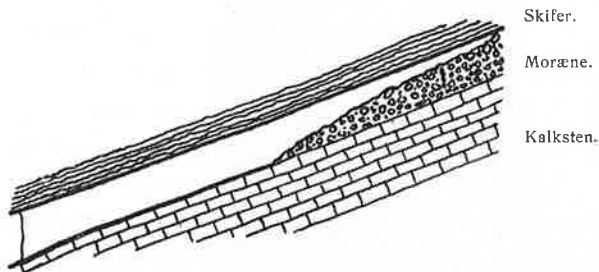


Fig. 2. Profil av klippetunnelen.

I fortsættelse av Hovedgangens retning gaar en gang, Nordvestgangen, med talrike sideganger, hvorav de fleste stiger op mot vest ut mot fjeldets overflate. Kun en av disse ganger naar helt frem til dagen. Den er en utelukkende i kalksten forløpende uregelmæssig klippetunnel. Dagaapningen ligger ca. 13 m. under den anden dagaapning altsaa i en høide av ca. 223 m. o. h. De øvrige sideganger her er overalt fylt med morænegrus. Nedad fra Nordvestgangen fører en bred men lav gang til et parti som kaldes Kapellet. I en av sidegangerne vises et eiendommelig fænomen. Inderst i den smale, litt krokete gang, hvor den snævrer sig sterkt ind for saa at kile helt ut, sitter der presset ind mellem klippevæggerne en svær granitblok med

næsten 1 m's diameter. Lignende blokker iagttar man forøvrig ogsaa flere andre steder i hulen, saaledes ved det punkt i Nordvestgangen, der er betegnet med 29,5.

Fra Storkirken fører en anden gang frem til „Søilegangen“, som har navn efter en vældig fritstaaende pillar



Forf. fot.

Fig. 3. Sidegang ved Kapellet. Granitblokk  
kilet fast mellem klippevæggerne. (×)  
Fotografert ved magnesiumlys.

fra gulv til tak. Denne er blit staaende igjen efter at kalkstenen er tæret væk overalt omkring. Fortsætter man gangen fremover forener den sig med en trang gang fra „Kapellet“.

Fra Storkirken fører i NØ-lig retning en av Grønlahulens længste og interessanteste ganger ned igjennem det parti, som meget betegnende er git navnet „Labyrinten“. Dette parti kan betragtes som et kompleks av ganger, der hovedsakelig sam-

mensætter sig av to forskjellige gangsystemer. Det ene gangsystems hovedretning er Ø—V lig dog oftest med en tendens mot NØ, kanskje almindeligst ØNØ—VSV, mens det andet gangsystems hovedretning er omtrent NNVlig. Antagelig repræsenterer disse 2 gangsystemer 2 forskjellige sprækkesystemer i berggrunden. Hvad spesielt det øst—vest-

lige angaar gir dette sig tilkjende ved Grønli gaard og østover gennem en stor forkastning, der mot syd skarpt begrænser kalkstensfeltet ved Grønli.

De fleste av de ganger, der er dannet efter disse retninger, er smale, trange og litet farbare. At kartlægge dem vilde være et meget besværlig arbeide, som vilde kræve mere tid, end jeg kunde avse dertil. Kun den største, som fører ned til det punkt, der tidligere har været betragtet som hulens avslutning, Avgrunden, har jeg fundet værd en nøiere kartlægning.

Denne lange gang er i den øverste del i bunden dækket av fin, løs sand, længer ned av rullestensgrus, nærmere Avgrunden igjen av sand; men i partiet nærmest om Avgrunden

dannes bunden av fast fjeld, som ogsaa længer op trær frem i bunden over kortere strækninger. I taket staar i hele gangens længde overalt glimmerskifer. „Avgrunden“ er et vældig, fuldstændig lodret dyp, der har dannet grænsen for al videre fremtrængen i Grønligrotten indtil 1906, da kaptein HVOSLEF lot sig fire ned i den og naaede



Forf. fot.

Fig. 4. Fra Labyrinten. Trang krocket gang med sideganger. Der er stripet kalksten i vægjerne og sand i hulens bund.

Fotografert ved magnesiumlys.

bunden i 12 meters dyp. Siden den tid har ingen fornyet nedstigning fundet sted før sidstleden sommer. Bunden dannes av rullestensgrus, og en steilt nedadstigende gang, som fortsætter Avgrunden, er ogsaa dækket av grus og blokker. Denne gang er ganske kort og ender i en ny svær avgrund, som jeg har kaldt Ny-Juvet. Det lykkedes mig efter en meget vanskelig og ikke helt farefri klatring at trænge ned ogsaa til denne avgrunds bund. Bunden i Ny-Juvet skraaner sterkt nedad mot N og er ogsaa dækket av rullestensgrus; i ca. 2 m's høide over bunden forløper et  $\frac{1}{2}$ —1 m. bredt galleri. En smal og meget lav gang fortsætter i omtrent østlig retning og ogsaa den skraaner jevnt nedad. Gangen er saa lav, at man kun i helt utstrakt stilling kan arbeide sig frem. Rullestensgruset i bunden er dækket av et lag slamblandet sand, som gjør en fremtrængen her meget ubehagelig, da denne del av grotten ikke er saa tør som tilfældet ellers er i Grønligrotten. Man naar snart frem til en meget lav hvælving, neppe mer end ca. 60 cm. høi, og denne blir ut mot kanterne lavere, saa nogen yderligere fremtrængen her er neppe mulig. Dette dypeste punkt av Grønligrotten ligger ifølge barometermaaling ca. 107 m. dypere end dagaapningen. Vægger, gulv og tak dannes av kalksten. Nogen enkelte drypstensdannelser sees, men er likesom overalt ellers i hulen sparsomme. Luften her nede er klam, fugtig og tilsyneladende stillestaaende, mens man litt længer op i hulen, i Ny-Juvet, allerede merker træk. Dette tyder paa, at man virkelig har en avslutning av hulen i den lave hal i 107 m's dyp.

I NV-lig retning fra „Avgrunden“ har det ogsaa lykket mig at trænge ind i hidtil ukjendte deler av hulen. Ogsaa her var kaptein HVOSLEF den, der tidligere var naaet længst

under sine undersøkelser av hulen i 1906. De meget trange og meget lave ganger her følger overalt den øvre grænse av kalkstenen, saaledes at glimmerskifer overalt danner hulens tak. Av interesse er den forholdsvis betydelige mængde av drypsten, som sees enkelte steder. Bunden dannes for det meste av sand, der hyppig er kittet sammen til en fast bergart, idet kalkholdige opløsninger har avsat kalk som binde-middel mellem de enkelte sandkorn.

### *Grottens længde og dybdeforhold.*

Længden av de forskjellige deler av hulen vil fremgaa av nedenstaaende tabel:

Dagaapning til „Storkirken“ . . . . .	165 m.
„Storkirken“ til „Avgrunden“ (Labyrinten) . . . . .	193 „
„Storkirken“ til nordre dagaapning . . . . .	95 „
Forbindelsesgang fra Søilegangen til Labyrinten . . . . .	82 „
Gangerne til Kapellet . . . . .	80 „
Østgangen med sideganger . . . . .	150 „
Fiskekroken . . . . .	60 „
Bækkeslugten . . . . .	53 „
Klippetunnelen . . . . .	33 „
Ganger omkring „Avgrunden“ . . . . .	ca. 150 „
Forskjellige ganger tilsammen . . . . .	ca. 150 „
Længde av samtlige kartlagte deler av grotten	ca. 1210 m.

Herved skal dog merkes, at gangerne omkring Avgrunden, indbefattende de nyopdagede deler av hulen, ikke er nøi-  
agtig kartlagt, men kun krokeret.

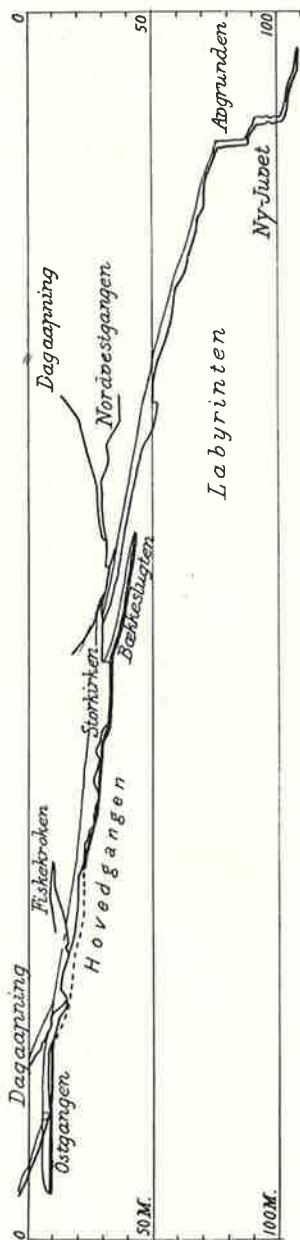


Fig. 5. Hovedprofil av Grøvliggrotten med sideganger. Taket er i Hovedgangen og Labyrinten antydnet. Den tykke linje i Østgangen, Hovedgangen og Bækkeslugten er elven. Maalestok 1:3000.

Regner man til den nævnte længde av hulen ogsaa de ganger, som med noget besvær lar sig befare, men som ikke er tat med ved kartlægningen, og hvis længde sikkert beløper sig til 250—300 m., kommer man op i en samlet længde for Grønliggrotten med alle dens sideganger av ca. 1500 meter.

Tallene paa kartet angir de forskjellige punkters dybde under dagaapningen. Høideforholdene i hulen fremgaar ogsaa av hosstaende profilskisse, som er tegnet paa grundlag av kartet og barometermaalingen. Det mildere fald av hulen mellem dagaapningen og Avgrunden blir 1:5 eller ca.  $11^\circ$ . Endel større er lagenes fald ind mot N eller mot NØ, som er ca. 1:3,5 eller  $16^\circ$ .

*Bundavleiringer i hulen.*

Studiet av avleiringerne i hulen er meget interessante og gir det væsentligste bidrag til forstaaelsen av hulens dannelses-historie. Paa kartskissen næste side er indtegnet de forskjellige bundforhold i hulen: 1. fast klippebund bestaaende av kalksten, 2. nedfaldne blokker av glimmerskifer, 3. morænegrus og rullestensgrus og sluttelig 4. sand eller slamblandet sand. Man fæster sig straks ved, at den faste klippebund i størst utstrækning fins i den del av hulen, hvor bækken strømmer igjennem, hvad jo i og for sig er en ganske naturlig ting.

Man lægger videre merke til, at de fra taket nedfaldne blokker væsentlig fins nær hulens munding, samt i den del av hulen, som den nuværende bæk har forladt for at finde sig et dypereliggende leie i den faste kalksten. Den store vidde, som hulen har i dette parti, samt antagelig ogsaa en frostsprængning har vel været de viktigste medvirkende aarsager til dette fænomen. Den merkeligste av hulens avleiringer er morænegruset, de store blokker av granit og andre fremmede bergarter, som fins paa forskjellige steder rundt om i hulen, samt rullestensgruset. Morænegrus fins i betydelig mængde i alle de fra Hovedgangen og dens fortsættelse opadstigende sideganger, dog i mindre mængde i de to, som nu fører helt ut til fjeldoverflaten. Efter al sandsynlighet har alle en gang i tiden staaet i umiddelbar forbindelse med dagoverflaten, men forbindelsen er netop blit avbrudt ved gjenfyldning med morænegrus. Paa 8 à 9 steder har der sandsynligvis været saadanne forbindelser med fjeldoverflaten, muligens endog paa flere steder. I de dypereliggende deler av hulen fins mangesteds betydelige avleiringer av rullestensgrus, saaledes i Labyrinten, Avgrunden o. a. st.

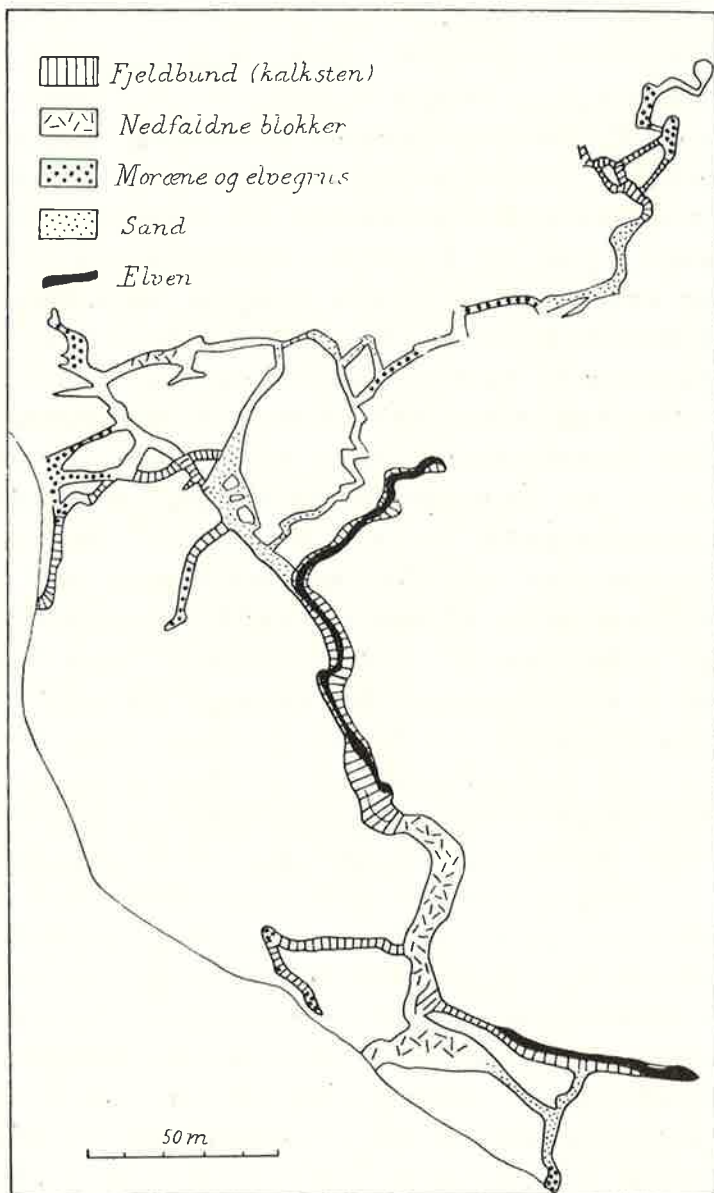


Fig. 6. Kart over bundforholdene i Grønligrotten. Maalestok 1:2000.



Endelig har vi sandavleiringerne: Disse er for en væsentlig del avleiret i de dypereliggende deler av hulen, særlig er Labyrintens mange ganger hyppig dækket av sand, likesaa adskillige av gangerne omkring Avgrunden. Der er sandbund ogsaa i Storkirken og Østgangen.

### *Grønligrottens dannelse.*

Naar man nu vil gaa over til at diskutere spørsmålet om hulens dannelse er det naturlig først at sammenholde hvilke opfatninger de forskjellige geologer, der har undersøkt huledannelser av denne type, har faat om hulernes oprindelse. CORNELIUSSEN undersøkte Risagrotten ved Hammernes mest indgaaende og uttaler angaaende denne<sup>1</sup>:

„Disse to omstændigheter, det fremmede sand- og grusmateriale og væggenes afplatning, tyder paa det bestemteste paa, at der før maa have løbet vand igjennem hulen, og at dettes masser ialfald til sine tider maa have været meget betydelig. Nu er dette dog ikke længere tilfældet, hvad ogsaa bevises ved det lag af kalkstøv, som dækkede de opad vendende flader, hvori navne med tildels temmelig gamle aarstal var indskrevne.

Drypstendannelsen kan aldrig have været av nogen større betydning. Ved mit besøg var der kun yderst faa stalaktiter at se, og disse ogsaa smaa, blot op til 10 cm. i længde og af ca. 15 mm. diameter. Før skal der dog have været betydelig flere og større, op til en længde av henved  $\frac{1}{2}$  m.; men de mange besøkere havde næsten ganske rensset hulen derfor. Paa gulvet saaes ogsaa kun faa og smaa stalagmitdannelser. Ogsaa dette forhold, trods det uudtømmelige materiale i de svære kalklag, synes at tyde paa, at store

<sup>1</sup> Det nordlige Norges geologi. N. G. U. no. 4, pag. 178 f.

vandmasser har rundet derigjennem, ikke de lange aarrækkers blot smaasilrende og dryppende vand igjennem mange rids og revner, som danner drypstenene.“

De observationer, som CORNELIUSSEN her omtaler, stemmer ganske med de jeg selv har gjort i Grønligrøtten, og det ræsonnement han utfører, kan jeg tilfulde underskrive for Grønligrøttens vedkommende. AV CORNELIUSSENS videre fremstilling fremgaar imidlertid, at han tænker sig hulernes dannelse ganske analog med de underjordiske elveløb. Den samme opfatning har J. H. L. VOGT<sup>1</sup> og han præciserer det sterkt: „Allerede dette (bækken i Grønligrøtten, der styrter sig frem i fosser og stryk, danner jettegryter og senere forsvinder) maa være tilstrækkelig til at godtgjøre, at hulerne og de underjordiske elveløb maa være dannede paa samme vis, ved vandets eroderende kræfter: dels er det vandets *chemisk* opløsende egenskab — kulsyreholdigt vand opløser karbonater — som har været virksomt; og dels er det den *mekaniske* aktion, som f. ex. ved de oven omtalte jettegryder i Grønligrøtten“. Han kommer videre til det resultat at kalkhulerne fortrinsvis dannes i de kalklag, der danner grænsen mot de over- eller underliggende skifre. MARSTRANDER mener at Risagrøtten ikke kan være dannet av et vanlig bækkeløb, idet han særlig fæster sig ved det faktum, at indgangen til hulen ligger i en steil fjeldvæg og at hulen falder indover i fjeldet. Han tror at hulen maa ha dannet avløpet for et Langvand, hvis nivaa har ligget ca. 60—70 m. over det nuværende, og han søker paa samme maate at gi en forklaring av de øvrige huler i denne trakt. Det er utvivlsomt rigtig naar Marstrander søker at forklare hulens dannelse ved hjælp av

---

<sup>1</sup> Dunderlandsdalens jernmalmsfelt. N. G. U. no. 15, 1894, pag. 13 f.

vandmasser, der utenfra fjeldsiden søker sit avløp ind i fjeldet. Men forøvrig har MARSTRANDERS ræsonnement neppe meget for sig. Han tænker sig, at en moræne har dæmmet op østenden av Langvandet, saa dette har hat avløp dels over Ytternpasset, dels gjennem Risagrotten; men senere blev morænen gennemgravet og Langvandet fik avløp østover.

1. Der er intet spor av nogen ca. 65 m. høi gennemgravet moræne ved Langvandets østende; løsavleiringerne er temmelig ordinære opørede masser, der hæver sig som terrasser høist 15—18 m. over Langvandets nivaa. 2. Ytternpassets høide korresponderer ikke med Hammernesgrottens høide o. h., som MARSTRANDER forutsætter; grottens høide er betydelig større (se pag. 29 f.). 3. Fra Langvandet gaar der over Altern et andet pas til Ranenfjord betydelig lavere end Ytternpasset, saa vandmasserne fra et opdæmmed Langvand vilde først og fremst tat den vei. 4. Det er litet tænkelig, at Langvandet har kunnet ha avløp gjennem hulen, thi der maatte da gaa en sammenhængende 9—10 km. lang kanal fra Hammernes til Rødvasdalen; men paa denne strækning er der ikke sammenhængende drag av kalksten. 5. Hadde der endelig været avløp av den art gjennem grotten, vilde alt som fandtes av løsavleiringer skylles væk; men i virkeligheten ligger der store masser sand og rullestensgrus i grotten, som CORNELIUSSEN omtaler.

MARSTRANDER mener at en lignende opdæmning som han har tænkt sig for Langvandet ogsaa kan ha betinget Grønligrottens dannelse. Der er imidlertid likesaa liten grund for at tænke sig, at der nogengang har været opdæmmed et Rødvatnbassin med avløp gjennem Grønligrotten, som for Langvandets vedkommende, thi der fins ikke nedenfor Grønlien tegn til nogen stor moræne, der kan ha fungert som dam for et saadant bassin (morænen maatte i tilfælde hat

en høide over Rødvasdalen av mindst 200 m.)<sup>1</sup>. For Grønligrotten maa derfor den av MARSTRANDER antydede forklaringsmaate saavel av den grund, som av andre, ansees som uanvendelig.

Den særlig av J. H. L. VOGT fremholdte anskuelse, at hulerne er at betrakte som dannelser ganske analoge med de underjordiske bækkeløp, idet han til støtte herfor henviser til bækken, som rinder i Grønligrotten, er efter min opfatning heller ikke holdbar. Denne bæk kan neppe, selv om dens vandføring i tidligere dager har været betydelig større og selv om den har hat anledning til at virke gjennom temmelig lange tidsrum, ved sin opløsende og mekaniske virksomhet ha git oprindelse til Grønligrotten med alle dens sideganger; thi en række av de fænomener, som iagttas i Grønligrotten vil med denne antagelse ikke kunne forklares. Til belysning herav skal jeg nævne: Fra fjeldet øst for Grønli gaard rinder en elv ned mot garden og passerer kort ovenfor denne over fra glimmerskifer til kalkstensfeltet ved Grønli, og umiddelbart efter forsvinder den saa i jorden. Det er antagelig denne elv eller bæk, som kommer tilsyne igjen inderst inde i Østgangen i Grønligrotten. Den rinder her i et dyp av ca. 7,5 m. under dagaapningen og ca. 11 m. dypere end det høieste punkt av den fra Østgangen mot syd steilt opadstigende sidegang. Denne og heller ikke partiet om Forhallen og Dagaapningen kan tænkes fremkommet ved elvens virksomhet, thi disse partier av grotten ligger alle høiere end elvens nivaa, og der er intet som tyder paa at elven nogensinde har fulgt noget andet høiereliggende leie. Det er ogsaa i og for sig høist usandsynlig, idet den

<sup>1</sup> I Rødvasdalen litt længer op end Grønlien er der en moræne ved Stormoen.

nuværende tunnel er utarbeidet i kalkstenens øverste nivaa, saa der i det hængende kun er glimmerskifer. Paa samme maate kan heller ikke Fiskekroken, Klippetunnelen eller nogen av de øvrige fra Hovedgangen mot fjeldsiden opadstigende sideganger forklares som dannet ved den nuværende bæks virksomhet. Den utprægede topografiske forskjel mellem de deler av grotten, som gjennomstrømmes av bækken, og de øvrige deler av hulen, taler sterkt for, at det er forskjellige kræfter, som har betinget deres endelige utforming<sup>1</sup>. Og morænegruset, som fylder igjen de opadstigende ganger ut mot dagen, vil end mindre end selve gangernes dannelse kunne forklares ved bækkens virksomhet. Disse grusmasser er kommet utenifra fjeldsiden, og det samme er tilfældet med rullestensgruset i de dypere liggende deler av hulen, likesom de store tilrundede blokker av fremmede bergarter, som fins flere steder i hulen (f. eks. granitblok av ca. 2 m's diameter i Nordvestgangen ved 29,5 og blok i sidegangen til Kapellet ved 33) likeledes kun kan være tilført utenifra fjeldsiden. Der er ingensteds i kalkstensfeltet ved Grønli paavist ganger av granit, hvorfra granitblokkerne i hulen kan stamme. De maa være ført til hulen fra granittrakterne om Svartisen.

Under hensyntagen til alle disse forskjellige fænomener finder Grønligrotten sin naturlige forklaring ved følgende betragtning. Under et avsnit av istiden, sandsynligvis nær dennes avslutning, har der gaat en mægtig jøkel ned gjennom Rødvasdalen og har fylt op denne dal til en høide av mindst 200—250 m. over dalbunden. Smeltevandet, som har rindt av bræen, har søkt sit avløp under bræen, mellem

---

<sup>1</sup> Se pag. 21.

denne og den faste fjeldgrund. Da nu fjeldet øverst bestaar av glimmerskifer, mens der lavere ned ligger kalksten med fald ind under glimmerskiferen, har smeltevand, idet det naaede ned til kalkstenen, hat en mulighed for at kunde finde sig et avløp gjennom denne let opløselige bergart; i virkeligheten utarbeidet ogsaa vandet sig tunneler ind fra fjeldsiden og nedigjennem berget, idet for det meste grænsen mellem kalkstenen og glimmerskiferen er blit fulgt. Ialt har smeltevand fra bræen hat avløp gjennom mindst 8 à 9 tunneller, der har ført ind i fjeldet i østlig eller nordøstlig retning. De fleste av disse har et nær cirkulært tverrsnit fremkommet ved den sterke avslitende virksomhet av de medførte faste bestanddeler. Der er en tydelig forskjel i gangernes utseende nærmest fjeldets overflate og dypere ind. Yterst er der forholdsvis faa, store og litet forgrenede ganger. Længer ind er gangerne smalere, talrikere, mere forgrenede og uregelmæssige. Dette forhold forklares naturlig ved den antagelse, at vandet er kommet utenfra fjeldsiden og med en vældig kraft er blit presset ind i fjeldtunnelerne; efterhvert som det kom dypere ind fordelte det sig efter alle sprækker og fuger, og idet det da samtidig tapte endel av sin kraft, utarbeidedes der et netverk av smale og uregelmæssige ganger.

Omsider trak Rødvasdalens store jøkel sig tilbake, og der blev efterhvert mindre mængder av smeltevand, som søkte sit avløp gjennom fjeldtunnelerne. Idet saa bræen tilslut forlot denne del av dalen og trak sig høiere op, efterlot den de betydelige morænemasser, som nu fylder igjen saa mange av gangerne ut mot dagen.

Elven som rinder i jorden øst for Grønli og som kommer frem igjen inderst i Østgangen har nu begyndt sit ar-

beide. Dens væsentlige virksomhet har bestaaet i, at den har bortfjernet de avleiringer, som var blit ladt igjen efterat bræelverne forlot hulen. Dernæst har den utvidet og fordypet leiet i betydelig grad, saa de ganger, hvorigjennem den nuværende bæk rinder, har faat et tydelig forskjellig utseende fra de øvrige deler av hulen. Som man ser av kartet er de førstnævnte gjennomgaaende rummelige og har avrundede former, mens de øvrige oftest er trange og smale.

### *Tidligere undersøkelser av Grønligrotten.*

Som det fremgaar av det tidligere har Grønligrotten før flere ganger været besøkt av geologer. I 1874 reiste CORNELIUSSEN for Norges Geologiske Undersøkelse i Nordland. Hans beskrivelse av hulen fins i hans dagbok deponeret i Undersøkelsens arkiv. I Turistforeningens aarbok for 1875 skrev han en reiseberetning, hvor ogsaa hulen ved Grønlien omtales kortelig<sup>1</sup>.

I Det Nordlige Norges Geologi (N. G. U. nr. 4 pag. 179) fins en utførligere omtale av hulen og herfra har HELLAND i „Nordlands Amt“ (Bind I 469 f.) hentet det meste av sine opplysninger. Senere har prof. J. H. L. VOGT besøkt hulen og har git en beskrivelse av den i „Dunderlandsdalens jernmalmfelt“ (N. G. U. nr. 15 1894); den nævnes ogsaa av MARSTRANDER i „Svartisen. Strøgets morfologi og Bræerne“ (Archiv for Mat. og Naturvid. Bind XXXI nr. 8, 1911), idet han kommer ind paa spørsmålet om denne og lignende hulers dannelse.

---

<sup>1</sup> Ved trykfeil staar der Gunlien og dette navn opføres ogsaa i generalregistret fra aar 1894.

Da CORNELIUSSEN i 1874 besøkte hulen var kun partiet indtil „Broen“ kjendt, idet den temmelig stride elv hindret videre fremtrængen. Først i 1882 lykkedes det et selskap, som besøkte hulen at komme over elven og langs de smale gallerier trænge frem til Storkirken og partierne omkring denne. En av deltagerne i denne ekspedition har git en skildring av færden i Naturen for 1882 (pag. 47 f.)<sup>1</sup>. I den følgende tid er saa det store net av ganger blit nøiere utforsket, og derved har man ogsaa fundet frem til Avgrunden og til den nye dagaapning, som ligger høit oppe i en utilgjængelig bergvæg. Man vet dog ikke nøie naar de forskjellige deler blev fundet og heller ikke hvem der først trængte frem.

Noget nyt av interesse vedrørende Grønligrotten kjendes saa ikke før 1906. Kaptein HVOSLEF, som da bodde i Mo, besøkte flere ganger hulen og begyndte en nøiagtig kartlægning med nivellement av hulens bund. Dette arbeide blev dog ikke bragt tilende, men HVOSLEF fik anledning til at undersøke ukjendte partier av hulen nøiere. Av størst interesse er undersøkelsen av Avgrunden; med et taug bundet om livet lot han sig fire ut over denne styrtning, hvis vægge ikke alene er lodrette, men i de nederste to tredjedeler endog er utoverhængende. I 12 m's dyp naedes bunden; men den videre fremtrængen stansedes av den avgrund, som jeg har kaldt Ny-Juvet. Siden har ingen steget ned i Avgrunden før isommer,<sup>2</sup> og intet forsøk er heller gjort paa at kartlægge denne Rødvasdalens interessanteste grotte, der

---

<sup>1</sup> Artiklen er signeret M. (antagelig frk. M. BJERKNES).

<sup>2</sup> Ved denne nedstigning var jeg ledsaget av føreren BENJAMIN GRØNLI og min assistent ved den geologiske kartlægning stud. real. T. MICHELSEN.



sikkert er Norges og Skandinaviens største kjendte kalkstengrotte, kanskje en av de største og merkeligste i hele Nord-europa<sup>1</sup>.

De navn som er paaført kartet er for de flestes vedkommende navne, som er kjendt og benyttet. For endel partier av grotten har jeg indført nye, da jeg synes de fortjener en speciel betegnelse. Disse nye navne er: Forhallen, Fiskekroken, Hovedgangen, Nordvestgangen, Galleriet, Bækkeslugten, Klippetunnelen og Ny-Juvet.

Der er et spørsmål vedrørende Grønliggrotten, som ikke bør lades uberørt, og det er spørsmålet om en mulig interglacial oprindelse. Hulen i sin nuværende form er efter mine undersøkelser av sen glacial oprindelse; men det kunde tænkes, at et første anlæg til den skrev sig fra interglacial eller præglacial tid. Imidlertid har undersøkelsen av hulen ikke git nogen antydning til løsningen av dette spørsmål, saa for tiden kan intet sikkert uttales hverken i den ene eller anden retning. Saavidt vides er der heller ikke nogensteds i hulen paavist dyrelevninger av nogen art, der kunde gi oplysninger om hulens historie. Men man maa vistnok betragte det som sandsynlig, at der engang har eksistert et første anlæg til hulen, før denne under et avsnit av istiden er blit utvidet og forstørret og alle de talrige trange ganger paa kryds og tvers ned igjennem fjeldet blev anlagt og hulen stort set fik den form, som den nu har.

---

<sup>1</sup> I Turistforeningens aarbok for 1914 har nærværende forfatter skrevet en artikel om „Grønliggrotten i Rødvasdalen“ (pag. 66—78), der i populær form gir en fremstilling av Grønliggrotten og dens dannelse. Se ogsaa referat av diskussion i Norsk Geologisk Forening 15. nov. 1913 i Norsk Geologisk Tidsskrift, Bind III, hefte I.

Der er i Rødvasdalens omgivelser flere andre bekjendte huler, og etpar av de største skal omtales litt mere indgaaende her.

### Larshullet.

Denne blev fundet av en gjætergut for 10—12 aar siden; den har neppe været besøkt av andre end folk fra den omliggende bygd og er litet kjendt. Det er antagelig denne, som i HELLANDS Nordlands Amt benævnes Asphauggrotten. Den ligger omtrent midt i en paslignende forsænkning i fjeldryggen mellem Bjørnaaga og Reingardslivand. Høiden over havet er 380—400 m. Indgangen er meget lav og frang, saa man kun ved at lægge sig helt flat kan komme ind gjennem den sterkt skraanende indgang. Den første del av hulen er temmelig trang og hele de første to hundrede meter av den nær vest-østlig forløpende hule er denne saa lav, at man neppe nogensteds kan gaa helt opreist. I en avstand av ca. 250 m. fra dagaapningen blir gangen rummeligere men fremdeles temmelig lav, og der grener en sidegang av. Kort efter kommer man ind i en N—S gaende, hvor der fra taket styrter ned en bæk, som med den sterke vandsprut næsten stænger passagen. Gangen bøier snart igjen av, og man kommer ind i en vældig omtrent N—S-lig forløpende hal av stor bredde og betydelig længde og med en høide under taket av antagelig 10—15 m. Bunden av denne vældige hal, som er blit kaldt „Storkirken“, er dækket av svære blokker; der har tydeligvis her gaaet svære ras i sin tid. Fortsættelsen mot nord og syd er ikke blit undersøkt. Fra Storkirken fortsætter en vældig gang ca. 8 m. bred og 4 a 5 m. høi i ret østlig retning. Der rinder en liten bæk igjennem denne tunnel, der sænker sig svagt mot øst. Langs

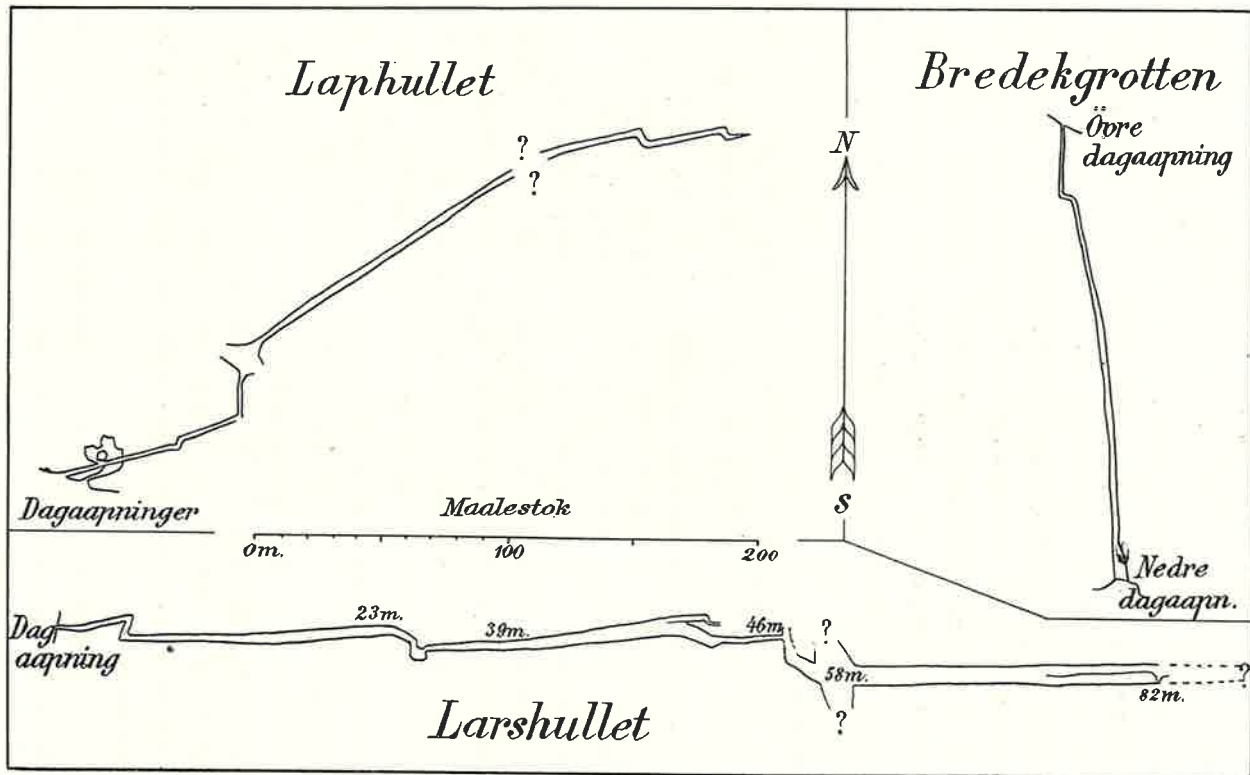


Fig. 7. Kart over nogen av de største grotter i Ranen. Maalestok 1:3000.

den sydlige væg forløper der et 'galleri, som hæver sig 2—2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> meter over bunden, hvor bækken løper. I en avstand av 465 m. fra hulens munding og ca. 82 m. dypere end dagaapningen ender dette galleri pludselig. Her maatte jeg avbryte al videre undersøkelse av hulen og snarest mulig søke at naa ut i dagen igjen, idet vort lys var næsten utbrændt. Jeg fik dog anledning til at forsætte videre ned ca. 50—60 m. og konstatere, at tunnelen forsatte videre med uforandret mægtighet og i samme retning; men en nøiagtig maa-ling maatte jeg avstaa fra. Efter sigende skal tunnelen være meget lang; men ingen har vistnok endnu trængt frem helt tilbunds.

Et paafaldende træk ved Larshullet er dens næsten snorlige forløp; bortset fra etpar mindre uregelmæssigheter forløper hovedgangen praktisk talt nøiagtig i Ø—V-lig retning. Der er ikke synderlig rikelig med avleiringer i denne hule, men det som fins er hovedsagelig i den øvre del av hulen. Her er der paa sine steder adskillig rullestengrus. Ellers er der oftest fast fjeld i grottens bund bestaaende av kalksten likesom vægger og tak. Undertiden gjennemsættes kalkstenen av smale ganger av en amfibolitisk bergart, og denne kan være smaafoldet likesom kalkstenen. Disse ganger kan rage jalousiformig frem fra væggerne, 1—2 dm. nogen steder. Drypsten fins i denne hule, men de naar aldrig nogen betydelig størrelse, neppe over etpar decimeter. De er meget talrikere end i Grønli-grotten, hvor der nu snart ikke fins nogen igjen, men det kan ha sin grund i at denne hule har været temmelig litet besøkt.

I Larshullet maa man uvilkaarlig fæste sig ved, at de første 300 m. av hulen gjennomgaaende er meget trang og

uanseelig. Men fra Storkirken og videre nedover er hulen paafaldende rummelig, saa rummelig, at man vanskelig kan tænke sig at kun de vandmasser, der fra den nuværende dagaapning har trængt ned gennem den øvre trange del av hulen, kan ha formet den. Det er heller ikke sandsynlig, at den lille bæk, som sildrer gennem hulen fra Storkirken og videre ned i nogen synderlig grad kan ha videt hulen ut. Antagelig har der i den tid hulen blev dannet i partiet om Storkirken været et tilløb, som har medvirket ved utformningen av de huledannelser av betydelig større dimensioner, som man har fra dette parti og videre. Tilløpet maa være kommet fra nord, da Storkirken helder mod syd.

### Laphullet.

Kort vest for Larshullet antagelig 5—600 m. er indgangen til Laphullet eller Bjørnaagrotten, en anden av Rødvasdalens store og vidt kjendte huler. Den er besøkt av CORNELIUSSEN i 1874 og beskrevet av ham. Hulens hovedretning er omtrent NØ-lig, den hele længde av hovedgangen 330—340 m., og hertil kommer saa sidegangerne, som ikke er undersøkt. Dagaapningen ligger i en høide av ca. 400 m. o. h. Bunden falder ikke saa sterkt indover, som tilfældet var med Larshullet, saaledes var ifølge barometermaaling det inderste av hulen beliggende kun 17 m. under dagaapningen. Bunden er for det meste klippebund; men her og der er der blokansamlinger og nær bunden ligger der nogen vældige blokker av fremmede bergarter; disse kan kun være ført ind under paavirkning av vældige vandmasser. Etpar steder utvider hulen sig til større rum, som i bunden er dækket av svære ras. Der er to indganger til hulen be-

liggende ganske nær hinanden. En nedadskraanende gang fører fra den ene ind i et større rum, hvorfra man gjennom etpar korte ganger og et litet rum kommer ind i en lang ret gang, der likesom ligger i en etage over den første, og som fører direkte ut til den anden, vestligste dagaapning.

Laphullet og Larshullet ligner hinanden meget, de ligger nær hinanden og situationen i terrænget er ganske overensstemmende hos de to huler, saa de maa være dannet paa samme maate. Dagaapningen ligger i en paslignende forsænkning syd for Reingardslivand, ca. 40 m. over vandets nivaa. Dette har avløp mot øst til Rødvasdalen; vestover er der et pas i en høide av ca. 30 m. over vandet og dette pas fører ned mot Langvandet. Jeg har ikke iagttat noget, som tyder paa, at Reingardslivandet har været opdæmnet samtidig ved avløpet i øst og ved passet i vest, saaledes at det har hat avløp mot syd; men det er ikke utelukket, at saa kan ha været tilfældet. Isaafald er der en mulighed for at hulernes dannelse kan ha fundet sted paa den av MARSTRANDER for Risagrotten antydede maate. Jeg anser imidlertid dette for mindre sandsynlig. Naturligere er det at tyde dem overensstemmende med Grønligrotten, med hvilken de viser saa mange lighetspunkter, specielt med hensyn til rullestensgruset og de store fremmede blokker, tunnelernes utseende o. s. v.

Vest for Reingardslivandet, ca.  $2\frac{1}{2}$  km. i NV for indgangen til Laphullet og 1 km. vest for Reingardsli gaard ligger indgangen til endnu en hule. Den er beliggende i det samme kalkstensdrag, som de netop nævnte 2 huler. Hverken Larshullet, Laphullet eller denne Reingardsligrotte ligger ved grænsen av kalkstenen, men midt indi kalkstensdraget.

## Hammernesgrotten.

En av traktens interessanteste huler er uten tvil Risa-grotten ved Hammerneset. Ifølge CORNELIUSSENS beskrivelse skal den ligge 127 m. over Langvandet (96 m. over Hammerneset gaard), HELLAND opfører 140 m. over Langvand mens MARSTRANDER opfører 90 m. og 96 m. o. h. for de to dagaapninger. Paa gradavdelingskartet er grotten avtegnet mellem 90 og 120 m.'s kurverne. Hvorledes alle disse uoverensstemmelser har kunnet opstaa er ikke godt at vite. Efter CORNELIUSSENS observation 310 fot over Hammerneset gaard<sup>1</sup> blir høiden over havet ca. 145 m., og dette tal maa vel foreløbig betragtes som det paalideligste; men det beror paa barometermaaling<sup>2</sup>. Selv har jeg ikke besøkt hulen, men skal dog gi en kort beskrivelse av den paa grundlag av CORNELIUSSENS. Indgangen til hulen ligger nogen hundrede meter nordfor Hammernes gaard i den bratte fjeldvæg Hammernesflaaget, som hæver sig til 337 m.'s høide. Foten av dette fjeld bestaar av glimmerskifer og gneisagtige bergarter, der ligger med regelmæssig lagstilling og fald svagt mot øst. Over skifrene kommer en mægtig kalksten, og ved den undre grænse av denne ligger indgangen til hulen. Der er to dagaapninger, beliggende nogenlunde i samme høide, begge trange, den nordligste saa lav, at man maa krype ca. 20 m. ind før man kan gaa opreist. Hulens

<sup>1</sup> Dagbok i N. G. U.'s arkiv.

<sup>2</sup> Tidligere er fremholdt (pag. 11) at den av MARSTRANDER antydede dannelsesproces er meget litet sandsynlig. MARSTRANDER angir dagaapningernes høide til 90 og 96 m. o. h. Saavidt jeg kan se av MARSTRANDERS dagbøker referer disse tal sig ikke til originale observationer, men maa bero paa en mistydning av CORNELIUSSENS opgave 310' = 96 m. over Hammernes gaard.

bund sænker sig jevnt indover, siden stiger den igjen mot den indre ende. Saavel hovedgangen som flere sideganger stanses av ras fra taket. Den samlede længde er ca. 300 m. Hulen er paafaldende tør, kun et sted sildrer en større mængde vand fra taket; der er nu saagodtsom ingen dryp-stendannelser igjen i hulen; men tidligere skal der ha været adskillig mere, uten at de dog nogengang kan ha været av nogen større betydning<sup>1</sup>. De fleste steder i hulen dannes bunden av det faste fjeld; men nogen steder er der større ophopninger av sand og av grus og større rullesten, glatslebne som flodsten. Gruset og rullestenene bestaar av fremmed materiale.

Det fremgaar av beskrivelsen, at hulen i alle forhold viser en utpræget analogi med Grønligrotten, og alt tyder paa, at den maa være dannet paa samme maate som denne. Jeg tror derfor at den dannelsesproces, som jeg har søkt at gjøre gjældende for Grønligrotten med stor ret ogsaa kan overføres paa Hammernesgrotten.

Der gis i denne trakt etpar huler, som først er blit kjendt ved MARSTRANDERS reiser. Den ene, Kamplihulen ligger ca.  $\frac{1}{2}$  km. i SØ for utløpet av Kamplivand like indunder Svartisen. Den ligger i en brat fjeldvæg ved øvre grænse av et kalkstensdrag som gaar der. Kalkstenen har fald mot øst. Dagaapningen er trang og hulen er vistnok ikke stor; den er ikke blit undersøkt nøiere.

Den anden hule ligger i Pikhaugene i NNØ-lig retning fra Glaamdalen gaard, ca. 4.5—5 km. fra denne. Efter MARSTRANDERS beskrivelse maa den være ganske merkelig.

---

<sup>1</sup> Se ogsaa citat pag. 15 f.

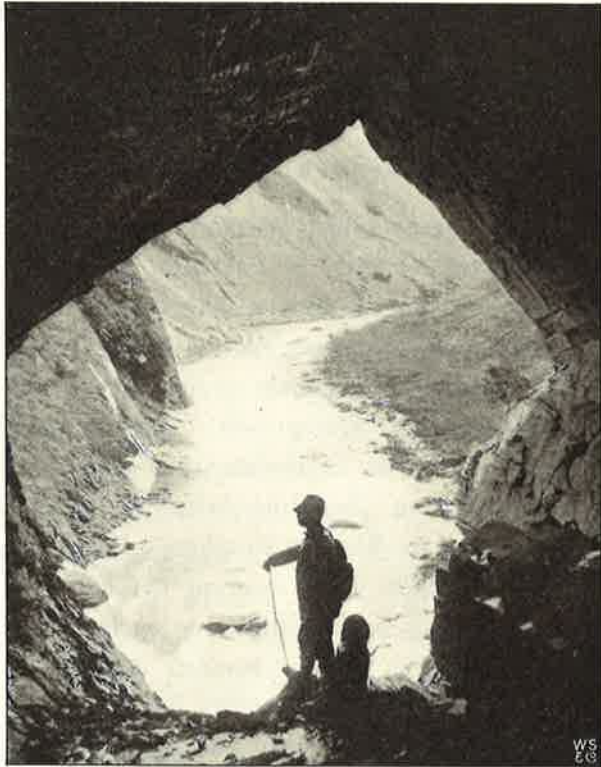


En temmelig ret, tildels lav og trang tunnel gaar med nogen faa graders fald ca. 50 m. ret ind i fjeldet. Saa deler den sig; den ene gang forstsætter indover i omtrent samme retning, mens den anden gaar skrueformig nedad 3 à 4 ganger rundt, men er saa igjenfyldt nederst.

### Bredekhulen.

Denne hule, ogsaa kaldet Marmorgrotten, er beliggende ved Stormdalselven, en bielv til Ranenelv, høit oppe i Dunderlandsdalen ca. 6 mil fra Mo og ikke langt fra Bjellaanes. Hulens nedre aapning er meget stor og nær kvadratisk, idet væggerne henholdsvis er parallele og lodret paa de skraat stillede kalklag (ca. 50° vestlig fald). Dagaapningen ligger i et flaag ca. 19 m. over Stormdalselven og ca. 5—600 m. nedenfor Bredekfossen (Stormdalsfossen). Høiden under taket ved aapningen er 5 m.; men allerede 10—15 m. længere ind smalner hulen av til omtrent det halve, og flere steder længer ind blir hulen rigtig trang og lav. Væggerne dannes overalt av graa og blaa-flammet marmor, likeledes oftest ogsaa tak og gulv; men undertiden danner en sort skifer hulens bund. Der rinder en liten bæk igjennem de nederste tre fjerdedeler av hulen. Retningen er nær N—S-lig, dog er den svagt buet, saaledes at den konkave side vender mot vest. Hulens længde er 180—182 m. og høidedifferencen mellem øvre og nedre aapning 58—60 m. Nær den øvre aapning gjør hulen en liten bøi for saa igjen at fortsætte i nordlig retning, og den munder ut i bunden av en liten bækkedal kun ca.  $\frac{1}{3}$  m. over bækkens nivaa og ganske nær denne. Øverst er hulen meget trang. Der fins

ingen eller kun ganske faa fremmede blokker i hulen, ellers blot nedfaldende kalkstensblokker, mens der iøvrig overalt er fast fjeld. Hele hulens utseende, dens beliggenhet og



C. Schøyen fot.

Fig. 8. Nedre dagaapning av Bredekrotten.

Man ser indenifra hulen. Nedenunder sees Stormdalselven i gjelet nedenfor Bredekfossen (Stormdalsfossen).

øvrige omstændigheter taler for, at den er dannet kun ved Bredekbækkens virksomhet. Den er saaledes i sin oprindelse ikke analog med de tidligere omtalte huler Grønligrotten, Larshullet og Laphullet.

## Andre huler.

Der fins i Dunderlandsdalens omgivelser foruten de her omtalte huler ogsaa flere andre; men disse er mindre kjendt. Saaledes fortelles det, at der skal være en hule i Oksklaavaldalen i Solfeldet etpar km. op for grd. Sandhei i Dunderlandsdalen<sup>1</sup>. Denne er først blit fundet av nogen gjætergutter, og der skal ikke været litet med drypsten i den. Ellers har jeg ingen oplysninger om den og har selv ikke besøkt hulen.

I kalkstensfeltet vest for Vesterfjeld gaard, antagelig 2,9 km. fra den vestligste gaard og i like linje mot Grønlien fins der i kalkstenen et par dype lodrette hul. Det største er ca. 6—8 m. dypt og ca. 3 m. i diameter, og ved mit besøk (2den august) laa der sne paa bunden av det. Der sildrer en liten bæk ned, og den rinder av fra bunden i nordøstlig retning. Dannelsen er en typisk naturskakt.

I Plurdalen er der mægtige kalkstener, som stryker parallelt med dalens retning, og i disse kalkstener er der kjendt nogen huler.

I Ola Jonsaflaaget i Kalfjeldet, ca. 2,2 km. i ØSØ for Skaret i Plurdalen, er der saaledes i den bratte fjeldvæg en liten eiendommelig huledannelse i en høide av ca. 615 m. o. h. eller ca. 300 m. over dalbunden. Hulen er ikke mere end ca. 30 m. lang og løper omtrent parallel med fjeldsiden. Flere steder er der korte forbindelsesganger ut mot fjeldsiden, og der gaar ogsaa smaa smale sideganger ind i fjeldet. Hulen holder nedad mot nord, den ligger midt inde i kalk-

---

<sup>1</sup> Sandhei ligger ca. 4 km. ovenfor Skonseng, vel 1½ mil fra Mo.

stensdraget, og der er fast fjeld i tak, vægger og bund. Hulen er fuldstændig tør, der rinder ingen bæk i nærheten av den, og den ligger saaledes til langt frem i et flaag, at der kanskje ikke engang i snesmeltningen rinder noget vand ned her.

Længer syd i Plurdalen er der en anden hule, som av befolkningen benævnes „Skjælmkaatehullet“, idet der efter traditionen engang holdt noget fantepak til der og brandskattet omegnens befolkning. Efter en tid blev pakket riktignok fordrevet, og de flygtet sydover og blev senhøstes fanget ind ved Røsvandet. Indgangen ligger høit oppe i et flaag paa østsiden av Plura ca. 3,5 km. syd for Jordbruuen og i betydelig høide over elven. Selve hulen har jeg ikke besøkt, men ifølge beskrivelsen er situationen saadan, at man ikke tilfredstillende kan forklare denne hules dannelse, likesaalitt som den foregaaende, uten paa en saadan maate, som jeg har forsøkt for Grønligrottens vedkommende.

### Hulerne av Grønligrottens type.

Den tydning, som i det foregaaende er git av Grønligrottens dannelsesmaate, og som jeg har fundet naturlig lar sig anvende som forklaring ogsaa for en flerhet av de andre huler i denne trakt, er, saavidt jeg har kunnet finde<sup>1</sup> tidligere ikke nogen gang bragt i anvendelse, og det kan derfor være av interesse at sammenstille nogen av de viktigste karakterer, som kjendetegner saadanne huler.

---

<sup>1</sup> Se F. KRAUS Høhlenkunde. Wien 1894.

W. v. KNEBEL Höhlenkunde. Braunschweig 1906.

Hulerne ligger gjerne i bratte flaag av kalksten med dagaapning ut mot flaaget. Oftest er der flere dagaapninger, dog kan enkelte være gjenraset eller dækket paa anden maate. Hulens bund sænker sig jevnlig indad<sup>1</sup>; foruten av fast fjeld og nedrasede blokker bestaar bunden ofte av rullestensgrus og fin sand. Sand fins gjerne i videre partier av hulen og i dypereliggende sideganger. Sideganger er alminde- lige, større blokker av fremmede bergarter hyppige. Dryp- stensdannelser er forholdsvis sjeldne og naar aldrig nogen betydelig størrelse, sjelden mere end ca. 1 fots længde. (I et enkelt tilfælde nævnes henimot  $\frac{1}{2}$  m.) Hulerne er hvad man kunde kalde „døde huler“; deres dannelsesperiode er avsluttet. De er tørre, eller der rinder blot mindre mæng- der vand gjennom dem. Rinder der nu nogen bæk eller elv gjennom deler av hulen, saa er de partier av hulen gjerne omformet, og den er renskyllet uten bundavleiringer.

### Underjordiske vandløp.

Foruten huledannelserne i trakterne om Dunderlands- dalen fins ogsaa underjordiske vandløp i stor mængde og tildels av betydelig størrelse i de vældige kalksten- og mar- mor-lag. Uagtet jeg vil fremhæve, at efter min opfatning er størstedelen av hulerne ikke at betragte som dannelser helt analoge med disse underjordiske bække og elve, skal jeg dog her gi en oversigt over de vigtigste saadanne.

---

<sup>1</sup> Hulerne følger gjerne visse lag i kalkstensdragene og det synes som om disse bestemte lag er særlig disponert for huledannelse. Derimot tror jeg ikke man kan si som gjennomgaaende regel, at det er i lagene ved den øvre eller undre grænse av kalkstensdraget, hvor huler for- trinsvis forekommer.

Øverst i Dunderlandsdalen ved Bjellaanes møtes en række sidedaler, og alle de elver, som strømmer ned gjennom disse, forener sig her til Ranenelven. Fra SØ kommer Randalselven med bielven Virvaselv. En række av de tilløp, der vestenifra strømmer ned til disse elver, har over kortere eller længere strækninger underjordisk løp. Dette er efter karterne tilfældet med Jordbækken paa 3 steder, Tørbækken paa 2 steder, Breidalsbæk likeledes 2 steder, bæk i nordheldningen av Aksla, som har et underjordisk løp paa 5—600 m., Pista, som løper 8—900 m. under jorden, og flere bækker av navnet Tørbækken mellem Krokstrand og Hjartaasen. Paa østsiden av Virvaselven er det ogsaa tilfældet med etpar bækker. Mot Bjellaanes fra syd kommer Messingaaga. En række av tilløpene til denne fra østsiden av Jarfjeldet løper tildels lange strækninger under jorden. Det gjør ogsaa en av bækkerne længer syd ved Kobbervaskaaten.

Av tilløpene til Ranenelven fra øst er det kun nogen faa som har underjordisk løp. Det er tilfældet med Tørbækken og en anden bæk like søndenfor, som midt over for Dunderland gaard styrter sig fra sin underjordiske tunnel ut i en stor fos. Længer syd har Laskbækkens tilløp underjordiske løp etpar steder.

Av tilløpene fra vestsiden av Dunderlandsdalen gaar en lang række under jorden, saaledes regnet ovenifra Bjellaanes: Skillebæk paa flere steder og en bæk kort nordenfor denne; længer mot S Skrebækken og likeledes en litt nordenfor denne, videre bæk fra Spruttjern, som har et underjordisk løp av ca. 1600 m's længde. Endvidere bæk søndenfor Dunderlandshagen, fremdeles Strandjordelven og to av tilløpene til denne, længer sydvest Lilleaaga med flere tilløp

og ved Almlien det bekendte underjordiske løp av Eitraaga, der er 1,4 km. langt. Et sted paa strækningen over det underjordiske løp er der et hul i jorden, hvor man hører



Forf. fot.

Fig. 9. Eitraaens utløp efter det 1,4 km. lange underjordiske løp.

den underjordiske elvs brusen; der stiger altid op en kold luftstrøm, og det fortælles endog, at der skal kunne sætte sig av rim ved aapningen selv paa varme dager. Paa syd-siden av Bomfjeldet er der en række underjordiske løp mellem

Kvannevand og vestover til Tørbækmoen. Velkjendt er Ørtvandets underjordiske utløp, der er 5—600 m. langt, med kværnen som er bygget nede i fjeldet ved begyndelsen av tunnelen, og med utløpet, Polleren, i Stillevasaaga. Ialt er der paa strækningen fra Bjellaanes til Ørtvand kjendt 29 vandløp under jorden.

I NØ-lig retning for Ørtvandet gaar en bæk mellem Bomfjeld og Tveraafjeld til Kvannevand. Den har over en kortere strækning underjordisk løp.

Ved Vesterfjeld er der mægtige kalkstensdrag, og her rinder flere bækker under jorden lange strækninger, saaledes etpar i sydheldningen av Kuhaugfjeld. Vesteraaga løper vel 2 km. vest for Vesterfjeld et stykke under jorden. Der er ogsaa et overjordisk elveleie; men kun i flomtiden løper det vand der, ellers ligger det tørt. Længer ned i Vesteraaga, nærmere Vesterfjeld gaard, gaar elven paany under jorden og trær ut igjen i et stort, steilt flaag. Over mot Rødvasdalen forsvinder Krokbækken i jorden ved Grønli, kommer tilsyne inde i Grønligrotten, forsvinder saa igjen, og det er antagelig den, som kommer frem nede ved Rødvaselven kort syd for Stormoen.

Ved Asphaug paa den anden side av elven kommer der en bæk ut av fjeldet. Det er antagelig den, som rinder gjennem endel av Larshullet. Længer vest, 3—4 km. nord for Hammernesgrotten er der et langt underjordisk løp fra Ømmertjern til Ravnaaga. Ogsaa ellers i denne trakt er der kjendt flere saadanne bækkeløp, saaledes nær Svartisen fra Pikhaugene til Glaamdalen, et underjordisk løp, som ifølge MARSTRANDER er 4 km. langt. Syd for Langvandet er der et underjordisk løp fra Stortjern og 7—800 m. nordover mot Øijorden. Det er i det samme kalkstensdrag, hvor Ham-



mernesgrotten fins og i det underste lag av draget, likesom tilfældet ogsaa var med grotten, I trakten syd for Dunderlandsdalen er der fremdeles en række underjordiske vandløp f. eks. omkring Rundfjeld og Lasken. Litt søndenfor Lasken ligger Silbotnet som gjennomstrømmes av Silaaga; navnet har antagelig faat sin oprindelse derav, at vandet overalt forsvinder i jorden som i et sold. Fjeldet er mange steder næsten blottet



Fig. 10. Karakteristisk landskap fra Silbotnet. Forf. fot.  
Kalksten med Karrenfelder. Man ser langsmed kalkstensdragenes strøk.

for vegetation, og man ser saa typisk utviklede „Karrenfelder“, som kanskje ikke mange steder i vort land ellers. Her er paa gradavdelingskartet tegnet blot et eller to underjordiske løp; men i virkeligheten løper her næsten alt vand under jorden. Man ser nok flodrender og bækkefar; men de er tørre, og der rinder neppe vand i disse uten i flomtiden.

Øst for gaard Rabben rinder en bæk ned i Grønfjeld-aaga, og den har underjordisk løp nogen hundrede meter.

I Plurdalen er der en mængde underjordiske bækker og mindre elver. Av de mest bekjendte er det tilløb, som kommer fra syd og efter etpar underjordiske løp styrter sig fra fjeldet og like ut i en høi foss, Sprutfossen, og saa falder ut i Plura.

Pluras underjordiske løp er meget interessant. Elven gaar i jorden ca. 2,5 km. nedenfor utløpet av Kalvandet og trær først i dagen igjen 3,1 km. længer nord ved Jordbruen. Der er her, som saa ofte ellers, ogsaa en overjordisk flodrende, som forløper litt østenfor det underjordiske løp, men den er vanligvis tør, og selv ikke altid under vaarflommen rinder der vand gjennom den. Det underjordiske løp er markert ved en række vældige indstyrtinger av det overliggende kalkstensfjeld. „Troldkirken ligger ca. 2 km. syd for Jordbruen paa vestsiden av det uttørrede elveleie og har imponerende dimensioner. Den er en vældig halvrund hvælving, der vider sig ut nedad, mens fjeldet springer frem oventil og danner et kolossalt utoverhængende klippetak; nedenunder ligger en svær ur av nedstyrtede blokker og danner likesom en vold foran klippeportalen. Litt længer op efter elveleiet er der en lignende hvælving næsten like stor og likeledes dannet ved indstyrting.

Steinugleflaaget er en lignende dannelse, som ligger 11—1200 m. ret i syd for Jordbruen gaard. Den er omgit av fast fjeld paa alle kanter og er en vældig, næsten kraterformig fordykning i terrænget. Det høieste punkt av kanten ligger 103 m. over Jordbruen, og det dypeste punkt i indstyrtingen ligger 77—78 m. under kanten. Man hører intet spor av elvens brusen indunder; men det er dog sandsynelig, at den løper midt under dette sted, og at det er dens virk-

somhet, som har betinget dannelsen av Steinugleflaaget, Troldkirken og de øvrige lignende dannelser.

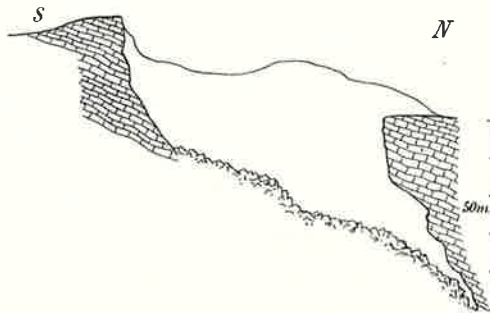


Fig. 11. Profil av Steinugleflaaget.

Av underjordiske bækkeløp ellers har man en hel del videre nedover dalen, saaledes fra øst bæk ned fra Jordbruen, bæk som kommer ned ved Skaret og en eller etpar i nærheten av Storsteinhaugen. Fra vest- og sydsiden kommer der ved Storbækmoen ned en bæk, som har underjordisk løp, endvidere ved Stilvasstranden likeledes en, som etpar steder gaar under jorden, likesaa to bækker længer vest mot Hulbæklien og forbi denne gaard rinder endnu en bæk, som flere steder forsvinder i jorden; kort vestenfor er det samme tilfældet med Storelven, og endnu litt længer i vest med to bækker kort syd for Lapvamoen.

### Summary.

In the district of Ranen in Northern Norway (about  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  North lat.) we have some of the most important layers of limestone and dolomitic limestone in all Norway. In surveying this district during the summer of 1913, the author had the opportunity to undertake some investigations of the caves and underground rivers, which in the surroundings of Dunderlandsdalen and Plurdalen occur in considerable numbers.

*Grønligrotten* (the situation shown on map p. 4) is probably the largest cave in Norway and has been known to people of science and some tourists for a long time; but on account of the somewhat isolated situation, the cave has not gained the attention of a larger public.

On pp. 5--11 the author gives a description of the cave. The outlet is situated only some hundred yards to the North of Grønli farm at a height of 236 m. above sea level at the contact between the great limestone layers at Grønli and the overlying mica shist strata dipping only to the North.

From this point we have channels running into the mountain in several directions, to the East and to the North. In the eastern one, runs a little river, disappearing for a while, then coming once more into the channel, this time into the

main channel, by "Fossen". At the end of "Bækkeslukten" the river disappears a second time.

From the part called "Storkirken", which may be regarded as a central part of the cave, a great number of channels extend in all directions, as "Klippetunnelen" towards the mountain surface not however reaching it as it is filled with boulders at the top; further "Nordvestgangen" extending NW, with some branches, one of which leads out to the surface, and forms the second outlet of the cave; and also other channels to "Kapellet", "Søilegangen", "Labyrinten" etc.

The last mentioned has a peculiar form, and quite astonishing is the great number of narrow, irregularly formed and mostly very short branches going out from the main channel in all directions.

Through the "Labyrint" we reach "Avgrunden", a great perpendicular sink hole in the cave more than 12 yards deep and at the bottom filled up with boulders. From the bottom a narrow channel, dipping to NW leads to a similar formation — Ny-Juvet, 8—10 yards deep; and by the further exploration of this part of the cave, the author reached the deepest point of all, 107 m. below the level of the outlet. These parts of the cave and also other parts of it in the surroundings of "Avgrunden" were on this occasion first explored.

The lengths of the various parts of the cave are summed up p. 11, and together give a length of ca. 1200 m., and with other, unmapped parts the total length of the cave will be at least 1500 m.

The map p. 14 shows the various deposits of the cave, the mere rock ground (fjeldbund) in some parts of it, the blocks of mica shists fallen from the roof in other parts, the

great masses of boulders and morain material filling up some of the channels near the mountain surface, as well as some more deeply situated parts of the cave, and finally the sand at the bottom in some other parts, as "Storkirken" etc. We must also note the great blocks of granite and of other rocks situated in several places in various parts of the cave, and these rocks are not represented in the rock ground of the cave or the surroundings of it, but were brought to the cave from other places.

On pp. 15—18 the opinions of the various geologists who have formerly explored the cave, O. A. CORNELIUSSEN and J. H. L. VOGT are mentioned, and also the opinion of R. MARSTRANDER, who has surveyed other similar caves in the district, is quoted.

The author is of the opinion that Grönligrotten can not have been formed in the way proposed by these surveyors, and he tries to show that the little river to day running through some parts of the cave can not have produced the great cave with all its branches. Other forces must have been acting and a couple of different phenomena make it very probable that the cave was formed during the last stage of the Ice-age, by water running from the great melting glacier which filled up the Rödvasdal to a height of at least 250—300 m. above the bottom of the valley. The dip of the channels from the mountain surface into the mountain, the great masses of sand and boulders in the deeper parts of the cave, the topographical features of the channels, especially the difference between the channels close to the mountain surface and the deeper ones, and also other peculiarities find in this way a natural explanation, and finally the morain material closing the channels near the surface still further

strengthens this opinion. All these facts being taken into consideration, we can picture to ourselves the whole process in the formation of the cave. The melting water from the glacier found its way through the ice to the hill side and ran off towards the valley between the hill and the glacier. When reaching the upper layers of limestone the opportunity was given to the water to escape through channels in this rock. Perhaps small channels already existed, but the greater part of them were undoubtedly formed gradually by the water running from the melting glacier. After a while, the quantities of water diminished, the glacier receded and left behind great masses of boulders and other morain material filling up and closing most of the channels, that once connected the deeper lying parts of the cave with the surface.

During the time, that has passed since the glacier receded up the Rödvasdal, the little river in Grönligrøtten has washed away all deposits in those parts of the cave, through which it flows and has at the same time given the channels a somewhat altered feature, due to both a chemical and physical action of the running water.

On pp. 21—23 is given a short review of the exploration of the cave.

Also some other caves in the district surveyed were visited and mapped by the author during the summer of 1913. On pp. 24—34, he gives a description also of these caves (the map is reproduced p. 25, the situation is shown by the map p. 4). Larshullet and Laphullet have according to the authors opinion been formed in a manner similar to that of Grönligrøtten; Bredekgrøtten however has been formed by a little brook running through the narrow valley just passing

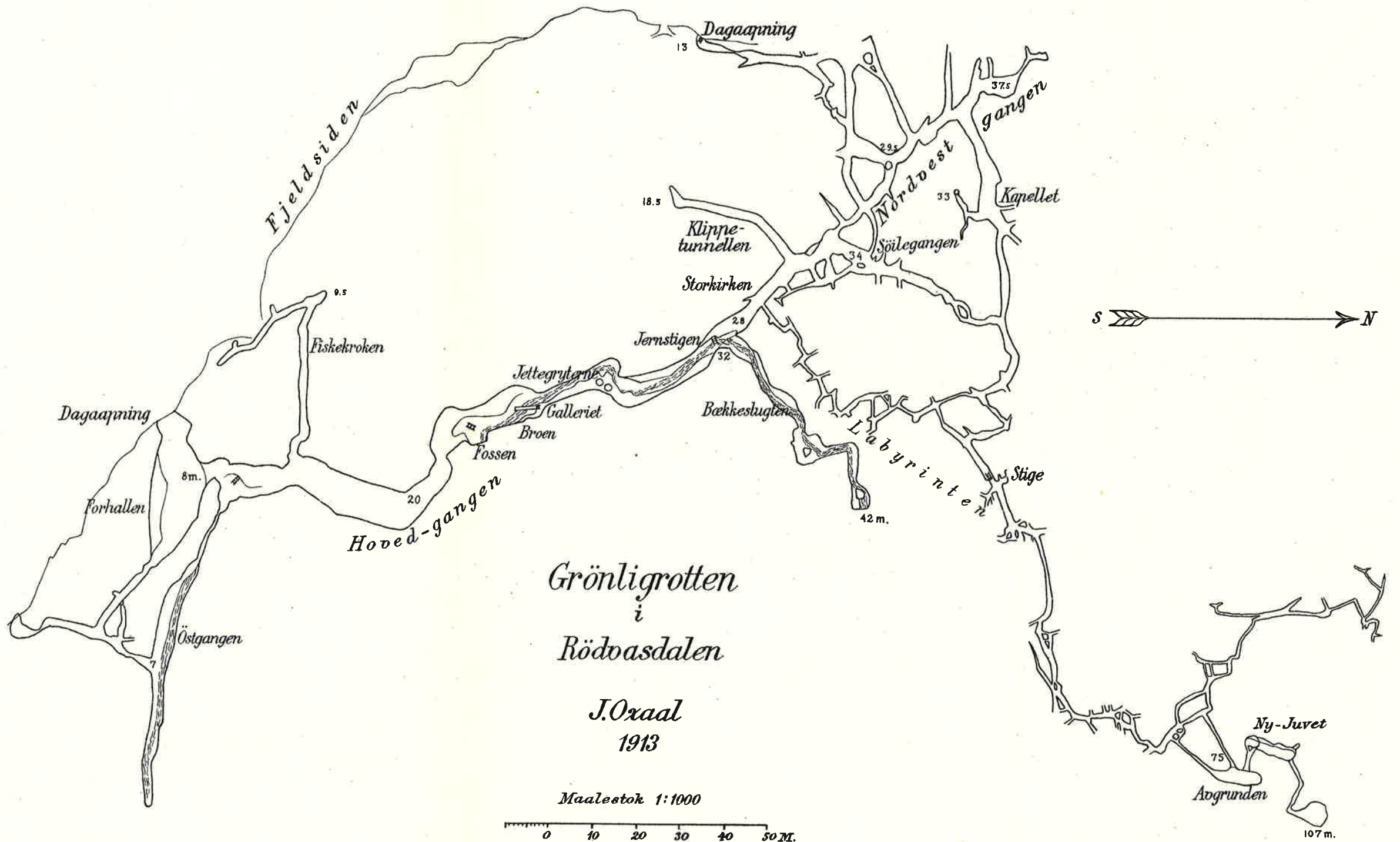
by a the upper outlet (øvre dagaapning) of the cave, which lies very near the level of the brook.

On pp. 28 f. the Risagrotten by Hammernes is spoken of. The author has not visited the cave himself, the description being taken from that of CORNELIUSSEN. It is very probable that the cave belongs to caves of the very same type as Grönligrøtten, the "Grönlitype". This represents a new type of caves and the main characteristics of the type are summed up on p. 34 f.

Other, small caves in this district are those of Olajonsaflaaget, Skjelmkaatehullet and a few others mentioned p. 33.

Underground rivers are of frequent occurrence in the district of Ranen. The author points out that this phenomenon is not of quite the same kind as most of the caves. Some of the most important in the district covered by the map p. 4 are described. Remarkable are the numerous underground water-courses between Bjellaanes and Ørtvand to a number of about 30; some of them have rather large dimensions for instance Eitraaen with its ca. 1400 m. underground course and the underground outlet of Ørtvand. In Silbotnet similar phenomena occur on a large scale. Most important is the underground watercourse of Plura, a large river running a distance of about 3,2 km. underground, the surface marked by great depressions above the underground watercourse. Such depressions, caused by the caving in of the surface, are "Troidkirken" and "Steinugleflaaget". (Profil p. 41.)

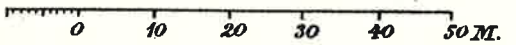




Grönliggrotten  
i  
Rödvasdalen

J. Oxaal  
1913

Maalestok 1:1000



**III.**

**KALKSTEN FRA NORDLAND**

AV

**J. REKSTAD**

MED ENGLISH SUMMARY

I den senere tid er forbruket av kalksten tiltat meget hos os, og det vil vokse end mere, eftersom flere og flere av vore vandfald utbygges. Allerede nu er en stor del av de bedre og mere bekvemt liggende kalkstensforekomster i den sydlige del av vort land tat i beslag. I det nordlige Norge har vi imidlertid kolossale masser av kalksten. Vistnok indeholder meget av den nordlandske kalksten magnesia i saa stor mængde, at den ikke kan brukes i flere industri-grener, saasom til fabrikation av cellulose og av karbid. Den fordom synes derfor at ha vundet indpas, at den gjen-nemgaaende skulde indeholde formeget magnesia til saadan anvendelse.

De som har skrevet om vore kalkstener, er kanskje ikke uten skyld heri. BUGGE siger saaledes<sup>1</sup>: „Nordlands kalkstene viser i almindelighed for høi magnesiagehalt til kemisk brug“. Og HOLTEDAHL stiller de nordlandske kalkstener i motsætning til Kristianiafeltets, idet han siger om dem: „Magnesia findes i motsætning til det nordlige Norges kalkstener i meget liten mængde, mest adskillig under 1 0/0 MgO“.

---

<sup>1</sup> C. BUGGE, Kalksten og marmor i Romsdals amt, N. G. U. aarb. f. 1905, IV, s. 6.

Under mine reiser har jeg tatt en del prøver av kalksten og marmor fra forskjellige dele av Nordland for at ha dem som belæg-materiale ved beskrivelsen av de geologiske karter. Da der nu var blitt saa sterk søkning efter kalksten, og den nordlandske var kommet i vanry for sin store magnesiagehalt, antok jeg det kunde være nyttig at late noget av dette kalkstens-materiale analysere. Paa henvendelse var hestyreren av den Geologiske Undersøkelse, dr. REUSCH, straks villig dertil. Analyserne blev utført av dr. HEIDENREICH, da den Geologiske Undersøkelse endnu ikke har faat eget laboratorium indrettet. Der blev utvalgt 8 prøver, 7 av kalkspatmarmor og 1 av dolomit, hvis magnesiagehalt blev antat høiere end analysen viste.

1. Kalkspatmarmor fra Søbergslisjøen, Tosen, Bindalen.

Det er en grovkorning hvit marmor, som tildels indeholder grafitkjæl. Det i saltsyre uopløste er kun ubetydelig og bestaar av grafit og spor av kvarts. Denne marmor optræder i betydelige masser og gjennemsættes av spredte granitganger.

2. Kalkspatmarmor fra Kobberdal, Løkta, Nesna prestegjeld.

Fra Kobberdal til forbi Sandaaker er der betydelige masser av grov-krystallinsk hvit marmor, som fører grafitkjæl og enkelte smaa svovlkiskkrystaller. Det er en prøve av denne marmor, tatt ved Kobberdal, som er analysert. Det i saltsyre uopløste er kun ubetydelig og bestaar av grafit, muskovitskjæl og kvarts.

3. Kalkspatmarmor fra Lundstøen, paa vestsiden av Dønna.

Paa sydsiden av bugten Lundstøen staar en mægtig grov-krystallinsk hvit marmor. Den indeholder en del grafit og enkelte smaa svovlkiskkrystaller. Det av prø-

ven i saltsyre uopløst er kun ubetydelig og bestaar av grafit, muskovit og kvarts.

4. Rød kalkspatmarmor fra Dverset i Saltdalens prestegjeld.

Denne marmor inneholder litt jernkarbonat. Det i saltsyre ikke oppløste bestaar væsentlig av kvarts og glimmer.

5. Graa krystallinsk kalksten fra Vaagsnes i Skjerstad prestegjeld.

Denne kalksten inneholder, som analysen viser, kun ubetydelig magnesia. Det i saltsyre uopløste, litt over 3,5 %, bestaar væsentlig av kvarts og muskovit.

6. Graablaa marmor fra Vik paa Hugla, Nesna prestegjeld.

Det i saltsyre ikke oppløste bestaar av kvarts, grafit- og muskovitskjæl.

7. Uren rustfarget dolomit fra Esjøen, Brønnøy prestegjeld.

Det i saltsyre uopløste utgjør næsten  $\frac{1}{3}$ , og kvarts er hoved-bestanddelen derav.

8. Graahvit kalkspatmarmor fra indre Kvandal i Skjerstad prestegjeld.

Det i saltsyre uopløste er kun rent ubetydelig og bestaar av muskovitskjæl.

Denne marmor benyttes til kalkbrænding; men som analysen viser, inneholder den over 6 % kulsur magnesia.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	Søbergli- sjøen	Kobber- dal	Lund- støen	Dverset	Vaagsnes	Vik	Esjøen	Kvandal
Kalk (CO) . . . . .	54,99	55,24	54,34	50,52	53,50	50,62	19,38	52,44
Magnesia (MgO) . . . . .	0,57	0,28	1,30	0,59	0,06	2,75	11,27	2,98
Jern og lerjord (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,22	0,31	0,33	1,08	0,47	0,40	8,03	0,09
Fosfor (P) . . . . .	0,001	0,004	0,002	0,002	0,002	0,04	0,002	0,002
Svovl (S) . . . . .	0,04	0,13	0,08	0,04	0,05	0,05	0,08	0,002
Uopløst . . . . .	0,38	0,54	0,31	7,63	3,69	3,34	32,18	0,10
Ca CO <sub>3</sub> . . . . .	98,12	98,57	96,96	90,14	95,46	90,39	34,58	93,57
Mg CO <sub>3</sub> . . . . .	1,14	0,58	2,71	1,23	0,13	5,75	23,56	6,23
Fe CO <sub>3</sub> . . . . .	0,32	0,04	0,34	1,50	0,64	0,48	4,64	0,19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	4,72	—
Fe S <sub>2</sub> . . . . .	—	0,29	0,15	0,07	0,09	0,12	0,15	0,004
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,002	0,009	0,004	0,004	0,004	0,09	0,004	0,004
S . . . . .	0,04	—	—	—	—	—	—	—
Uopløst . . . . .	0,38	0,54	0,31	7,63	3,69	3,34	32,28	0,10
Sum . . . . .	100,002	100,29	100,474	100,574	100,014	100,17	99,934	100,098

Fosfor forekommer i de analyserte prøver i kun ringe mængde. Det samme er tilfældet med svovl. Magnesia derimot optræder i saa stor mængde i 4 av de analyserte prøver, 3, 6, 7 og 8, at de vanskelig vil kunne anvendes til karbidfremstilling, medens 1, 2, 4 og 5 indeholder kulsur magnesia i saa ringe mængde, at de synes at egne sig godt dertil.

Den røde marmor fra Dverset (4) indeholder vistnok formeget uopløselig i saltsyre (hovedsagelig glimmer og kvarts) til at kunne anvendes. Tilbake blir da tre av prøverne (1,2 og 5), som har en saadan sammensætning, at de maa egne sig for cellulose- og karbidfremstilling.

Prøverne fra Søbergslisjøen og fra Kobbardal (1 og 2) er grovkornig kalkspatmarmor, saa det er at befrygte, at den vil smuldre noget op under brændingen til karbid.

I VOGTS arbeide over marmoren i Nordland<sup>1</sup> findes der en del analyser av kalkspatmarmor. Av disse synes følgende tre saa ren, at de maa kunne benyttes.

1. Hvit kalkspatmarmor fra Troviken, Velfjorden.
2. Citron-marmor fra bruddet litt søndenfor Løvgavlen, Fauske.
3. Rød kalkspatmarmor fra Leivset, Fauske.

---

<sup>1</sup> VOGT, Norsk marmor, s. 19.

	1 Troviken, Velfjord	2 Løvgavlen, Fauske	3 Leivset, Fauske
Kalk (CaO) . . . . .	55,59	53,29	53,10
Magnesia (MgO). . . . .	0,32	0,75	1,46
Jernoksydal (FeO) . . . . .	0,085	0,0542	0,16
Manganoksydal (MnO) . . . . .	0,0016	0,0063	0,10
Uopløst. . . . .	0,77	3,19	2,22
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	99,27	95,16	94,82
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	0,68	1,57	3,07
FeCO <sub>3</sub> . . . . .	0,137	0,087	0,26
MnCO <sub>3</sub> . . . . .	0,0026	0,010	0,16
Uopløst. . . . .	0,77	3,19	2,22
Sum . . . . .	100,86	100,02	100,53

Hr. R. M. B. SCHJØLBERG, Bodø, har velvilligen meddelt N. G. U. en analyse av kalksten fra Bodinhalvøen, ved Saltenfjord. Analysen er utført i SCHMELCKS kemiske laboratorium.

Kalksten fra Bodinhalvøen.

Kalk (CO) . . . . .	53,80
Magnesia (MgO) . . . . .	0,29
Jern og lerjord (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	2,70
Uopløst. . . . .	0,30
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	95,995
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	0,606
FeCO <sub>3</sub> . . . . .	1,022
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,000
Uopløst. . . . .	0,300
Sum . . . . .	99,814



Denne prøve indeholder altsaa kun 0,6 % kulsur magnesia. Fosforgehalten er hos de nordlandske kalkstener gennemgaaende meget liten. Hvis svovlgehalten hos prøven ikke er for stor og dens fysikalske beskaffenhet (kornstørrelse og fasthet) god, vil den være skikket for karbid- og cellulosefremstilling.

Blandt de masser av kalksten, som forekommer i Nordland, har man alle overganger fra kalkspatmarmor til ren dolomit. Denne sidste stenart har i senere tid fundet adskillig teknisk anvendelse. I Nordland har man paa en række steder mægtige lag av dolomit, som ligger nær sjøen og saaledes at de betinger en meget billig brytning.

---

## English Summary.

Some analyses of limestones from Northern Norway are given. They show that the percentage of carbonate of Magnesium ( $\text{MgCO}_3$ ) is small in several of these limestones. They may therefore be used in the industries of carbide and cellulose. The limestones of Northern Norway consist of varieties from almost pure carbonate of Calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) to dolomite ( $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ ). It was formerly a common belief that all the limestones of this region were too rich in carbonate of Magnesium for such uses, but that is not the case.

---

IV.

NOGEN BIDRAG TIL HITTERENS  
OG SMØLENS GEOLOGI

AV

**HANS REUSCH**

MED „ENGLISH SUMMARY“  
OG 3 PLANCHER

## Indledning.

**H**itteren og Smølen er gjengit paa det lille oversigtskart side 6. Hitteren er fremstillet paa 4 rektangelkarter: Frøien, Edø, Ørlandet, Terningen (dette er utkommet som geologisk kart). Den vestlige del av Smølen har man paa bladet Bratvær. Disse øer har været besøkt av KEILHAU, HAUAN, SCHEI og SCHETELIG. Enkelte bemerkninger kan man ogsaa finde hos andre, saaledes hos BEDEMAR og KJERULF. Om de ældre undersøkelser, hvorav fornemlig KEILHAUS maa fremhæves (Gæa. s. 446—451), kan eftersees i det nyeste arbeide: J. SCHETELIG „Hitteren og Smølen. Et bidrag til den norske fjeldkjedes geologi“. „Norsk Geologisk Tidsskrift“, bind II, nr. 10, s. 27, Kr.a 1913.

I dette arbeide kommer SCHETELIG, idet han støtter sig til SCHEIS og egne iagttagelser, til det resultat, at den stripe av konglomerat og sandsten som strækker sig langs øenes sydside, sandsynligvis er av mellemsilurisk alder, og at eruptivene (diorit m. m.) nærmest i nord derfor er yngre end de sedimentære bergarter.

I 1906 hadde jeg foretat en del undersøkelser paa Hitteren og Smølen og hadde da faat en ganske anden opfatning av forholdene, nemlig den at eruptivene er ældre end

konglomerat-sandstenrækken, og at denne mindet meget om Sulenøenes bergarter utenfor Sognefjorden. Denne opfatning av den geologiske bygning er kort fremsat i forfatterens „Norges Geologi“, Kr.a 1900 (N. G. U., nr. 50), s. 119. 1913 reiste jeg paany til Hitteren og Smølen, fornemlig for at se paa nogen av SCHETELIG nævnte steder. Jeg fik min opfatning bekræftet og fremholdt den i et møte i Norsk Geologisk Forening april 1914. Nu har hr. SCHETELIG atter været paa Smølen, og det glæder mig, at han er gaat over till den anskuelse jeg har fremholdt angaaenede konglomerat-sandstenrækkens forhold til bergartene i nord for den.

For korthets skyld vil vi betegne eruptivene som dioriten, og konglomerat-sandstensrækken som konglomeratet. Før vi tar fat paa det egentlige emne, vil vi imidlertid se litt paa slutningsavsnittet i SCHETELIGS arbeide. Han gir der et videre utsyn, idet han fremsætter den anskuelse, at Vestrandens fjeld, som man før har regnet til grundfjeld, er eftersiluriske „eruptivgneiser“ og andre eruptiver, omsluttende sedimentrester, altsammen yngre end mellemsilur. Jeg maa tilstaa, at SCHETELIGS, hvad fremstillingens form angaar, tiltalende arbeide, til en viss grad gjorde et nedslaaende indtryk. Det beror ikke saa meget derpaa, at jeg for min del av de grunde som han anfører, skulde ha tat feil hvad angaar forholdet mellem konglomeratet og dioriten; men ganske det motsatte av opmuntrende var det at, den norske geologi, som vi i mange aar har strævet med, ikke skulde være kommet videre, end at vi i en stor del av Norge ikke hadde visst hvad der var gammelt fjeld og hvad der var ungt fjeld, at altsaa hvad alle geologer har kaldt grundfjeld paa Romsdals-Trondhjems-kysten, ifølge en saa erfaren geolog som SCHETELIG ikke var det.

Et av hr. SCHETELIGS argumenter har efter nærværende forfatters mening svært liten beviskraft, nemlig sammenhængen med Nordland. Nyere undersøkere har rigtignok der kartlagt store omraader som granit yngre end Tromsø glimmerskifer-marmorgruppe. Men denne gruppe ligner ikke de sikre kambrisk-siluriske avleiringer, vi ellers kjender fra fjeldkjeden. Den er efter nærværende forfatters mening, som allerede antydnet i Norges Geologi side 123, rimeligvis prækambrisk og tilhører arkæisk tid. At ogsaa virkelig silur forekommer i fjeldkjeden i det nordlige Norge, er forresten høist rimelig. I det sydlige Norge er det, som vel kjendt, eftervist, blandt andet ved forekomsten av bundkonglomerater, at de kambrisk-siluriske formationer har grundfjeld som underlag, og har undersøkere ret i, at glimmerskifer-marmorgruppens bergarter, hvor de er mest studert, ikke har noget saadant underlag, taler ogsaa det imot, at de skulde være av samme alder som kambrium silur ellers i landet.

Naar man fra konglomeratet paa Hitterens sydkyst reiser over fjorden, som skiller øen fra fastlandet, har man bestemt indtryk av at komme, geologisk talt, til en rent anden verden. Konglomeratet har smukt avrundede rullesten og viser ingen presfænomener. Paa fastlandskysten dominerer gneisgranit av samme slags som er saa vel kjendt mangesteds fra sikkert grundfjeld i det sydlige Norge; den er, hvilken mening man end kan gjøre sig om dens dannelsesmaate, i hvert tilfælde en bergart, som paa en eller anden maate har været utsat for sterk presning og har været plastisk under denne.

Jeg har reist tvers over grundfjeldet fra Orkedalens nedre del (Orkedalens kirke), hvor grundfjeldet støter til Trond-

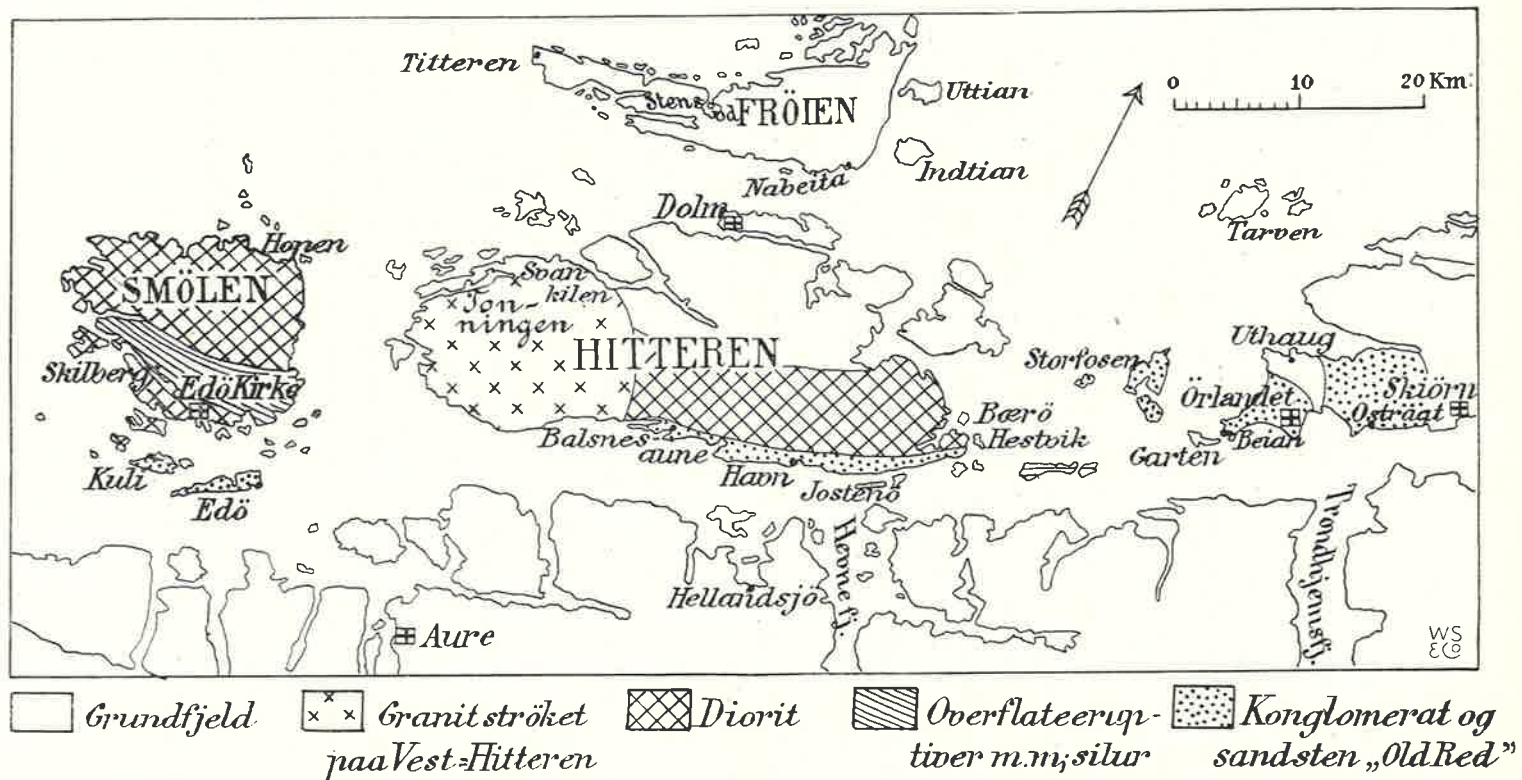


Fig. 1. Hitteren og omgivelser.

hjemsskiferne. Paa hele turen til Hevne fandt jeg ikke noget som kunde berettige til, hverken med SCHEDELIG at dele mellem yngre eruptiver og grundfjeld (hvad han gjør forsøksvis) eller til med TÖRNEBOHM at utsondre noget som Sevegruppen. Med det samme vil jeg nævne, at jeg for Søndre Søndmør, som jeg kjender fra før, heller ikke finder grund til at gjøre noget skille.

Hvorledes forholdet er mellem dioriten og det formodede grundfjeld paa den nordøstlige del av Hitteren, skal jeg ikke uttale mig om, før nøiere undersøkelser foreligger. For min del antar jeg indtil videre, at man ogsaa der har virkelig grundfjeld. Men, som sagt, forholdene bør mere studeres.

### **Konglomeratets geologiske alder.**

Som et hovedutbytte av mit besøk paa Hitteren 1913 regner jeg det, at det lykkedes mig at finde fossiler i en sort sandstenagtig skifer ved Balsnesaune paa Hitterens sydside. Dette sted er paa kartbladet „Edø“ betegnet som Hattevik og findes avmerket nær kartets østlige rand. Man har der et omtrent 1 km. langt profil gjennom konglomerat og sandsten saaledes som fremstillet paa fig. 5 a, side 14, det skal senere omtales nøiere. I en temmelig grovkornig, graa sandsten er der indleiret lag av finkornig, skifrig, sortagtig, næsten lerskiferagtig sandsten. Den er temmelig haard, gjennemsat av sprækker og spaltes ikke let. Fossilene er faa og slet opbevaret; de viser sig som glinsende hinder paa spalteflater. Det allermeste er ubestemte flekker, og jeg maatte søke timevis i 5 dage for at faa samlet det lille materiale jeg har; men tanken paa at der her maatte kunne



remskaffes et kjærkomment bidrag til vor fjeldkjedes geologi bragte mig til at holde ut. Professor J. KLÆR har velvillig gjennomgaat det indsamlede materiale. Som ventelig er kan det ikke interessere synderlig i palæontologisk henseende; men tilfredsstillende er det, at sedimentrækkens alder har kunnet fastslaaes til slutten av silurtiden. Konglomeratsandstenlagene paa Trondhjemsysten maa man altsaa efter deres geologiske optræden regne sammen med Bergenskystens konglomerat-sandstenfelter, i hvilke man som bekjendt temmelig høit oppe har fundet devoniske plantelevninger. De og det ved GOLDSCHMIDTS fund bestemte devonfelt ved Røragen repræsenterer Skandinavians „Old Red“; denne begynder altsaa her hos os allerede før silurtidens utgang. Bjergkjeden med kambrisk-siluriske lag var foldet og denudert forut. Efter devontiden blev den underkastet forstyrrelser paany; langs nordranden av det store Hornelenfelt ser vi nemlig, at devonen er reist op, saa lagene staar tilnærmelsesvis lodret; den lange stripe langs Hitterens sydside har steile lagstillinger; ogsaa i det indsunkne Feragenfelt staar lagene skraat.

Professor KLÆR har tilskrevet mig følgende:

„Dr. HANS REUSCH har overgitt mig til bestemmelse en samling fossiler fra Balsnesaune paa Hitteren, indsamlet august 1913.

Paa de fleste av stykkerne sees fossiler eller fossil-lignende avtryk; men næsten alle er desværre av en yderst tvilsom natur og tillater ikke nogen sikker bestemmelse.

Endel ser ut som større eller mindre glindsende flækker, men er av saa variabel form, at der efter al sandsynlighet ikke er tale om nogen organisk oprindelse.

Andre minder om fortrykte planterester; formen er imidlertid for lite konstant, og opbevaringen for daarlig til en sikker bestemmelse.

Atter andre har en vis likhet med kropsled av merostomer, men er saa usikre og fragmentære, at man staar tvilende og usikker.

Tilbake blir bare et mindre antal stykker, som virkelig kan bestemmes som sikre fossiler.

Det er fragmenter av den eiendommelige form, som SALTER i 1856 har beskrevet fra Skotland under navn av *Dictyocaris*<sup>1</sup>. SALTER ansaa den som resten av en kjæmpemæssig phyllocarid krebs; men man vet i virkeligheten ikke med sikkerhet, hvad slags dyr fossilet er. De faa fragmenter fra Balsnesaune (et er avbildet paa planche 1, fig. 1) gir ingen anledning til at gaa nærmere ind paa dette spørsmaal. Bestemmelsen kan imidlertid gjøres med fuld sikkerhet og gir derved vigtige holdepunkter for lagrækkens alder.

*Dictyocaris* forekommer i Skotland ganske almindelig i visse eiendommelige facies av Ludlow og Downtonian, hvor den hører til de mest karakteristiske former. Dog maa nævnes, at den ogsaa skal være fundet i ældre lag<sup>2</sup>.

For et par aar siden blev *Dictyocaris* fundet av mig i store mængder i den nedre del av den downtoniske sandsten paa Ringerike<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Geolog. Mag. 1856.

<sup>2</sup> Silurian rocks of Britain. I, Scotland. Mem. of the Geol. Survey, 1899. — R. CAMPBELL. The Geology of S. E. Kincardineshire. Transact. of the Royal Soc. of Edinb. 1913.

<sup>3</sup> J. KLÆR, A new downtonian fauna, Vid. Selsk. Skrifter 1911.

Dette fossil findes gjerne, som flate, mere eller mindre uregelmæssige fragmenter med en karakteristisk netskulptur. Der er beskrevet et par former. Fossilerne fra Balsnesaune stemmer ganske overens med Dictyocarisformen paa Ringesrike og et eksemplar fra downtonian i Ayrshire, Skotland, som jeg har faaet til sammenligning fra Edinburg og er bestemt som Dictyocaris Slineoni, Salt. Samme art skal dog ogsaa være fundet i skotsk ludlow.

Alt taler saaledes for, at konglomerat-sandstensrækken paa Hitteren tilhører den alleryngste del av silur (ludlow eller downtonian). Efter den petrografiske utvikling at dømme skulde jeg tro, at den helst bør ansees at være av downtonisk alder.

Dictyocarisrester optrær gjerne sammen med eiendommelige merostomer, phyllopoder og fiske. Dette taler til gunst for, at enkelte av de merostomlignende fragmenter, som er fundet paa Hitteren, virkelig er rester av saadanne former. Dog maa nævnes, at paa flere av disse kom med flussyreætsning efter professor V. M. GOLDSCHMIDTS metode dictyocaris-skulptur frem. En mere indgaaende fossilindsamling paa Hitteren kan sandsynligvis føre til sikrere og interessantere resultater,“

---

## Forholdene ved Balsnesaune.

### *Dioritens forhold til konglomeratet.*

Vi skal nu gaa over til at behandle dioritens forhold til konglomeratet og vil se paa et par steder, hvor man har udmerket anledning at studere grænseforholdene. Konglomeratet paa Hitterens sydside naar saa langt vest som til mundingen av Aune-elven ved det netop omtalte *Balsnesaune*.

SCHETELIG nævner herfra en „grænsebreccie med brudstykker av konglomerat og sandsten i dioriten“ (s. 13). Jeg fandt, at forholdet mellem de to bergarter var et ganske andet, nemlig at det sedvanlige konglomerat underst, hvor det grænser mot dioriten, gaar over til et bundkonglomerat av dioritiske brudstykker.

Der er en forkastningslinje mellem Aune-elven og hovedgaardens hus, saaledes som skissemæssig fremstillet paa fig. 2. Terrænget paa den vestre side er indsunket, og derved er bundkonglomeratet ved kaarhuset kommet til at staa saa nær sjøen, at man kan studere det i nøkne strandklipper. Dioriten, som er småkornig, skilles ikke fra konglomeratet med nogen retlinjet grænse; men dioriten

opløser sig i retning av konglomeratet i store og temmelig kantede blokker, og først i nogen afstand fra grænsen viser konglomerat sig bestaaende av mere eller mindre godt

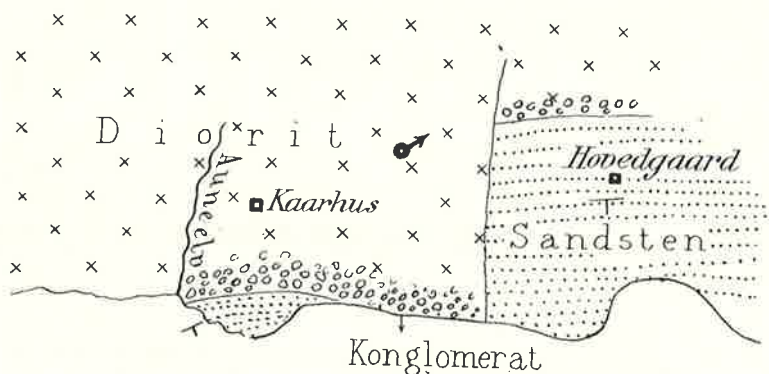


Fig. 2. Kartskisse fra Balsnesaune.

tilrundede dioritstener; samtidig indfinder sig ogsaa enkelte stener av granit. Den skematiske tegning fig. 3 viser forholdet. Bindemidlet i bundkonglomeratet er en grusagtig

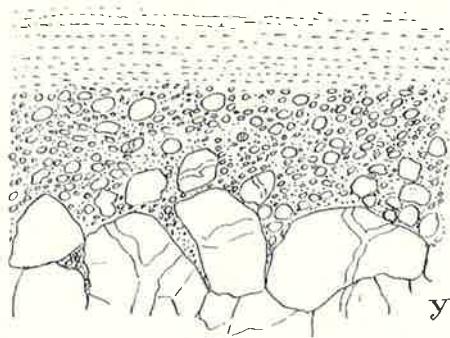


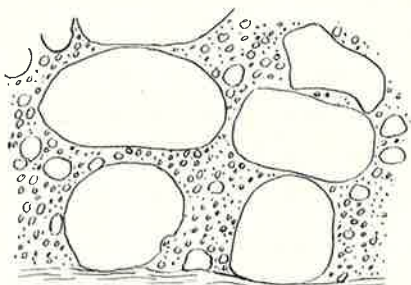
Fig. 3. Konglomeratets forhold til dioriten ved Balsnesaune, skematisk fremstillet.

sandsten, hvori man ofte ser smaa granitbeter. Det mere smaa-stenede konglomerat, som udfylder mellemrum mellem de undre større og kantede dioritblokker, kan, naar man ikke ser nøiere til, maaske i delvis bedækkede og vildledende snit gi indtryk av at være brudstykker av konglomerat i dioriten (altsaa hvad SCHEDELIG tror at ha set).

Planche I viser et fotografi fra bundkonglomeratet, fig. 4 er en tegning av en 2 m. høi klippevæg; de store stener bestaar av underlagets diorit.

Bergarten i bundkonglomeratets stener og i det dioritiske underlag er ganske den samme. Hos begge sees gjenemsættende (granitiske) aarer. Bundkonglomeratet, som har en mægtighet paa 20—30 m., viser ingen lagning. Dets underste, av kantede brudstykker bestaaende del minder adskillig om den breccie som er avbildet fra Hornelens felt i *Nyt Mag. f. Naturv.* B. 26. 1881, s. 129.

Over bundkonglomeratet følger graa sandsten med underordnede lag av konglomerat. Det man ser av denne lagrække, kan anslaaes til at ha en mægtighet paa 500 m. eller saa omtrent. Sandstenen er mest grovkornet, undertiden saa grovkornet, at den maa betegnes som grusagtig og overgaaende i konglomerat. Største-



X.

Fig. 4. Bundkonglomeratet.  
Balsnesaune paa Hitteren.

parten av stenene i konglomeratet høiere end bundkonglomeratet er ved Balsnesaune granitiske, og typiske stener av diorit er deri sjeldne. I den graa sandsten nærmest bundkonglomeratet er der nogen uregelmæssige lagagtige partier av en rød finkornig sandsten, som tildels nærmer sig til rød lerskifer. Forresten forekommer der i den graa sandsten i hele dens mægtighet underordnede lagpakker av en finkornet og finlaget mørk graa skifrig sandsten overgaaende i sortagtig tykskifrig lerskifer. Det er fra den man har de om-

talte fossiler. Lagpakkerne av disse meget mørke bergartsvarieteter kan ha en tykkelse av mindre end en halv meter, men kan ogsaa være paa adskillige meter. Hvor de forekommer, er det let at bestemme lagstillingen; den holder gjennemgaaende omkring  $50^\circ$  mot S og SSO (undtagelsesvis mot SO). Paa en av de ytterste smaa øer ved Balsnesaune avviger dog lagstillingen fra den sedvanlige, idet den der sees at ligge omtrent vandret. Den grove graa sandsten sammesteds har saaledes som sees paa tegningen fig. 6 uregelmæssige grænseflater mot den finkornige sortagtige varietet, som den forekommer veksellet med. Ogsaa billedet pl. II,1 er sammesteds fra. Efter saaledes som undersiden av det øvre sandstenslag tegner sig, kunde man, hvis man ikke visste bedre, tro, at man hadde for sig en eruptiv. En anden særegenhet er, at den graa sandsten nu og da indeholder uregelmæssige smaaklumper av den sortagtige, finkornige, leragtige sandsten, fig. 7.



Fig. 5. Et skissemæssig, vel  $\frac{1}{2}$  km. langt profil ved Balsnesaune paa Hitterens sydside.

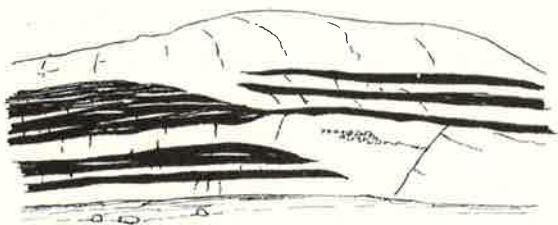


Fig. 6. En 7 m. høi klippevæg paa Kjeøen ved Balsnesaune. Det sorte er finkornet, tynd laget skifrig, sortagtig sandsten. Det er den samme som i naboskapet indeholder fossiler. Det lyse paa tegningen er grov graa sandsten.

En del andre iagttagelser over Hitterens konglomerat skal meddeles i det følgende under afsnittet „Notiser“.

Her vil jeg imidlertid ta med et par bemærkninger om nogen *smaaklumper i syd for Hitteren*. De burde paa det geologiske kart „Terningen“ ikke været avlagt med konglomeratets farve, men de bør, saavidt jeg har set, henføres til konglomeratets underlag; de er rimeligvis av silurisk alder, likesom den bergartække der om litt skal omtales fra Smø lens sydlige del.

Jeg har undersøkt Jostenøens sydkyst. Man har der for sig bergarter, som er blit skifrige ved pres. Den vigtigste er en tykskifrig, grønlig bergart med skifrihet faldende steilt mot NNW. Bergarten indeholder i rikelig mængde en bestanddel, som ser kloritisk ut, og som dækker skifrihetsflaterne naar den spaltes op. Paa forvitret tverbrud ser man, at bergarten for en væsentlig del bestaar av feldspatkorn paa 1—2 mm. Kvarts forekommer i ganske smale aarer parallelt med skifriheten, men sees ikke, i det mindste ikke med blotte øine, som egentlig bestanddel i bergarten. (KEILHAU omtaler fra Leksen som ligger mot NO i strøketningen, en grov, tildels gneisagtig, i det hele kloritisk skifer. „Gæa“. S. 448.)

Presset kvartsporfyrr oprær deri som linser og lagformige masser, tildels ogsaa i uregelmæssige ganger. Ved øens vestende er der saaledes en noksaa betydelig 40—50 m. bred



Fig. 7. Denne tegning, i 1/2 nat. størrelse, er fra Kjøøen. Den fremstiller smaa klumper av meget finkornig, sortagtig, næsten leragtig sandsten forekommende i graa sandsten.



lagformet skifrig masse derav; feldspatkrystaller blinker der frem i en tæt, lys, grønlig grundmasse. Fra en mindre

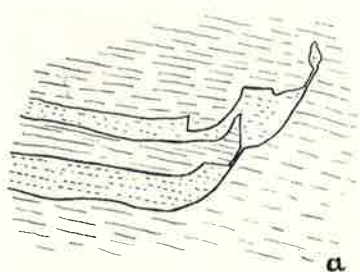


Fig. 8. Ganger av presset kvartsporfyr i skifer. Jostenøen.

forekomst nær gaardens hus er fig. 8. Kwartsporfyreren paa dette sted er lys, rødlig, helleflintagtig og har skifrihet (antydnet ved brutte linjer), som gaar parallelt med den omgivende skifrihet. Mægtigheten av gangene er optil 80 cm.

Ved vestranden av kartet „Terningen“ læser man navnet „Kalvhaugtenna“. Grænsen mellem diorit og konglomerat

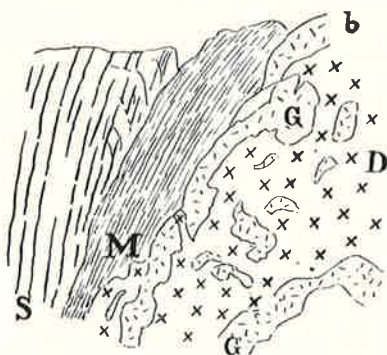


Fig. 9. En 6 m. høi klippe, hvori man ser en forkastning paa grænsen mellem sandsten og diorit.

S er sandsten i steile lag; M er en tæt, grønlig bergart, antagelig en gnugbergart, mylonit.

D er diorit (betegnet med kors), som indeholder aarer og klumper av en lys, rødliggraa, glimmerfri, smaa-kornig, granitisk bergart (G).

er her av en anden slags end den ved Balsnesaunes bundkonglomerat. Stranden bestaar i en længde, som ikke er nøiere bestemt, men kanske er 1 km., av diorit, der paa dette sted ved en forkastning skilles fra sandsten i nord derfor. Høstaaende tegning viser hvorledes forkastningen trær frem vestligst i en derværende strandklippe.

Dioriten fremviser forskjellige varieteter; navnlig lægger man merke til en avændring, som er middels-

kornig og indeholder brudstykker som er finkornige. Henimot forkastningsflaten (myloniten) og begyndende saa omtrent 5 m. fra den faar dioriten et mindre typisk urent utseende og ser ut til at bli kloritrik.

Gaar vi over til *Smølen*s omraade, vil vi først opholde os litt ved det kompleks av bergarter, der av SCHEDELIG paa hans skissekart er betegnet som dioritbreccie, og som danner et belte strækkende sig over den sydlige del av Smølen fra NV mot SO. Hvad man efter nærværende forfatters mening her har, er *dageruptiver og sedimenter* tillsammans av lignende karakter og alder som de bergarter man kjender fra det Trondhjemske, f. eks. fra Meldalen, og fra det Bergenske, f. eks. fra den midtre del av Stordø og Bømmelø. Vi maa nærmest anta at ha for os skallet av det vulkanstrøk, som dioriten er kjernen i. Skal de indviklede forhold her utredes i enkelthetene, trænges der god tid, og man maa arbeide med et kart i betydelig større maalestok end det man har i rektangelkartet. Et sted hvor jeg mente at bergarten var en tuf, laa omtrent 1½ km. ret i nord for Edø kirke. Man gaar dertil over diorit; saa træffer man tuffen, en bergart som i bruddet er tæt graalig grøn, men paa forvitret overflate viser en sandstenagtig brudstykkestruktur. Op av overflaten stikker frem nøttstore, rullestenagtige stykker av kvarts og av rød jaspis, ogsaa et porfyritbrudstykke blev bemerket. Der saaes ingen lagning. En god porfyrit forekommer sammesteds; antagelig er det en frembrutt, masse som kan maale 15—20 m. tversover.

I nordvest for Edø kirke paa garden Skilberg er der forekomst av *krystallinsk kalk*, som SCHEDELIG, og det sandsynligvis med rette, henfører til silur; men hvad han i sit arbeide ikke har hat ret i, er at slaa den sammen med

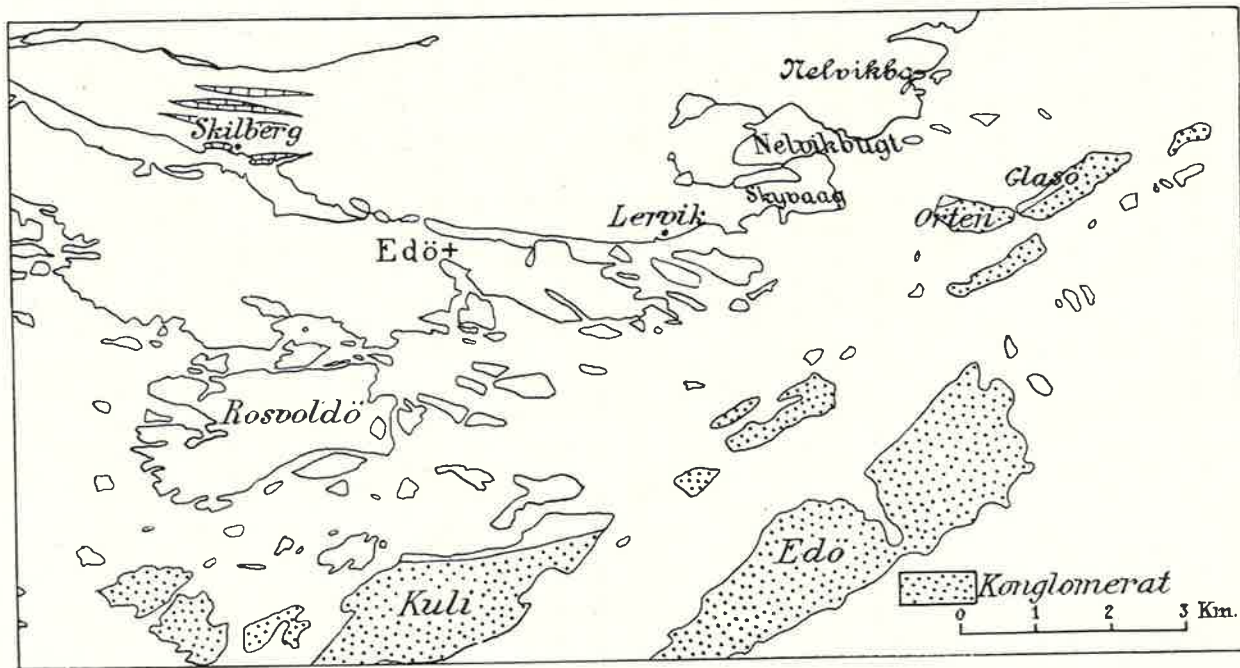


Fig. 10. Øene ved Smølsens sydende.

konglomeratformationen. Følger man landeveien fra Edø kirke mot NV, gaar man først over et aldeles øde smaa- kuperet landskap, hvor bergarten er diorit; saa træffer man (utenfor gjærdet om Skilbergs bømark) en forekomst av lys graa krystallinsk kalksten, som maaler omtrent 150 m. i længde og 50 m. i bredde og som i noget lignende utstrækning fortsætter indenfor nævnte gjærde. Selve dette gjærde tiltrækker sig geologens opmerksomhet; det er nemlig bygget av kalkstenstykker, og i disse er der god anledning at se bergartens forvitrede overflate, som fremviser en hel del hvite fossilgjennemsnit paa graa grund. Jeg holdt dem for at være siluriske, men utelater beskrivelsen av dem, da dr. HOLTEDAHL i 1914 efter at denne avhandling var utarbeidet har besøkt stedet og fundet et rikeligere materiale som han beskriver i en følgende avhandling. Efter den foreløbige undersøkelse han har utført, finder han, at man har for sig en fauna fra den øvre del av undersilur.

At kalkstenen har været i plastisk tilstand, sees ikke alene av fossilenes utseende, men fremgaar ogsaa derav, at plateformede silikatmasser som forekommer i kalken, er sterkt foldet. Noget tydelig lagningsrække kunde ikke bestemmes. Fortsætter man vestover, træffer man blottet mellem de to østligste Skilberggaarde paa en strækning av saa omtrent 100 m. en ganske hvit marmoragtig kalksten; i den er der gangagtige partier av en tæt hornstenagtig utseende bergart som har aldeles skarpe, men uregelmæssig bugtede konturer mot marmoret. Kalkstensforekomsten paa Skilberg har antagelig praktisk betydning, saaledes som omtalt i Tekn. Ukebl. 1913, s. 414. En vanskelighet for dens tilgodegjørelse er, at indløpet til Skilbergfjorden er saa grundt med fast fjeld i bunden, at større fartøier ikke kan komme derind.

Vandrer man fra den østlige del av Skilberg, 1 km. eller saa, nordover i utmarken, passerer man flere leier av kry-stallinsk kalksten (maaske saa mange som 10 av dem er over 10 m. brede; bredden kan gaa op til 200 m.). Flere steder sees, at kalkstenens lagbygning er tydelig fremhævet ved forekomsten av silikatrike lag, som gjennemgaaende staar steilt og stryker NO—SV. Lagene er ofte sirlig smaa-foldet. De finkornede til tætte, graaligrønne bergarter som kalken forekommer sammen med, er ikke lette at bestemme. Ved et tidligere besøk i 1905 holdt jeg dem for tuffer med utflytte eruptiver og leieformige ganger. Da jeg var paa stedet 1913, forekom det mig, at endel saa ut som kalk-silikathornfelter. Der optrær endvidere en mængde rette eller noget bugtede, finkornige, basiske ganger paa tvers av lagningen,  $\frac{1}{2}$  m., 1 m. og mere mægtige. Man lægger især merke til dem hvor de overskjærer kalken; de er der utmodelerte ved forvitringen og staar frem over kalken. Under-tiden er de saa talrike, at kalkstenlagene bare viser sig som pletter liggende paa rad i de andre bergarter. Forfatteren har tænkt sig muligheten av, at kalken oprindelig kunde ha været en koralrevdannelse paa en vulkans sider, forekomsten er nemlig saa paafaldende isolert; nogen større vegt skal der dog ikke lægges paa denne antagelse. I nord for kalk-draget ligger Smø lens gamle gruber (magnetkis, kobberkis, magnetjern); der har været meget tale om dem i sin tid, men de er ubetydelige.

„Flak av konglomerat i dioriten“. En lokalitet som SCHETELIG specielt har fæstet sig ved, omtaler han saaledes: „Særlig vil jeg fremhæve et stort flak av konglomerat i diorit mellem Lervik og Skyvaag (paa Smø lens sydøstside). Konglomeratet, der er det samme som konglomeratet paa Edø

er brutt op i større og mindre brudstykker, som er sammenkittet med dioritporfyrir“. Efterat hr. SCHETELIG har opgit sin mening om konglomeratets alder, har det bevis han henter fra dette sted, mindre interesse; men jeg vil allikevel omtale det, da det nu engang er behandlet i litteraturen.

Mellem de nævnte to gaarder er den dominerende bergart granitisk av utseende, den er finkornig og fattig paa mørke mineraler; desuten forekommer tætte, lysegraa haarde bergartvarieteteter, der ser ut til at være sure porfyrer. Ved landeveien omtrent  $\frac{1}{2}$  km. i øst for det østligste hus paa Lervik træffer man SCHETELIGS konglomerat. Efter meddelerens mening er det meget forskjellig fra Edokonglomeratet. Bergarten er vanskelig at karakterisere, og det er heller ikke let at faa et

skikkelig haandstykke av den til nøiere studering; den forekommer nemlig i flatagtige, tilrundede og sterkt forvitrede knauser. Nærmest har jeg villet betegne den som et forandret kvartsporfyrisk agglomerat. Fig. 11, der er tegnet efter forvitret overflate, viser et kvadrat med 70 cm. sidelængde.

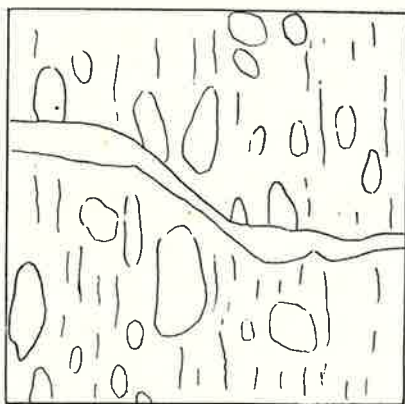


Fig. 11. Konglomeratagtig bergart. Smølen. Kvadratets sidelængde er 70 cm.

Knollene som er blit fremstikkende paa grund av forvitringen, er haarde, graa, tætte og av et horntensagtig utseende. Den øvrige masse er ogsaa oftest haard, graa og tæt; flækkevis er den grønligfarvet av epidot; den har en utydelig plan-

parallelstruktur. Den gjennemsættende lille gang er en tæt basisk bergart.

Partiene av dette agglomerat er iagttat baade N og S for den herværende vei, paa sydsiden indtil i en avstand av 50 til 70 meter; der var den indleiret i de uregelmæssige sandstenagtige partier. Disse viste paa forvitret overflate en sirlig lagning staaende steilt og strykende mot NNO; i brud var de tætte, massive, mørkegraa; bredden kunde være op- til 4—5 m.

Paa nordsiden av veien saa jeg efter, om agglomeratet kunde siges som SCHETELIG angir at forekomme i diorit. Nærmest omkring det blev kun set tætte, haarde, graa bergartvarieteteter (kvartsporfyrtuf?), og kun mot NO, i en avstand paa omtrent 30 m., var der en bergart som maaske var diorit.

### *Konglomeratets underlag paa Glasø.*

I østlig retning fra Edø kirke paa Smølen ligger øene Orten og Glasø. Glasø har en brat skraaning mot NV. Langs sjøen ved foten av denne skraaning er det over-siluriske konglomerats underlag godt blottet. Dette underlag er her ikke massiv diorit, men danner en fortsættelse av den stripe overflateeruptiver og ledsagende bergarter som vi netop har hørt om fra Smølen. Hvad man har for sig, er mest finkornede til tætte, grønliggraa bergarter. I nogen tilfælder indeholder de porfyrisk indsprenget smaa feldspatkrystaller og blir da at betegne som porfyrit. (En ældre iagt-tager, LANGBERG, har allerede set denne porfyr. „Gæa« s. 450). Paa andre steder viser bergarten lagning (som

helder til forskjellig kant endog paa nærliggende steder) og blir nærmest at betegne som porfyrittuf. Dette konglomeratets underlag lar sig følge saa langt mot NO som til et punkt i vest for den med tallet 40 paa rektangelkartet merkede høide. Der var paa dette sted i det en brudstykkebergart, en kloritskifer opfyldt med omkring valnøttstore knoller av en tæt, hvit, kvartsitagtig utseende bergart (kvartsporfyrr?); skifriheten holder vestlig. Netop paa dette sted er der ved grænsen mellem underlaget og konglomeratet en lodret N—S-gaaende bergvæg, der er saa jevn, at man nærmest maa holde den for en forkastningsflate. Gaar man imidlertid litt mot SV, faar man se en oprindelig grænseflate mellem konglomeratet og underlaget. Denne grænseflate er blit reist op, ja man maa anta, at den er veltet over, ti man ser i konglomeratet nær grænsen et omtrent 1 m. mægtig lag av rødlig sandsten faldende  $55^\circ$  mot NNW. Med det samme kan bemerkes, at lagningen av konglomeratet ogsaa ellers paa Glasø, saaledes som den fremtrær naar man paa nogen avstand ser paa fjeldet i det store, er faldende NNW. Terrængets bølgeformer følger strøkretningen, og markene mellem de opragende klippestykker er alle langstrakte. Den nævnte grænseflate er meget ujevn og tegner sig som følge derav paa den bratte klippeskrænt med konturer av en forvirrende uregelmæssighet. Skillet mellem underlag og konglomerat er aldeles skarpt, og der er her ingen forvittringsbræccie som ved Balsnesaune. Like ved grænsen er der i konglomeratet vel avrundede rullestener, og flere steder paa de av brændingen renvaskede klipper har det et saa karakteristisk utseende som noget ungt konglomerat kan ha; rullestenene staar frem og ser næsten ut som om de laa løse og



var fra idag. Man har for sig en ganske anderledes typisk bergart end underlagets utydelige agglomerater.

Stenene i konglomeratet er av meget vekslende størrelse; man har dem fra ganske smaa til saa store, at de

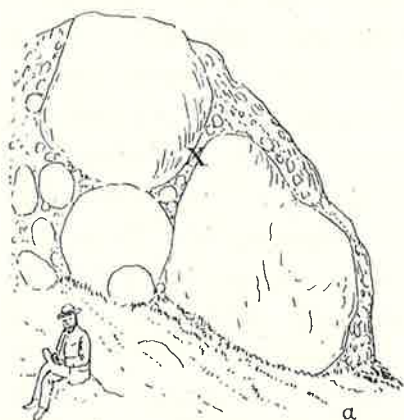


Fig. 12. Store blokker av diorit i konglomeratet paa Glasø.

maaler adskillige meter i gjennemsnit. Hovedmængden av dem bestaar av diorit, en del av porfyr, nogen faa av granit; endvidere er der adskillige av ubestemte finkornede grønne bergarter; en enkelt kalksten saaes ogsaa.

Naboøen Ortenø har mot syd steile skrænter med pragtfuldt konglomerat. Flesteparten av stenene deri bestod av diorit;

næst i mængde var porfyrer; andre bergarter ser man svært litet til. Der gaar antagelig en forrykning mellem denne ø og Glasø; det er nemlig paa Ortenø bare nordvestspidsen, som bestaar av konglomeratets underlag; man ser der lignende eruptivbergarter som paa Glasø. Et sted (som ikke er let at se fra sjøen) var der et brudstykkeartet parti av tynd, tildels tyndskifrig lerskifer. Det var omtrent 7 m. langt og 5 m. bredt; porfyrer saaes like indved det. Man bør her søke efter fossiler.

„Ganger av diorit i konglomeratet“.

Øen Kuli i syd for Edø kirke har middelskornig diorit langs sin nordside. Den umiddelbare grænse til konglomeratet er ikke blotlagt; paa øens nordøstende, hvor jeg nøiere har set paa forholdene, er der en omkring 40 m. bred strimmel utmark mellem de to bergarter. Syd for den træffer man først et par meter av et smaastenet konglomerat med indleiret sandsten; her er tydelig lagning heldende steilt mot NV (næsten lodret). Saa følger paa resten av øen storstenet konglomerat. I dette er der en hel del større stener av diorit ganske av samme slags som den der paa dette sted danner konglomeratets underlag. Endvidere bemerker man finkornige og smaakornige bergarter, om hvilke man kanske bør uttrykke sig mere ubestemt saaledes, at de er av dioritisk karakter; endvidere middelskornige bergarter som dels er at bestemme som granit, dels som kvartsførende diorit.

SCHEI har ifølge SCHETELIG (s. 13) iagttat intrusive lagerganger av dioritiske bergarter i konglomeratet paa øene Orten, Glasø og Kuli. Nærværende forf. besøkte øene i den specielle hensigt at se efter saadanne ganger, men har ingensomhelst spor derav fundet. Paa Kuli ensteds, omtrent 400 m. i NO for gaardens hus, saa jeg forhold som kanske kan forklare hvorledes SCHEI er kommet ind paa forestillingen om lagerganger. Der var flat mark, og op av den stak underlaget i smaa knauser paa  $\frac{1}{2}$  meters høide eller saa. Der var mange store, vanskelig forvitrende dioritblokker i konglomeratet; de kunde ha en længde paa 2 m. og syntes fortrinsvis at ligge med sine flatsider parallelt den steilt-



Fig. 12. Store stener av et konglomerat, opstikkende av marken paa øen Kuli.

staaende lagning. Naar en rad saadanne dioritblokker stikker op av marken, kan en iagttager, som ikke ser sig kritisk nok for, ledes ind paa den tanke, at han har for sig en gang. De to største blokker, der er avbildet s. 24, kunde ogsaa gjøre indtryk av at tilhøre en gang. Konglomeratet mellem dem ved x var, da jeg var paa stedet, dækket av jord, og først naar den skraptes bort, blev det klart, at man ikke hadde for sig en langstrakt dioritmasse, men to adskilte svære blokker.

### Veksellagning av konglomerat og sandsten paa øen Edø.

Sætter man fra Kuli over til øen Edø, som helt og holdent bestaar av sandsten og konglomerat, er man kommet længere bort fra dettes underlag. Faldet er  $70^\circ$ , tildels ogsaa mere, mot SSO. Stenene i det bestaar av rødlig granit og syenit, forskjellige porfyre, mest antagelig kvartsporfyr, grønne, fin-kornige, vanskelig bestem-bare bergarter, endvidere sandstener og tuffer samt enkelte stener av kvartsit.

- ⊗ Rødlige graniter og syeniter
- ⊙ Kvartsporfyr. K. Kvartsit
- Grønne fin-kornige sandstener og tuffer



Fig. 13. 1 kvadratmer.  
Konglomerat med Indleiret sandsten.  
Edø.

Stener av diorit sees kun rent undtagelsesvis. Av bergarter som kan henføres til grundfjeldet, er der tilstede kun en eller anden gneis og presset granit. Naar SCHELIG summarisk karakteriserer Smølen-Hitteren-konglomeratet som bestaaende av rullede grundfjeldsknoller av alle slags, kan han ikke faa medhold. La være, at han ikke vil tillate os at sammenligne med det nærmest liggende fjeldstrøk, det i syd for Trondhjemsleden, det skal jo ikke faa være grundfjeld; men det omhandlede konglomerats bergarter har dog en ganske anden habitus end hvad vi regner for grundfjeld ellers i landet. Skulde man fremsætte en formodning om hvorfra de stener som ikke skriver sig fra det kjendte underlag er kommet, ligger det nær at tænke paa et nu forsvundet land i vest. I den forbindelse kan erindres om, at Sulenøenes konglomerat utenfor Sognefjorden gir indtryk av at ha en mot øst og sydøst heldende delta-lagning (Nyt Mag. for Naturvid. B. 26. 1881. S. 163).

Edøkonglomeratets stener er alle vel rullede, de naar ikke over en viss middelstørrelse; man skal neppe finde en hodestor sten, selv kokusnøttstore stener er mindre almindelige; konglomeratets bindemiddel, som tøres bort forholdsvis raskt ved forvitring, er sandsten.

Indleiret i konglomeratet er en mængde sandstenlag, der tildels indeholder underordnede gruslag; deres tykkelse varierer noget; sjelden er den saa stor som 2 m. (paa den nordvestlige strand). Sandstenlagene optrær over visse strøk, f. eks. paa det avbildede sted (ved Naust-

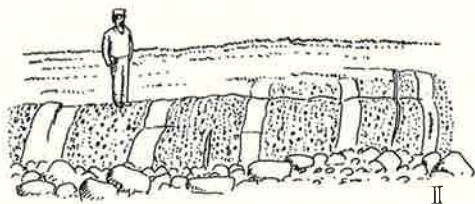


Fig. 14. Aarslag (?) i konglomerat. Edø.

haugens sjøhus) med en saadan regelmæssighet, at man ledes ind paa den tanke, at man har for sig aarsavsætninger, lik dem i „kvartsrik lere“, kun at de paa Edøen forekommer i et grovere materiale. I nogen tilfælde ser det ut til, at avsætningen av de nye aarslag er indledet med en pludselig flom. Man faar nemlig se profiler som paa nedenstaaende figur fremstillet (fra stranden i syd for Edø kirkeruin). Konglomeratet har mot den underliggende sandsten en skarp grænse-



Fig. 15. Sandsten og konglomerat.  
Edø.

linje, som tildels gaar diskordant hen over sandstenlagene, mens det opad gradevis opløses i enkelt liggende rullestener omgit av sandsten. Forholdet minder om hvad man har iagttat i sandsten, at

hvert enkelt lag deri begynder med grove korn, og at kornene blir finere og finere opad, indtil et nyt lag med en gang begynder med grovt korn.

Paa en av vore plancher er der et billede fra Edø-konglomeratet.

## Spredte notiser.

### *Konglomeratet.*

Paa Edøs sydøstside, omtrent  $\frac{1}{2}$  km. i NO for kirken, gjennemsættes konglomeratet i en bredde av 3 m. av en del kalkspataarer, som kan naa op til  $\frac{1}{2}$  m. i tykkelse.

*Havn* ligger paa Hitterens sydkyst i NO for Balsnesaune. Gaar man sydøstover et par km. langs stranden, faar man se den samme lysegraa, haarde sandsten som vi lærte at kjende paa sidstnevnte sted. Lagningen stryker NO—SV og staar næsten lodret.

Lag av konglomerat forekommer kun ganske underordnet. Det er oftest smaastenet; stenen deri bestaar mest av granitiske bergarter; men undtagelsesvis ser man ogsaa en og anden sten av tæt kvartsitagtig bergart og av diorit. Indleiret i sandstenen er endvidere lag av den samme lerskiferagtige sandsten som fossilene blev fundet i ved Balsnesaune. Disse lag kan være paa en eller nogen faa cm., men kan ogsaa komme op i 10—12 m. Ofte ser man smaa-foldning inden dem vidnende om, at lagene har været knuget.

Ved Olsvik notertes, at sandstenen falder mot NV.

Konglomeratgrænsen ved Havn gaar omtrent 1 km. indenfor kysten. Den lille grønne konglomeratsandstenflek,

som paa det geologiske kart „Terningen“ sees inden diorit-omraadet i nord for Havn, er ikke rigtig ansat; den burde hat dioritens rødlige farve, mens de to rødlige flekker i øst for den burde været grønne.

Ved Akset, Havns nabogaard mot NO, er der gode veisprængninger i konglomerat.

Paa dette sted har bergarten i det hele tat et grønlig skjær over sig; dette kommer, ser det ut til, hovedsagelig derav, at det sandstenagtige bindemiddel mellem stenene indeholder epidot.

De store stener er for det meste avrundede, de smaa kantede. Man adskiller basiske og sure bergarter i stenene. De basiske er finkornede til tætte, mere eller mindre mørke grønlig bergarter; typisk diorit lik den i underlaget blev ikke fundet her.

De sure bergarter er middels- til smaa-kornige granitiske bergarter særdeles fattige paa mørke bestanddele, parallelstruktur sees kun undtagelsesvis hos dem; desuten er der en del hornstenagtige og jaspisagtige stener. Der er ikke tilstede nogen gneis, gneisgranit eller gabbro av karakteristisk grundfjeldshabitus.

Ved stranden nær Aksetsagen notertes finkornig grønlig-graa sandsten; faldet hos den temmelig massive bergart var  $70^{\circ}$ — $80^{\circ}$  mot N.

Konglomeratet ved *Grindvik* paa Hitterens østspids er storstenet og indeholder stener av diorit, finkornige mørkegrønne bergarter og granit. Ved dioritgrænsen længer vest nær Bjørnevaag blev noteret, at konglomeratet kun bestod av basiske bergarter, og at grænsen ikke er vel uthævet. Lignende forhold syntes der at være ved Havn; men disse iagttagelser blev gjor før meddeleren hadde lært at kjende

det godt blottede bundkonglomerat ved Balsnesaune; rimeligvis er bundkonglomeratet vidt utbredt langs dioritgrænsen.

Hitterens konglomerat har en fortsættelse mot NO paa *Ørlandets halvø* i nord for mundingen av Trondhjemsfjorden. Utenfor kysten her ligger de ogsaa av konglomerat bestaaende øer *Stor-Fosen*, *Fosenhei* og *Galten*.

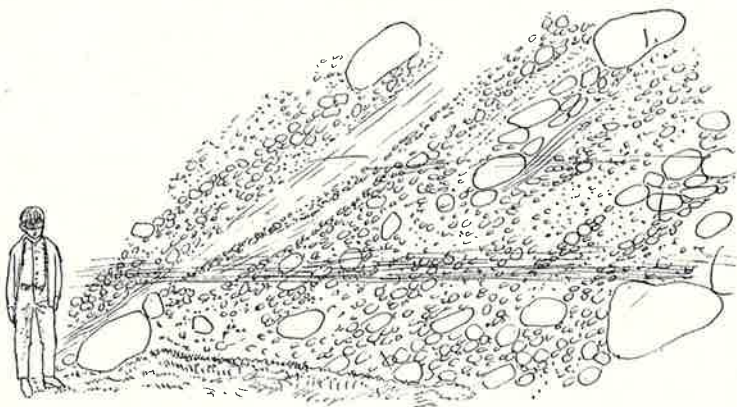


Fig. 16. Konglomerat. Lyngholmen.

Stor-Fosen er ganske lav. Overflaten bestaar av sand, dels skjælsand, dels almindelig sand. Grus er der litet av; vandreblokker er meget faa. Op av løsmaterialet rager lave skjoldformede høider av sandsten og konglomerat; dette fjeld er for en del aldeles nøkent, men der kan ogsaa ligge et tyndt dække av jord eller torv derover.

Nordligst paa øen (Lyngholmen) har man et konglomerat, som efter hvad der er meddelt har en fortsættelse i skjærene ved øens nordvestside. Dette konglomerat falder  $45^\circ$  mot SO, altsaa ind under sandstenen, som man finder ellers paa den, og som ligger heldende med flate faldvinkler mot SO, O og NO.



Tegningen viser en 3 m. høi fjeldvæg av konglomeratet med nogen temmelig uregelmæssige lag av sandsten. Rullestenene bestaar omtrent utelukkende av rødlig, granitiske bergarter.

I sandstenen paa resten av øen er der enkelte rullestener, tildels av kalksten.

Den høie ø Fosenhei bestaar av konglomerat. Dette har et ganske andet utseende end det i Lyngholmen. Typisk granitiske rullestener er en sjeldenhet, derimot har man for sig finkornige til tætte, kvartsitisk utseende bergarter (enkelte er umiskjendelig ren kvartsit, men ofte sees feldspat at være tilstede). Stenene er gjennomgaaende grønlig, antagelig fordi der ved forandring av feldspaten i dem er dannet epidot eller klorit. Enkelte stener bestaar av rødlig sandsten. I den nordlige del av øen sees ingen lagning; vandrer man sydover, iagttages først en utydelig lagning, saa, samtidig med at der optrær en del rødlig eller grønlig sandsten, god lagning; den falder omtrent  $20^\circ$  mot N.

Øen Garten bestaar av grønlig og finkornig feldspatrik sandsten. Den gaar ved at de sammensættende brudstykker tiltar i størrelse, over et i konglomerat væsentlig bestaaende av granitiske stener. Lagningen, der oftest er utydelig, holder vel mest steilt i sydlig retning.

Konglomeratet som forekommer sydvestligst paa øen og i skjæret Smellingen, ser ut til paa en eller anden maate at være forandret. I sin helhet har det en grønlig kulør. Der ligger i det en hel del mere end hodestore stener, der bestaar av en granitisk bergart, hvori den lyse bestanddel er finkorning til tæt, felsitisk og den mørke kloritagtig; endvidere er der en del kvartsitiske eller hornstenagtig utseende

stener og endelig nogen bestaaende av en tæt, mørk, grønlig, øiensynlig epidotrik substans. Stenene er i regelen ikke vel omgrænsede, men uregelmæssige og, som det ser ut til, henflytende.

Ved *Beian* sydligst paa Ørlandet har man de samme sandstensvarieteteter som paa Garten. Den røde er tildels middelskornig og arkoseagtig, og den indeslutter undertiden rullestener. Disse bestaar mest av rødlig granit, men ogsaa av kvartsfrie bergarter, der maa betegnes som syenitiske eller dioritiske; tilstede er ogsaa porfyr med mørk, gjerne brunlig grundmasse og iliggende feldspatkrystaller.

Tildels ser man, at partier av konglomerat saaledes som paa tegningen fremstillet forekommer i sandstenen paa lignende maate som morænegrus undertiden ligger i kvartære sand- og grusavleiringer. Ogsaa her bemerker man likesom paa Garten, at rullestenens omgrænsning kan være henflytende. Lagningen er set staaende steilt og strykende nordøstlig; men den er ogsaa iagttat heldende steilt i østlig retning.

Længer inde paa Ørlandet ved veidelet i syd for fjeldet Lørberen staar middelskornet granit med sort glimmer; i graniten sees ingen presfænomener. Ved gaarden Rosenlund nær derved har man graa haard lerskifer faldende steilt mot ONO. *Østraat* gamle stenbygning staar paa klippegrund av grønliggraa sandsten, som indeholder en del rullestener.

Strøket i nord og vest herfor har ikke været besøkt av nogen geolog paa 47 aar, nemlig siden K. M. HAUAN reiste her i 1867. Av hans iagttagelser kan anføres følgende: Fjeldet Lørberen er granit, likesaa Haaøhaug i vest derfor. KJERULF betegner HAUANS prøver som oligoklas-granit

(feldspaten i Haaøhaug er hvit); granit sees langs strandene mot NO til Uthaug. Sydover derfra imot Vik stikker ogsaa granit op et sted. Nærmest i N og NV for Ørlandets kirke har man hauger av den yngre formation. HAUAN nævner som bergarter grønne skifere og grøn lersten; sydover noterer han grøn sandsten med enkelte lag av kalkholdig grøn lersandsten. Nærmest i vest for Hovde er der konglomerat, men det er utydelig; som rullestener i det forekommer rød jaspis.

Ved Døsvik i NNO for Ørlandets kirke træffes mægtige konglomeratlag vekslende med mere og mindre skifrige lerstener; lagningen er svævende. Østover forbi Bjugns kirke bestaar alt fjeld som sees av konglomeratlag.

Fra Østraataune ved Skjørnfjorden har man paa den hele strækning nordøstover til Høibakken mot *Skjørn kirke*: „tætte grønne, for det meste seige bergarter, som ofte fremtræder med imponerende former og helt igjennem eruptivt ytre, men i virkeligheten er grønne, ofte serpentinagtige lersandstener, dels kalkholdige, dels feldspathoidige. Man søker forgjæves efter at gjøre en paalidelig strøk- og faldiaagttagelse. Enkelte knoller sees hist og her, men intet egentlig konglomerat; al lagning er utvasket.

Henimot Høibakken blir bergartens beskaffenhet saadan, at sparagmit synes det mest betegnende navn; enkelte røde feldspatflater blinker i den tætte haarde, i forskjellige sjatteringer farvede grundmasse“.

Et litet stykke i NO for Skjørn kirke befinner man sig paa gneisgranit.

Endelig kan nævnes, at man ved Smaaaker i NV for Skjørn kirke iagttar skifrig sandsten med overliggende konglomerat faldende 40° mot SO. Nordover derfra staar kon-

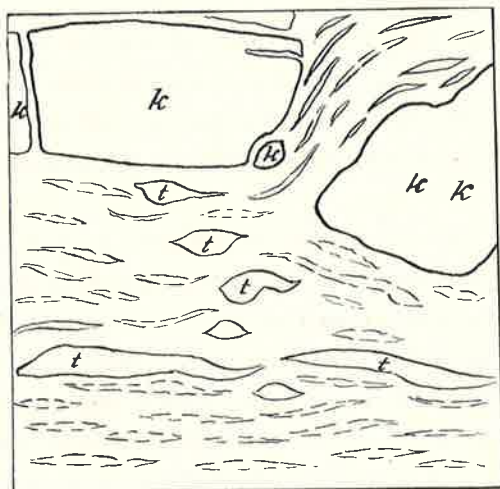
glomeratet endnu ved Sæter og paa sydsiden av Botten-  
gaardselven inderst i Bjugn fjord. Paa nordsiden av elven  
har man graa gneisgranit.

### *Dioriten.*

Hvis der inden det omraade som her foreløbig sammen-  
fattes under denne benævnelse, i enkelthetene lar sig paa-  
vise en saadan eruptionsrækkefølge som av SCHETELIG an-  
tat, vil dette strøk frembyde meget av petrografisk-geologisk  
interesse.

Jeg for min del kjender av *Smølen* kun østkysten. Den  
der herskende bergart er middelskornig, blaaliggraa diorit.  
Feldspaten er graalig; hornblende og biotit, bergartens to  
mørke bestanddele, forekommer i indbyrdes vekslende  
mængde. Endvidere er der en varietet som er mørkere og  
mere hornblenderik end den hyppigst forekommende. Denne  
mørke diorit kan være grov- til middelskornig; oftest er den  
dog vel smaa-kornig og i saa tilfælde tildels skifrig. Den er  
ældre end den førstnævnte bergart, hvad der kan sees derav,  
at henflytende smaaarar av den lyse undertiden gjennem-  
fletter den mørke. Aarenettet kan være presset, saa dets masker  
paa fjeldets overflate viser sig uttrukne i en bestemt retning;  
nordvestlig paa øen iagttages paa svaberg retningen NV—SO;  
den samme saaes ogsaa sydøstlig, og der er maaske en  
regelmæssighet i dette. En kvartsførende smaa-kornig grani-  
tisk bergart gjennemsætter begge de beskrevne dioritarter.  
Granitaarene har hvit forvittringshud, og nogen steder, f. eks.  
det paa planche 3 fig. 1, avbildede sted ved skolehuset  
nær Hopen, træder aarenettet av den virkelig pragtfuldt frem.  
Den smaa-kornig granit er ogsaa set i større samlede masser

paa 5—20 m. i tvermaal. I saa tilfælder gjennemsættes den undertiden av pegmatitiske aarer; saadanne kan ogsaa forekomme umiddelbart i de basiske bergarter. Ved Skaget nordøstlig paa øen var der pegmatitganger paa  $\frac{1}{2}$  til 2 m. gaaende NO—SV.



$\frac{1}{2}$  m.

Brudstykker av mørk diorit i lys diorit.

*k* kantede brudstykker. *t* mindre brudstykker, ved hvilke man er litt i tvil, om de hører til det flaserike kompleks, eller de maa regnes sammen med de større kantede brudstykker som er begyndt at flyte hen.

I forbigaaende kan nævnes, at cand. min. JOHNS har besøkt en *jernmalforekomst* i det indre av Smølen i syd for Skjelvaagen (rektangelkart „Bratvær“). Malmen, som optræder i linser eller klumper, bestaar av magnetit forurenset av magnetkis med litt svovlkis og kan antas at holde omtrent 50—55 pct. jern og 3—4 pct. S; det er altsaa en vanskelig anvendbar malm. Mægtigheten kan gaa op til 5 m. I det temmelig bedækkede terræng er malmen blotlagt paa

flere steder; mellem den nordligste og sydligste røsk er der omtrent 150 m.

Fra Havn paa *Hitteren* gaar der en privat kjørevei 5 km. i nordnordvestlig retning til Staurfjeldvand. Den diorit man først træffer, er kvartsførende, saa vandrer man over diorit uten synlig kvarts. Fjeldet der paa rektangelkartet er merket 467 m. bestaar av diorit gjennemsat av granitaarer.

Ved *Bærø Sund* sydøstligst paa *Hitteren* har man i likhet med hvad vi hørte om fra Smølen, en middelskornig graa biotitførende diorit gjennemsættende en mørk finkornig varietet; man kan ogsaa uttrykke det saa, at den lyse er tæt opfyldt med kantede brudstykker av den mørke. Ogsaa ved Springervik har man dette samme kompleks. Tildels sees en „flaserstruktur“ fremkommet ved at brudstykkerne er blit til henflytende linser; den samlede masse kan da indeholde større kantede brudstykker, saaledes som illustreret ved hostaende tegning. I Aunvaag bemerkedes ikke brudstykker i dioriten.

### *Hitterens granitomraade.*

Paa øens vestlige del rager op fjeldet *Tonningen*, der er fremstillet set fra nord paa planche III fig. 2. (Blad „Edø“.)

Dette fjeld og gaarden *Svankilens* omgivelser bestaar av graa biotitgranit, som ligner *Fredrikshalds-graniten*. I teknisk henseende kan bemerkes, at bergarten ikke er meget oppsprukket, og at man kun ser litet til grovkornige ganger i den; men paa den anden side er der ikke nogensteds iagtatt god bænkning. Allikevel kan det være mulig, at der inden det store felt forekommer en del godt bænket fjeld paa

bekvemst sted, og at der saaledes kan komme en stenbrudsbedrift i gang. Interessertes opmærksomhet henledes herpaa, I nord for Svankilen ved Laugenvands nordøstende er graniten hornblendeførende. Eftersom man herfra gaar vestover til Stene, finder man at bergartens gehalt av kvarts avtar, som det synes ganske gradvis, og at den ved Stene er borte. Disse hornblendegranitiske og syenitiske bergarter viser undertiden antydning til en Ø—V-gaaende parallelstruktur; de gjennemsværmes av grovkornige, tildels ogsaa av storkornige granitaarer og av kvartsaarer.

#### *Dolms omgivelser. (Bladet „Frøien“.)*

Efter forfatterens antagelse befinder man sig her i grundfjeldet.

Kommer man østfra med dampskib, noterer man, at fjeldet paa begge sider av sundet mellem øen Dolm og selve Hitteren er vel laget grundfjeld strykende i Ø—V-retningen. Gaar man saa iland ved Hopsjøen, ser man for sig en godt laget, tildels øiegneisagtig gneis, der falder omkring 45° mot nord og har en nordnordvestlig faldende strækningsstruktur. I bergarten er der granitiske smaaaarer og smaaknuter samt kvartsaarer; desuten indesluttet der noget større partier av granit og amfibolit.

Østover fra Hopsjøen gaar man over gneis; ved gaarden Vaagen var faldet mot NNV ved Dammen mot VNV.

Indenfor kystens gneis er der et belte, hvor der forekommer kalksten; den skal kunne følges fra Barmsund i øst til Hestnes i vest.

Ved Dolm ser det ut til, at man kan skjelne mellem tre kalkbaand, et ved Hopsjøen, et ved gaarden Meland og et ved Storvand.

Ved et litet vand omtrent  $\frac{1}{2}$  km. i SV for Hopsjøen er der steile, antagelig omtrent 30 m. høie vægger; hvori kalksten lagvis veksler med fin- til smaa-kornige gneisagtige og hornblendeskiferagtige bergarter; disse sidste optræder ogsaa i klumpform paa brudstykkers vis inde i kalken. Lagtykkelsen veksler for kalken og de andre bergarter mellem maal, som ligger under 1 dm. og over 1 m. Kalkstenen er hvitagtig og indeholder paa dette sted litet eller intet av silikater. Faldet er omtrent  $30^\circ$  mot NNV. Der sees ingen granitiske aarer overskjærende lagningen.

I kalken er der zinkblendeforekomster, og der har været gjort en hel del forsøksarbeider. Et av de østligste var den saakaldte Kjølso grube, som nærmest var en ikke fagmæssig bondedrift.

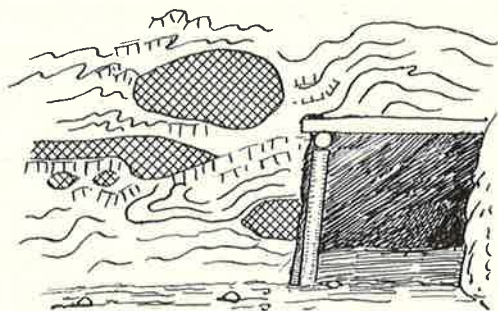
Ved mit besøk sommeren 1907 var der igang forsøksdrift paa hovedforekomsten ved Storvand „Roven synk“ for regning av „Die Gebrüder Grafen Donnersmark-Beuthen“. Tidligere hadde der i 3—4 aar for Kristiansunds Grube-samlag været igang en drift, som stanset 1884. Ertsen sendtes dengang til Freiberg, hvor den fornemmelig blev bearbeidet paa sølv; av dette metal skal der være utvundet for omtrent 30 000 M.(?). Man hadde igang et vaskeri, som endnu staar, men er forfaldent.

Den nye drift begyndte i slutten av 1906 med 40—50 mand; den følgende sommer var der bare 20, og driften stanset senere. Meddelelsen blev ikke git anledning til at bese gruben; men det oplystes, at ertsen forekommer i kalkstenen som klumper, der mest er nøtt- til eplestore; en



hodestor klump er en sjeldenhet. Der skal ingen regelmæssige ganger være, men ertsen forekommer partivis. Roven synk og en del andre drifter er nordover skraanende drifter, hvorved man har hat til hensigt at følge faldet av forekomstene.

Zinkblenden er mest brun, men undertiden grønlig; sammen med den er noget blyglans og i Roven synk graa fahlerts. Denne sidste holder efter forskjellige analyser 2.8,

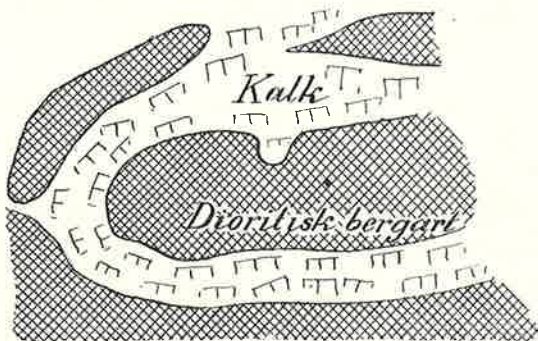


Klumper av hornblendesten i foldede lag av en gneisagtig bergart med kalksten.

2.9, 3.34 pct. sølv. VOGT, som meddeler dette (Arkiv f. Mat. og Naturv. B. 10, Kristiania 1886, s. 71), sammenstiller forekomsten med Svenningdalens ganger; dette er dog neppe det rette; den er efter nærværende forfatters mening metasomatisk, og man maa nærmest holde den for beslegtet med Salaforekomsten i Sverige. Den ligner denne deri, at kalken indeholder nydannede silikater, et forhold som efter VOGTS mening for Salas vedkommende maaske lar sig forklare ved at mineraldannelsen fandt sted under lignende fysisk-kemiske betingelser som dem der var tilstede ved kontaktforekomstenes dannelse. BEYSLAG, KRUSCH u. VOGT; Die Lagerstätten etc. B. 2, Stuttgart 1912, s. 266.

Lagningen er ved forekomstene nær Hopsjøen foldet. Hvor indviklet foldningen kan være, sees f. eks. av foranstaaende forsøk paa at fremstille den saaledes som den viser sig ved indgangen til den saakaldte Sæters grube nr. 2.

Ved en anden forekomst, Dyrkolneset, saa man hornblendesten omgit av kalk paa den ved nedenstaaende billede fremstilte maate.



Hornblendesten i kalk.

Mens talen er om ertsforekomster kan erindres om, at der i disse egner er magnetitforekomster. Allerede VARGAS BEDEMAR nævner, at der er saadanne paa Monsø og Grønø. Denne sidste ligger i VSV for Dolm kirke. „Reise nach dem hohen Norden“ II, Frankfurt a. M. 1819, 245—248. Kobberholdig svovlkis omtales i samme bok fra et sted betegnet som Omholm ved Titteren, og kobberkis nævnes fra Gløstad en halv mil fra Hopsjøen.

Cand. min. JOHNS har besøkt en del jernforekomster ved Hestnes i SV for Dolm kirke; Skipnesskogen, Indre Skipnesskogen, Hofstadmyren, Bjørkskogen med Tranggotten var smaaforekomster av malm forurenset av svovlkis. Han har ogsaa været ved den paa rektangelkart „Edø“ i vest for

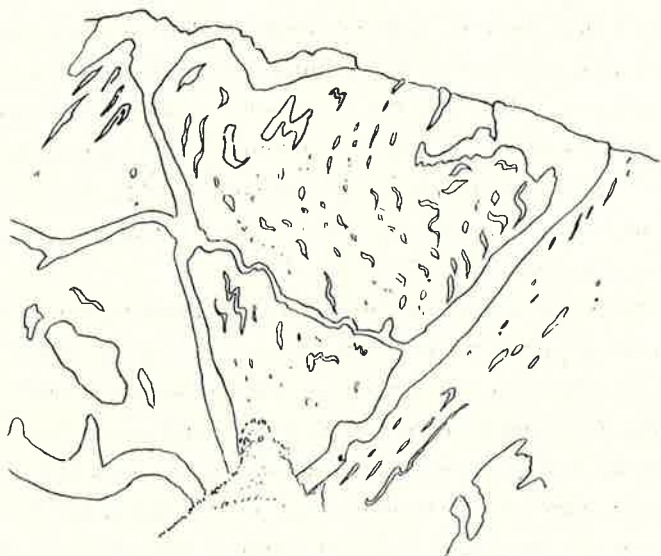
Hestnes avmerkede kobbergrube, den saakaldte Kvennarvaags grube. Man har her et par meter over høivande en 8 m. dyp synk med en 3 m. lang ort og 25 m. i N derfor en 16 m. lang stol. I synken sees en steilt mot NO faldende gang som paa det bredeste er et par tommer tyk; den fremviser smaaklumper av svovlkis, kobberkis og litt kobberglans; litt impregnation sees tildels i den omgivende bergart. I stollen bemerkedes ingen malm.

### *Frøien.*

Hele Frøien hører til strandflaten og frembyr et nøkent, sterkt kuperet klippelandskap. Øen bestaar av granit, som for en stor del er presset og antagelig er av arkæisk alder, Det sterkeste indtryk av at bergarten er eruptiv, fik forfatteren ved Nabeita nær øens sydøstspids. Der forekommer nemlig her kalksten i smaa partier, som neppe kan tydes anderledes end som brudstykker. De gjennomflettes av granitaarer; man har for sig forekomster der ligner dem som er beskrevet av REKSTAD fra Nordland (N. G. U. Nr. 53. Aarbok 1909. V. S. 23 og Nr. 57. Aarbok 1910. III. S. 39).

Kalkpartienes længdeutstrækning gaar i Ø—V-lig retning; neppe noget av dem maaler paa tvers derav over 6—7 m. I øst—vest-retningen har man disse brudstykker paa en strækning av et par hundrede meter; et av de største forekommer omtrent  $\frac{1}{2}$  km. i N for husene paa Nabeita; enkeltvis har man nogen indtil 100 m. længere NO. Kalken er middelskornig, hvit og opfyldt av smaa individer av silikater; antagelig mest feldspat; endvidere er der smaa klumper

og flak av silikatmasser, tildels typisk hornblendeskifer. Disse klumper er sandsynligvis iturevne lag; de (som ogsaa de enkeltliggende silikat-korn) viser sig nemlig ved nøiere eftersyn at ligge i striper; disse er for det mest foldet og kruset.



En 3 m. høi klippe ved Nabeita. Kalksten opfyldt med smaa flak og klumper av silikater og gjennemsat av granitaarer.

Granitaarerne som gjennemsværmer kalkstenen paa kryds og tvers, er fin- til grovkornede, undertiden næsten storkornede. Indenfor en og samme aare kan kornstørrelsen være ret varierende. Aarerne er bugtede og maa være foldet sammen med kalken.

Forfatteren, som særskilt saa efter, om kalken skulde være ledsaget av andre sedimentære bergarter, fandt, at der i vest for den er nogen smaapartier av hornblenderike bergarter (amfibolit), kvarts- og kloritførende muskovitskifer og

utpræget skifrig gneis; i nordvestlig retning derimot, mellem Nabeita og Sandvand, var der ingen saadanne indeslutninger.

Kalksten forekommer ogsaa paa den midterste del av Frøien. Ved østenden av Stensvand er der nogen smaa-partier, neppe mere end 1 m. brede og nogen faa meter lange. Ogsaa omtrent midtveis mellem dette sted og Søndre Frøien kirke er der en et par meter bred kalkstenindleiring. Den viste en  $40^\circ$  mot SSO faldende lagning. Granitaarer som gjennemsatte den, gik undertiden parallelt med lagningen og var da oftest opløst i isolerte knuter (REKSTAD har et godt billede av samme slags knuter fra Bindalen. N. G. U. Nr. 53. Aarbok 1909. V. S. 23).

Den pressede granit hvori disse kalkstenspartier forekommer, er mest smaa- og middelskornet, graa, fattig paa glimmer (biotit i smaa skjæl) og har et meget massivt utseende. Planparallelstrukturen har gjennemgaaende en øst—vestlig strykningsretning, men bugtninger og smaafoldninger er meget almindelige. I omgivelsen av den sidstnævnte kalksten i S for Stensvand var strukturens fald paa en større strækning steilt mot SSO.

Tildels indeholder graniten mere glimmer end sedvanlig. Denne glimmerrike varietet kjendes allerede paa avstand ved at den forvitrede overflate ikke har det ellers sedvanlige lyse utseende.

I den herskende granit er der overalt granitiske aarer, fin- til grovkornede. Glimmeren i dem ser ut til mest at være muskovit og at ha en av presningen betinget parallelstilling.

I øst for Frøien ligger der to mindre øer, *Indtian* og *Uttian*. De bestaar ikke, som man maaske av bakkestrekningen paa det topografiske kart skulde anta, av løsmateriale,

men av fast fjeld; dette ligger blottet omtrent sammenhengende langs strandene. Paa Indtians sydvestende hadde man den samme middelskornede pressede granit som netop er omtalt.

Paa Uttian, hvor jeg var iland paa den vestlige ende, er der en anden bergartvarietet, nemlig en ujevnt kornet rød granit uten parallelstruktur, det hele maaske en gangmasse. Kysten omkring Stenvik paa selve Frøien bestaar ogsaa av rød granit; middels- til finkornede varieteter gjennemsætter hverandre. Graniten har en eiendommelig habitus, et „forandret“ utseende, idet den, som det synes paa et sent stadium, har været underkastet en indre opknusning.

Ogsaa i nord herfor mellem Bredvik og Svellingen er graniten forherskende rød, undertiden livlig rød (der er ogsaa litt graa granit). Tildels er bergarten porfyrisk, bestaaende av en middelskornig graa, kvartsrik grundmasse med iliggende større feldspatindivider. Her er kun faa granitiske ganger, og man maa antagelig kunne finde steder skikket for granitbrytning.

Tilslut henledes fremtidige undersøkeres opmerksomhet paa det av KEILHAU i „Gæa“ s. 452 omtalte eiendommelige kompleks av bergarter, et „agglutinat“ m. m. fra neset Skaget ved Svellingen.

---

## A contribution to the geology of Hitteren and Smølen.

Hitteren and Smølen (Map on p. 6) are two rather large islands on the West coast of Norway at  $63\frac{1}{2}^{\circ}$  N. L. Smølen belongs entirely to the coast plain of Norway and is remarkably low and flat. A great part of Hitteren is also low but this island contains also some higher mountains. The smaller island of Frøien to the North of Hitteren is also entirely a part of the coast plain but it is much more rugged than Smølen.

The mainland to the South of the islands is Archæan, consisting chiefly of granite which has to a great extent been compressed so that it has assumed a gneissic appearance.

Frøien, which consists of granite, and the northern part of Hitteren, where gneissic as well as dioritic rocks occur, may also be Archæan. The rest of the islands consist of younger rocks. The geology is not much different from that of the Bergen coast described by the author in earlier publications, especially in „Bømmeløen og Karmøen 1888“. We find great masses of deepseated eruptives, chiefly granite and typical diorite, and besides them on the island of Smølen an area (striated on the map) of tuffs and dykes. Small intrusive masses of more irregular shape, probably also sur-

face sheets occur. In this area also some limestone strata are found. They contain fossils. I have only collected specimens which were too imperfect to be determined; but, considering the similarity to the Bergen region, we have good reason to assume a Cambrian-Silurian age as well for the eruptives as for the stratified rocks accompanying them.

In our region we have represented a third formation consisting of conglomerate and sandstone (dotted on the map p. 6). Its age has been uncertain until I succeeded in finding some fossils in it last summer. The fossils were rather poor, but Professor Dr. J. KLÆR has determined one form as a dictyocaris (Plate I, fig. 1) showing that the formation is of Downtonian age (dictyocaris begins in Ludlow). This formation is a Northern continuation of the conglomerate-sandstone areas on the Bergen coast; they have there been found to contain Devonian plants, and to have been laid down upon folded and denuded unquestionably Silurian. The Old Red of the Norwegian West coast belongs consequently, partly to the Upper Silurian; the Caledonian folding had in this part of the world a first stage ending in the Silurian; a later disturbance has affected the uppermost Silurian and the Devonian.

The Old Red in our region constitutes a band beginning in some skerries SW of Smølen, continuing in the island of Edø and some other islands South of Smølen, further in a zone at the South East side of Hitteren, and ending on the mainland (Beian) at the entrance to the Trondhjemsfjord. The strike is SW—NE, the dip of the strata is steep.

Mr. J. SCHETELIG, who also has studied the region, did not correctly grasp the relation of the Old Red to the eruptives, especially the diorite. (His paper is cited on p. 3).



Lately he has gone over the ground again, and I am glad to know that he has altered his opinion. He thought that the diorite was the younger rock, and has also been induced to regard the Archæan on the mainland South of the islands as an altered granite of Postsilurian age. His reasons are discussed in the Norwegian part of the paper. Here I shall only call attention to the locality of Balsnesaune on the southside of Hitteren. In the strandcliffs one sees there the diorite in immediate contact with the conglomerate. The diorite is near the conglomerate dissolved into angular blocks; and where the conglomerate begins to contain well rounded blocks, these consist of diorite identical with the subjacent rock. The figures on pp. 12 and 13 and plate I, 2 are from this very characteristic bottom conglomerate. The smaller diagram on p. 14 represents a section about half a kilometer long. To the North we have the bottom (= Bund) conglomerate. After it follows medium grained grey sandstone with some conglomerate interstratified. The pebbles in this conglomerate are mostly granitic, but stones of typical diorite occur also, even if only a few. Within the medium grained sandstone one finds bands of a rather dense black variety going over into shale. The fossils occur in this rock.

Fig. 6 on p. 14 is from the southernmost part of the diagram above, where the stratification is rather horizontal. The blackish parts represent the shaly sandstone. Plate II, 1 is from the same locality. Fig. 7 on p. 15, shows in  $\frac{1}{2}$  size some peculiar small patches of the same shaly sandstone inclosed in the ordinary variety.

The lower drawing on p. 16 is from a place, where the diorite (small crosses) is separated from Old Red sandstone

(S) by a thrust plane. M is crushed rock, mylonite. G granitic veins in the diorite.

(Some small islands south of Hitteren consist of rocks, which are probably of Silurian age. The figure above is from there; the dotted parts is schistose quartz porphyry.)

The two drawings on pp. 26 and 27 are from the island of Edø; the alternation of sandstone and conglomerate is there to a great extent remarkably regular. One is even induced to admit the possibility, that each stratum of conglomerate with the following sandstone layer was deposited in the regularly returning conditions of a year's seasons. As shown on p. 28 the lower sides of the conglomerate strata are sometimes superposed unconformably on the sandstone deposited before it.

The diorite under the Old Red shows several varieties. The chief kind is medium grained bluish grey. Another kind is much richer in hornblende and darker. The size of its grain is different, being mostly finegrained, and at the same time it is somewhat schistose. The lighter variety is the younger, and veins of it penetrate the darker one. The drawing on p. 36 is from a locality, where fragments (partly drawn out and half dissolved) of the dark diorite float in the light diorite. Younger than both varieties of diorite is granite in veins and greater masses. Plate III, fig. 2 shows granite containing diorite fragments.

On the island of Hitteren is a rather extensive granite area, the age of which has not yet been determined. The second picture on plate II is from there. One sees an isolated mountain rising up over the coast plain.

The island of Frøien consists also of granite; the rock contains some inclusions of white crystalline limestone of

a size up to 6—7 m. The limestone is impure, as it is filled with small individuals of feldspar and other silicates. The drawing on p. 43 is from such limestone; it is traversed by granite veins and contains a multitude of patches of hornblende schist and other silicates not yet defined.

The only ore deposit, which has been worked in later years is the Hitteren zink mine on the north side of the island. The dominating rock is gneiss or rather more correctly pressed granite. In this rock occur white limestone interstratified with hornblende schist and gneiss and sometimes containing lumps of a dioritic rock as seen on pp. 40 and 41. The ore is blende often mixed with galena and sometimes with silverbearing tetrahedrite. The ore is found in irregular patches in the limestone and is probably of metasomatic origin. The attempt to develop regular mining has not been successful thus far.

---

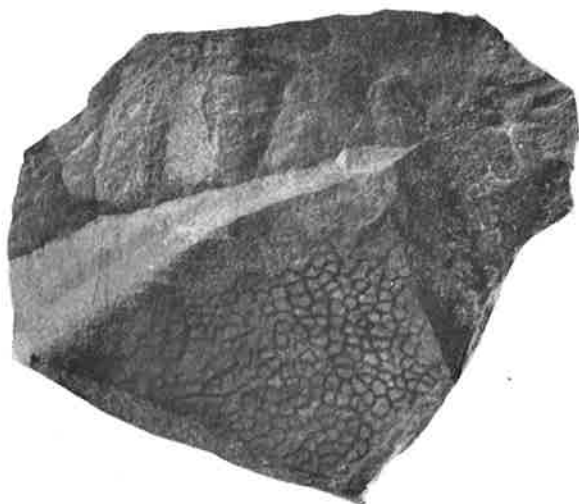


Fig. 1. Dictyocaris. Balsnesaune paa Hitteren.  
Forstørret til 1,8.

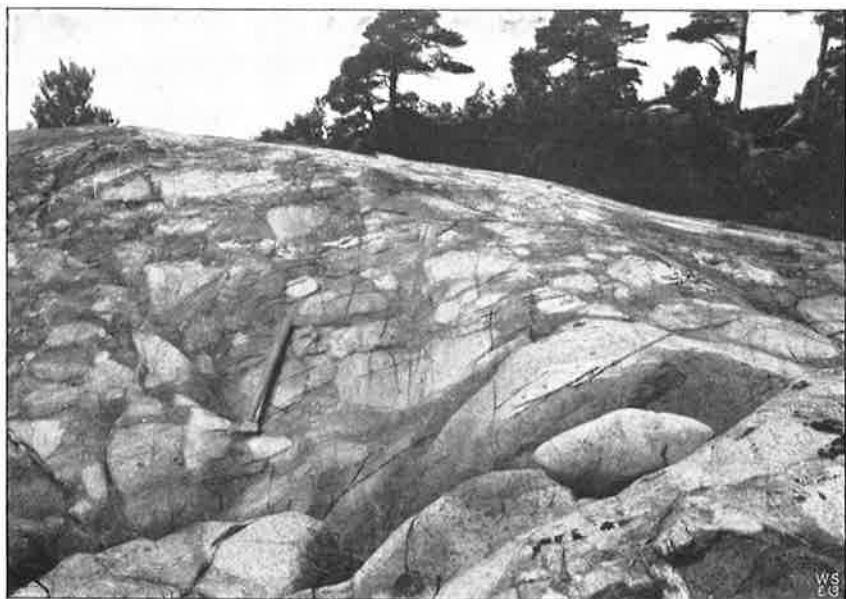


Fig. 2. Bundkonglomerat av dioritblokker. Balsnesaune.

WS  
EG

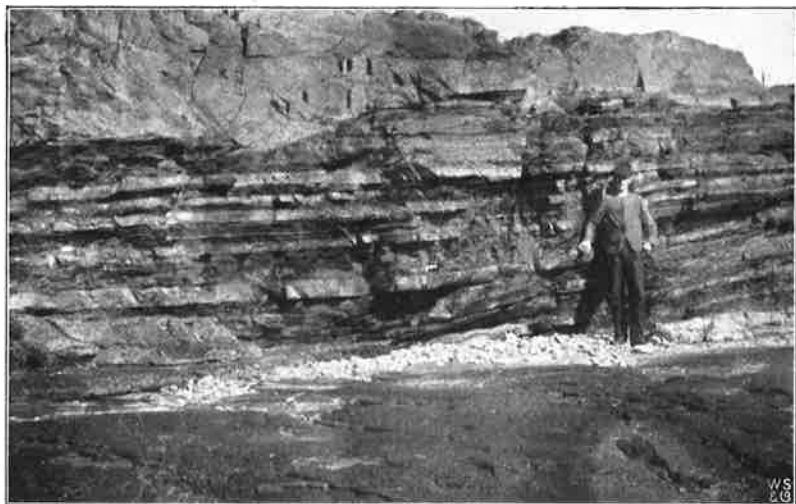


Fig. 1. Middelskornet graa sandsten med lag av finkornet sortagtig sandsten.  
Kjeøen. Like ved det paa s. 14 avbildede sted.



Fig. 2. Konglomerat. Havn paa Hitteren.



Fig. 1. Diorit opløst til brudstykker av gjennemsættende granit.  
Hopen nordligst paa Smølen.



Fig. 2. Fjeldet Tonningen opragende over strandflaten.  
Hitterens granitstrøk.

V.

**FOSSILER FRA SMØLEN**

AV

**OLAF HOLTEDAHL**

MED 1 PLANCHE OG ENGLISH SUMMARY

Paa en praktisk—geologisk reise i kyststrøkene i Romsdals amt, foretat i mai 1914 i privat opdrag, kom jeg ogsaa til at besøke kalkstensforekomsten ved Skilberg paa sydsiden av Smølen. Smølen's geologi har nylig været studert av flere norske geologer og Skilberg-kalkstenen er nævnt i de to avhandlinger: SCHETELIG, Hitteren og Smølen, Norsk geologisk tidsskrift, II, no. 10, 1913, samt REUSCH: Nogen bidrag til Hitteren og Smølen's geologi, denne aarbok no. IV.

SCHETELIG nævner p. 9 at P. SCHEI i kalkstenen hadde fundet spor av fossiler, som nærværende forfatter mente muligens kunde være en *Halysites* samt muligens crinoidstilkled, uten at det dog var mulig at uttale noget sikkert.

REUSCH skriver p. 19 at han paa den forvitrede overflate av kalkstensstykker fra et stengjærde har iagtat „en hel del hvite fossilgjennemsnit paa graa grund“, fossiler som han holdt „for at være siluriske“. Jeg har hat anledning til at se de av dr. REUSCH medbragte stykker av kalksten og man ser utvilsomt forskjellige hvite figurer uten at det dog lar sig gjøre med sikkerhet at si hvadslags organismer det dreier sig om. Nogen smaa runde figurer kan være enkriniter, en større sandsynligvis et tversnit av en gastropod.



For en sikker aldersbestemmelse er disse forskjellige fragmenter helt utilstrækkelige. Imidlertid har jo de nævnte forfattere av generelle grunde antat kalkstenen for silurisk (ordovicisk- silurisk).

Mit besøk paa Smølen var ganske kortvarig, og jeg undersøkte kun den del av kalkstensforekomsterne som ligger nærmest Skilbergvaagen. Paa nordsiden av veien, i den nordvestre del av hovedfeltet (øst for den østre gaard) blev jeg da opmerksom paa at den forvitrede overflate paa de lave knauser flere steder fremviste figurer, der utvilsomt maatte være gjennemsnit av snegler med forkislet skal. Desuten saaes paa flere steder utvitrede, koncentrisk opbyggede, urglassformede til lavt halvkuleformede masser, som mindet helt ut om stromatoporer. En liten utvitret brachiopode blev ogsaa fundet. Mit indtryk av de forvitrede fjeldflater, at gastropoder har været overordentlig talrike i den hithørende del av kalkstenen, blev bekræftet, da jeg efter at være kommet tilbake til Kristiania begynde at ætse ut de forkislede fossiler eller fossilfragmenter av medbragte stykker av kalkstenen med fortyndet saltsyre. Mængder av brudstykker av snegler fremkom paa denne maate, og ogsaa nogen næsten hele eksemplarer, som nedenfor nærmere skal omtales. Dyreskallernes kalkmateriale er for det meste helt forkislet, i mikroskopet viser skallerne sig at bestaa av kvartskorn, gjennemsnitlig fra 0,05 til 0,2 mm. i tversnit.

Fossilerne er for en del sterkt presset, for en del merkværdig upresset med den oprindelige form nøiagtig opbevart. At bergarten dog for det meste har været gjenstand for sterkt tryk, viser bl. a. det ogsaa av REUSCH nævnte fænomen, at de oprindelig flate og jevne kiselholdige mellemlag i kalkstenen nu i almindelighet fremtrær paa overflaten som overordentlig sterkt smaafoldede striper.

Kalkstenen er ofte gjennemsat av tynde sprækkefyldninger av kvarts. Enkelte av disse kan danne figurer som sterkt minder om en *Halysites* uten at det dog har lykkedes mig at finde andre strukturer som tydet paa at det virkelig var koralstykker. Jeg skal her ikke komme ind paa de almindelige geologiske forhold ved kalkstensfeltet, da dette er omtalt av de nævnte forfattere, men bare gi en beskrivelse av de fundne fossiler.

*Stromatopora* sp. Fig. 1.

Koloniernes størrelse varierer sterkt, gjennomgaaende er de mellem 1,5 og 2,5—3 dm. i horizontalsnit. Høiden mest fra  $\frac{1}{3}$  til  $\frac{1}{4}$  av horizontaltversnittet. Kolonierne er opbygget av en mængde lag, bestaaende vekselvis av grovkrystallinsk kalkspat (kornstørrelsen ofte 1 mm. og mere) og finkornet kvarts. Lagene viser i almindelighet et nogenlunde jevnt forløp, dog forekommer ogsaa partier med uregelmæssigheter, hvor lagene f. eks. pludselig buer sig sterkt opad. Lagenes tykkelse varierer overordentlig, fra løvtynde kan de bli henimot 1 cm. Snit av slike tykkere, forkislede partier viser i mikroskopet en zonær opbygning av tyndere lag med forskjellig kornstørrelse: et lag paa f. eks. en millimeters tykkelse kan vise kvartskorn med gjennemsnitlig tversnit 0,05, mens de to tilgrænsende zoner viser langt større korn. Paa enkelte steder paa forvitret tversnit, hvor man har ganske tynde kalk- og kvartslag vekslende, faar man indtryk av at der har eksistert antydninger til vægger eller lameller ogsaa i radiær retning, uten at dette kan avgjøres med absolut sikkerhet (heller ikke i mikroskopet). Med den overensstemmende størrelse og ytre form og den sterkt utprægede lagdelte bygning kan der ikke være nogen tvil om at vi her har eksemplarer av en ekte *Stromatopora* eller en av de

helt nærstaaende stromatoporide former. Disse former har sin hovedutbredelse i devonen, de fleste forekommer dog ogsaa hyppig i (over-)siluren og ned i øverste ordovicium. I Norge optrær *Stromatopora*-formerne almindelig fra etage 5 av og holder sig saa gjennom siluren.

*Lophospira* (?) *norvegica* n. sp. Fig. 3.

En høi slank form med syv vindinger opbevart. Det eneste foreliggende eksemplar er ikke ganske fuldstændig, idet de nedre vindinger paa den ene side er istykkerbrukket, saa munden ikke kan studeres. Sneglen viser i længdesnit et skarptakket utseende med en perifert beliggende kjøl paa vindingerne. Suturlinjen kan paa grund av den ufuldkomne opbevaring ikke sees, derimot sees en utpræget ribbe som løper ubetydelig ovenfor den sterkeste indsnevring av skallet. Da sneglens indre delvis er fylt med en kvartsmasse, kan man ikke avgjøre, hvorvidt der har været en navlekanal (*umbilicus*) tilstede eller ei.

Det er al sansynlighet for at vi her har en repræsentant for slegten *Lophospira* WHITFIELD for os (som slegten er defineret av ULRICH og SCOFIELD i Pal. of Minnesota), men da hverken mundingens eller navlekanalens karakterer er kjendt, kan man ikke avgjøre spørsmålet med fuld sikkerhet. Formen viser adskillig likhet med enkelte nordamerikanske former, saaledes med *Murchisonia* (*Loph.* ?) *catharina* BILLINGS fra (sandsynligvis) mittre ordovicium i Newfoundland.

*Eunema smoeleni* n. sp. Fig. 2.

Der foreligger et paa det nærmeste fuldstændig eksemplar av en temmelig liten, regelmæssig konisk snegl, med spir-

vinkel  $40^\circ$ , og bestaaende av 4 vindinger. Det perifere spiralbaand er bredt, med sit plan sterkt paaskraa, i retning faldende sammen med sneglens hovedomrids. Paa de nedre vindinger sees under dette baand en tydelig spirallist, beliggende (som det bedst kan iagttages paa anden vinding nedenfra), umiddelbart over suturlinjen. Navlekanal er ikke utviklet. Mundingens kanter er ikke helt opbevart, saa dens nøiagtige utseende kjendes ikke.

Med sin forholdsvis slanke form og manglende umbilicus hører den foreliggende form ind under den anførte underslegt av *Trochonema*, om den end ikke staar andre kjendte *Eunema*-arter særlig nær. Den almindelige *E. rupestre* EICHW. fra øverste ordovicium i Vestrusland og Skandinavien er jo med sin grovere form og sine sterke spirallister av en helt forskjellig type. Nærmere staar forskjellige nordamerikanske ordoviciske *Eunema*- og *Trochonema*-former. *Eunema* har sin hovedutbredelse i ordoviciske lag, men findes ogsaa anført fra kambrium og silur.

*Maclurea* sp. fig. 4—6.

Der foreligger forskjellige fragmenter av *Maclurea*-former, men stykkerne er for daarlige for nogen artsbestemmelse. De er ogsaa adskillig deformert ved trykvirkninger, som det særlig fremgaar av fig. 4. Det er umulig av det der avbildede stykke med sikkerhet at slutte sig til det oprindelige forhold mellem høide og horisontaltversnit.

Det stykke som er avbildet i fig. 5—6 viser en stor, tykskallet form. Dette fragment er noget, men ikke særlig sterkt deformert og angir, at formen har hat meget høie vindinger med steile ytterkanter. At vindingerne har været

overmaade høie, kan endda tydeligere iagttas paa et andet, ikke avbildet stykke, hvor man likeledes har nok av skallet opbevart til at avgjøre, at den høie form ikke skyldes sidetryk. Fig. 7. viser den flate side av et mindre eksemplar med forholdsvis smale vindinger, utvilsomt en avvikende form.

De nævnte høie vindinger skiller den store form fra de fleste *Maclurea*-former, saaledes ogsaa fra den i Kristianiafeltets øverste ordovicium almindelig forekommende *M. neritoides* EICHW., men sætter den meget nær en anden form fra etage 5, som i avdøde prof. KOKENS endnu utrykte manuskript er kaldt *M. septentrionalis*, uten at man med det foreliggende materiale fra Smølen kan uttale sig om det virkelig er samme form. En anden form som ogsaa ligner adskillig er *M. helix* EICHW., fra Estlands Vaginatkalk (B3).

Foruten de her nævnte snegler fremkom der under ætsningen ogsaa fragmenter av andre, ganske smaa former, for ufuldstændige til at de kan nøiere bestemmes.

#### *Orthis* sp.

Et helt forkislet fragment av den bakre del av en ganske liten, temmelig flat brachiopode med godt synlig radialstripping paa overflaten, fandtes utvitret paa en kalkstensknaus. Skallets oprindelige bredde har været ca. 6 mm. Sansynligvis har man her en liten *Orthis*-form.

Betragter vi den her nævnte lille fauna, for ved dens hjælp at bestemme Smølen-kalkstenens alder, saa stiller saken sig saaledes. For en nøiere angivelse av det stratigrafiske nivå gir de to bedst opbevarte gastropoder, *Lophospira* (?) *norvegica* og *Eunema smoeleni* ikke noget sikkert holdepunkt,

hvorimot forekomsten av en *Maclurea*-form med bestemt-  
het antyder en mellem- eller over-ordovicisk alder. Sam-  
menholdes dette med forekomsten av en *Stromatopora*,  
som først begynner i øverste ordovicium, kan man angi  
Smølen- kalkstenens nivåa som høieste ordovicium, d. v. s.  
hvad vi i Norge betegner som etage 5. I denne avdeling,  
og kun her, finder man i Kristianiafeltet de to nævnte slegter  
optrædende samtidig. Et forhold, som er av interesse, om det  
selvfølgelig ikke er av stor betydning for en parallelisation, er  
at etage 5 i flere av omraaderne ved Kristiania er karakteristisk  
netop ved sin rikdom paa gastropoder („gastropodkalken“ -  
etg. 5 a).

„Kalstadkalken“ i Orkedalen, som efter prof. KIÆRS  
revision av fossilbestemmelse (se Norsk geol. tidsskrift I  
no. 3. 1905), likeledes tilhører øverste ordovicium, bestaar  
væsentlig av koraller — om end ogsaa her gastropoder (ikke  
nøiere bestemte) forekommer — og viser saavidt vi endnu vet  
ikke nogen nøiere faunistisk overensstemmelse. Heller ikke  
de øvrige kjendte faunaer fra yngste ordovicium i Trond-  
hjemsfeltet (se BRØGGERS arbeide i Nyt Mag. B. 21 og Chr.a  
Vid.-Selsk. Forh. 1877) synes at vise nævneværdige likhets-  
punkter.

Med hensyn til Smølen faunaens slegtskap, eller ikke slegt-  
skap med tilsvarende faunaer i Kristiania- feltet og andre  
ordoviciske omraader kan man ellers selvfølgelig med de nævnte  
faa former ikke komme til sikre slutninger. Antagelig vil man  
ved opløsning av en større mængde kalksten fra Smølen kunne  
bringe en rikere fauna for dagen, og da bli sat istand til at uttale  
sig om disse forhold, som vil være av stor interesse bl. a. for  
kjendskapet til de palæogeografiske forhold i yngste ordovicium.

---

### Fossils from Smölen.

In the following the author describes a few fossils from a limestone of a somewhat crystalline character, from the island of Smölen (see the map). Fossils are very rarely



Outline map of southern Norway showing the location of the Island of Smölen.

found in this part of Norway, on account of the metamorphism that the rocks have undergone.

The general geology of Smölen has recently been investigated by several Norwegian geologists, and two papers dealing with this subject — by J. SCHETELIG and H. REUSCH; see p. 3 — have been published of late. As regards fossils,

only a few tiny fragments, — probably cystoid or crinoid stems besides a problematical *Halysites* and a single section of what is likely to be a gastropod, — have been found, the material being quite insufficient for any conclusions as to age. In the early part of the summer, 1914, during a short visit paid to this occurrence of limestone for practical purposes, the author happened to find some fragments of silicified fossils weathered out on the surface of the rock, and on further treating some pieces of the limestone with hydrochloric acid, he succeeded in isolating the forms described below.

*Stromatopora* sp. Fig. 1.

On the surface of the weatherworn limestone-rocks the cross sections of large, slightly domed masses, with a prominent concentric structure were observed in several places. This structure is distinctly visible on account of the circumstance that some of the laminae are silicified, whilst others are not. The diameter of different specimens generally varies from 1.5—3 dm. I had hoped that some detailed structure might be visible in microscopic section, but the rock was too much metamorphosed. The calcareous portions consist of irregularly distributed calcite individuals, with a maximum size of about 1 mm. The silicified bands consist of quartz grains, sometimes very small, less than 0,1 mm., at others larger, but the different sizes are arranged in horizontal bands or layers of very different thicknesses.

I do not think there can be any doubt as to these hemispherical masses being stromatoporoid organisms, and if we take into consideration the size, the very strong development of the concentric laminæ, in conjunction with the



evidently very slight radial structure, we appear to be dealing with a true *Stromatopora*, or a very nearly related genus.

*Lophospira* (?) *norvegica* n. sp. Fig. 3.

A very slender gastropod, the lower part of which is considerably broken. Seven volutions present. The whorls are very sharply keeled, and in addition, a well defined carina is present on the lower side of the whorls, near the suture.

By reason of the fragmentary state of the material at hand, so that neither the character of the aperture nor the umbilicus can be observed, the generic determination of this form cannot be made with full certainty. With its elevated spire and sharp peripheral keel the specimen comes nearer to species belonging to the genus *Lophospira* WHITFIELD, as understood by ULRICH and SCOFIELD, than to any other genus of paleozoic gastropods.

*Eunema smoeleni* n. sp. Fig. 2.

A fairly complete specimen, consisting of four volutions found. The form is conical, with an apical angle about 40°. Total length 11 mm. The volutions have a broad, flat peripheral band, which is not vertical, but distinctly oblique in the plane of the cone. Of carinae, a relatively strong one just below the one bordering the band downwards can be seen. Umbilicus is not present. Aperture broken.

In spite of this form not coming very near to one of this genus known to me, it should no doubt be put with *Eunema*, defined as a subgenus of *Trochonema*, with relatively high spire and no umbilicus.

*Maclurea* sp. Fig. 4—6.

Several fragmentary specimens belonging to this genus are present, none so complete as to enable us to give any specific determination. Fig. 4 shows us a cross section of a specimen, that evidently has been strongly compressed laterally. It is impossible to tell from this section the real relation between height and width of the form. The fragment, depicted in figs 5—6, represents a good-sized specimen with comparatively thick shell. It has not been very much deformed, and we evidently have here a *Maclurea* with relatively high volutions and steep sides. Besides those depicted, still more have been worked out by acid, and in one of them can be seen a portion of the outer volution which is very high, the two equally sloping sides uniting in a very sharp curve. With its very high volutions and steep slopes this form comes very near indeed to a form, named *M. septentrionalis* by the late Prof. Koken in his still unprinted paper on Norwegian gastropods, a form occurring in the high Ordovician (stage 5) of the Kristiania region. Another form which also shows much resemblance, is *M. helix* EICHW. from the horizon B<sub>3</sub>, the vaginat-limestone of western Russia.

Besides these gastropods, some still more fragmentary ones have been worked out of the rock, but the material is insufficient for any determination.

*Orthis* sp.

A very small fragment of the posterior portion of a small, rather flat brachiopod with distinct radiating striation, probably belonging to an *Orthis* sp., was found naturally weathered out on a rock surface.

If we consider the stratigraphic value of these fossils, as regards the two best preserved of the gastropods, we shall not be able to give an exact age, because they do not belong to any type with very limited vertical distribution. The *Maclurea* is however of great stratigraphical importance, as belonging to a genus that practically is restricted to the Ordovician, especially to the middle and higher portion of the system.

If we put this together with the occurrence of what cannot be anything but a *Stromatopora* sp., which does not make its entrance till latest Ordovician, our result will be that the Smölen limestone is of high Ordovician age. Compared with the stratigraphical system of the Kristiania region it must be paralleled with some part of stage 5, which very commonly here is highly characteristic by its abundant gastropods.

---



Fig. 1. *Stromatopora* sp.  $\frac{2}{3}$  nat. st.  
» 2. *Eunema smoeleni* n. sp.  $\frac{1}{1}$ .  
» 3. *Lophospira* (?) *norvegica* n. sp.  $\frac{1}{1}$ .  
» 4. *Maclurea* sp.  $\frac{1}{1}$ .  
» 5—6. *Maclurea* sp.  $\frac{1}{1}$ .  
» 7. *Maclurea* sp.  $\frac{1}{1}$ .