

OM TRYSILSANDSTENEN OG SPARAGMITAVDELINGEN.

AV
OLAF HOLTEDAHL.

Der er i vor opfatning av de mægtige sandstensavdelinger som spiller en saa stor rolle i det østlige Syd-Norges geologi mange uklare punkter og der er fremsat vidt forskjellige anskuelser om tildels temmelig fundamentale spørmaal.

Enkelte av disse spørmaal er da ved nyere undersøkelser blit i større eller mindre grad belyst, om andre er ikke nye iagttagelser kommet til men en diskussion av dem kan allikevel være av interesse.

At jeg tar disse spørmaal op beror fortrinsvis paa at jeg sidste sommer, under mit arbeide for Norges Geologiske Undersøkelse med at skaffe en oversigt over teknisk vigtige kalkstens- og dolomitforekomster i de østlandske dalfører, besøkte en række strøk av sparagmitomraadet og desuten i et enkelt omraade gjorde nogen kortvarige studier av mer generel geologisk karakter. Paa anmodning fik jeg nemlig anledning til at anvende nogen tid det blev ialt to uker med orienteringsreiser i og kartlægning av kartbladet „Engerdalen“, et i særlig grad viktig strøk da der her foruten grundfjeldsgranit og gabbro optrær porfyr, Trysil- (Dala-) sandsten, forskjellige sparagmitavdelinger, Schiøtz's Kvitvola-etage, fossilførende ordoviciske lag, „øiegneis“ m. m. Jeg skal ved denne anledning kun komme ind paa enkelte specielle spørmaal vedrørende kartomraadets geologi idet jeg haaber senere efter fortsatte undersøkelser at kunne gi en almindelig fremstilling av forholdene.

1. Om Trysil- (Dala-) sandstenens og sparagmitavdelingens alder.

KJERULF henfører i „Udsigten“ s. 138 (1879) Trysilsandstenen som han kjendte fra Ljørdalen, til sparagmitfjeldets øvre afdeling. Paa det kart som medfulgte TØRNEBOHM's „Grunddragen av det centrala Skandinaviens bergbyggnad“ (1896) opføres Dalasandstenen som ældste led i en yngre algonkisk serie, hvis yngre led utgjøres av de egentlige sparagmitavdelinger. Av teksten (s. 51–53) fremgaar at det er under tvil TØRNEBOHM opfører dette stratigrafiske skema idet han ogsaa har været inde paa en parallelisation av Dalasandstenen og den undre sparagmitavdeling.

HØGBOM hævder en lignende opfatning som Tørnebohm hvad der fremgaar av Høgboms uttalelse i „Precambrian geology of Sweden“ (1910) hvor han under omtalen av den til den jotniske afdeling regnede Dalasandstens forhold til yngre dannelser skriver (s. 11): „the Silurian in the highlands of Sweden occurs in Precambrian valleys which are excavated in the so called Sparagmite-formation, and this formation in its turn lies in undisturbed position upon the jotnian sandstone in question.“

Nogen aar senere (1913) skriver Høgbom i „Fennoskandia“ s. 63 angaaende de sparagmitiske kvartsiters forhold til Dalasandstenen (i Städjanomraadet): „Die Auflagerung ist aber wahrscheinlich eine anomale, und der Quartzit, welcher zu dem Zuge des Wemdalsquartzits gehört, ist möglicherweise eine Fazies des Silurs, weshalb diese Lokalität nicht entcheidend ist.“

Han fremhæver at det ikke er utelukket at Dalasandsten og sparagmiter repræsenterer forskjellige facies av et og det samme prekambriske kompleks.

I sine meddelelser „Fra Trysil“¹ sier REUSCH (s. 9) om Trysilsandstenen at den efter sin habitus gir indtryk av at være en yngre formation og at det ligger nær at undersøke om ikke denne sandsten kunde høre sammen med den av GOLDSCHMIDT paaviste devonske sandsten nord for Fæmunden.

¹ N. G. U. Aarbok for 1913.

Paa Norges Geol. Undersøkelses oversigtskarter over det sydlige Norge, fra 1877 og 1915, likesom paa BJØRLYKKES kart fra 1905 er Trysilsandstenen slaat sammen med sparagmitavdelingen.

En av de væsentligste opgaver ved mine undersøkelser sidst sommer var at prøve at fastslaa hvordan man efter forholdene paa norsk side maa tænke sig Trysilsandstenens stratigrafiske stilling.

Som jeg paa forhaand ventet var der inden det omraade jeg undersøkte ingen chancer for at faa se sandstenen i direkte kontakt med sparagmiterne. Det strøk hvor avdelingerne efter TØRNEBOHMS kart skulde støte sammen hører jo til det næsten overalt sterkt overdækkede høifjeldsterræng i Trysil, hvor morænegrus og myr for det meste skjuler det faste fjeld.

Imidlertid kunde man dog allerede paa forhaand, ved studier over overflateformene (som med al tydelighet fremgaar av det topografiske kart) og den i hovedtrækkene kjendte utbredelse av de forskjellige bergartsgrupper, trække visse slutninger om hvordan forholdene arter sig.

Stiger man f. eks. ved Engerens nordende op paa fjeldvidden i øst, kommer man efter en brat opstigning (paa granit, tildels med nord-sydgaende gabbrostriper) op i et overmaade flatt, overordentlig myrlændt landskap (se kartet, fig. 1). I øst stiger der saa videre op nogen høider som efter SCHIØTZ's karter bestaar av sparagmitiske bergarter (tilhørende Schiøtz's Kvitvolaetage). Denne jevne flate representerer uten tvil det *subkambriske peneplan* og den sænker sig, som tidligere kjendt, mot nord. Denne flate har man rester av ogsaa langt mot syd.

Det fremgaar av en sammenstilling av høidetall svarende til grænsen mellem granit-porfyrfjeldet og den overliggende sparagmit-kvartsit-serie at man har en jevn og ganske svakt mot NNV skraanende flate, og fortsætter man denne flate mot syd viser det sig at ogsaa Trysilsandstenen overalt ligger *under* den. I virkeligheten betegner uten tvil overflaten av sandstensomraadet i syd for Østerfjeld-Lillefjeld for en stor del selve dette subkambriske peneplan likesom man har rester av det i Skalfjeldets overflate som set fra vest eller øst er som skaaret efter en lineal. En rest har vi ogsaa i det vest for Skalfjeld liggende Mjølfjeld hvor undergrunden for største delen er porfyr. Endnu længer syd er planet helt ødelagt ved erosionen.

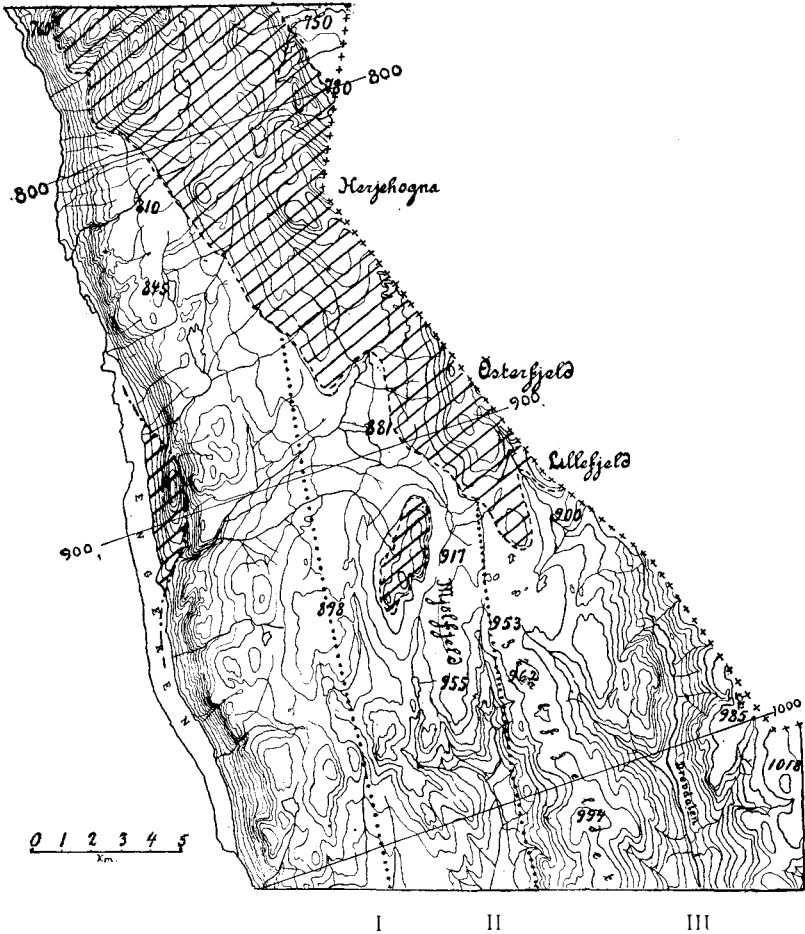


Fig 1. Kartbladet Engerdalens område øst for dalføret, den allernordligste del dog ikke medtat. Det skraat skraverte betegner fjeldmasser (væsentlig sparagmit og kvartsit) der ligger over det subkambriske peneplan. Uten betegnelse er den prekambriske fjeldgrund, der efter de prikkede grænselinjer (saavidt man kan dømme efter de spredte forekomster av fast fjeld) falder i tre hovedomraader: I. Omraade med granit og gabbro. II. Omraade med porfyr, i den sydligste del av Mjølfjeld desuten en rest av Trysil-sandstenens basale del. III. Omraade med Trysil- (Dala-) sandsten.

Tallene angir i meter maksimalhøiden av den nuværende prekambriske fjeldgrund i forskjellige strøk og viser overflatens jevne heldning mot NNV. Linjerne betegnet 800—900—1000 angir selve peneplanets antagne kotelinjer for de nævnte høider.

Ved sin beliggenhet i forhold til det subkambriske peneplan, det mest markerte og stratigrafisk vigtigste denudationsnivå i Skandinaviens fjeldmasse, viser Trysilsandstenen sig saaledes efter forholdene paa norsk side at kunne tidsbestemmes som en egte *prekambrisk avdeling*.

Det punkt hvor jeg har set blottet fjeld av de to bergarts-komplekser, Trysilsandsten-sparagmit, nærmest hinanden er like ved riksrænsen i sydskraaningen av Lillefjeld omtrent 1 km. syd for Lillefjelds grænsesøs (nr. 134). Man ser her ned til ca. 940 m. o. h. stykkevis blottet en presset, sterkt opsprukken sparagmit, tildels kvartsit, der saavidt man kan se staar med svævende lagstilling. I det flatere, tildels med smaabjerk bevoksede terræng nogen hundre meter i syd stikker knauser med typisk, vakker Trysilsandsten op, i et nivå som ligger 20—30 m. lavere. Sandstenen gir, som det meget ofte viser sig at være tilfældet med den, ved første øiekast indtryk av at staa omtrent lodret, med strøk nord-syd. Ved nøiere eftersyn fremgaar det at man har med en lodretstaaende opsprækning at gjøre, at sandstenen i virkeligheten ligger i tykke bænker der er jevnt og vakkert, mest temmelig svakt foldet, med nord-sydlig strøk.

Den nævnte nord-sydgaende opsprækning har bl. a. interesse i en speciel forbindelse, idet den praktisk talt findes overalt ogsaa i et andet tilgrænsende bergartskompleks, om hvis sikre prekambriske alder der ikke har været tvil, nemlig i den vest og nord-vest for sandstensterrænget anstaaende porfyrsérie. Denne porfyrmasse paa hvilken sandstenen hviler, konformt med porfyrens bænking, viser almindelig en overordentlig intens, ofte skiferagtig opsprækning i steiltstaaende nord-sydgaende plater. Ogsaa saa langt nord som ved grænsen nord for Nysæter (som ligger 3 km. nord for Herjehogna røs) hvor prekambrium, med sydligst porfyr, er blotlagt, har man nøiagtig den samme opsprækning i porfyrbergarterne.

Dette for de prekambriske finkornige bergarter typiske træk staar i skarp motsætning til den helt uregelmæssige opsprækning som kjendetegner de høiereliggende sparagmitbergarter.

Efter TØRNEBOHMS karter naar hans store overskyvninger ikke saa langt mot sydøst som til de sydligste utløpere av

sparagmit-kvartsitfjeldet paa kartbladet Engerdalen. Hvis vi med denne opfatning for øie antar at disse sparagmit-kvartsitmasser ligger *in situ* saa vil hermed deres yngre, ikke prekambriske alder være bevist, siden de ligger over det subkambriske peneplan.

Det fremgaar imidlertid av tidligere undersøkelser længer vest at man paa forhaand netop ikke kan anta at disse masser ligger paa sin oprindelige plads. I de geologisk tilsvarende vestligere strøk har SCHIØTZ mellem Trysildalen og Glommen-trakten, jeg selv omkring Randsfjordens nordende, paavist hvordan kvartsit eller sparagmitmasser, der igjen viser sig at være overleiret og uten tvil normalt overleiret av kambriske og ordoviciske lag, er skjøvet frem langt mot syd, nær over den prekambriske overflate.

For spørsmålet om kvartsitmassernes forhold paa østsiden av Engerdalen er en iagttagelse jeg gjorde paa min reise, av interesse.

Ved husene paa Nysæter (straks syd for 7-tallet i 780 paa kartet) nord for Herjehogna røs, i ca. 830 m. høide, bestaar jorden for en stor del av et graagrønlign lerskifergrus som uten tvil angir anstaaende skiferbergart. I et skiferfragment her fandtes et litet stykke av et noget flatpresset, kun $\frac{1}{3}$ mm. tykt, rørformig fossil, uten tvil en *Torellella*. I de myrlændte strøk straks nedenfor, i øst og nordøst, har man (paa ca. 780 m.) prekambrisk porfyr mens der i høiderne i vest anstaar kvartsit og pressede sparagmitbergarter. Disse høiereliggende lag er av meget betydelig tykkelse; straks vest for skiferlokaliteten anstaar de til tops i en høide (973 m.) der er næsten 150 m. høiere end skifer-nivaaet og i Herjehogna straks i syd er sparagmit kvartsitmassen sikkerlig adskillig over 300 m. tyk.

De lavestiagttagne lag av denne øvre masse, iagttat i en bækkeskjæring noget nord for Nysæter havde typisk kvartsitkarakter og i mikroskopet viste bergarten sig at være overmaade opknust.

Det fremgaar av det hernævnte fund at 1. man har paa dette sted ikke nogen mægtig sparagmitavdeling under den underkambriske skifer, 2. man maa anta, ved at sammenligne den sterkt opknuste kvartsitbergart med den lavereliggende skifer som er en normal, noget glimmerførende lerskifer uten utprægede glideflater o. l., at den øvre masse har undergaat en forskyvning henover skiferen som i det væsentligste er blit upaavirket.

Videre kan mindes om en iagttagelse av SCHIØTZ der nævnes bl. a. i en anmerkning i hans avhandling „Om Øiegneisen i Sparagmitfjeldet“ (Nyt Mag. 34, 1879, s. 8). Her omtales at ved Lobækken som ligger i heldningen mot Engerdalen, allernordligst paa rektangelbladet¹, (12 km. NV for Nysæter) optrær „sammen med den graa Sparagmit og Blaakvartsen underordnet lidt graasort Skifer; i denne har jeg fundet Spor av Fossiler, muligens Torellella? og Volborthella? ifølge velvillig Bestemmelse av Dr. G. Holm“. Nogen høide for denne skifer nævnes ikke men det fremgaar av forholdene at dens nivaa ikke kan ha været høit, sikkerlig under 100 m., over grundfjeldsoverflaten, mens mægtigheten av sparagmit-kvartssitmassen noget længer syd er over 250 m.

Vi har ikke her i grænsestrøkene som vi har længer vest, f. eks. ved nordenden av Randsfjorden, *beviser* for at den skjønne masse er av ældre alder end den fossilførende skifer; det maa dog efter de overordentlige analoge forhold i vest synes at være en rimelig antagelse at vi ogsaa her i øst væsentlig har at gjøre med lag tilhørende *sparagmitavdelingen*, („sparagmitformationen“) i den betydning hvori man bør benytte dette uttryk, nemlig omfattende den (primært) direkte under Holmiaskiferen eller tilsvarende dannelser liggende grovklastiske sedimentserie med dens underordnede indleiringer av skifre og karbonatbergarter.

Den nøiere begrundelse for at regne kvartssandstenen sammen med de underliggende grovklastiske sedimenter og ikke med de ovenforliggende fossilførende underkambriske lag er git av KIÆR i „The Lower Cambrian Holmia fauna at Tømten in Norway“², s. 102. I dette arbeide gaar Kiær ogsaa ind paa spørsmålet om sparagmitavdelingens stilling i det stratigrafiske system og konkluderer med at avdelingen bør ansees som en underkambrisk og ikke nogen prekambrisk serie.³ I denne konklusjon er jeg enig paa basis av de av Kiær nævnte fakta:

¹ Ca. 2 km. nord for nordgrænsen av kartet side 20.

² Vid. Selsk. skr. 1916.

³ Dette er tydeligvis ogsaa BBØGGER'S opfatning efter hans fremstilling av „Norges geologi“ i „Norge i det 19de aarh.“ (1900) hvor han s. 4 skriver om „den *eokambriske* lagrække, eller den ældste kambriske lagrække —“

1. at der ikke foreligger forhold som gjør det naturlig at trække nogen formationsgrænse under de laveste fossilførende lag eller under kvartssandstenen. 2. forekomsten i det vestlige Nord-Amerika av kolossalt mægtige fossilførende underkambriske lag der er ældre end vor Holmiaskifer og som skyver den undre grænse for kambrium langt tilbake i tiden.

Utvilsomme primære diskordanser er hittil ikke paavist hverken ved sparagmitavdelingens øvre grænse eller inden avdelingen og selv om der uten tvil inden det nuværende sydlige Norges omraade har været betydelige jordskorpebevægelser (forkastningsbevægelser) i den tid som avdelingen tilsvarende hvad der f. eks. antydes av de vældig grove konglomerater i den ældre sparagmit og av det eiendommelige moræneagtige konglomerat, med blokker av finkornig kalk og av granit liggende om hinanden, i den yngre saa forhindrer dette selvfølgelig ikke at vi kan medregne denne tid i det vi nu forstaar ved den kambriske periode.

Med sin overmaade finkornige, og gjennom vældige mægtigheter overordentlig ensartede petrografiske karakter, med sin lyse farve og sine paafaldende hyppig bølgeslagsmerkede lagflater synes Trysilsandstenen paa petrografisk grund neppe at kunne paralleliseres med nogen sparagmitavdeling. Tar man hensyn til de generelle geologiske forhold saa synes jeg at en parallelisering maa være utelukket. Sammenligner man den med nord-sydlig strøk vakkert, tildels ganske skarpt (sammen med den underliggende porfyrmasse) foldede sandstens optræden som jeg har set den paa bladet Engerdalen (sml. f. eks. TØRNEBOHMS profil i Grunddragen s. 12) med sparagmiternes forhold som de er fremstillet av WERENSKIOLD paa hans profil s. 27 i „Søndre Fron“ saa er der en væsensforskjel. Det store i SO ufoldede denudationsplan ligger *over* Trysilsandstenen men *under* sparagmiterne. Hermed er ikke sagt at dette denudationsplan er av nøiagtig samme alder i de to omraader, tvertimot maa jo planet ved Snødøla være betragtelig ældre idet planet utenfor sparagmitbækkenet neppe var helt færdig før i Holmiaskiferens tid. Man har selvfølgelig hat en meget virksom denudation gjennom et længere tidsrum.

Her kunde ogsaa nævnes det fænomen at den overordentlig typiske nord-sydgaaende vertikalopsprækning som kjendetegner baade Trysilsandsten og porfyrer inden det av mig besøkte omraade et forhold som hænger sammen med en sterk (prekambrisk) sammentrykning i øst-vestretningen mangler i sparagmit-kvartsitavdelingerne. Selv om her, under sterke skyvningsbevægelser, anden opsprækning er kommet til, skulde man dog vente at finde rester av den anden, ældre.

Av stor betydning er i denne forbindelse det av TØRNEBOHM fremhævede faktum at Dalasandstenen overalt indeholder diabaslagerganger mens de totalt mangler i sparagmitavdelingen. I den sidstnævnte har man derimot som bekjendt diabas i konglomeratboller.¹

Alt ialt synes, saavidt jeg kan se, følgende opfatning av aldersforholdene at være den naturlige:

Trysil- (Dala-) sandstenen tilhører det egentlige prekambrium og slutter sig geologisk nær til porfyrserien.

Sparagmitavdelingen (iberegnet „kvarssandstenen“) slutter sig nær til de fossilførende kambro-siluriske lag og maa naturligst regnes til allerunderste kambrium.

De to bergartskomplekser bør derfor i stratigrafiske skemaer og paa geologiske karter holdes skarpt ut fra hinanden.

Som en rent personlig opfatning vil jeg nævne at Trysilsandstenen kanskje bedre kunde paralleliseres med Telemarkskvartsiterne end med sparagmitavdelingen. I det hele minder det prekambriske kompleks paa kartbladet Engerdalen: granitporfyr-sandsten (den sidste som nævnt ofte med bølgeslagsmerker og med intrusive diabasganger) rent i sin almindelighet i ikke liten grad om „Telemarksformationen“, naar man tænker sig denne i en noget mindre omvandlet skikkelse og tektonisk mindre forstyrret. Forholdet mellem de to grundfjeldskomplekser bør ialfald før eller siden tas under overveielse paa petrografisk basis. Først maa forøvrig forholdet mellem graniten og porfyren i Trysilomraadet utredes hvad der skulde være

¹ Efter BJØRLYKKES meddelelse i Centr. Norges fjeldbygning s. 29 viser diabasbergarter i Birikonglomeratet stor mikroskopisk likhet med Dalasandstenens „Øjediabas“.

mulig uten alt for meget arbeide. Iagttagelser som i sommer blev gjort i et grænseomraade (i Rypaasdistriktet i den sydlige del av kartbladet) av L. HAWKES som var med mig i Trysil og som for en stor del arbeidet paa egen haand tyder dog paa at forholdene ikke er helt enkle.

2. Forskjellige paralleliseringspørsmal.

SCHIØTZ har følgende hovedinndeling for fjeldgrunden i den østlige del av sparagmit-kvartsitstrøket:¹

Kvitvolakvartsetagen
Orthocerkalken
Graa sparagmitetage
Rød sparagmitetage

I sin sammenstilling i „Søndre Fron“ s. 43 paralleliserer WERENSKIOLD Schiøtz's graa sparagmit med Ringsakers yngre (Sp. 4), den røde med Elstadspargmiten (Sp. 2). Til avdelingen Sp. 3 (mørk sparagmit og skifer, konglomerat, Birikalk) henfører han de av Schiøtz fra forskjellige steder nævnte, mellem de to sparagmitetager liggende rødligge og graa skifre med konglomerat.

Jeg saa under min reise bl. a. det gamle klassiske profil i Høgberget, sikkerlig et av de viktigste profiler vi har i fjeldkjædestrøkenes utkanter. Den mægtige røde, grovkornige, ofte konglomeratiske sparagmit man her har nederst i profilet (og ellers efter Trysilelvens dal) er saa slaaende lik Ringsakers yngre, røde sparagmit at en parallelisering for mig synes at være helt naturlig.

Over den røde sparagmit kommer ved Høgberget (likesom længer syd, i profilet paa vestsiden av Rømundfjeldet) en rød til gullig, tildels grønlig lerskifer, og derover graa sparagmit. Paa Ringsaker kommer over den røde sparagmit efter MÜNSTER og GOLDSCHMIDT rød og grøn skifer, derover kvartssandstenen. Naar vi saa vet at kvartssandstenen i Ringsaker saavel som

¹ Se f. eks. Nyt Mag. 27, 1883, s. 216.

længer vest tildels kan være sparagmitisk er det vel det naturlige heller at stille Schiøtz's graa sparagmit sammen med det vestlige omraades kvartssandsten.

I virkeligheten er forøvrig den graa sparagmit i Høgbergets profil ganske tynd, bare 4 m., og den er sandsynligvis at opfatte som en ubetydelig *rest* av en tidligere mægtigere sandstensavdeling. Derpaa tyder det ganske overordentlige interessante, i litteraturen oftere omtalte men dog ikke i hele sin betydning fremstillede forhold at sparagmiten er næsten umiddelbart overleiret og uten tvil normalt overleiret av orthocerkalk. Lagfølgen er i en knaus like ved bækken straks syd for husene i Høgberget:

Typisk orthocerkalk, rik paa skiferlameller.	
Kalksandsten med ikke sjelden rester av en	
<i>Maclurea</i> (?)	10 cm.
Arkosebergart	8—13 „
Erosionsgrænse	
Kiselholdig kalksten	13 8 „
Arkosebergart	3 „
Tæt kalksten	9 „
Graa sparagmitisk bergart med rødlige feldspatkorn	4 m.

Nogen faa hundre meter længer nord har man gjennom en mægtighet av flere meter en veksel mellem kvartsit, tildels arkoseagtig bergart, og kalksandsten. En av kalksandstensbænkene har her en mægtighet av 40 cm.

Det kan ikke være mindste tvil om at der i dette strøk straks forut for orthocerkalkens avsætning ligger en eller flere *denudationsperioder*. Vi har jo ogsaa i Rømundfjeldet længer syd det samme forhold med orthocerkalk hvilende paa en tynd graa sparagmit. Det er i denne forbindelse av stor interesse at vi ogsaa i et omraade inden Kristianiafeltet, nemlig ved Langesund, har en *hiatus* under orthocerkalken idet denne hviler paa overkambrisk *Peltura*-førende alunskifer.¹ Videre kan pekes paa at BJØRLYKKE i Gausdal² fandt graptolitførende skifer (av nogenlunde

¹ Se BRØGGER: Spaltenverwefungen N. Mag. Nat. 28, 1884, s. 259.

² Se „Gausdal“, N. G. U. no. 13, 1893.

samme alder som orthocerkalken) liggende over „Gausdals kvartsitformation“ uten spor av egte, sort alunskifer i profilet.

Vi maa i tiden like før orthocerkalkens avsætning ha hat tørt land over store strøk av det sydlige Norge.

Ogsaa i omraader av Jemtland har man i tilsvarende tid havt en lokal denudation (se WIMAN: Eine unter-silurische Litoralfacies bei Locknesjøen in Jemtland. (Bull Geol. Inst. Upsala. IV, 1900.)

Paa kartet fig. 2 har jeg med den strekede linje antydnet hvordan man kan tænke sig grænselinjen mellem land i vest og hav i øst i tidsrummet like før avsætningen av kalkzonen 3 c.¹ Der er ikke saa liten likhet mellem forløpet av denne linje og av dem som jeg i mit arbeide over etage 4 ved Mjøsen² (s. 73) fandt markerte en og

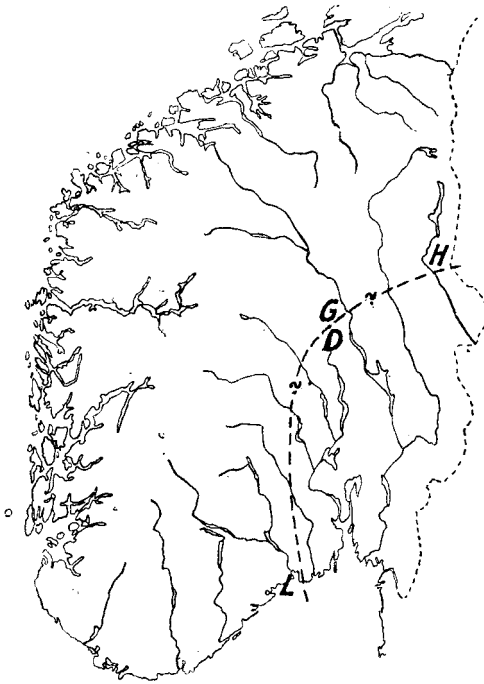


Fig. 2 L Langesund, D = Dokfløivand,
G - Gausdal, H Høgberget.

samme facies under avsætningen av orthocerkalken og Ogygia-

¹ Det tør være et spørsmål om ikke den (ifølge BRØGGER) overordentlig store forskjell i mægtighet av Phyllograptusskiferen i det vestlige strøk Sandsvær—Eker (2—5 m.) og det østlige ved den indre del av Kristianiafjorden (optil 24, ellers sterkt varierende paa grund av foldningen) om ikke dette forhold sammenholdt med den paafaldende skarpe grænse man overalt finder mellem skiferzonen 3 b og kalkzonen 3 c antyder at man ogsaa betydelig længer østover har hat et opdukkende ganske lavt land i tiden umiddelbart før avsætningen av 3 c.

² Vid. selsk. skr. 1909.

skiferen i det sydlige Skandinavien. I denne litt yngre tid naadde da havet betydelig længer mot nordvest.

Med hensyn til forholdene i Gausdal saa er det her ikke helt udelukket at lagrækken gjennom tektoniske forstyrrelser (skyvninger) kan være blit i nogen grad forandret saa man kan neppe lægge alt for stor vekt paa forholdene der. BJØRLYKKE har direkteiagtattforhold som han antar kan skyldes bortpresning.

For kvartsitformationen som ligger over Birikalken, angir Bjørlykke følgende rækkefølge:

Grønlig lerskifer
 Blaakvarts eller lys kvartsit
 Grønlig lerskifer
 Sparagmitsandsten
 Graa eller grønlig lerskifer.

Man vil ikke her finde stor likhet med den over Birikalken liggende del av sparagmitavdelingen paa Ringsaker, uten at der-

Langesund	Ringsaker	Gausdal	Høgberget
4 a α	4 a α	Graptolitskifer	4 a α
3 c	Orthocerkalk (3c)		Orthocerkalk med nederst k. sdst. og arko-sebergart m. m.
	3 b	Kvartsitformation	
	3 a		
2	2		
1 c--d	1 c--d		
	Holmiaskifer		
	Kvartssandsten	_____ ? _____	Graa spar., kun 4 m. tyk
	Rød og grøn skifer		Rød og gul skifer
	Yngre (rød) spar.		Yngre (rød) sparagmit
	Birikalk	Birikalk	(Elta kalk)

for en samtidighet er udelukket. Av særlig interesse er den øverste lerskiferzone i Gausdal idet dennes nederste del efter Bjørlykke tildels er utviklet som „en kalkholdig sandsten førende indtil 1/2 m. lange brudstykker af en lys tæt kalksten“ (l.c. s. 16). Denne eiendommelige konglomeratbergart synes at minde om det utpræget *tillit*-lignende konglomerat som anstaar i skjæringen

syd for Moelven paa Ringsaker (se s. 38) og som maa høre til i den øvre del av den yngre sparagmit; den ligger like indtil den røde og grønne skifer. Man kunde her naturlig tænke paa en sammenhæng mellem de to konglomeratbergarter. I dette tilfælde vilde „kvarstssandstensavdelingen“ mangle i Gausdal idet den graptolitførende skifer kommer over den nævnte grønne skifer.

Paa tabellen er forsøkt en sammenstilling mellem visse omraaders lagserier, som den forekommer mig at være naturlig.

3. Om Birikalkens alder og forekomstmaate.

At Birikalken stratigrafisk tilhører sparagmitavdelingen, at den forekommer som en indleiring i denne avdelings grovklastiske sedimenter, staar for flertallet av norske (vi kan vel ogsaa si svenske) geologer som temmelig utvilsomt. Man finder jo, som et atter og atter opdukkende led i den geologiske bygning, inden praktisk talt hele sparagmitområdet tykkere eller tyndere lag av karbonatbergarter indleiret i sparagmit eller kvartsitbergarter.

Dog har en enkelt norsk geolog, nemlig SCHIØTZ, villet hævde at kalkene f. eks. ved Glomstad og Elta som uten nogensomhelst tvil er paralleler til den typiske Birikalk er av yngre, ordovicisk (undersilurisk) alder. Grunden til at man ikke finder fossiler i disse kalkstener er, ifølge SCHIØTZ (N. G. U. 35, s. 108) at de har været „udsatte for saa voldsomme Trykvirkninger, at Sporene af Fossilerne er blevne udslettede“.

Jeg vil da med engang fremhæve at dette argument ikke kan benyttes. Efter det jeg har set av Birikalk, Glomstadkalk og Eltakalk skulde der paa grund av bergartens almindelige karakter ikke være noget i veien for at man skulde kunne finde fossiler. Det dreier sig (i de sydlige forekomster) gennemgaaende om ganske pene, tætte bergarter som ikke viser spor av nogen egentlig utpresning hvad der f. eks. fremgaar av karakteren av de vakre oolittkalkstener ved Elta.

Vi har for ikke saa mange aar siden, ogsaa fra utenlandsk hold, faat et indlæg om Birikalkens alder, idet A. ROTHPLETZ i 1910 utgav paa basis av norsk literatur og et ganske kortvarig arbeide i marken en avhandling om dette spørsmaal

og om andre stratigrafiske og tektoniske forhold vedrørende sparagmitavdelingen.¹

En av de konklusjoner Rothpletz kommer til, og som da er basis for videre slutninger med hensyn til overskyvninger osv., er at Birikalken er av mellemkambrisk til gammelordovicisk alder² (og at Ringsakers yngre sparagmit derfor maa betragtes som en overskjøven masse).

Sin opfatning kommer han til ved sammenligning av MÜNSTERS og GOLDSCHMIDTS stratigrafiske skema fra Ringsakertrakten med BJØRLYKES fra Gausdal. Rothpletz tyder det faktum at den kambriske alunskiferserie mangler i Gausdal paa den maate at vi i den nævnte „Gausdals kvartsitformation“ har en nordlig ekvivalent til alunskiferne, særlig til den øvre del av dem, og at Birikalken som kommer under kvartsitformationen, derfor svarer til deres underste del. Dette støttes, mener han, av forekomsten av alunskiferagtige lag sammen med Birikalken paa Ringsaker.

Om Kræmmeroddens relativt lyse og kompakte kalk siger han at den har en viss likhet med orthocerkalken „und jedenfalls sieht er ihm ännlicher als irgend einem anderen Kalkstein in der Umgebung des Mjøsen. Da er ausserdem entweder auf den Alaunschiefern oder auf dem Birikalk³ liegt, so ist schon dadurch eine Altersbeziehung zum Silur gegeben und ich bin geneigt in ihm, wenn auch nicht gerade einen Vertreter des Orthoceren Kalkes, so doch eine Ablagerung der Silurzeit zu sehen“ (s. 22).

Det kan ikke negtes at beviserne for Birikalkens yngre alder er temmelig daarlige. Hvad Ringsakerprofilets forhold til Gausdalsprofilet angaar, det viktigste positive argument ROTHPLETZ anfører, saa er, som det vil fremgaa av det i forrige avsnit nævnte, netop det som ROTHPLETZ finder urimelig (se hans avhandling s. 14), nemlig at vi har hat en transgression av ordo-

¹ Meine Beobachtungen über den Sparagmit und Birikalk am Mjøsen in Norwegen. Sitz. Ber. d. Kgl. Bayr. Ak. d. Wiss., 1910.

² ROTHPLETZ's anskuelse er allerede optat i den utenlandske lærebokliteratur; saaledes finder man igjen i A. TORNQUIST: Grundzüge der geol. Formations- und Gebirgskunde (Berlin 1913) s. 53 Rothpletz's ytterlig hypotetiske, skematiske profil (side 15 i hans avhandling) over de kambriske lags facies-forandring fra syd mot nord i det sydlige Norge.

³ Hermed menes den mørke kalkskifer.

viciu (graptolitskifer) paa „eokambrium“ (kvartsitformationen), det eneste sandsynlige.

Kambriske eller gammelordoviciske sorte skifre optræer saa ensartet utover det sydlige Norge fra Kristianiafeltet og Ringsaker vestover gennem Torpen, Hardangervidda, i deler av Trondhjemfeltet, Jemtland, Dalarne, tilbake gennem Norge gennem den sydlige del av det av SCHIØTZ saa nøie undersøkte sydøstlige sparagmitomraade, at det rent i sin almindelighet betragtet vilde være ganske paafaldende om tilsvarende avdelinger i Gausdal skulde bestaa fortrinsvis av kvartsit og sparagmitsandsten.

Man har egne alunskifer utviklet ved Dokfløivand, (se kartet s. 28) mindre end en mil SSV fra profilerne ved Roppa paa Gausdalbladet. Rækkefølgen ved Dokfløivand er normal, man gaar fra blaakvarts til grøn skifer og derefter til alunskifer; at denne alunskifer kan være nogen ekvivalent til kvartsitformationen umiddelbart nordenfor kan man vel trygt si er utelukket. Derimot kan det forhold at alunskiferne mangler paa Gausdalbladet naturlig forklares ved at anta en i nord sterkt virkende erosion, som fremstillet i forrige avsnit.

Forekomsten av alunskiferlignende bergarter i Birikalkzonen kan ikke tillægges nogen vekt som bevis for en „efter-sparagmitisk“ alder av denne zone naar de tilgrænsende kalkbergarter ikke viser nogen likhet med kjendte kambro siluriske kalkstener i tilgrænsende strøk.

Et moment av betydning er det videre at der i den ældre del av sparagmitavdelingen, mellem den mørke sparagmit og Biskopaaens grove konglomerat, altsaa i en zone som ogsaa ROTHPLETZ regner til „eokambrium“ findes kalklag. ROTHPLETZ sier (s. 24) at han ikke fandt dem, men de er iagttat baade av MÜNSTER og GOLDSCHMIDT. Det viser at vi ogsaa bortset fra Birikalken har hat karbonatdannelser og ikke bare sandstenssedimenter i det tidsrum som svarer til sparagmitavdelingens avsætning.

Jeg har netop for Norges Geologiske Undersøkelse (i samarbeide med raastofkomitéen) utarbeidet en oversigt¹ over økonomisk vigtige kalkstens- og dolomitforekomster inden sparagmitomraadet og for dette arbeide er der av raastofkomitéens

¹ Trykkes i aarbok for 1920.

kemiker, hr. A. RØDLAND, utført et større antal analyser som gir os et ganske godt indtryk av sparagmitkalkstenenes sammensætning, særlig med hensyn til spørsmålet om karbonatbergarterne er kalkstener eller dolomiter. Da jeg i nævnte oversigt ikke har gaat ind paa de teoretiske spørsmåal vedkommende karbonatbergarternes forekomst, kan en orientering være av interesse.

De tre paa en linje liggende sydligste kalkforekomster: paa Biri Ringsaker, ved Glomstad og ved Elta (se kartet s. 41) viser kemisk som petrografisk overordentlig store likhetspunkter og tilhører uten tvil et og samme nivaa. Man har her i alle 3 felter følgende bergartstyper:

Mørk kalkskifer

Kompakt, lysere, mest noget sandig *kalksten*. Denne kalk synes at være av særlig stor mægtighet, tildels med rene, tildels med sterkt sandige lag ved Trysilforekomsten.¹

Tildels i vekselleiring med kalklagene har man

Dolomitiske, brunlig forvitrende, temmelig urene lag

Zoner med *intraformationale kalkkonglomerater* er iagttat paa Biri-Ringsaker og ved Elta.

Gaar vi længer mot nord er det bare i de vestligste forekomster man fremdeles har tilsvarende forhold. Dette er tilfældet i Gausdal, hvor vi har en meget mægtig „Birikalkavdeling“ med i det store og hele lignende bergartstyper. Ogsaa for forekomsterne omkring Myre st. gjælder dette. Kommer vi endda længer nord blir forholdene i betydelig grad forandret, de er blit i høieste grad uregelmæssige, og vi har i almindelighet de forskjellige bergartstyper mer *hver for sig*.

Vi har tildels, som f. eks. paa østsiden av Gudbrandsdalen i strøket Hundorp Vinstra eller paa vestsiden av Engerdalen, paa lange strækninger sammenhengende baand av meget urene

¹ I den sandholdige kalkavdeling ved Elta spiller (for det meste forkislede) oolitbergarter en ikke liten rolle. Ved broen over elven har jeg ogsaa set stromatolitiske dannelser. I kalkknausen ovenfor Løisnes ved Myre i Gudbrandsdalen forekommer mægtige, overordentlig kompakte lag med en eiendommelig oolitoïdstruktur, (bl. a. omtalt av TØRNEBOHM, se G. F. F., 31, s. 725). Det er ytterst sandsynlig at ialfald deler av Birikalken er at opfatte som paa fysiologisk kemisk vei utfældte karbonatmasser.

karbonatbergarter, hvis mægtighet varierer betydelig. I Engerdalen er disse bergarter fortrinsvis (mer eller mindre pressede) kalksandstener, det samme synes at være tilfældet i Gudbrandsdalen. Tildels er kalkgehalten saa liten at man har for sig en kalkholdig sandsten eller sparagmit, hvis kalkgehalt væsentlig kun erkjendes ved den forvitrede bergarts porøse karakter.

Saa har man ofte for sig tildels nogenlunde rene og homogene, meget lyse, mer eller mindre krystallinske dolomiter tildels overdolomitiske bergarter som f. eks. ved Vaala øst for Ringebu, ved Sjoa, i Sell, Vaage, ved Koppang, samt i Hylleraasen (her i et lag magnesitisk) og Høgberget i Trysilstrøket. Mægtigheten er aldrig særlig betydelig, maksimalt ca. 15 m., mest meget mindre. Der er altid en ikke ubetydelig kiselsyregehalt; i mikroskop ser man spredt i massen smaa kvartskorn som angir bergarten som et primært sandholdig sediment.

De sydligere forekomsters mørkegraa til sortagtige, skifrige kalk forekommer nordover i forholdsvis let kjendelig skikkelse. Man har den ved Koppang i Østerdalen og ved Lien ved Storsjøen, likesom jeg har set en sikkerlig tilsvarende, meget sterkt presset kalk i nærheten av et tyndt urent dolomitisk drag i Koloberget ved Sjoa og likesaa i den sydøstlige del av det dolomitførende felt i Tolstadkampen i Sell, dog ikke i direkte sammenhæng med dolomiten. Ved Koppang grænser dolomiten og den mørke skifrige kalk heller ikke til hverandre.

Likesom den mørke skifrige kalk fra de nordlige lokaliteter uten tvil svarer til den tilsvarende bergart i de sydlige, saa forekommer det mig ikke at være rimelig grund til at tvile paa at de nævnte relativt rene dolomiter i nord svarer til de dolomitiske lag i syd. Vi har f. eks. fra Glomstadfeltet en analyse som viser kalk og magnesia i forholdet 28, 05: 15, 73 og likesaa fra Eltafeltet en analyse (MEINICHS) med meget høi magnesiagehalt. Nordover forandrer forholdet sig kun forsaavidt som vi faar en noget mer ren og kompakt dolomitmasse, med normaldolomitisk eller endnu høiere magnesiaindhold.

De omtalte vidt utbredte nordlige kalksandstener, som jeg særlig har set i den nordlige del av Trysilomraadet, tilsvarende efter min mening de sandige kalklag i syd. I Elta-feltet er,

av de mer kompakte kalkstener, de tydelig sandholdige absolut de overveiende, og ogsaa ved Glomstad og paa Ringsaker er den kompakte kalk mer eller mindre sandholdig, hvad der ogsaa fremgaar av den høie kiselsyregehalt i analyserne.

I virkeligheten beror den store forskjjel i karbonatbergarternes optræden i den nordlige og sydlige del av sparagmit-omraadet ikke saa meget paa selve bergarternes karakter (bortset fra at bergarterne i nord er mer krystallinske), men paa at man i nord har de forskjellige typer mest som relativt tynde lag, *adskilt* fra de andre ved sparagmit- eller kvartssitmasser, mens man i syd har dem alle *samlet* i en hovedavdeling.

Dette kan ha to forklaringsgrunder: det kan være betinget av *primære* eller *sekundære* aarsaker. Naar vi ser paa de enkelte karbonatlags uregelmæssige forhold med hensyn til f. eks. tykkelse, saa vil vel alle nu være enige om at den stadige variation skyldes en sekundær aarsak, trykvirkninger under fjeldkjædetiden. Naar vi videre finder to lag, om hvilke vi temmelig sikkert vet at de længer syd er sammenhengende, adskilt ved et tyndere eller tykkere bergartskompleks, kan forholdet tænkes forklaret ved at der har foregaaet *skyvninger* efter nogenlunde, men ikke helt parallelt lagningen beliggende skyveplan.

Der er imidlertid ting som taler for at den omtalte opdeling av den heterogene sydlige karbonatmasse i flere led ogsaa til dels kan ha en primær aarsak. Hadde man primært i nord hat lignende forhold som i syd skulde man ventet ikke sjelden at finde de forskjellige karbonatbergartstyper støtende direkte til hinanden, eller med overgangslag, hvad der i nord næsten aldrig er iagttat. At man under skyvninger skulde faat karbonatlagrækken netop opdelt (adskilt av flatliggende skyveplan) efter grænsen mellem de forskjellige bergarter er jo temmelig usansynlig. Det forekommer mig at være en ikke urimelig forklaring paa forholdet at man mot nord ogsaa primært har hat en opdeling av karbonatmassen ved tyndere eller tykkere indleiringer av sandsten. Hermed kan jo stemme at vi i Trysiltrakten i syd ved Elta har en ikke litet tyk helt sandfri kalk mens der længer nord kun er iagttat sterkt sandholdige kalkbergarter.

Med hensyn til Birikalkkompleksets likhet med kambrosiluriske kalkavdelinger i det sydlige Norge saa er der ingen likhet overhodet med de almindelig kjendte fossilførende kalkstener. Kræmmeroddens kalk eller Eltas rene kalksten er i virkeligheten meget forskjellig fra orthocerkalken, som selv i de nordligste forekomster er let at kjende igjen og som viser en temmelig konstant kemisk sammensætning, med kun ubetydelig magnesia. Dog har man nogen specielle kalkbergarter (fra henholdsvis Birikalk og ordovicisk nivaa) der viser en stor petrografisk likhet. Det er typer av kalksandstenen ved Elta og kalksandstenen under den egentlige orthocerkalk ved Høgberget. Den sidstnævnte kalksandsten er forøvrig meget tynd, se s. 27, mens den tilsvarende bergart ved Elta er særdeles mægtig. Slike tilfældige likhetspunkter som de nævnte kan man imidlertid støte paa ved alle sammenligninger og der bør ikke lægges megen vekt paa et slikt enkelt fænomen.

4. Om Kvitvolaetagen m. m.

SCHIØTZ opstillet „Kvitvola kvartsetage“ som en yngre stratigrafisk avdeling allerede saa tidlig som i 1870-aarene, da de store skyvningsteorier endnu ikke var blit aktuelle i skandinavisk geologi. For TØRNEBOHM blev da denne samme Kvitvolas kvartsit-sparagmitavdeling, som i vest hviler paa foldet orthocerkalk, et godt eksempel paa en overskjøven fjeldmasse.

Ved sit i nyere tid foretagne besøk ved Høgberget fandt BJØRLYKKE (Centr. N. fj. s. 96 etc.) tydelige beviser paa en skyvning i den overordentlig pressede, mylonitiske karakter av den underste del av den (tildels dolomitførende) kvartsitmasse som i svævende lag ligger over skjælførmig sammenskjøven orthocerkalk med overliggende sort skifer av etage 4 a.

Naar man ut fra nutidens forutsætninger ser Høgbergets profil saa kan der heller neppe opstaa tvil om at den øvre fjeldmasse ikke er en *in situ* avleiret yngre avdeling men at den er kommet paa sin plads ved en skyvning. Problemet er imidlertid: av hvilken alder er denne skjøvne masse, er den ældre eller yngre end f. eks. orthocerkalken som den ligger over?

Jeg har studert forholdene for litet til med bestemthet at kunne uttale mig om dette spørmaal men maa dog fremholde at efter det jeg har set av Kvitvolaetagens petrografiske karakter sammenstillet med de generelle geologiske forhold som de er kjendt i vestligere og nordvestligere strøk synes Tørnebohms antagelse: at den skjøvne masse tilhører sparagmitavdelingen, at være den eneste naturlige.¹ Allerede KJERULF (Udsigten s. 126) sammenligner profilet ved Høgberget med „de mange lignende profiler i det centrale Norge, navnlig Kletten, Dokka, Torpen o. s. v., hvor ældre fjeld rager høit op og endog udover yngre etager, der foldedes langs med dets fod.“

Med hensyn til en mulig avvikende petrografisk beskaffenhet av Kvitvolakvartsetagens bergarter fra vanlige sparagmiter saa belyses dette spørmaal tildels av det forhold at SCHIØTZ til forskjellige tider har latt Kvitvola-avdelingen omfatte forskjellige omraader. Paa hans kart fra 1883 (Nyt mag. 27) staar Trysilfjeld og Varlien med Kvitvolafarve mens etagen paa hans store kart fra 1903 (N. G. U. nr. 35) først optrær et godt stykke nord for Elta. Mens Schiøtz saaledes selv har fundet det vanskelig at skille Kvitvolaetagens pressede sandstensbergarter ut fra andre sparagmiter hævder TØRNEBOHM i sin teori at man direkte har med skjøven sparagmit at gjøre og BJØRLYKKE (Centr. N. s. 100) paapeker likheten med andre pressede sparagmittyper.

I virkeligheten er det ikke bare sparagmitbergarterne som ligner. Ogsaa karbonatbergarterne er (som jeg i forrige avsnit har været inde paa) av samme type som ellers i det egte sparagmitstrøk. Det gjælder dolomiten som anstaar i tynde lag i Høgbergets steile væg og som ikke skiller sig ut fra dolomitlag f. eks. i Gudbrandsdalen, det gjælder de tykke, noget vekslende mest meget kalkfattige kalksandstenslag som efter Schiøtz er

¹ Hvis det skulde vise sig ved fortsatte svenske fund av organiske levninger i Lapplands og Nord—Jemtlands klastiske „Sevegruppe“ (se WIMAN: Om fossilfynd i sparagmitformationen, Sv. geol. unders. årsbok 13, 1919), at man her virkelig har noget yngre bergarter for sig, behøver dette ikke at forandre vore anskuelser om de sydnorske sparagmitbergarters alder. Det dreier sig her om to omraader hvor man paa forhaand maa vente en temmelig forskjellig stratigrafisk utvikling av den kambro-siluriske lagrække.

særlig karakteristiske for Kvitvolaetagen. Ogsaa slike lag har man som lignende lange baand gaaende ut i fjeldsiderne i Gudbrandsdalen og en litet presset parallel har man som før nævnt efter min formening i de vidt utbredte sterkt sandige kalklag i Eltafeltet.

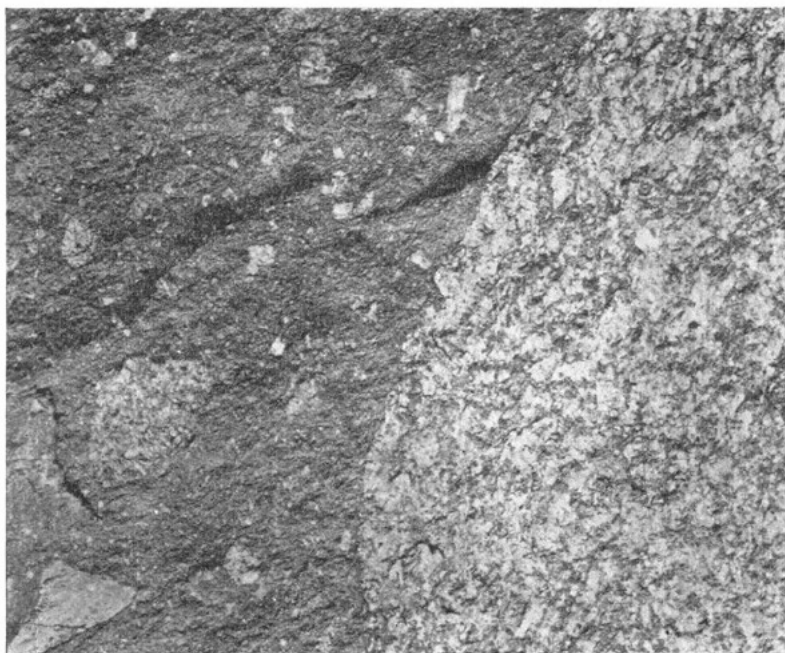


Fig. 3. Stykke av det rødbrune tillitlignende konglomerat fra jernbaneskjæringen syd for Moelven station. Naturlig størrelse. Bergarten i det store bruddstykke tilhøre er granit, i det lille kantede nederst tilvenstre, kalksten.

Forekomsten av dolomit er av interesse ogsaa i en speciel forbindelse. Man kunde jo paa forhaand tænke paa en parallellisering med Trondhjemsfeltets Hovindgruppe som i stor utstrækning er en sandstensavdeling. I Hovindgruppens (likesom i de øvrige Trondhjemsgrupper) karbonatbergarter finder man imidlertid aldeles lovmæssig en helt *minimal magnesiagehalt* som det fremgaar av CARSTENS' nye oversigtsarbeide.¹

¹ Oversigt over Trondhjemsfeltets bergbygning. Det kgl. norske vid. Selsk. skr. Tr.hjem 1920, s. 87.

Hylleraasens pressede sandstensmasse (øst for Engeren) med dens karbonatlag staar paa SCHIÖTZ'S kart fra 1874 (N. Mag. 20) avsat tildels som graa sparagmit, dels som Kvitvolaetage, paa kartet fra 1883 som graa sparagmit. Den maa, saavidt jeg har set, paa grund av bergarternes sterkt pressede karakter, forekomsten av ganske tynde karbonatlag m. m. naturligst stilles sammen med Kvitvolamassen. Av stor interesse er i Hylleraasen (nær toppen, langt nord) forekomsten av et eiendommelig, ca. 15 m. mægtig skifrig konglomerat som kommer over karbonatlagene og under en presset sparagmit. Typisk for konglomeratet er foruten dets sterkt pressede karakter stenenes ujevne størrelse, den overmaade finkornige grundmasse og den hyppige forekomst av kalksten og dolomit i bollene. Dette konglomerat leder tanken hen paa det konglomerat der omtaltes av Schiøtz (Nyt Mag. 20, 1874, s. 30) fra Smeia, kun nogen faa kilometer nord for Elta-kalkfeltet. Dette konglomerat har efter Schiøtz knoller av kvarts og grov rødlig kalksandsten i en grundmasse av graa fin kalkholdig sandsten. I et grustak ca. 1 km. nord for Jordet (som ligger ved Eltas utløp i Trysilelven) har jeg set stykker av dette eiendommelige konglomerat som godt kunde tænkes at være en litet presset ekvivalent til Hylleraasens. Det ligner da videre i paafaldende grad typer av det før nævnte eiendommelige, tillitlignende konglomerat syd for Moelven station paa Ringsaker, hvorav et stykke er avbildet, se fig. 3.²

TØRNEBOHM lar sin overskyvningsgrænse i Høgbergpartiet ikke følge den nedre kant av de svævende, pressede bergarter, men paa grund av en diskordans som er iagttat længer syd (ved Husfloen), litt oppe i dem, i et høiere nivaa. Det er yderst sandsynlig at man ogsaa i dette nivaa har en forskyvning men den vigtigste maa antas at gaa ved den nævnte undergrænse, (der hvor BJØRLYKKE angir en skyvningsflate). Med sine pressede kalkstenslag og øvrige overensstemmende petrografiske

¹ Forekomsten av tillitlignende dannelser i sparagmitavdelingen er i virkeligheden et forhold av stor generel interesse da man jo netop fra tilsvarende stratigrafisk nivaa, fra allerunderste kambrium eller yngste proterozoikum, kjender morænebergarter fra flere strøk av jorden. Jeg har lett endel efter skurstriper i konglomeratstenene syd for Moelven, men uten resultat.

karakterer bør ogsaa Tverfjeldet, som paa Tørnebohms kart ligger syd for overskyvningsgrænsen, regnes sammen med Kvitvolas fjeldmasse som Schiøtz har gjort,

Om skyveplanets utgaaende i syd tør jeg ikke ha nogen mening. Paa sit kart fra 1903 har SCHIØTZ Blekufjeld som sydligste Kvitvolamasse, men som før nævnt har han paa et ældre kart Kvitvolaetagen avsat helt syd i Trysilfjeld, saa spørgsmaalet er sikkert vanskelig at løse, specielt hvor det dreier sig om saa sterkt overdækkede strøk som her.

Som bekjendt antar SCHIØTZ at Trysilfjeldets masse, likesom den sydlige del av sparagmit-kvartsfjeldet længer vest, ikke ligger *in situ* men er skjøvet. Jeg har da tidligere i en avhandling om de geologiske forhold ved Randsfjordens nordende¹, paavist lignende forhold i dette vestre strøk som SCHIØTZ i øst, nemlig at en gammel sandstensmasse er skjøvet hen over yngre lag hvorav nu kun rester av det allerunderste er opbevaret her og der, liggende mellem grundfjeld og kvartsit. Ved Randsfjorden og nordover er forholdene meget enkle, idet der kun kommer ind kvartsiter (og fossilførende kambro-silur). Længer øst blir de langt mere komplicerte, idet vi der ogsaa faar med ældre sparagmitnivaer at gjøre. Her er det, f. eks. i Trysil og ved Glomstad, overmaade vanskelig at komme til klarhet over de tektoniske forhold. Vor opfatning av tektonikken i det sydligste belte av sparagmit- kvartsitstrøket er jo nemlig i væsentlig grad avhængig av vore anskuelser om de primære forhold i det strøk som danner overgangsbeltet mellem det sydlige omraade, hvor mellemkambrisk alunskifer (med et tyndt basalkonglomerat) er det ældste sediment paa grundfjeldet (Kristianiafeltutvikling), og det typiske sparagmitomraade, hvor samtlige sparagmitzoner er repræsentert, og om disse forhold vet vi overmaade litet. Vi vet at sparagmitavdelingen ligger i en fordykning i den prekambriske fjeldgrund i forhold til denne fjeldgrunds overflate længer syd, men om grundfjeldsoverflatens heldning i overgangsomaadet er det vanskelig at faa nogen forestilling, bl. a. paa grund av at grundfjeldets overflate saa langt mot nord for det meste er helt dækket av sekundært fremskjøvne kvartsit-sparagmitmasser (se kartet fig. 4).

¹ N. G. U. aarbok 1915.

Det fremgaar av uttalelserne i „Den sydøstlige Del af Sparagmit- Kwarts-Fjeldet i Norge“ (se særlig s. 98 107), at SCHIØTZ er kommet til den opfatning at grundfjeldsoverflaten heldning ned i sparagmitbækkenet maa være meget brat, siden han taler om den nordlige „grænse for grundfjeldet“ som en linje. Forholdene ved Jordet i Trysil og i strøket omkring Aastas munding kan ogsaa gjøre en slik opfatning naturlig. Paa et enkelt sted langt vest har jeg ogsaa selv (i 1918) iagttat et temmelig steilt nordlig fald av grundfjeldsoverflaten, nemlig

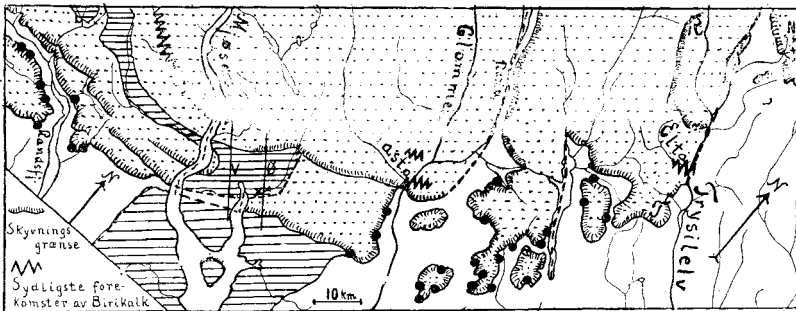


Fig. 4. Den sydøstlige del av sparagmit-kvartsitomraadet (prikket) i Norge. Hvitt betegner prekambrium, vandret skravert større partier av fossilførende kambro-silur. De runde sorte flekker angir steder hvor lag av mellemkambrisk alder er paavist liggende praktisk talt like paa prekambrium, hvor altsaa sparagmitavdelingen primært helt mangler. Brudte streker betegner vertikalforkastninger. T Trysilfjeld, R = Rømundfjeld (som ligger 10 km. syd for Høgberget), N = Nysæter, straks nord for Herjehogna. Linjerne mrk.

V og Ø, øst for Mjøsen, angir beliggenheten av profilerne V og Ø i fig. 5.

ved kvartsitgrænsen nordvest for Tomlevolden i Nordre Land, (i vesthjørnet av kartet fig. 4). Antar man en slik steil heldning, er det rimelig at sætte den i forbindelse med en gammel sydvest nordøstgaaende *forkastning*. Det kunde i dette tilfælde være naturlig at tænke sig (se de to øverste profiler paa fig. 5, s. 44) denne forkastning kommet istand efter at de ældre sparagmitzoner (Æ. sp.), Birikalken (B. K.) og en større del av den yngre sparagmit (Y. Sp.) var avsatt. Ved en hævning i syd fik man her denudation, mens i nord det tillitlignende konglomerat med sin rike variation av bergarter blev avsatt. (Man kunde her tænke sig forholdene omtrent som i Øst-Finmarken efter

min fremstilling i „Bidrag til Finmarkens geologi“ N. G. U. 84, se profilet s. 271). Videre avsættes kvartssandstenen og Holmia-skiferen trangsgrederende opover en brat landoverflate sydover. Forholdene ved Randsfjordens nordende tyder paa at vi har en gradvis uttynding av den underkambriske skifer mot syd. Tilslut avleires over det hele den yngre kambrosiluriske lagpakke.

Antagelsen av en slik gammel forkastning som den ovenfor antydede er foreløbig rent hypotetisk, og i enkelte strøk som i Valdresdalføret, paa østsiden av Storsjøen i Rendalen, og paa østsiden av Engerdalen har man en meget svak, jevn heldning av den prekambriske fjeldoverflate langt nordover. Den eneste maate at kombinere disse forhold paa er ved at anta et uregelmæssig, tildels vinklet forløp av den gamle forkastningslinje, i likhet med det forløp SCHIØTZ angir for „grundfjeldsgrænsen“ (se kartet s. 99 i hans netop nævnte avhandling.)

Til forklaring av forholdene ved Jordet og Aasta kan man muligens ty til antagelsen av en *ynge* forkastning, hvorved, *efterat* de store skyvninger var endt, Elta- og Glomstadkalken kom i nivaa med grundfjeldet i syd. Paa grund av overdækning tør det bli vanskelig at avgjøre dette spørsmåal. For kontakten nordvest for Tomlevolden er det efter min mening vanskelig at forklare den steile grundfjeldsheldning ved hjælp av en ordinær, yngre forkastning. Man faar her indtryk av at kvartssiten med ved basis endel opknust skifer, er *skjøvet frem* mot den skraa grundfjeldsoverflate.

Et forhold som maa tyde paa at grundfjeldsheldningen i enkelte strøk maa være nogenlunde steil, er den overmaade store mægtighet av Birikalken (og tilsvarende kalkstensmasser) paa steder der ligger like i nord for strøk med sydlig utvikling. Paa kartet s. 41 markerer de sorte punkter steder hvor alunskifer er fundet nær over grundfjeldsoverflaten, og det vil sees at Glomstad- og Eltakalken ligger omtrent paa linje med de nordligste av disse punkter. Hvis man tænker sig en meget jevn og flat heldning av grundfjeldsoverflaten ind i sparagmitomraadet, skulde man anta, at man maatte meget langt mot nord for at faa Biri-kalkens mægtighet saa betydelig som den er i disse sydlige felter. Man maatte i dette tilfælde tænke sig disse karbonatmasser

revet løs meget langt i nord og skjøvet sydover, men en slik særlig lang transport kan neppe disse bergarter ha været utsat for. Det motsies av deres petrografiske karakter og av deres generelle tektoniske forhold. Det vil fremgaa av det s. 22 anførte, at man øst for Engerdalen sikkerlig ikke har hat nogen nævneværdig primær avsætning av sparagmitavdelingens sedimenter selv saa langt nord som ved Nysæter (N i nordhjørnet paa kartet fig. 4). Vi skulde selv her ikke være mer end i grænsen av sparagmitbækkenet. Tænker man sig forholdene ens efter SV-NØ løpende linjer, maatte efter dette Eltakalken være kommet fra et strøk nordenfor det paa kartet angivne omraade, og en slik lang transport kan umulig tænkes. At der, som SCHIØTZ mener, maa ha været en førkaledonisk skillelinje efter Trysil-Engerdalen, med sparagmitavdeling paa vestsiden, blottet grundfjeld paa østsiden, finder jeg derfor at være meget sandsynlig. En slik skillelinje maa da efter al rimelighet skyldes en gammel, i den senere del av sparagmittiden foregaaet forkastning. (Der maa forøvrig efter dette dalføre ogsaa gaa en *yngre* forkastning med indsynkning i vest.)

Med antagelsen av en gammel nord-sydgaaende grundfjeldsgrænse efter Engerdalen kan det stemme, at den skjøvne Kvitvolamasse i trakten Høgberget-Rømundfjeld (R) har et omtrent nord-sydlig strøk, og at de tektoniske forhold her er helt ensartet efter nord-sydlinjen, hvad man jo ellers ikke er vant til. Man kan her ha faat foldningsaksen paavirket av sparagmitgravens nord-sydgaaende grænseretning, likesom man maa anta at det sterkt nordlige strøk av Birikalkdraget i strøket Vismundelven (vest for den nordlige del av Mjøsen) Gausdal staar i sammenheng med et nordlig forløp av sparagmitbækkenets vestgrænse.

Uten at jeg tør uttale mig nærmere om forholdene ved sparagmitbækkenets sydgrænse har jeg paa fig. 5 (hvor, som en mulighet, en mer jevn heldning av grundfjeldsoverflaten er angit ved en prikket linje) ved skematiske tegninger antydnet hvordan man efter min opfatning kan tænke sig de kaledoniske og senere bevægelser i fjeldgrunden foregaaet efter forskjellige profillinjer i overgangsstrøket.

Den næst øverste figur, fra Trysilomraadet, angir tilhøire skyveplanet (sk.pl.) under Kvitvolakomplekset hvorved bergartsmassen længst tilhøire, over skyveplanet, føres hen over ordoviciske lag i Høgberget. Til venstre føres en kvartssandstens-

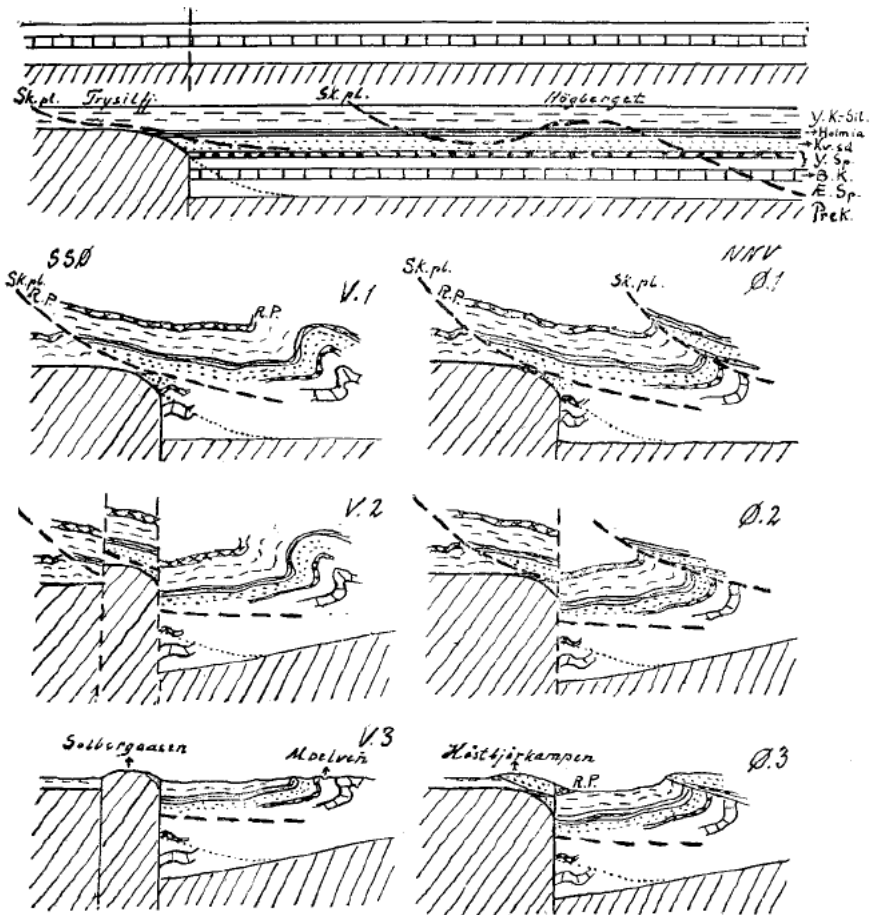


Fig. 5. For forklaring se teksten s. 41 og s. 43-45.

masse efter et andet skyveplan nær hen over grundfjeldsoverflaten og blir liggende igjen i det nuværende Trysilfield.

Figurerne nedenfor illustrerer utviklingen som man kan tenke sig den efter to NNV-SSØ gaende profiler, henholdsvis

over rhombeporfyrfeltet og Høstbjørkampen øst for Furnesfjorden (Ø 1, 2, 3), og over Moelven st.- grundfjeldshorsten (Solberg-aasen) paa Nes (V 1, 2, 3, se linjerne V og Ø paa kartet fig. 4). R. P. betegner komplekset rhombeporfy- devonisk sandsten.

English Summary.

In the geology of the eastern part of central Southern Norway, sandstones, generally of a more or less pressed character, are rather dominating. The majority of these sandstones belong to the so-called Sparagmite formation, while a peculiar fine grained rock, the Trysil sandstone, occurring to the south-east (in Trysil), geologically belongs to the division, which in Sweden is called the Dala sandstone.

As there has been a difference of opinion concerning a good many points pertaining to the geology of these sandstone divisions, a discussion of some of these points may be of interest.

The author had the opportunity of studying many interesting localities of these sandstones in the course of his survey of the economically important limestones and dolomites in the sparagmite district during the summer of 1919.

The present article deals with the following subjects.

1. Age of the Trysil sandstone and the Sparagmite division.

The Trysil sandstone was found to be of undoubted pre-Cambrian age as it occurs regularly below the sub-Cambrian plain of denudation, which is very even and well marked in the northern part of the sandstone region. The sandstone is nicely folded with strike N-S. The baselevel plain has a slight inclination towards the NNW., as it will be seen from the map p. 20 where the pre-Cambrian ground is left white, while the shaded parts represent formations above the peneplain.

Though the sparagmites are older than the oldest known fossiliferous Lower Cambrian beds, the author, like J. Kiær, thinks it natural to place the division in the true Cambrian, first because we have a transition from the said fossiliferous beds (Holmia shale) into the sandstones below, and next be-

cause the recent studies of Walcott in the North American Cordilleran region have shown that the lower limit of the Cambrian period must be placed very far behind the time of the Scandinavian *Holmia* beds. Thus, while the true sparagmites and the Trysil- (Dala-) sandstone have been generally considered as belonging to one stratigraphical group and in small scale maps have been treated as a unit, the present author holds that they must be kept strictly apart, as one is closely connected with the Paleozoic, while the other belongs to the pre-Cambrian. There are also other facts that point towards the same conclusion.

2. Various questionous of correlation. A very interesting locality is Høgberget in Trysil (marked by a H in the map p. 28), where sparagmite rock is directly overlaid by Ordovician fossiliferous limestone (*Orthoceras* limestone) indicating a very big break in the succession here. Also in another district of Southern Norway we know of a break just below the *Orthoceras* limestone, viz. at Langesund (L) where this limestone rest on Upper Cambrian alum shale. Finally in Gausdal (G) a quartzite-shale series, which in the authors opinion belong to the upper part of the Sparagmite division, is overlaid by a succession of sandy shales containing graptolites that indicate the age of the *Orthoceras* limestone and somewhat younger beds. Also here a break thus seems to be present, and we should be justified in drawing the shoreline of the time just preceding the deposition of the *Orthoceras* limestone as it is done in fig. 2. However, we have to consider that in Gausdal thrusting may have altered the primary stratigraphical conditions, so we can not rely too much on the section found there. It is anyway interesting to note that the general trend of the probable shoreline of fig. 2 is similar to that of the curves shown in p. 73 of my paper on the Ordovician stage 4 in the Mjøsen district (Videnskabselskabets skrifter 1909), curves that mark the same kind of sediments at the time of the *Orthoceras* limestone and the slightly younger *Ogygia* shale. We had at that time very regularly terrigenous deposits to the west indicating land in that direction, and limestone, indicating clear water conditions, to the east.

A correlation table for the Langesund district, Ringsaker at the northern part of Mjøsen, Gausdal and Høgberget is given p. 29.

3. Age of the Biri limestone. In the type table of the Sparagmite division given from the Ringsaker district by Münster and others, the so-called Biri limestone is placed between the older and the younger sparagmite, and this view is shared by the majority of Norwegian geologists. In 1910, however, Professor Rothpletz of Munich published a paper: *Meine Beobachtungen über den Sparagmit and Birikalk am Mjøsen in Norwegen* (Sitz. Ber. d. Kgl. Bayr. Ak. d. Wiss. 1910), based on studies of Norwegian literature and also on some examinations in the field. He came to the conclusion that the Biri limestone must be younger than the sparagmites, and a parallel to some middle or upper Cambrian zone. By revising the arguments used by Rothpletz it is found that they give no base for the conclusion he has drawn. All known facts taken into consideration, the Biri limestone ought to be considered, as it generally has been, a part of the Sparagmite division.

4. Age of the Kvitvola division etc. The term Kvitvola division was established by Schiøtz as early as in the seventies of last century for a division of pressed sandstones containing limy layers, lying above folded *Orthoceras* limestone in Høgberget and other eastern localities. More recent investigators have come to the result that the upper division has come into its present place by thrusting, and that the rocks really belong to the Sparagmite division. After his studies, especially on the carbonate rocks, in 1919 the author has come to the same conclusion.

In general it is necessary to assume great thrusts, not only for the Kvitvola mass (as was done by Tørnebohm in his important paper on the geology of Central Scandinavia) but also for the more southern belt of sandstone rocks, where detailed examinations always show traces of crushed Cambrian shales between the Archean and the cover of sparagmite-sandstones, as demonstrated by Schiøtz in the eastern district, and by the author (in 1914) in a more western district. These traces are

all that were left of the Cambro-Silurian shales and limestones, when the huge sandstone masses were pushed towards the southeast. Originally these masses were deposited, in oldest Cambrian time, in a large northern basin, while to the south denudation still took place.

In this chapter is also mentioned the occurrence of *tillite*-like conglomerates in different districts of the sparagmite region. These conglomerates are especially well exposed in a railroad section south of Moelven station on the eastern side of Mjøsen. The conglomerate here belongs to the upper part of the sparagmite division. The general appearance of the rock can be seen from fig. 3. Often the boulders are very large. They consist of very different kinds of rocks: granit, gneiss, quartzite, sandstone, limestone (probably Biri-limestone), diabase; no glacial striæ has as yet been seen. The attention is called to the occurrence of tillites of somewhat similar age in other parts of the world (Australia and China).
