

ÅRSBOK 37 (1943) N:o 4.

GRÄNSEN  
ORDOVICIUM—SILUR INOM  
STORSJÖOMRÅDET  
I JÄMTLAND

AV

P E R T H O R S L U N D



*English Summary:*

*The Ordovician—Silurian Boundary in the Jemtland  
Storsjön Area, Sweden.*

STOCKHOLM 1943

KUNGL. BOKTRYCKERIET, P. A. NORSTEDT & SÖNER

434213



## Innehåll.

|                                                 | Sid. |
|-------------------------------------------------|------|
| Inledning .....                                 | 3    |
| Kyrkäskvartsitens liggande .....                | 6    |
| Phacopskvartsiten och dess liggande .....       | 8    |
| Tektonik .....                                  | 12   |
| Relationen Kyrkäskvartsit—Phacopskvartsit. .... | 14   |
| Stratigrafisk översikt .....                    | 17   |
| Summary .....                                   | 17   |
| Litteraturförteckning .....                     | 19   |

## Inledning.

Man behöver inga långvariga undersökningar inom Storsjöområdet i Jämtland för att bli varse skillnaden i kambro-silurens utbildning inom östliga och västliga delar av området. Medan man sålunda längst i öster finner de kambriska och ordoviciska lagerserierna i stort sett ha ett utseende, som man känner igen från sydligare områden i vårt land, så upptäcker man i väster knappast någon ledtråd för en snabb stratigrafisk orientering inom dessa serier.

En mera ingående granskning ger vid handen, att den kambriska lagerföljden från öster räknat synes tilltaga i mäktighet och fullständighet mot mitten av Storsjöområdet men längre västerut åter tunna ut, varvid möjligen dess undre del först ersättes av mera grovklastiska lager; längst i nordväst (t. ex. vid Olden) saknas sannolikt kambriska lager alldeles.

I öster kännetecknas den ordoviciska lagerföljden, särskilt dess undre del, av stor kalkrikedom, medan skifferfacies successivt blir rådande västerut samtidigt med att inlagringar av gråvackeartad sandsten uppträda allt rikligare. Vad som särskilt för den ordoviciska lagerföljdens vidkommande gör sig gällande, är svårigheten att finna motsvarigheterna i väster till de olika leden eller zonerna i öster. Svårighetsgraden är härvidlag åtminstone lika stor som den man finner vid ett försök att i detalj korrelera Skånes ordovicium med ordovicium inom något annat utömländskt kambro-silurområde i Sverige. Detta sammanhänger i första hand med den omständigheten, att fossilfynd västerut inom Storsjöområdet bli allt mera sporadiska, vilket endast delvis kan sägas vara orsakat av den i samma riktning tilltagande tryckmetamorfiska dräkten hos de sedimentära bergarterna.

Något som ytterligare bidrager till att skärpa motsättningen mellan öster och väster inom Storsjöområdet fossilförande berggrund är det förhållandet, att man i öster, med undantag för ett mindre område, finner överst i lagerföljden en ganska mäktig serie huvudsakligen uppbyggd av kvartsitisk sandsten, den s. k. kyrkåskvartsiten, medan i väster den översta delen av lagerföljden domineras av en kalkstensbildning, pentameruskalken. Den vid dennas bas belägna phacopskvartsiten har en i förhållande till kyrkåskvartsitserien obetydlig mäktighet.

Det har länge rått en viss oklarhet beträffande kyrkåskvartsitens exakta placering i det stratigrafiska schemat och såsom en följd härav har även osäkerhet vidlådit varje försök att finna motsvarigheten i väster till denna kvartsit. Såsom ett tecken härpå torde man kunna tyda, att Asklund (1938, s. 89 och tab. I) utelämnat kyrkåskvartsiten i sin stratigrafiska översikt över de sedimentära formationerna i Jämtland. Tack vare översiktliga fältstudier och några fossilfynd hade emellertid Wiman (1893, 1897) kunnat icke blott påvisa, att kyrkåskvartsiten ligger överst i lagerserien inom sitt utbredningsområde, utan dessutom göra det troligt, att den borde i åldershänseende närmast jämföras med brachiopodskiffern. Wiman räknade även med möjligheten, att phacopskvartsiten kunde höra till de med kyrkåskvartsiten korrelerbara lagren.

Såsom brachiopodskiffer i Jämtland har man (efter Wiman 1893) betecknat den fossilförande skiffer, som kommer närmast under phacopskvartsiten. Den jämtländska brachiopodskiffern, vars avgränsning nedåt aldrig fastställts, ansågs av Wiman intaga i det stora hela samma plats i det stratigrafiska schemat som det sydligare Sveriges brachiopodskiffer. Av denna brachiopodskiffer räknas ju numera en undre del eller staurocephalusskiffern till ordovicium, medan resten eller dalmaniteskiffern föres till siluren och utgör dennas basala led.

Med ledning av nya fossilfynd inom kyrkåskvartsitens lagerserie anslöt jag mig (1935, s. 38) till Wimans uppfattning i åldersfrågan och framhöll, att kyrkåskvartsiten i sin helhet borde inräknas i dalmanitesledet. Därvid lämnade jag även en kortfattad beskrivning av förändringen i ost—västlig riktning av sedimentens karaktär inom dalmanitesledet i Storsjöområdet, en beskrivning, som helt grundade sig på uppfattningen, att phacopskvartsiten och brachiopodskiffern närmast under denna vore att räkna till dalmanitesledet.

Det paleontologiska underlaget för den nu angivna parallelliseringen inom Jämtland var emellertid icke starkt. Några gemensamma arter för kyrkåskvartsiten och dess förmodade motsvarighet i väster kunde således icke framvisas. Ej heller kunde några fullt säkra bevis för att phacopskvartsiten och brachiopodskiffern skulle tillhöra dalmanitesledet utläsas ur de tillgängliga fossilistorna för dessa lager.

Vad phacopskvartsiten beträffar, har man aldrig behövt sväva i tvivelsmål om dess nära samhörighet med pentameruskalken och därmed om dess siluriska ålder. Den visar ju i sin översta del en jämn övergång till kalkstenen

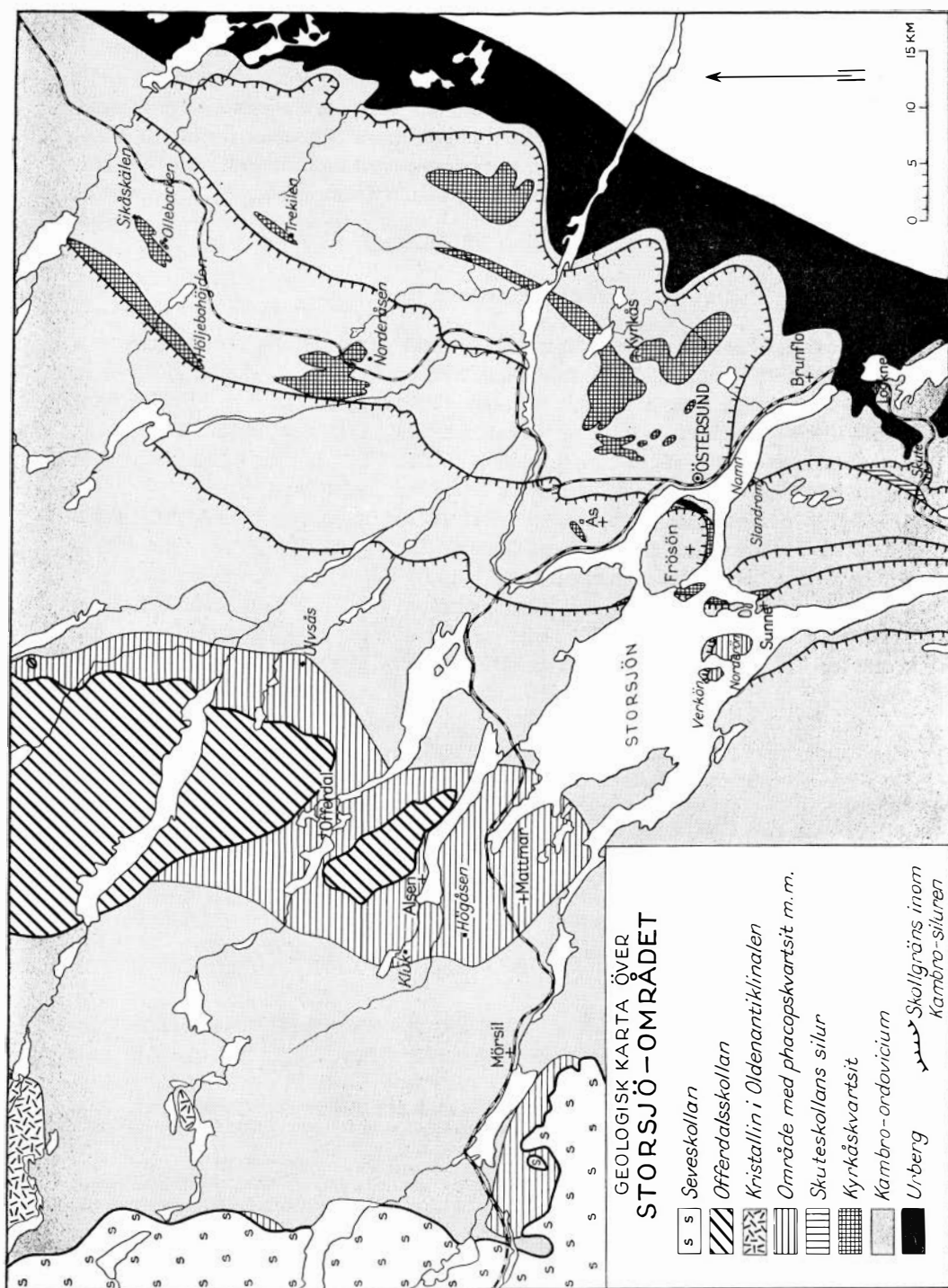


Fig. 1.

och dess fossilinnehåll anknyter den även intimt till denna.<sup>1</sup> Med brachiopod-skiffern är det däremot annorlunda, och man kan påstå, att man icke utan ytterligare fossilundersökningar än de av Wiman (1893) offentliggjorda skulle våga avgöra, om den tillhör siluren eller icke. Enbart av dess läge i lagerföljden kan man nämligen icke draga några säkra slutsatser i nämnda avseende, ty dess avgränsning uppåt mot phacopskvartsiten är mycket tydlig och någon upplysning av dess liggande kan, såsom framgått av det föregående, icke erhållas.

### Kyrkäskvartsitens liggande.

De senaste årens undersökningar ha kunnat ge värdefulla upplysningar om den lagerserie, som utgör kyrkäskvartsitens omedelbara liggande. Därigenom har, skulle man kunna påstå, ett inom Jämtlands ordovicium hittills okänt led blivit upptäckt, nämligen tretaspisledet.<sup>2</sup> Det har därjämte visat sig, att detta led inom östra Storsjöområdet i stort sett har en sammansättning, som man känner igen från tydligare områden i vårt land.

Fullständigt finner man tretaspisledet endast inom den överskjutna regionen av kambro-siluren. Inom autoktonen har jag hittills kunnat konstatera närvaron av tretaspislager endast vid Brunflo-viken, där de mellan Slandrom och Namn strax framför överskjutningsfronten utgöras av en basal kalkstensbildning och graptolitförande svart skiffer därovan, en lagerföljd, som har sin direkta motsvarighet inom Siljansområdets lägre tretaspisled. Liknande utseende har denna del av ledet i Skute-skollan, vilket bäst kommer till synes i järnvägsskärningar mellan Stengärde banvaktsstuga och hållplats. I dessa skärningar ser man även ovanliggande tretaspislager, varigenom ledets byggnad kan preliminärt fastställas vara (uppifrån—nedåt):

- |                                                                                             |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Hård, grå eller mörkgrå finsandig kalksten, iakttagen mäktighet                          | 1 m +   |
| 2. Mörkgrå mærglig skiffer med kalklinser .....                                             | 2 »     |
| 3. Rödbrun och gröngrå skiffer med enstaka tunna linser och lager<br>av mörk kalksten ..... | c:a 7 » |
| 4. Tunnskiktad mörk kalksten, synlig mäktighet .....                                        | 2 »     |
| 5. Mörkgrå skiffer med inlagringar av mörk kalksten, synlig mäktighet .....                 | II »    |
| 6. Svart graptolitför. skiffer m. kalklinser } sammanlagd mäktig-                           |         |
| 7. Tjockbankad, mörk bituminös kalksten <sup>3</sup> } het .....                            | 10—12 m |

<sup>1</sup> På Norderön har jag t. o. m. funnit kvartsitens ledfossil, *Phacops elliptifrons* Esmark, i kalkstenen. — I detta sammanhang må påpekas, att de fossil, som tidigare anförts från phacopskvartsiten, förskriva sig uteslutande från kalksandsten i dess översta del.

<sup>2</sup> En tidigare (Wiman 1899, s. 140) till tretaspislagren förd skiffer, anträffad i block inom Lockneområdet, har vid närmare undersökning av fossilen befunnits höra till chasmopsledet. Fossilförande tretaspislager blottade tillsammans med kyrkäskvartsit ha tidigare omnämnts endast från Andersön (Thorslund 1937, s. 7).

Beträffande benämningen tretaspisled (-lager, -skiffer etc.) i stället för den tidigare brukliga trinucleusled (-lager, -skiffer etc.) se motivering av Westergård i Beskrivning till kartbladet Lidköping (S. G. U. Ser. Aa 182, s. 78).

<sup>3</sup> Den av mig tidigare (1940, s. 84) använda benämningen Masurkalk för denna kalksten torde

Smärre naturliga avbrott mellan skärningarna och tektoniska rubbningar tillåta icke något angivande av ledets exakta mäktighet, som dock endast med några få meter torde överstiga summan av de anförda måtten. Tydligt utläsbar är emellertid här lagringsföljden inom ledet, som vilar på de övre chasmopslagren, representerade av graptolitförande skiffrar tillhörande zonen med *Dicranograptus clingani*. Den graptolitförande skiffern, lager 6, har visat sig tillhöra zonen med *Climacograptus styloideus* och sålunda vara korrelerbar med den svarta tretaspisskiffern i Dalarna. I kalklinser inom lager 2 har *Tretaspis latilimbus* (Linrs.) träffats, en art, som finnes inom de översta tretaspislagren i Västergötland och i Norge. Den översta, finsandiga kalkstenen (lager 1) har jag förmodat vara en motsvarighet till staurocephalusskiffern, men de hittills anträffade fossilen (mest brachiopoder) i den ganska kraftigt tryckpåverkade bergarten ha icke medgivit någon säker bestämning i den riktningen.

Från ett flertal ställen inom den överskjutna regionen föreligga observationer av fossilförande tretaspislager, vilka inom kyrkåskvartsitens utbredningsområde visat sig ingå i en lagerföljd, som i fråga om utbildningen ofta i detalj liknar den ovan beskrivna. Även om ett dylikt allmänt konstaterande i och för sig utgör en anvisning om kyrkåskvartsitens ålder, så är det givetvis av intresse att granska de skärningar, där denna kvartsit är blottad tillsammans med tretaspislager. En sådan har jag funnit vid Norderåsen i Häggenås s:n. Kyrkåskvartsiten bildar berggrunden inom höjdpartiet av Norderåsen, kan härifrån följas i NV-lig riktning och intager ett tämligen vidsträckt område NV om järnvägen (jfr Thorslund 1940, Pl. 15). Överst i ett dike löpande nedöver SO-sluttningen av Norderåsen — ovanför Stavsgård — hade man år 1938 sprängt igenom kvartsitens understa lager och hackat igenom skikt-huvudena av den underliggande ganska kraftigt veckade skiffern. Profilen visade ovanifrån—nedåt:

- |                                                             |         |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Mörk sandsten med inneslutningar av sandig skiffer ..... | 1.8 m   |
| 2. Blåsvart kvartsitisk sandsten .....                      | 4.4 »   |
| 3. Mörkgrå sandig lerskiffer med sandstensskikt .....       | 1.0 »   |
| Ej blottat .....                                            | 0.8 »   |
| 4. Gröngrå och mörkgrå lerskiffer med kalkiga lager .....   | 7.0 » + |

I den stängligt avlossnande, av smärre glidytor tätt genomsatta lerskiffern, lager 4, insamlades c:a 4 m under den kvartsitiska sandstenen följande fossil: *Phacops cf. recurvus* Linrs., *Tretaspis latilimbus* (Linrs.), *Caphyra* sp., *Trinodus* sp., ostracoder (därav *Primitia* sp., som även finnes i Västergötlands övre tretaspisskiffer), brachiopoder, *Conularia* sp. och *Climacograptus* sp.

† Ämpligen böra ersättas med ett lokalnumn och såsom sådant föreslås här Slandromkalk efter den lokalitet vid Brunfloviiken, där kalkstenen ifråga förekommer väl tillgänglig inom den autoktona lagerserien (op. cit., s. 22). Liksom Östersjökalk betecknar även Masurkalk endast en viss kalkstensfacies, även om benämningen ursprungligen åsyftade en speciell stratigrafisk enhet.

Under lager 4 och utmed en längre sträcka nedanför sluttningen fann jag mörkgrå lerskiffer med lager och linser av brunaktigt vittrande kalksten vara anstående; i kalkstenen var *Tretaspis latilimbus* allmän.

Dessa observationer ange, att lagren närmast under kyrkåskvartsiten vid Norderåsen tillhöra översta delen av tretaspisledet.

I höjderna vid byarna Trekilen och Sikåskälen anstår kyrkåskvartsiten, som underst utgöres av en sandsten av samma utseende som den i Norderåsenprofilen. I nya vägskärningar har jag även vid dessa lokaliteter funnit *Tretaspis latilimbus*-förande, stundom något kalkhaltig skiffer på obetydligt avstånd från denna sandsten.

Vid Ollebacken-höjden, 3 km SV om Sikåskälen, ligger en mörk, något bituminös kalksten med *Tretaspis latilimbus* nära intill kyrkåskvartsiten i höjdens nordostliga del. En liknande kalksten har observerats i Höljeböhöjden på föga avstånd från och under kyrkåskvartsiten, vars basala del även här utgöres av en blåsvart kvartsitisk sandsten, strykande SV—NO mitt i västra delen av härvarande by. I delvis finsandig lerskiffer med kalksten från en brunnsgrävning genom tretaspislager inom byns nordöstra del har jag bl. a. funnit *Tretaspis latilimbus* och tvenne *Climacograptus*-arter. En av de senare visar så god överensstämmelse med *Climacograptus supernus* Elles & Wood från *Dicellograptus anceps*-zonen i Skottland, att det icke kan råda tvekan därom, att den står denna art mycket nära, om den icke är identisk med densamma.

I detta sammanhang må framhållas, att det genom Poulsens undersökningar av översta tretaspisskiffern på Bornholm gjorts sannolikt, att staurocephalusskiffern bör räknas till *Dicellograptus anceps*-zonen (Poulsen 1936).

De ovan delgivna undersökningarna giva sålunda för kyrkåskvartsitens vidkommande till resultat, att den tillhör silurens basalbildningar inom östra Storsjöområdet.

### Phacopskvartsiten och dess liggande.

Phacopskvartsiten inom västra Storsjöområdet ingår i en lagerföljd som ovanifrån—nedåt är uppbyggd av: övre graptolitskiffer, pentameruskalk, phacopskvartsit, brachiopodskiffer. Detta är den normala lagerföljden. Stundom finner man emellertid — såsom redan Wiman (1897) påvisat — pentameruskalk vila direkt på brachiopodskiffer. Detta förhållande, som skall beröras längre fram, ansågs av Wiman bero på kvartsitens utkilande på grund av faciesförändring, en tolkning, vars sannolikhet jag icke funnit bestyrkt vid mina fältundersökningar.

Ovan har framhållits, att de hittills bekantgjorda fossilfynden i brachiopodskiffern icke kunna anses vara tillfyllest för ett avgörande, om denna skiffer hör till siluren eller icke. Därför syntes det mig angeläget att genom nya fossilinsamlingar söka erhålla klarhet i denna fråga, vilket så småningom även lyckades. Vid en senare företagen genomgång av äldre samlingar har jag funnit ytterligare belägg för det i fält erhållna resultatet.



Den flacka terräng, som intager stora områden omkring norra Storsjön och som sträcker sig över Nälidsjön och därifrån i NO-lig riktning, förlorar åt NV sin monotona prägel och övergår i ett småbergigt landskap, som utbreder sig omkring de överskjutna skollbergen i Alsen och Offerdal. Förändringen i berggrundsbyggnad spelar härvidlag en väsentlig roll. Inom den flacka terrängen äro skiffrar allena rådande, medan inom bergkullandskapet kalksten och kvartsit förekomma ovan skiffrarna. Trakten vid Ulvsås i Offerdals s:n utgör ett område, som ligger just vid övergången till den senare landskapstypen och som visar det karakteristiska i dennas bergbyggnad. Här finner man sålunda mer eller mindre långsträckta kullar, vars krön intages av pentameruskalk och lägre sluttningar av brachiopodskiffer. Stupningen hos den mellanliggande phacopskvartsiten är utmed sydostsluttningarna flack eller svävande, medan den längs med kullarnas nordliga och nordvästliga partier visar sig vara brant och stundom ger antydning om överstjälpning. Fig. 2 visar den generella bygg-

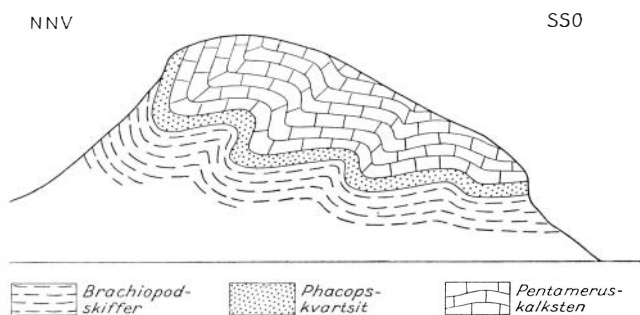


Fig. 2. Profil genom den nordligaste kullen vid Ulvsås. Längdskalan =  $\frac{1}{2}$  höjdskalet, den förra ungefär 1 : 5000.

naden av en sådan kulle, som i sin enklaste utbildningsform representerar ett genom denudation fristående parti av den djupaste delen av ett synklinaleck. En mera komplicerad byggnad betingas av förekomsten av smärre överskjutningar, vars åt NV stupande plan med spetsig vinkel överskärar veckaxelplanen och vars inverkan på topografien ofta ger sig tillkänna däruti, att det sydvästliga eller nordostliga partiet av en kulle utan deciderad brant sänker sig ned mot och flyter ihop med den lägre liggande terrängen. Kullarnas branta sydostsluttningar framvisa i regel inom något avsnitt de primära kontakterna till kvartsiten och här finner man även de bäst bevarade fossilen i brachiopodskiffern.

Sydost om triangelpunkten i Ulvsås har jag i den branta sluttningen ur skiffer omkring 2 m under kontakten till kvartsiten insamlat, utom talrikt förekommande stycken av pelmatozostjälkar och brachiopoder, även *Dalmanites* sp. och *Tretaspis* sp. På grund av bevaringstillståndet är det i allmänhet icke möjligt att erhålla en fullt säker artbestämning för brachiopodskiffers fossil. Dessa äro nämligen i regel mer eller mindre platträckta eller på annat sätt deformerade genom tryck och dessutom är kalksubstansen i deras skal ut-

löst, så att endast en rostfärgad (limonit-)hinna finnes kvar. Denna kan dock stundom vara ganska hård och återger då ofta skalskulpturen, vilket i flera iakttagna fall gäller beträffande de funna trilobitresterna. Ovan anförda *Dalmanites* sp., representerad av ett obetydligt tryckdeformerat pygidium, kan sålunda med stor sannolikhet utsägas vara *D. mucronatus* (Brongn.). Däremot äro de tre funna kranidierna av *Tretaspis* sp. icke så bevarade, att jag av dem kunnat avgöra, om de tillhöra *Tr. selicornis* (His.) eller *Tr. latilimbus* (Linrs.). Att den senare arten föreligger, torde man dock ha all anledning förmoda, eftersom den ju är den enda *Tretaspis*-art, man hittills i vårt land anträffat i lager innehållande *Dalmanites mucronatus*. Detta är fallet i staurocephalusskiffern. Oavsett vilken *Tretaspis*-art kranidierna tillhöra, kan man med vår nuvarande kännedom om förekomsten av representanter för sl. *Dalmanites* och sl. *Tretaspis* i vårt land våga påstå, att enbart associationen *Dalmanites-Tretaspis* i brachiopodskiffern vid Ulvsås utsäger, att denna skiffer bör anses tillhöra staurocephaluszonen.

Förekomsten av *Tretaspis* sp. i den jämtländska brachiopodskiffern har även kunnat fastställas vid granskning av äldre samlingar (av v. Schmalensee) från Änge i Offerdal. Från samma lokalitet föreligger även fyndet av en heliolithid, som av Wiman (1893, s. 14) anges vara *Plasmopora conferta* E. H. och som därför ansetts vara av särskilt värde vid bedömandet av brachiopodskifferns ålder (jfr Wiman 1897, s. 276). Enligt mitt förmenande kan man emellertid av det insamlade exemplaret, ett rostöverdraget avtryck i skiffer, icke erhålla upplysningar tillfyllest för en artbestämning, i synnerhet om man tar i betraktande, att närstående arter med den ovannämnda finnas beskrivna från ordoviciska lager. Övriga i brachiopodskiffern funna former — av trilobiter *Encrinurus* cf. *multisegmentatus* Portl. och *Calymene* sp. — ge icke anledning till kommentarer rörande skifferns ålder.

Av det ovan anförda har framgått, att phacopskvartsitens liggande, d. v. s. den jämtländska brachiopodskiffern, tillhör tretaspisledet och med all sannolikhet staurocephalus-zonen. Phacopskvartsiten får alltså anses bilda silurens basala del inom västra Storsjöområdet.

Den del av lagerföljden, som vi avser med benämningen Phacopskvartsit, visar en något olikartad utbildning inom olika delar av Storsjöområdet. I väster, inom socknarna Mattmar, Alsen och Offerdal, anges dess utseende och petrografiska karaktär bäst av benämningen. Sålunda består den här så gott som genomgående av kvartsit, som ofta visar god skiktning men som innehåller föga skiffermaterial vid skiktfogarna. Vid övergången till pentameruskalken är den kalkhaltig. Mäktigheten varierar något och är i allmänhet omkring 4 m. Den största mäktigheten, 5.3 m, har jag uppmätt vid Högåsen i Alsen, det enda ställe för övrigt, där jag kunnat observera ett konglomeratiskt botenskikt med spridda bollar av kvartsit och kvarts (bl. a. blåkvarts) vid kontaktytan till skiffern. På Norderön och sydliga delen av Verkön ser ifrågasvarande lagerföljd annorlunda ut och är, såsom Wiman (1897, s. 296) påpekat, delvis utbildad som kalksandsten. En profil på Verköns sydvästra strand visar en 7 m mäktig lagerföljd under pentameruskalken. Den undre delen innehåller

relativt mäktiga skifferskikt mellan max. 0.2 m tjocka lager av mörk kvartsit, och underst anstår mörk brachiopodförande lerskiffer med tunna sandiga skikt. Inom den övre delen avtager skifferhalten, under det att förekomsten av lager av ljus, rikt fossilförande kalksandsten ökas. Sådana lager med uppåt avtagande sandhalt bilda övergången till kalkstenen. Enstaka tunna skikt eller flacka linser av kalksandsten börja uppträda redan vid en höjd av 1.5 m ovan profilens bas eller under den del av profilen, där de tjockaste kvartsitlagren finnas.

Denna strandprofil, som utgör det djupaste snittet genom berggrunden inom södra delarna av Verkön och Norderön, visar icke gränslagen till ordovicium. Detta framgår tydligt vid ett studium av Skuteskollans översta del, som inom Näs s:n innehåller den östligaste förekomsten av pentameruskalk i Jämtland. Lagerföljden närmast under kalkstenen har här, såsom synes i bäckskärningar NO om Stengärde, ett liknande utseende som i Verkö-profilen. Under en kalkhaltig övergångszon till kalkstenen ligger en mer än 6 m mäktig lagerpacke av mörk kvartsitisk sandsten, växellagrande med mörk skiffer. Därunder följa gråa, rödaktiga och mörka lerskiffrar, blottade vid bäcken strax öster om Gärde, där de i en enhetlig skärning visa en mäktighet av resp. 3.5 m, 0.5 m och 3 m. Enstaka stenkärnor av brachiopoder jämte fragment av pelmatozo-stjälkar ha påträffats i dem. Om lagerföljden omedelbart under dessa skiffrar ha inga upplysningar kunnat erhållas, men enligt mitt förmenande börjar siluren inom Skuteskollan med en mörk, fossilfri kalksandsten, som finnes blottad i bäcken omkring 0.4 km söder om ovannämnda skifferskärning. Denna kalksandsten ligger nämligen närmast ovanpå tretaspisledet i en här och var nedöver bäcken synlig lagerföljd, av vilken en beskrivning från de invidvarande järnvägsskärningarna lämnats å sid. 6. Av hittills gjorda observationer synes det sålunda sannolikt, att silurens basala del inom Skuteskollan består av tvenne sandstensrika avdelningar och mellan dem en skifferrik.

Vid en närmare undersökning av Verköns berggrund har jag funnit, att denna inrymmer, utom den ovan skildrade utbildningstypen hos silurens basala del, även den som är karakteristisk för den västliga Storsjötrakten. Den senare typen återfinnes nämligen inom öns mellersta del, där kvartsiten och dess underliggande mörka skiffrar äro synliga utmed såväl västra som östra stranden. Skiffern närmast under kvartsiten är tämligen grov med sandiga skikt och enstaka kalkinlagringar. I ett prov av starkt pressad kalksten med skiffer, insamlat av v. Schmalensee 1884 och enligt etikettuppgift taget på öns östra sida från skiffer överlagrad av kvartsit, förekommer ett fragmentariskt exemplar av *Tretaspis* sp. Den grova skiffern följer ovanpå en finare, ej sandhaltig men delvis mörk, innehållande talrika smärre kalkkonkretioner, i vilka jag funnit fossilfragment, bl. a. ett kindparti av *Tretaspis* sp. i en konkretion från skiffern på öns västra strand. Kvartsiten ovanpå skiffrarna visar sig här uppåt övergå i mörk kalksandsten, och på något avstånd norrut anstår vid stranden en skiktad, starkt förskiffrad mörk kalksten, sannolikt pentameruskalk, ehuru inga bestämbara fossil kunnat iakttagas i densamma. Denna kalksten har överskjutningskontakt mot åt NV anstående alunskiffer

innehållande orsten med olenidskiffers fossil. — Inom strandzonen av öns sydöstra del är den konkretionsrika skiffen blottad på ett avstånd av omkr. 30 m från och norr om hållar av pentameruskalk, och det synes uppenbart, att ett överskjutningsplan åt norr avskärmar de siluriska lagren inom öns sydliga parti.

Enligt dessa observationer skulle sålunda berggrunden inom Verköns mellersta del bestå av en lagerkomplex, av vilken väsentligen endast tretaspis-skiffrar och därovan liggande phacopskvartsit äro synliga och som såväl i norr som söder begränsas av överskjutningsplan. Såsom redan antytts, visar dess siluriska basalkomponent en utbildning, som tydligt skiljer den från den närbelägna motsvarigheten inom södra Verkön och Norderön, oaktat man icke har anledning förmoda, att den ingår i ett avsevärt förskjutet berggrundsparti.

### Tektonik.

Där man inom västra Storsjöområdet finner pentameruskalken vila direkt ovanpå brachiopodskiffer, beror detta enligt mina observationer icke på ett primärt utkilande av phacopskvartsiten utan anger, att ett abnormt förhållande i lagerföljden är för handen. Tydligast kommer det till synes i trakten av Kougstasjön, som ligger inom det västliga gränsområdet i Alsens s:n för förekomster av siluriska komponenter i lagerföljden. Man finner här en topografi, som särskilt slående erinrar om den vid Ulvsås rådande, även om höjderna vid Kluk resa sig högre över den närmaste omgivningen än vad fallet är med bergkullarna vid Ulvsås. I princip är bergbyggnaden densamma vid de nämnda byarna. Med mycket obetydliga ändringar kunde sålunda den å sid. 9 delgivna profilen sägas vara lagd genom den västliga av de båda östra höjderna i Kluk (fig. 3). Kvartsiten kan följas runt om denna höjd och synes ligga som en skovel med i nordväst uppböjd kant; skoveln är fylld med pentameruskalk och vilar på ett flackt åt SO sluttande underlag av brachiopodskiffer. Var och en av de övriga höjderna närmast vägen genom byn är byggd på samma sätt men med den skillnaden, att kvartsiten i den branta SO-slutningen icke kommer till synes utmed en längre eller kortare sträcka, där man sålunda ser kalkstenen ligga direkt på skiffer. Ofta upphör kvartsiten helt plötsligt men stundom — såsom i den västligaste höjden — ser man den likt en kil försvinna mot kalk-skifferkontakten. Kvartsitens avsaknad utmed en och samma sluttning i höjderna och sättet för dess utkilande äro tydliga vittnesbörd om att kalk-skifferkontakten utgöres av en förskjutningsyta.

På de ställen där kvartsiten saknas mellan pentameruskalken och brachiopodskiffen, är den sålunda avskuren eller avsliten. Dess avsaknad är alltså icke primär utan har tektoniska orsaker. I själva verket förete ju kambrosilurlagren i Jämtland tryckpåverkningar, som visa sig successivt tilltaga åt väster. Detta märker man enbart av den allt kraftigare förskiffringen, tydligast framträdande hos de lösare komponenterna skiffrar och kalkstenar. Det gives därför ingen anledning till förvåning, att man vid en närmare undersökning omkring Kluk finner en komplicerad bergbyggnad, som utgör ett resultat

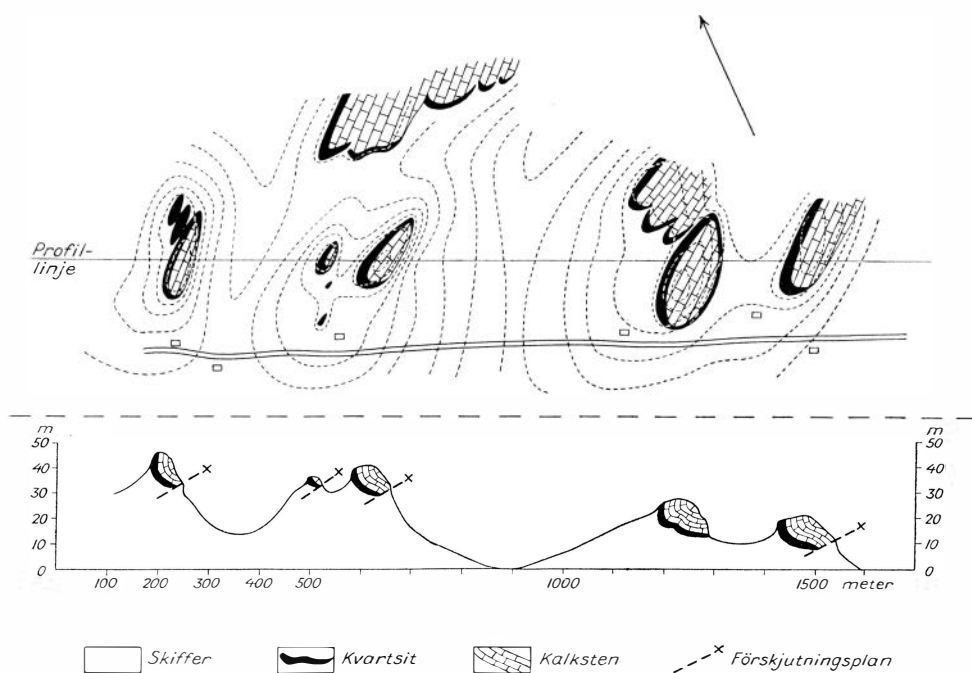


Fig. 3. Geologisk skiss och profil från byn Kluk i Alsens socken.

av imbrikationer i samband med veckning. Vid sammanskjutningen av lager-serien ha uppenbarligen mindre veck utbildats på eller inom större. Denna småveckning har åtminstone drabbat phacopskvartsiten och pentameruskalkstenen. Dessa synas tillsammans ha reagerat som en enhet för tryckpåkänningarna och åtminstone delvis haft en något annorlunda rörelse än de skifferrika lagren ovan och under, varigenom en veckningsstruktur påminnande om sådan med dragfolds uppkommit. I samband med småveckningen ha talrika imbrikationsplan utbildats, längs vilka partier av större veck slitits loss från varandra och förskjutits längre eller kortare sträckor, på det sätt som fig. 4 söker åskådliggöra. Med en sådan tolkning av tektoniken får man en plausibel förklaring till phacopskvartsitens ovan omtalade avsaknad.

Oaktat det faller utom ramen för denna uppsats att närmare ingå på Storsjöområdet tektonik, torde några ord i anslutning till översiktskartan (fig. 1)

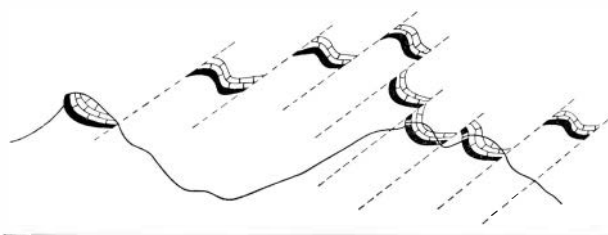


Fig. 4. Schematisk profil till tolkningen av tektoniken vid Kluk.

här vara på sin plats. Såsom tydligt framgår av denna, ligger större delen av Offerdalsskollan jämte dess sydliga isolerade parti vid Alsen inom en flack synklinal i det i sig självt överskjutna kambro-silurunderlaget. Norr om Storsjöns västligaste del är synklinalens axialstupning flackt nordlig men blir söder därom något brantare. Västerut följer den antiklinal, i vilken de sedimentära lagrens kristallina underlag framkommer i Oldenmassivet och vid Djupsjön söder därom.

I motsats till vad fallet är i det östliga Storsjö-området, kan man i det västliga icke spåra några längre sammanhängande överskjutningslinjer inom kambro-silurberggrunden. Några större skollenheter kunna sålunda icke urskiljas, utan berggrunden företer en utpräglad Kleinschuppenbau. De fält, som på kartan betecknats som »område med phacopskvartsit», innehålla därför icke blott siluriska lager utan även genom överskjutningar med varierande språnglängder uppdrivna ordoviciska, huvudsakligen bestående av skifferar. Avslitna partier av underlaget till de senare finner man spridda här och var inom antiklinalområdet, även i dess östligaste del inom Offerdal, där närheten till Offerdalsskollans överskjutningsplan uppenbarligen sätter sin prägel på den undervarande berggrundens tektoniska utformning. Jag har sålunda icke såsom Asklund (1938) här kunnat finna någon sammanhängande överskjutningsfront bildande västlig gräns för Offerdalstraktens silurberggrund. Även mina delvis detaljerade undersökningar söderut härifrån, inom Alsen samt mellan Mattmar och Mörsil, ha givit stöd för den tolkning som ovan anförts.

När man går från öster mot väster över synklinalen blir den företeelse allt vanligare, som kännetecknas av abnorm lagerföljd vid silurbildningarnas basala del och som ovan exemplifierats från trakten av Kluk. Utmed synklinalens östra rand finner man allestädes phacopskvartsit under pentameruskalken. Så synes även vara fallet vid de östligaste förekomsterna av silurlager på västra sidan av antiklinalen, t. ex. vid Gisterån söder om Mörsil och vid Ristafallet.

### **Relationen Kyrkäskvartsit—Phacopskvartsit.**

Vid ett bedömande av relationen mellan kyrkäskvartsiten och phacopskvartsiten har man följande fakta att hålla sig till.

Kyrkäskvartsiten, varmed vi avse en ganska mäktig serie av mer eller mindre kvartsitisk sandsten med inlagringar av sandiga, ibland även kalkhaltiga skifferar, har sitt utbredningsområde inom östra och nordöstra delarna av Storsjöområdet.<sup>1</sup> Phacopskvartsiten finner man utom på Verkön i Storsjöns mellersta del endast inom västra och nordvästra Storsjöområdet, där den såsom en tämligen enhetlig bildning av relativt obetydlig mäktighet (max. 5—6 m) bildar underlaget till pentameruskalken.

<sup>1</sup> Vid Östersunds stads stenbrott i Rannåsen, NO om staden, befanns serien hösten 1940 vara genombruten till ett djup av över 24 m utan att dess lägsta, vid Norderåsen synliga del blottats. I den högsta brottväggen syntes ovanifrån: mörkgrå tjockbankad kvartsit 4 m, mörkgrå, sandig skiffer med kvartsitlager 3.9 m, kvartsitbank o. 65 m, grå, något mörklig skiffer med enstaka kvartsitskikt 4.4 m, ljusgrå, tjockbankad kvartsit 7.9 m, mörk, hård sandstensskiffer med böljeslagsmärken 3.5 m.

Såväl kyrkåskvartsiten som phacopskvartsiten förekomma endast inom den överskjutna regionen av Jämtlands kambro-silurberggrund.

I lagerföljden synas dessa kvartsiter intaga ett analogt läge. De ligga närmast ovanpå tretaspisledet, vars översta del med ledning av de hittills funna fossilen såväl i öster som i väster med all sannolikhet kan sägas tillhöra staurocephalus-zonen. Denna zon betraktas numera som ordoviciums gränzon till siluren, varav följer, att phacopskvartsiten och kyrkåskvartsiten böra uppfattas som silurens basalbildningar i Jämtland.

I och med att brachipodskiffern i Jämtland påvisats tillhöra ordovicium, har gränsen mellan ordovicium och silur inom Storsjöområdet sålunda kunnat fixeras, och man har härigenom erhållit en god ledlinje vid korrelering av lagerföljderna inom områdets östra och västra delar.

Efter detta konstaterande kan det synas naturligt att anse phacopskvartsiten vara en västlig motsvarighet till kyrkåskvartsiten. Härvidlag blir man emellertid ställd inför frågan, om tidsavsnitten för dessa kvartsiters bildning helt täcka varandra eller icke. Att med ledning av hittills utförda undersökningar och gjorda fossilfynd lämna ett slutgiltigt svar på denna fråga är icke möjligt. De fossil, som anträffats i kyrkåskvartsitens undre del, ge en anvisning om att denna del tillhör dalmanitesledet, under det att phacopskvartsitens fauna, sådan man finner den på södra Verkön och på Norderön, anger att den härrör från ett senare tidsavsnitt än det, under vilket dalmaniteslagren bildades. Vid en jämförelse mellan silurens lägre avdelningar i Sverige och i Norge finner man nämligen goda hållpunkter för en korrelering av dalmanitesledet med etage 5 b, under det att phacopskvartsiten med ledning av de på Verkön och Norderön anträffade fossilen kan sägas motsvara etage 6. Phacopskvartsitens fossil härröra emellertid från övergångslagren till pentameruskalken, varför den möjligheten förefinnes, att den fossilfria och mäktigare delen av kvartsiten under dessa övergångslager kan ha bildats samtidigt med kyrkåskvartsiten. I själva verket kan man knappast räkna med att det förhåller sig på något annat sätt, oaktat den stora skillnaden i mäktighet mellan kyrkåskvartsiten och phacopskvartsiten. Utslagsgivande för denna uppfattning är enligt mitt förmenande det resultat man kommer till, då man fäster uppmärksamheten på Skuteskollans silur och jämför denna med å ena sidan siluren i väster och å den andra kyrkåskvartsiten. På grund av Skuteskollans östliga position skulle man snarast ha väntat sig finna dess basala siluriska komponent vara utbildad såsom inom de närbelägna områdena, d. v. s. i kyrkåskvartsitfacies. Så är dock ej fallet. Såsom tidigare anförts finner man i stället en god överensstämmelse mellan Skuteskollans silur och siluren västerut, särskilt på södra Verkön och Norderön. Den omständigheten att Skuteskollan innehåller en ganska mäktig pentameruskalk, som kan följas c:a 4 km i SV—NO-lig riktning, synes mig utestänga möjligheten, att en övre del av kyrkåskvartsiten skulle vara bildad samtidigt med någon basal del av pentameruskalken. Såvitt jag kunnat finna, har man endast att räkna med att kyrkåskvartsitens motsvarighet inom Skuteskollan utgöres av den på kvartsitiska och sandiga

lager relativt fattiga och föga mäktiga lagerpacke, som ligger mellan skollans tretaspislager och pentameruskalk.

Under det att de basala siluravlagringarna inom västra Storsjöområdet förete en ensartad utbildning<sup>1</sup>, finna vi dem i öster vara representerade av lagerföljder, som uppvisa ganska markanta skillnader i fråga om sammansättning och mäktighet. Härav kunna vi sluta oss till att sedimentationsförhållandet i öster varit mera skiftande än i väster vid silurens början. Tager man därjämte i betraktande det till synes generella avtagandet i mäktighet i ost—västlig riktning hos de ifrågavarande basalbildningarna, ligger det nära till hands att uppfatta dem såsom resultatet av sedimenttransporter från ett östligt landområde. Uppenbarligen äger en sådan uppfattning all sannolikhet beträffande kyrkåskvartsiten och dess motsvarighet inom Skuteskollan. En anvisning om den ungefärliga belägenheten av det sedimentnärande området för dessa gives vid ett studium enbart av kyrkåskvartsitens nuvarande utbredning, ty att döma av utbildningen av de siluriska basallagren inom Skuteskollan kan man förmoda dessa vara mera distalt avsatta sediment än de som uppbygga kyrkåskvartsitserien. Såsom sådana torde man emellertid icke kunna tolka phacopskvartsiten inom det västliga Storsjöområdet, utan för dess vidkommande måste man räkna med att sedimenttransport västerifrån ägt rum. Oavsett de bevis för en sådan tolkning, vilka en sedimentpetrografisk undersökning av själva phacopskvartsiten kan bidra med, torde man finna ett viktigt stöd för densamma däruti, att phacopslagren inom Storsjöområdets mitt, d. v. s. södra Verkön och Norderön, framvisa en större rikedom på finklastiskt och kalkigt material än inom västligare delar av området. Det ligger här nära till hands att draga en parallell med det ovan antydda förhållandet mellan de siluriska basallagren inom Skuteskollan och kyrkåskvartsiten.

Man kan sålunda inom de siluriska basallagren spåra sådana avlagringsförhållanden, som ange förefintligheten av sedimentnärande områden såväl i väster som öster under deras bildningsperiod. Detta innebär, att det under denna period skedde en aktivering av sedimenttransporter i de riktningar, som kunnat påvisas ha varit rådande under tidigare tidsavsnitt inom Storsjöområdet, eller m. a. o. att den mer eller mindre fullständiga begränsning, som kunnat påvisas för den jämtländska geosynklinalgraven åt såväl väster som öster under ordovicisk och kambrisk tid, ägde fortbestånd och gjorde sig märkbar i silurisk tid. Inom phacopskvartsitens utbredningsområde och även något östligare än detta förekomma ju i den ordoviciska lagerföljden inlagringar av gråvackeartad sandsten, som bevisligen bildats av material med västligt ursprung (Thorslund o. Asklund 1935; Thorslund 1937, s. 15), under det att det ostliga, autoktona kambro-ordovicium innehåller ett flertal bevis

<sup>1</sup> Här bortses från Offerdalskonglomeratet och detta närliggande konglomerat, som av Asklund förmodats tillhöra dalmanitesledet men som av andra (Högbom, Zenzén) tillskrivits högre ålder. Då fossilförande lager ännu icke påvisats i anslutning till dessa konglomerat, som förekomma inom det i tektoniskt avseende kraftigt påverkade grannskapet till Offerdalsskollan, torde man få lämna frågan om konglomeratens stratigrafiska ställning öppen. Det är dock enligt min mening osannolikt, att de tillhöra siluren.



för att ett ostligt landområde blottlagts vid skedda nivåförändringar (jfr t. ex. Thorslund 1940, s. 72 etc.).

Det gives ännu inga säkra hållpunkter för ett bedömande av frågan, huruvida det föreligger någon lucka i lagerföljden vid silurens bas, om än den plötsliga faciesväxling, som anges av kontakten mellan phacopskvartsiten och staurocephalusskiffern, åtminstone synes tyda på att så kan vara fallet.

### Stratigrafisk översikt över Storsjöområdets silur och översta ordovicium.

|                             | Nordöstra Storsjötrakten                                                                                           | Skute-skollan                          | Västra Storsjötrakten                                                                                                                  |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Silur                       | —<br>—                                                                                                             | —                                      | Övre graptolitskiffrar                                                                                                                 |
|                             |                                                                                                                    | Pentameruskalk                         | Pentameruskalk                                                                                                                         |
|                             | Kvartsit, sandsten, sandig, stundom kalkhaltig skiffer 28 m + } Kyrkås-kvartsit                                    | Kvartsit, skiffer, kalksandsten 14 m + | Phacopskvartsit 4—6 m                                                                                                                  |
| Ordovicium (Tretaspisledet) | Kalkhaltig, delvis sandig skiffer med <i>Tretaspis latilimbus</i> , <i>Climacograptus</i> cf. <i>supernus</i> etc. | Finsandig kalksten                     | Mörk lerskiffer med <i>Tretaspis</i> sp. och <i>Dalmanites mucronatus</i>                                                              |
|                             | Mörk, i Skute-skollan delvis rödaktig lerskiffer med kalkkonkretioner ( <i>Tretaspis latilimbus</i> )              |                                        | Mörka skiffrar, delvis sandiga med lager av gåvackeartad sandsten, delvis (ehuru underordnat) med inlagringar av tunnnskiktad kalksten |
|                             | Växellagrande kalk och skiffer ( <i>Tretaspis</i> sp.)                                                             |                                        |                                                                                                                                        |
|                             | Svart skiffer med kalkkonkretioner ( <i>Climacograptus styloideus</i> , <i>Dicellograptus morrisi</i> )            |                                        |                                                                                                                                        |
|                             | Mörk, bituminös kalksten (Slandromkalk)                                                                            |                                        |                                                                                                                                        |

### Summary.

The stratigraphical problem treated in this paper is closely connected with the correlation between the Kyrkås quartzite and the Phacops quartzite. These quartzites occur in different parts of the overthrust region of the Jemtland Cambrian-Silurian area. As no fossils are known common to these two quartzites an investigation has been made of the beds underlying them in order to solve the problem.

The Kyrkås quartzite is a series of strata more than 28 m thick and built up of dark and grey quartzites, sandstone and sandy, occasionally somewhat marly shales. The occurrence of this series is restricted to the eastern and north-eastern part of the Storsjön area, where it frequently forms the top of the sequence. In all the exposures investigated it follows immediately above Tretaspis beds containing *inter alia* *Tretaspis latilimbus* (Linrs.), at Höljebo-

höjden also a species of *Climacograptus*, probably identical with *Cl. supermus* Elles & Wood. As that species is recorded from the zone of *Dicellograptus anceps* in Scotland, it is in this connection of interest to note that, in a paper on the Ordovician of Bornholm, Poulsen (1936) has presented facts indicating a probable correlation between the *D. anceps* zone and the zone of *Staurocephalus clavifrons*. The latter zone constitutes the uppermost part of the *Tretaspis* series and thus the top of the Ordovician in Bornholm, and likewise in South and Middle Sweden.

The comparatively thin, 4—6 m thick Phacops quartzite of the western Storsjön area is included in a sequence which in descending order is built up of the following components: Upper graptolite shale, *Pentamerus* limestone, Phacops quartzite, and Brachiopod shale. The Brachiopod shale was formerly considered to correspond, at least partly, to the basal Silurian *Dalmanites* beds of South and Middle Sweden. As it has now been revealed that *Tretaspis* sp., very likely *Tr. latilimbus* (Linrs.), and *Dalmanites mucronatus* (Brongn.) do occur in the strata close beneath the Phacops quartzite, the whole Brachiopod shale must be considered to belong to the Ordovician sequence, and its top to represent the *Staurocephalus* zone.

Thus, the Ordovician—Silurian boundary is easily recognizable in the Jemtland Storsjön area, as it must be placed beneath the Kyrkås quartzite as well as the Phacops quartzite. For a more detailed correlation between these quartzites there are, however, some problems left to be solved. Both lithologically and faunistically the top of the Phacops quartzite grades into the overlying *Pentamerus* limestone, corresponding to Etage 6 of the Norwegian Silurian, while the Kyrkås quartzite holds a position in the stratigraphical column very likely corresponding to Etage 5 b. According to the writer's opinion the presence of *Pentamerus* limestone in the Skute nappe, where it follows above a more than 14 m thick sequence of quartzite and variegated shales, does not favour the conception that part of the Kyrkås series was deposited contemporaneously with the formation of that limestone. Possibly, the Kyrkås series is the same age as the basal non-fossiliferous Phacops quartzite, or there may be a stratigraphical gap between the latter and the Brachiopod shale in the western Storsjön area.

There are indications suggesting that the material of the Phacops quartzite was transported from the west while the basal Silurian beds of the easterly Storsjön area were formed by material originating from an eastern border of the Caledonian geosyncline, *i. e.* similar conditions of material transportation prevailed during early Silurian times as those of which there is evidence in the Cambrian and Ordovician beds.

The absence of Phacops quartzite between the *Pentamerus* limestone and the Brachiopod shale at several places in the westerly Storsjön area is shown to have been caused by tectonic movements, thrusts connected with the intense folding.

Some information is also given as to the *Tretaspis* series of the eastern Storsjön area, hitherto very little known. This series begins with the Slandrom

limestone, a new name proposed for the Masur limestone (cf. Thorslund 1940), which rests on the *Dicranograptus clingani* zone of the Chasmops series. It is overlain by dark graptolite shale with *Climacograptus styloideus* Lapw. and *Dicellograptus morrisi* Hopk., thus belonging to the *Pleurograptus linearis* zone. As seen in the Skute nappe, where the *Tretaspis* series has a thickness of at least 35 m, this shale is followed by dark-grey shale with intercalated limestone beds (with *Tretaspis* sp.), and upwards by thin-bedded dark limestone, grey, reddish and dark shales containing limestone lenses with *Tr. latilimbus*, and finely sandy limestone, probably representing the *Staurocephalus* zone. Beneath the Kyrkås quartzite this zone is developed as calcareous, somewhat sandy shale and rests on dark shale with limestone lenses containing *inter alia* *Tr. latilimbus*.

### Litteraturförteckning.

- Asklund, B., 1938. Hauptzüge der Tektonik und Stratigraphie der mittleren Kaledoniden in Schweden. S. G. U. Ser. C. No. 417.
- Poulsen, Chr., 1936. Übersicht über das Ordovizium von Bornholm. Medd. fra Dansk Geol. For. Vol. 9, H. 1.
- Thorslund, P., 1935. Über den Brachiopodenschiefer und den jüngeren Riffkalk in Dalarne. Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsala. — Ser. IV. Vol. 9. Upsala.
- och Asklund, B., 1935. Stratigrafiska och tektoniska studier inom Föllingeområdet i Jämtland. S. G. U. Ser. C. No. 388.
- 1937. Kvartsiter, sandstenar och tektonik inom Sunneområdet i Jämtland. Ibid., No. 409.
- 1940. On the Chasmops series of Jemtland and Södermanland (Tvären). Ibid. No. 436.
- Wiman, C., 1893. Über die Silurformation in Jemtland. Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. I.
- 1897. Kambrisch-silurische Faciesbildungen in Jemtland. Ibid., Vol. III.
- 1899. Eine undersilurische Litoralfacies bei Locknesjön in Jemtland. Ibid. Vol. IV.
- Zenzén, N., 1930. Om ett konglomerat i kambrosiluren vid Rönnefors i Offerdals socken i Jämtland. Geol. Fören. Förh. Bd 52.