

Inhoud:

Ordovicische riffen in Dalarna, Zweden	29
De Miller-indices van kristalvlakken	34
Bouwplaten voor kristalmodeller	38
Openbaar Stenenbezit	39
Leergang Petrologie	40
Langzaam draaiende diamantzaag	41
Boekbesprekingen	45

Was de aarde vroeger warm of koud?	47
De Ichthyosaurus van Ravenscar	48
Naturmuseum Senckenberg	50

Bijlage:

Bouwplaten voor kristalmodellen
GEA-mededelingen, GEA-kursussen,
Kringmededelingen, GEA-Boekenservice.

Ordovicische riffen in Dalarna, Zweden

door Dr. Joris F. GEYS

A. Inleiding

Reeds eerder werd in dit tijdschrift aandacht geschonken aan het Onder-Paleozoïcum van Zweden. In het Gotland-nummer van 1974 werd het Siluur van dit Oostzee-eiland uitvoerig besproken, terwijl in 1975 een artikel werd gewijd aan het Cambrium en het Ordovicium van de berg Kinnekulle, in Västergötland. Door hun ligging op het rigide blok, gevormd door het Fenno-Scandisch schild, zijn de paleozoïsche formaties van Zweden gespaard gebleven van orogene druk. De gesteenten zijn daardoor tevens vrijwel vrij van metamorfose, en in slechts zeer geringe mate tektonisch verstoord. Dit alles verklaart de uitzonderlijk goede bewaringstoestand van de fossielen, die in vele van deze lagen overvloedig voorkomen.

Buiten het Baltisch bekken (Gotland, Öland, Småland, Skåne) bleven outliers van Cambro-Siluur bewaard op het Zweedse vasteland, daar waar ze tegen erosie beschermd waren. Men kent paleozoïsche gesteenten, beschermd onder een laag doleriet, die ooit als een sill-intrusie tussen de lagen geïnjecteerd werd: Västergötland, Kinnekulle, Hunneberg. Op andere plaatsen bleef het Cambro-Siluur bewaard in depressies in het oppervlak van het Fenno-Scandisch schild: Östergötland, Närke, Siljan-distrikt (fig. 1).

Dit laatste, het meest noordelijke voorkomen in Zweden van niet-metamorf Paleozoïcum, wordt hier verder besproken. Het Paleozoïcum uit deze streek onderscheidt zich op twee punten essentieel van dit uit andere gebieden in Zweden. Het Cambrium ontbreekt en de mate van tektonische verstoring is relatief hoog, zodat belangrijke breuken en zelfs overschuivingen voorkomen.

Het meest opvallende kenmerk van het paleozoïsche Siljan-distrikt is zijn ringvorm op de kaart. De paleozoïsche lagen komen inderdaad voor in een cirkelrond, ringvormig gebied, dat iets lager ligt dan zijn omgeving. Een belangrijk deel van dit laaggelegen gebied wordt ingenomen door vrij grote meren, o.a. het Öre-meer, het Skattungen, het Orsa-meer en het Siljan-meer. De ring heeft een gemiddelde breedte van ongeveer 6 km en een gemiddelde buitendiameter van ruim 45 km. Zowel erbuiten als in de kern van de ring dagzomen de precambrische gesteenten van het Fenno-Scandisch schild. Een kwartaire bedekking van keileem, alluvium, stuifzand, enz. is praktisch over de gehele streek aanwezig (fig. 2).

Terwijl de meeste andere depressies in het oppervlak van het Fenno-Scandisch schild gewoon erosievormen zijn, of een vrij eenvoudige tektonische graben-struktuur bezitten, werden verschillende hypothesen ontworpen om het ontstaan van de merkwaardige ringvormige depressie aan het Siljan-meer te verklaren. Volgens sommigen zou de ring het relikt zijn van een grote caldeira. Anderen menen in deze struktuur een astrobleem te herkennen, d.w.z. het overblijfsel van de impactkrater van een grote meteoriet.

Getracht is de stratigrafie van de paleozoïsche gesteenten overzichtelijk weer te geven in de tabel op pagina 30.

Bijzonder interessant zijn de intercalaties van rifkalkstenen die hier en daar ontmoet worden, vooral in het noorden en in het oosten van de Siljan-ring. Deze kalkstenen zijn meer weerstandbiedend tegen erosie, zodat de lensvormige massa's dikwijls als heuvels en kammen boven het omringende landschap uitsteken. Als rifbouwende organismen zijn vooral kalkalgen van belang geweest. De kalkstenen zelf, zowel als de even oude perifere afzettin-

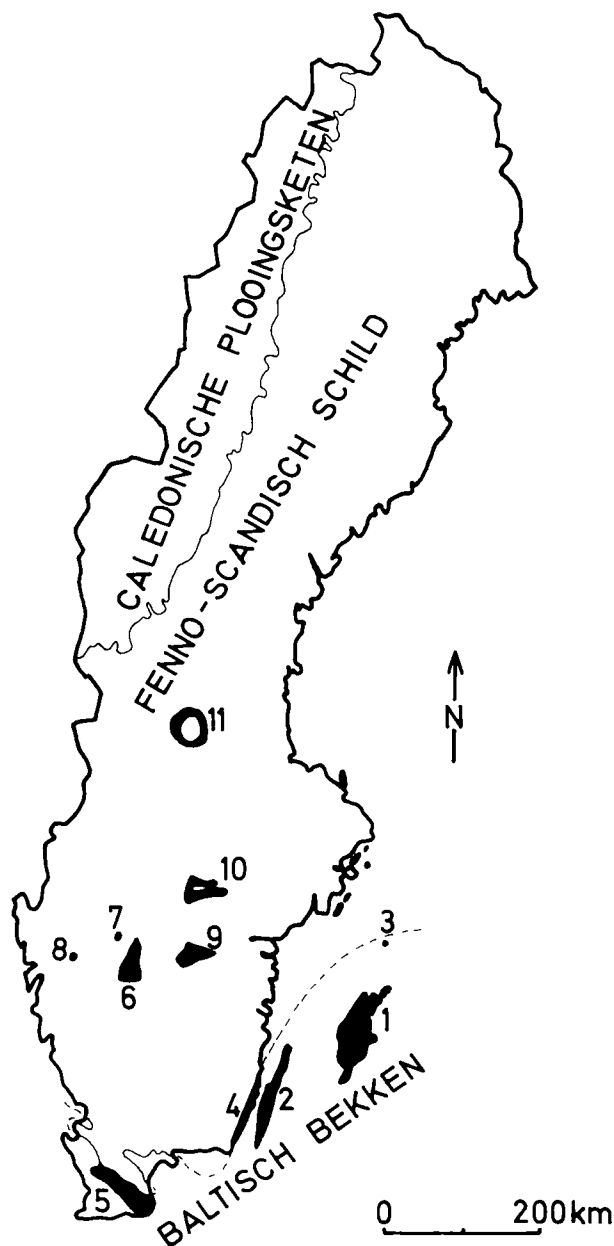


Fig. 1. Het voorkomen van Paleozoicum in Zweden.
1: Gotland; 2: Öland; 3: Gotska Sandön; 4: Småland; 5: Skåne; 6: Västergötland; 7: Kinnekulle; 8: Hunneberg; 9: Östergötland; 10: Närke; 11: Siljan-district.

gen die hen onmiddellijk omringen, bevatten bovendien een zeer rijke fauna van allerlei organismen.

Twee generaties van rifkalkstenen met verschillende ouderdom komen naast elkaar voor in het Siljan-district. De Boda Kalksteen werd gevormd gedurende het Ashgillien, tesamen met de Dalmanitina schiefers. De oudere Kullsberg Kalksteen echter, dateert uit het Caradocien, en is te correleren met de Chasmops Kalksteen. De riffen zijn koepelvormige biohermen, die in vele opzichten doen denken aan de biohermen uit het Frasnien van België. Net zoals deze laatsten zijn ook de riffen uit Dalarna omringd door een aureool van afbraakmateriaal, dat gevormd werd tesamen met het rif zelf. Deze perifere afzettingen bieden dikwijls de beste kansen om mooie fossielen te bergen.

Het Paleozoicum van het Siljan-district

Siluur

- Ludlowien —Orsa Zandsteen ?
- Wenlockien —Bumastus Kalksteen
- Llandoveryien —Styggsfors Kalksteen / Retiolites Schiefer
- Rastrites Schiefers

Ordovicium

- Ashgillien —Dalmanitina Schiefers / Boda Kalksteen
- Tretaspis Kalksteen en Schiefers
- Caradocien —Slandrom Kalksteen
- Chasmops Kalksteen / Kullsberg Kalksteen
- Llandeillien —
- Llanvirnien —
- Arenigien —
- Orthoceren Kalksteen
- Tremadocien —Obolus Kalksteen / Dictyonema Sch.

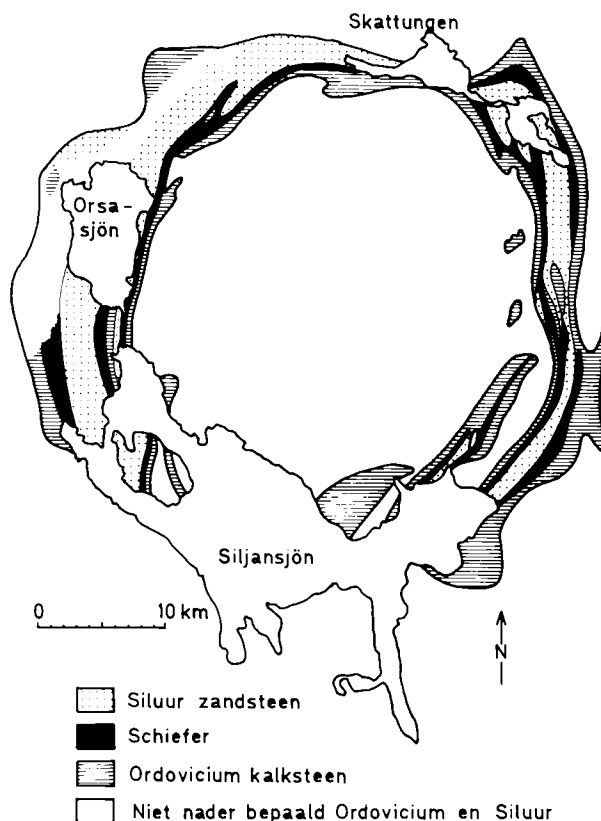
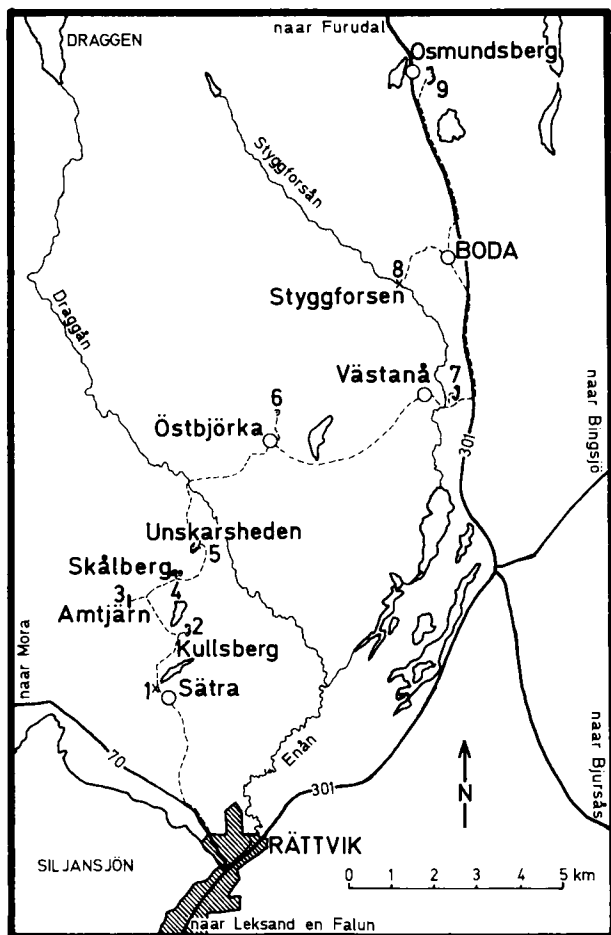


Fig. 2. Geologie van het Paleozoicum in het Siljan-district, vereenvoudigd naar S. Hjelmqvist.

Zowel de Kullsberg Kalksteen als de Boda Kalksteen werden en worden intensief ontgonnen, zodat vele goede ontsluitingen voorkomen. Jammer genoeg kan dit niet gezegd worden voor de meeste andere formaties in Dalarna.

In de routebeschrijving die volgt zal dan ook veruit de meeste aandacht aan de beide rifkalkstenen geschonken worden. Als uitgangspunt voor de exkursie in het zuidoostelijk deel van de Siljan-ring, die hier wordt voorgesteld, is Rättvik de meest aangewezen plaats. Men vindt er twee kampeerterreinen, hotels, restaurants en uitgebreide bevoorradingsmogelijkheden.



B. Exkursie (fig. 3).

1. Vanuit Rättvik vertrekken langs weg nr. 70, in de richting van Mora. Op 1200 m ten westen van het station, tegenover het schiereilandje waarop de oude kerk gelegen is, rechtsaf naar Kullberg (wegwijzer). Na 3 km, in het gehucht Sättra opnieuw rechtsaf in de richting van Kullberg. In de linker wegberm, 200 à 300 m van het kruispunt, is de rode Orthoceren Kalksteen ontsloten, met talrijke fragmenten van „Orthoceras”, Endoceras, enz.

2. Dezelfde weg volgend komt men na 2 km bij de kalkfabriek van Kullberg. De oude groeve, die de type-lokaliteit is van de Kullberg Kalksteen ligt achter de fabriek. De rijkalksteen is bijna geheel ontgonnen. In de flanken van de groeve zijn de perifere afzettingen ontsloten.

3. Indien men voor de fabriek van Kullberg de weg neemt die naar het noordwesten afbuigt, bereikt men na ongeveer één kilometer een klein kruispunt. Een wegwijzer wijst rechts naar Sandarna. De weg links ziet er weinig gebruikt uit, maar is goed berijdbaar. Na enkele honderden meters ziet men de flanken van een oude groeve, een eindje rechts van de weg, door het woud schemeren. Men kan de wagen achterlaten in het begin van de oude toegangsweg, die bijna dichtgegroeid is. Een smalle insnijding in de Tretaspis Schievers geeft, een honderdtal meter verder westwaarts, toegang tot de groeve. Het zuidelijk deel is niet te zeer begroeid en biedt interessante ontsluitingen. De Kullberg Kalksteen is door ontginning bijna geheel verdwenen. In de oostelijke wand van de groeve kan men graptolieten zoeken in de zwarte Tretaspis

Schievers. De westelijke wand toont prachtige ontsluitingen in de perifere afzettingen van de Kullberg Kalksteen. Sommige laagvlakken zijn bezaaid met grote crinoïdestelen. Verder vindt men er zonder veel moeite diverse brachiopoden (*Eoplectodonta schmidtii*, *Nicollela sp.*, *Platystrophia sp.*, enz.), koralen, mollusken, kalkalgen, bryozoa en cystoïden (*Caryocystites lagenalis*, *Helocrinites granatum*, *Haplosphaerites oblonga*) (fig. 4, 5).



Fig. 4. Crinoidenkalksteen, uit de perifere afzettingen van de Kullberg Kalksteen, Amtjärn.



Fig. 5. Een mooie cystoïde, Kullberg Kalksteen, Amtjärn.

4. Langs dezelfde weg terugkeren naar het kruispuntje, en nu de weg naar het oosten nemen. Voorzichtig rijdend kronkelt men een kilometer lang door het naaldwoud, tot men een belangrijkere weg ontmoet, die naar links, in de groeve van Skålberg leidt (soms afgesloten door een slagboom). In deze groeve werden zowel de Kullsborg als de Boda Kalksteen ontgonnen. Op de plaats van beide biohermen blijven echter slechts twee diepe, met water gevulde gaten over. In allebei wordt industrieel afval gestort. De wanden van de groeve zijn nagenoeg ontoegankelijk, maar op het zadel tussen beide kuilen kan men verzamelen in de perifere afzettingen. De fauna lijkt zeer sterk op die van Amtjärn, maar de mogelijkheden om mooie zaken buit te maken zijn hier heel wat meer beperkt.

5. Recht tegenover de plaats waar we daarstraks het bos verlieten, leidt een andere weg, of eerder een pad, naar het oosten. Een kort, boeiend maar moeilijk traject door het prachtige woud brengt ons bij de toegang van de groeve van Unskarsheden. In deze grote, nog actieve groeve wordt in twee etages de Boda Kalksteen ontgonnen. Gelaagdheid is in de bioherm kalksteen vrijwel afwezig. Laminare structuren, die men hier en daar aantreft, worden geïnterpreteerd als de geherkristalliseerde resten van kalkalgen. In het kalksteengruis treft men vrij veel koralen aan, vooral *Favosites*-achtigen, die dikwijls doortrokken zijn met een bitumineuze substantie. In de hele groeve hangt trouwens een teergeur. Verder kan men nog vinden: brachiopoden, cephalopoden (*Endoceras* sp., tot 10 cm diameter), fragmenten van trilobieten (vooral *Iliaenus*-achtigen), crinoidestelen, enz. (fig. 6, 7, 8).

6. Rechts van de toegang tot de groeve leidt een smalle, onverharde, maar goede weg de hoogte in, om ten noorden van de groeve in het woud te verdwijnen. Deze weg gaat eerst noordwaarts door prachtige wouden, overschrijdt de Draggån, een ongerepte waterloop, en verloopt daarna in oostelijke richting. Na ongeveer 4,5 km bereikt men het gehucht Östbjörka: een zeer schilderachtig dorpje van bruin en wit geverfde, kleine houten hoeven. Midden in het dorp gaat een weg noordwaarts, op de oostelijke flank van de vallei. Ongeveer 600 m ten noorden van de hoofdweg bereikt men een kleine kalksteengroeve, in een bioherm van Boda Kalksteen. Naast kalkalgen kan men hier vrij grote fragmenten van orthoceraten aantreffen.

7. Aan het zuidelijke uiteinde van Östbjörka, op de weg naar Rättvik, vertrekt in oostelijke richting een goede,

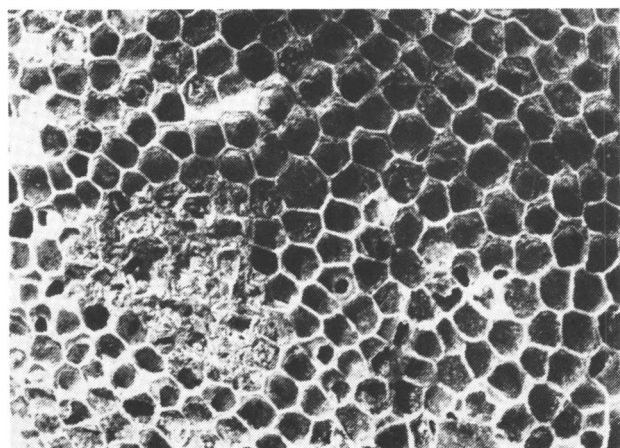


Fig. 6. *Favosites*-achtig koraal, geïmpregneerd met bitumen, Boda Kalksteen, Unskarsheden.



Fig. 7. "*Orthoceras*"-achtige cephalopode, Boda Kalksteen, Unskarsheden.



Fig. 8. *Eoplectodonta schmidtii*, Boda Kalksteen, Unskarsheden.

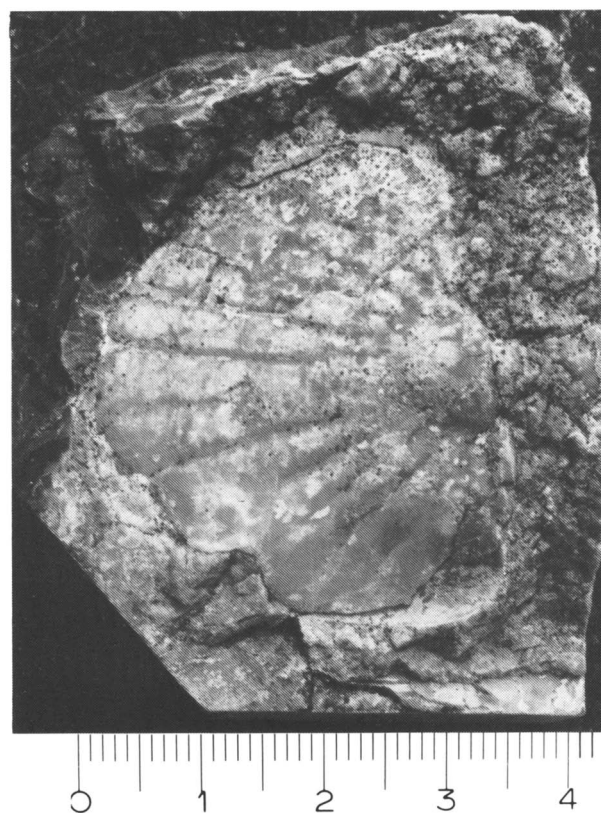


Fig. 9. Pygidium van *Bronteus laticaudus*, Boda Kalksteen, Västana.

nieuwe weg naar Västana en Boda (wegwijzer). Ten oosten van Västana, in de oostelijke dalflank van de Styggforsån, is een oude groeve geopend in de Boda Kalksteen. De groeve en haar voormalige installaties zijn van verre zichtbaar, maar het gemakkelijkst te bereiken vanaf de hoofdweg van Rättvik naar Furudal (weg nr. 301). Een wandeling in deze vrij uitgestrekte, maar nu verlaten groeve levert wel enkele mooie fossielen op: bryozoa, brachiopoda, fragmenten van trilobieten (*Iliaenus*, *Bronteus*, *Sphaerexochus* enz.), orthoceraten, enz. (fig. 9).

8. Langs de weg nr. 301 naar het noorden rijdend bereikt men na 3 km de kerk van Boda. Hier kan men de wegwijzers volgen naar de watervallen van Styggforsen. Men laat de wagen achter op de parkeerplaats aan het eindpunt van de weg en te voet gaat men verder langs het aangeduide wandelpad. Op de belvedere tussen de waterval en het stuwmeertje staan borden opgesteld die, met schema's en kaarten, de geologie van dit natuurmonument toelichten. De bijbehorende tekst is vrij uitvoerig, maar jammer genoeg alleen in het Zweeds. Het riviertje, de Styggforsån, stort zich in een 24 m hoge waterval van het precambrisch granietmassief, dat de kern vormt van de Siljan-ring. De canyon biedt prachtige ontsluitingen in het Siluur. Men ziet er alternerende banken kalksteen en mergelige schiefer, met steile helling, die van Boven-Llando-verien ouderdom zijn (Styggfors Kalksteen, soms ook wel „Cement” Kalksteen genoemd).

9. Terug naar Boda, en langs weg nr. 301 verder naar het noorden tot Osmundsberg. Na ongeveer 4 km, tegenover het meertje Bysjön, bemerkt men rechts van de weg de installaties van een grote, actieve kalksteengroeve. Toegang vragen is hier uiteraard wenselijk. De heuvel waarin de groeve geopend werd bestaat uit een klein dekblad van Boda Kalksteen. Boringen toonden aan, dat ook een lens Kullsberg Kalksteen deel uitmaakt van het dekblad. De Kullsberg Kalksteen rust op zijn beurt op Orsa Zandsteen, een goede 40 m onder het maaiveld. In de groeve wordt de Boda Kalksteen ontgonnen. De kalksteen is uiteraard sterk tektonisch verstoord en omvat lenzen jongere schiefers (fig. 10). Zowel in de Boda Kalksteen



Fig. 10. Zuidelijke wand van de groeve van Osmundsberg. Men merkt op hoe de Boda Kalksteen sterk tektonisch verstoord werd. De tussengeschoven lenzen Rastrites-Schiefers zijn duidelijk zichtbaar.

(Ashgillien) als in de zgn. Rastrites Schiefers (Llando-verien) kunnen fossielen verzameld worden. De Boda Kalksteen bevat kleine koralen, brachiopoden, mollusken, bryozoa, cystoidea, crinoiden, enz., die soms volledig vrij en gaaf gevonden kunnen worden in meer verweerde, mergelige gedeelten van de kalksteen. De meer massieve rifkalksteen bevat vooral kalkalgen, maar ook vrij veel trilobieten (*Iliaenus*, *Bronteus*, enz.) en cephalopoden (fig. 11). De kalksteen is voor een deel rijk aan bitumen, zoals asfaltiet. Het gebeurt ook niet zelden dat een handstuk fossielrijke kalksteen in de poriën vol vloeibare aardolie blijkt te zitten, die wegspat bij het verbrijzelen van de steen. In het geval dat de toegang tot de groeve ontzegd moest worden, kan men ook zeer goed verzamelen op de storthopen achter de groeve. Door weg nr. 301 terug te volgen in de zuidelijke richting belandt men, aan het eind van de excursie, terug in Rättvik.

Aanvullende lektuur

HJELMQVIST, S. (1966). Beskrivning till berggrundskarta över Kopparbergs Län. Sver. Geol. Undersök. Ser. Ca, nr. 40, 217 p. (bevat samenvatting in het Engels en geologische kaart op 1/200 000 in 2 delen).

THORSLUND, P. & JAANUSSON, V. (1960). The Cambrian, Ordovician and Silurian in Västergötland, Närke, Dalarna and Jämt land, Central Sweden. Guide to Exc. A23 and C18. Int. Geol. Congr. XXI Session, Norden.

Topografische Kaart

Topografisk Karta över Sverige 1/50 000.
Blad 14 F Rättvik SV



Fig. 11. Delen van *Iliaenus linnarsoni*, Boda Kalksteen, Osmundsberg.