

De vele veroveringen van Gotland zijn het gevolg van de grote rijkdom op het eiland in de Middeleeuwen.

Visby was een Hanzestad (vrijhaven) en kwam tot grote bloei.

De handelsschepen voerden hun waren van verre aan. Veel vondsten van Romeinse en Arabische oorsprong wijzen daar nog op en voor archeologen is Gotland ook bekend werkterrein.

De hoofdstad Visby heeft zijn oude stadsmuren nog en vele oude kerkjes en ruïnes herinneren ons aan oude tijden.

Na de Middeleeuwen ging het met de rijkdom snel bergafwaarts.

Nu is er een redelijke welvaart door enkele industrieën, o.a. cement, machinefabrieken. Verder bestaat Gotland van landbouw en visserij, bosbouw en toerisme.

Hoe naar Gotland?

De vlugste verbinding is per vliegtuig vanaf Schiphol naar Stockholm en dan overstappen in een kleiner toestel naar Visby op Gotland. Een nadeel is dan het gemis aan eigen vervoer op het grote eiland.

Ook kunnen we per auto door N-Duitsland naar Flensburg, door Denemarken, dan het veer naar Zweden, Zweden door naar de oostkust en per boot naar Gotland.

Het nadeel is dan de lange autoreis en misschien volle veerboten.

Aan te raden is dan ook de reis die wij maakten per auto uit de randstad over Groningen en langs Bremen-Hamburg naar Lübeck. Auto op de boot van de Finlines en na 22 uur varen aankomst in Slite op Gotland.

Het enige nadeel hiervan is dat men zeker een half jaar van te voren moet boeken, maar een geweldige bootreis vergoedt veel.

Waar verblijven we?

Op Gotland zijn verscheidene hotels, maar ze zijn niet goedkoop.

De pensions zijn redelijker in prijs en er zijn vele zomerhuisjes te huur.

Wanneer men deze kiest is het aan te raden vroeg in het seizoen te gaan anders is waarschijnlijk alles vol.

Wij hebben op twee verschillende campings gestaan van 1 tot 21 juni zonder een spat regen en deze kampeerplaatsen zijn werkelijk af. Aanbevolen zijn vooral de campings te Fidenäs, Kneippbyn en Snäckgårdsbaden bij Visby.

Bij de campings te Kneippbyn en Visby behoren kleine stranden waar heerlijk gezwommen kan worden want het water is slechts brak. Er is geen verschil tussen hoog en laag tij dus is er geen stroming. Ook is het water erg helder en nog niet vervuild.

Geologie van Gotland

Iets over het Paleozoïcum van Scandinavië

door J. Stemvers- van Bommel

Zo roerig als de historische tijd door de vele veroveringen van steeds nieuwe machthebbers voor Gotland was, zo rustig zijn de eeuwen in geologische zin over het eiland heengegleden. Dit was te danken aan Gotlands ligging ten ZO van het Baltische Schild.

Dit Baltische Schild strekt zich uit over, ruwweg, Zweden, Finland en Zuid-Noorwegen en bestaat uit Precambrië gesteenten. Deze werden in de loop van hun lange geschiedenis meermalen geplooid en gemetamorfiseerd tijdens gebergtevormende fasen in de vroege aardgeschiedenis. De oudste van deze Precambrië gesteenten, in het Kola-schiereiland ten W van de Witte Zee, behoren tot de oudste die op aarde bekend zijn. Zij worden op 3,2 - 3,4 miljard jaar geschat. Het Baltische Schild bestaat voornamelijk uit schisten, gneizen en granieten.

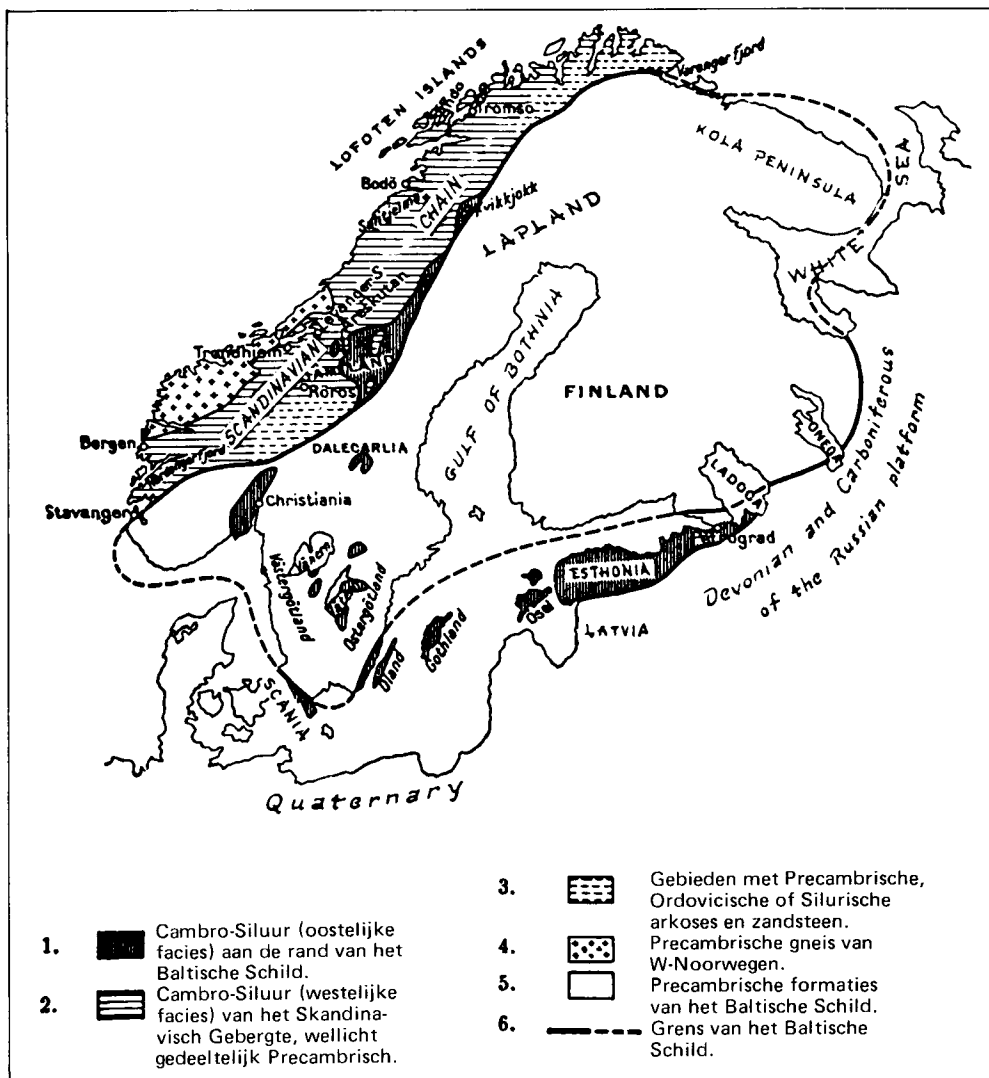
Het schild was tegen de tijd, dat wij deze geschiedschrijving beginnen, het Cambrium, een continentaal gebied geworden, waar in de loop van het Cambrium, dat 600 miljoen jaar geleden een aanvang nam, de zee overheen begon te spoelen en de eerste Paleozoïsche afzettingen werden gedeponerd. Of het hele Baltische Schild door de zee overspoeld werd is niet met zekerheid te zeggen, omdat veel van wat aan sediment werd neergelegd door latere erosie weer is opgeruimd. Het is vooral in breukgebieden, waar de afzettingen een eind in de aardkorst wegzakten, dat de Paleozoïsche lagen bewaard gebleven zijn. Dit is in de Oslo-slenk heel duidelijk waar te nemen. Zie kaartje 1. Ook in de volgende perioden: Ordovicium en Siluur (500 tot rond 400 miljoen jaar geleden), bleef

de zee voor aanvoer van sedimentpakketten zorgen. De jongste van deze mariene afzettingen behoren tot het Downtonian, een overgangstijd tussen Siluur en Devoon. De zee bedekte in het Ordovicium een groot deel van het Noordelijk Halfrond, want op vele plaatsen zijn er mariene afzettingen uit die periode gevonden.

In Wales bijvoorbeeld was er toen een ondiepe continentale zee, die naar het gebied van het Lake District in Midden-Engeland overging in een diepzee. Deze diepzee moet een dalend bekken geweest zijn, waarin Ordovicische sedimentpakketten van 10 km dik opgestapeld werden.

Ook in het Siluur waren er veel mariene afzettingen in het gebied waar nu NW-Europa en de tussenliggende zeeën liggen. Het bekkengebied dat in deze streken bestond, zal tegen het eind van het Siluur vrijwel gevuld geweest zijn. De zee was in het Downtonian tenminste ondiep.

Het is in de aardgeschiedenis vaak voorgekomen, dat oorspronkelijke dalingsgebieden - eenmaal door enorme sedimentmassa's opgevuld - de plaatsen zijn, waaruit plooiingsgebergten omhoogrijzen. Dit is ook gebeurd in NW-Europa, dat in het Paleozoïcum mogelijk nauwe binding had met Groenland en de oostkant van N-Amerika. Deze gebergtevormende fase, waarvan de sterkste bewegingen aan het eind van het Siluur plaatsvonden, noemt men de Caledonische Plooiing. Door plooiing en opheffing ontstonden machtige gebergten, waarvan de Schotse Hooglanden, de Hebriden, het grootste deel van Noorwegen, Oost-Groenland, en in Amerika de



Kaart 1

Strukturkaart van het Baltische Schild en het Scandinavisch Gebergte met de verbreiding van het Cambro-Siluur (naar Högbom en Holtedahl).

Appalachen, overgebleven delen zijn. De erosie heeft deze gebieden sinds lang van hun trotse pieken beroofd. Ook in Midden-Europa zijn er bewegingen van Caledonische ouderdom aangetoond, die daar veel zwakker waren: in de Ardennen, Sauerland, de Sudeten.

In Noorwegen is het Caledonisch Gebergte met enorme dekbladen oostwaarts over het Baltische Schild geschoven. Dit gebergte in het Noorse gebied is sterk metamorf. Langs de rand van het schuifvlak liggen enkele gebieden met niet-geplooid Cambro-Silurische sedimenten (Jämtland).

De in een slenk weggezonden Cambro-Silurische lagen van het Oslo-gebied zijn wel geplooid, maar niet gemetamorfiseerd.

Het Baltische Schild heeft zich wat enkele andere Cambro-Silurische afzettingsgebieden betreft als een echt schild gedragen. De lagen van deze ouderdom in Skaane (Scania) in Zuid-Zweden, Öland, Gotland en andere eilanden in de Oostzee en Estland (=Esthonia) zijn, doordat het starre Baltische Schild de bewegingen opving, niet door de Caledonische Plooiing aangedaan. Deze lagen liggen nog praktisch horizontaal, want ook latere gebergtefasen (de Hercynische en de Alpen) hebben in deze contreien geen bewegingen veroorzaakt.

Enige stratigrafie van Scandinavië

Gezien de enorme tijdsduur van bijna 200 miljoen jaar, waarin de zee het Scandinavische gebied, al is het ook met tussenpozen, bedekte, is de dikte van het pakket afzettingen in wat nu het Oostzeegebied is, beperkt. Veel zal door de erosie weggevoerd zijn, maar ook waar de lagen weinig hiaten door onderbreking in de sedimentatie vertonen is de dikte van de formatie tamelijk gering. Het Siluur van Gotland is een pakket van maar 500 m, in Estland ligt 200 m Cambro-Siluur op het Precambrische basement.

De Paleozoische zee zal in het Oostzeegebied niet erg diep geweest zijn en de bodemdaling, zo die er al was, gering. Maar desondanks geeft Gotland voor het Siluur de beste sequentie (opvolging van lagen) die er in Europa is. Bovendien is deze heel goed ontsloten aan de prachtige kust. Sinds als eerste Linnaeus in 1741 zich in de geologie van Gotland verdiepte, is er heel wat over het Siluur van het eiland te doen geweest. De oude naam voor Siluur - Gothlandium - wijst al in deze richting. Wales is het andere gebied in Europa, waar het Cambro-Siluur goed bestudeerd kon worden, doordat dit er een goede sequentie heeft en niet metamorf is. De stratigrafie van Cambrium, Ordovicium en Siluur, waarvan de namen aan Keltische volksstammen ontleend zijn, is daar goed bestudeerd en de sekties van Wales vormen de standaard waarmee lagen van deze

ouderdom elders worden vergeleken. Maar keren we terug naar Gotland en de andere Paleozoïsche Oostzeegebieden. Wat de aard van de gesteenten betreft kan in grote lijnen gezegd worden, dat het Cambrium veel schalies en leien heeft opgeleverd, die vaak aluin bevatten of bitumineus zijn. Het Ordovicium heeft in de eerste plaats littorale, kalkige gesteenten, dicht bij de kust afgezet, met o.a. de bekende Orthocerenkalk van bijv. Öland en de Asaphus-lagen met tribolieten van die naam in het Oslo-gebied. Ten tweede zijn er schalie- of leiachtige gesteenten, die in een diepere, pelagische, zee zullen zijn afgezet. Deze komen vooral voor in Scania en liggen in het Oslo-gebied tussen de kalkpakketten in. Deze leien bevatten vaak graptolieten. Ook in het Siluur waren er: 1. veel graptolieten - leien, vooral weer in Scania, 2. de littorale (= kust)-gesteenten, die vooral veel voorkomen op Gotland en in Esthonia. De afzettingen omvatten in Gotland een groot deel van het Siluur, maar vooral het Wenlock en Ludlow. Zie de geologische tijdtabel elders in dit nummer.

Hoe de Paleozoïsche lagen aan de ZO-kant van het Baltische Schild gegroepeerd zijn, toont kaartje 2.

De markantste bijzonderheden van het Siluur van Gotland vormen de fossiele koraalriffen. Als de Paleozoïsche rifvormende koralen dezelfde levensomstandigheden nodig hadden als de recente, dan wijst het voorkomen van deze riffen op een vrij warm klimaat ter plaatse in het Siluur. De riffen zijn vooral zogenaamde biohermen, dat zijn rifvormen die een opwaartse groei vertonen. Omdat koralen en andere organismen afhankelijk zijn van o.a. licht, kunnen ze niet erg diep leven. Daalt de bodem of stijgt het water, dan moeten ze, om te overleven, de hoogte in, zodat de riffen een uitgesproken verticale groeiwijze hebben. Fossiele biohermen kunnen zo formidabele bulten in het landschap vormen, omdat zij vaak uit massievere kalksteen bestaan dan de omringende, normaal gelaagde kalkgesteenten, die verder weggeërodeerd zijn. De biohermenformaties op Gotland behoren tot de oudste die er bekend zijn. Ze zijn in verhouding tot bijvoorbeeld Devonische biohermen in de Ardennen maar laag, meestal minder dan 10 m, en hooguit 100 m in doorsnee. Dit komt overeen met de slechts geringe bodemdaling. Ze zijn in vele van de ontsluitingen aan de kust te zien. In het binnenland vormen ze vaak door hun grotere weerstand tegen de erosie de toplaag en liggen dan aan de oppervlakte.

Al heeft het Scandinavische Oostzeegebied dan ook in het Paleozoïcum en daarna geen gebergtevorming meer

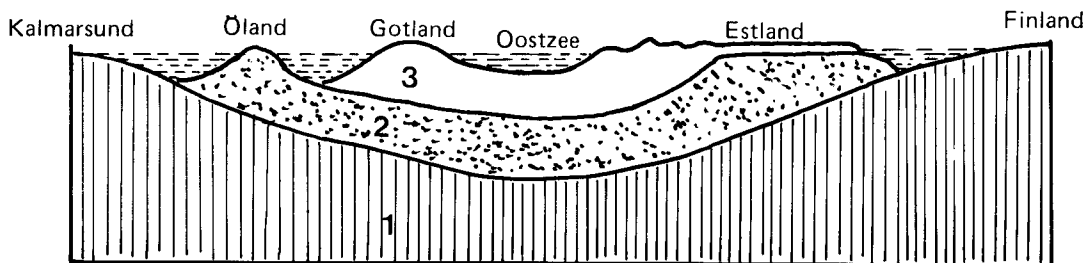
gekend, bodembewegingen waren er wel. Tijdens het Pleistoceen met zijn IJstijden, waarin de erosiewerking door gletschers en koude heel groot moet zijn geweest, was Scandinavië door een dik - en zwaar - ijspakket bedekt. Deze ijsmassa's drukten op het onderliggende deel van de aardkorst, die in plastische diepere gedeelten van de korst werd gedrukt. Nadat de gletscherbedekking in warmere tijden grotendeels weer was weggesmolten en de zg. isostatische druk daarmee opgeheven, rees Scandinavië omhoog, veel sterker dan de zee steeg, die door de vrijkomende watermassa's ook tientallen meters omhoogkwam. Ook Gotland rees. Aan zijn kusten ontstonden steile kliffen, in het Zweeds klints genoemd. Deze klints maken niet alleen Gotland tot een wondermooi eiland, maar zijn ook prachtige ontsluitingen van de Silurische gesteenten. De lagen zijn doorgaans bijzonder fossielrijk en rijk aan soorten bovendien. Welke fossielen er zoal gevonden kunnen worden zullen we in een volgend hoofdstuk zien.

De ondergrond van Gotland is weliswaar Siluur, maar een groot deel van het oppervlaktemateriaal bestaat uit Pleistocene glaciële afzettingen, met vooral klei. Aan de stranden liggen op vele plaatsen glaciële rolstenen (zwerfstenen!) van allerlei afmetingen. Ook in het binnenland herinneren enkele meertjes en plassen ons nog aan de IJstijden. Op diverse plaatsen, o.a. bij Vallstena en Bjerga vinden we nog morenewallen tot 5 km lang. Tenslotte werd er in het Holoceen plaatselijk nog wat zand en grint afgezet.

Indeling van de lagen van Gotland

Wie de geologische kaart van Gotland bekijkt (kaart 3) valt direct de ZO-NW verlopende begrenzingen van de onderscheiden gesteentegroepen op. De oudste lagen liggen in het NW, de jongste in het Zuidpunt. De lagen hebben een lichte helling naar het ZO, met een hoek van gemiddeld 0.5°. Er zijn vijf zones, die het reliëf bepalen, namelijk drie hogere, die voornamelijk uit kalk bestaan (het Noordelijk, Midden- en Zuidelijk Gotlandse kalkgebied) en twee lagere zones ertussen. Deze laatste bestaan uit kleirijke kalksteen, resp. kalkrijke kleisteen (schalies en mergel). Het Z-mergelgebied heeft langs de ZO-grens zandsteen en oëliet (dit zijn kalkbolletjes met bijv. een zandkorrel als kern).

Aan de zeezijde wordt een kalksteenzone vaak begrensd door klints. Deze zijn enkele tientallen meters hoog en nagenoeg vertikaal. De topografie van het eiland zelf is vrij vlak, het hoogste punt is 85 m.



1: Oergesteente 2: Cambrium en Ordovicium 3: Siluur
(Naar Haug)

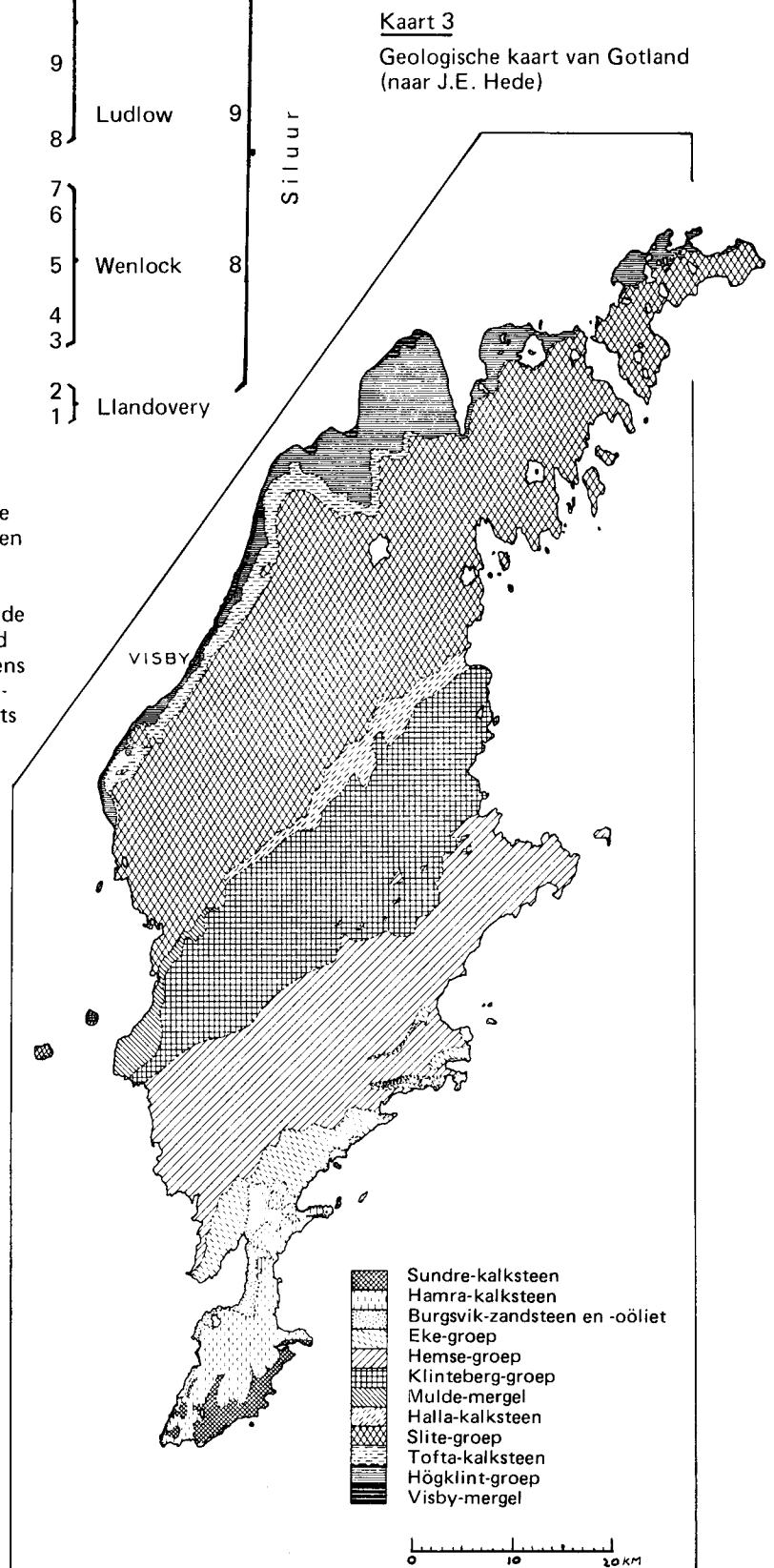
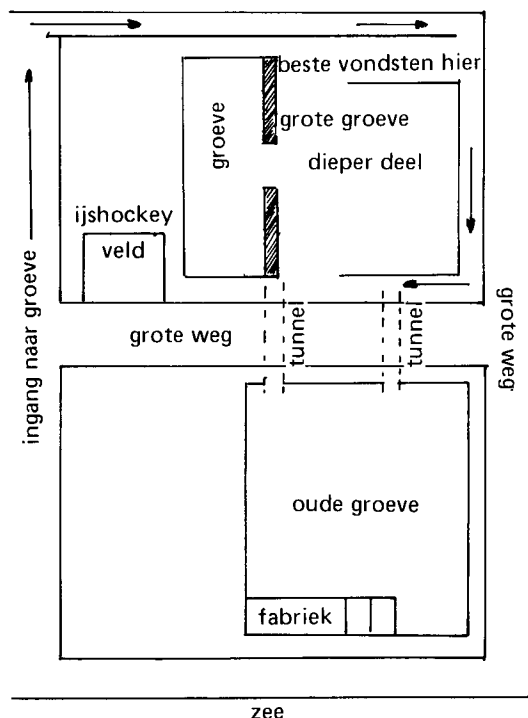
Volgens de geologische kaart van J.E. Hede wordt Gotland verdeeld in de volgende zones:

	dikte in m	laag nr.	Engeland (Shropshire)	Oslo- gebied
Z-Gotl. kalksteengeb.:	Sundre kalksteen Hamre kalksteen	10 40	13 12	Siluur
Z-kalkschaliegebied:	Burgsvik zst. en oöl. Eke schalie Hemse schalie	50 100	11 9	
M.-Gotl. Kalksteeng.:	Hemse kalk Klinteberg kalk	100	8	
N-kalkschaliegebied:	Mulde mergel Halla kalksteen Slite mergel	25 15 100	7 6 5	
N-Gotl. kalksteengeb.:	Slite kalkst. Tofta kalksteen Högklint kalkst.	10 20	4 3	
	Boven-Visby mergel Onder-Visby mergel	10 10	2 1	
			Ludlow	
			Wenlock	
			Llandovery	
	± 500			

Onder de Högklint-kalksteen komt in de NW-klints plaatselijk Visby-mergel tevoorschijn. De dikte van de zones verschilt plaatselijk sterk. De opgegeven waarden zullen de maximale dikte aangeven.

De aard van de gesteenten en de fossielen wijzen op afzetting in een ondiepe zee. Waarschijnlijk kwamen de sedimenten over het algemeen uit een ten NW liggend landgebied. Volgens J.E. Hede werden ze vooral tijdens regressies - dus in tijden van zich terugtrekkende zee - afgezet. Transgressies - tijd waarin de zee landinwaarts trok - zouden tamelijk kort geduurd hebben en niet groot in aantal zijn geweest.

Ligging van groeve bij Slite (zie pag. 9)



De fossiele fauna van Gotland

Hoewel in het Siluur praktisch alle grote diergroepen die in de zeeën voorkomen al aanwezig waren - tot vissen toe - noemen we hier alleen de meest voorkomende. De koralen vormen het grootste bestanddeel van de Gotlandse fossiele fauna.

- Sponzen.** Een spons, die ook wel als zwerfsteen in Nederland gevonden wordt (of : werd?) is *Astylospongia* (foto 1). Deze kan Gotland als land van herkomst gehad hebben.
- Koralen.** Veel Rugosa (vroeger Tetrakoralen genoemd) met als algemeenste *Cyathophyllum*
Goniophyllum (foto 2)
Zaphrentis
Chonophyllum (foto 3)
Porpites (foto 4)
Thecia (foto 5)
Rugose koraal (foto 6)
Van de groep Alcyonaria noemen we *Heliolites* (foto 7)
Van de ribbouwende Tabulata (kolonievormende koralen, die op doorsnee vele vlakke schotjes - tabulae - in de buisvormige kelken hebben) zijn er vooral *Favosites* (foto 8)
Halysites (foto 9)
- Brachiopoden.** Deze komen volop voor, in eindeloze soortenafwisseling. Het meest verbreid zijn leden van de Spiriferacea (foto 10)
Orthida
Atrypacea (foto 11)
Pentamerida.
Verder zijn algemeen de geslachten:
Leptaena (foto 12)
Strophomena (foto 13)
Resserella (foto 14)
Rhynchotreta (foto 15)
Sphaerirhynchia (foto 16)
- Bryozoën** Deze zijn al bekend uit Ordovicische afzettingen. In het Siluur ontwikkelden ze zich verder. Ze gebruiken graag riffen als levensmilieu. De afgebeelde *Ptilodictya* (foto 17) bevond zich tussen algen.
- Mollusken** Gastropoden en Lamellibranchiata hebben nog weinig stratigrafische betekenis. In het Siluur worden wel veel exemplaren van de Lamellibranchiaat *Cardiola interrupta* gevonden.

Van de Gastropoden beelden we af:

Tremantotus (foto 18)

Oriostoma (foto 19)

Euomphalopterus (foto 20)

Nautiliden komen tamelijk algemeen voor, jammer genoeg meestal in fragmenten, zoals:

Orthoceratiden (foto 21)

Cyrtoceras

Trochoceras

Lituites

Verder : *Phragmoceras* (foto 22) en

Gomphoceras (foto 23).

Trilobieten zijn er in het Siluur nog in talloze vormen. Na het Siluur neemt hun algemeenheid sterk af. Al blijft het vinden van een goede trilobiet altijd een sensatie, op Gotland is de kans hierop groot.

We doen een greep: *Encrinurus* (foto 24)

Dalmanites (foto 25)

Calymene en

Flexicalymene (afb. 26)

Phacops

Proetus (foto 27)

Ostracoden zijn in sommige afzettingen op Gotland algemeen. Het zijn kleine, kreeftachtige dier-tjes, met twee bijna gelijke kleppen als bescherming. De afgebeelde *Leperditia* (foto 28) is een exemplaar van een soort die bijzonder groot werd. Doorgaans zijn Ostracoden 1/2 tot 4 mm lang.

Crinoiden, een groep Stekelhuidigen, leefden kennelijk graag in het ondiepe, kalkrijke water van het Gotlandse gebied. Ze worden er dan ook vaak buiten de koraalriffen gevonden. Het gesteente kan plaatselijk geheel uit hun vaneengevallen stengelleden bestaan en heet dan crinoidenkalk. Op Gotland vindt men doorgaans alleen fragmenten van de ronde stengels of afzonderlijke plaatjes waaruit deze zijn opgebouwd.

Graptolieten komen ook op Gotland voor, maar ze zijn er vrij zeldzaam. In de literatuur wordt de soort *Monograptus priodon* genoemd (afb. 29). Elders bevatten de Ordovicische en Silurische lagen soms onnoemelijk veel graptolietenkolonies, zoals plaatselijk in het Oslo-gebied. De fossiele plantenwereld wordt hier vertegenwoordigd door *Solenopora* (foto 30), die in gezelschap van bryozoën (foto 17) werd gevonden.

Algen

Fossielen zoeken op Gotland

door G. Zuidema

We zoeken daar, waar het Siluur ontsloten is. Dit is in de eerste plaats bijna overal aan de kust het geval. Vooral tussen Ygne en Visby en tussen Visby en Lumme-lunds Bruk geeft de steile kalkwand een keur van fossielen. Vaak ligt aan de voet van de wand een puinmassa, waarin mooie fossielen te vinden zijn.

Aan het strand tussen de rolstenen valt het zoeken niet mee. De fossielen zijn er vaak afgesleten en door het zeewater aangetast. Maar daar waar het vaste gesteente bij de stranden aan de oppervlakte komt (meestal blauwgrijze mergel) zijn wel mooie gave fossielen te vinden.

Dit is het geval bij de stranden van Djupvik en Petesvik. Landinwaarts liggen vele groeven, die niet overgeslagen mogen worden. De grootste is te Slite deze bevat veel moois. Andere plaatsen om met succes te zoeken is daar, waar een weg kleine heuvels doorsnijdt. De taluds bevatten dan meestal fossielen. Op de velden, vooral als er pas geploegd is, is het goed zoeken, zoals tussen Petes en Nisse. Hier vinden we veel Orthoceraten. Waar pas een kanaal gegraven is of uitgediept moet het neergeworpen materiaal nauwkeurig worden onderzocht. Op deze manier vonden wij bij Sproge prachtige opgerolde trilobieten. Op het eiland bevinden zich