

CO₂-system and its Fe⁰/H₂S/CO₂-counterpart. Proc. R. Dutch Acad. Sci., in press.

- Lanham, U.N., Oparin's hypothesis and the evolution of nucleoproteins. Am. Naturalist (1952), 86: 213-218
- Miller, S.L., A production of amino acids under possible primitive earth conditions. Science (1953) 117: 528-529
- Oparin, A.I., The Origin of Life. New York (1938) Macmillan 2nd edition (1957) New York, Academic Press.
- Urey, H.C., On the early chemical history of the earth and the origin of life. Proc. Nat. Acad. Sci. (US) (1952) 38:351-363.

- Wächtershäuser, G. Before enzymes and templates: Theory of surface metabolism. Microbial Rev. 52, 452-484 (1988).
- Wächtershäuser, G. Evolution of the first metabolic cycles. Proc. Natl. Acad. Sci. 87, 200-204 (1990).
- Wächtershäuser, G., 1994, Life in a ligand sphere, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 91: 4283-4287.
- von Wolzogen Kühr, C.A.H., van der Vlugt, L.S. (1934) The graphitization of cast iron as an electrochemical process in anaerobic soils. Water 18: 147-165.

“Mudstone concretions”

Goed bewaarde ammonieten in het Boven-Kimmeridgien bij Kimmeridge, Zuid-Engeland

door Nico Taverne

Over de zuidkust van Dorset (Engeland) is al een hoop geschreven en volgens deze boeken is het een eldorado voor verzamelaars van fossielen. In 1933 schreef Arkell in zijn boek “The Jurassic System in Great Britain” dat in het Rotunda nodule Bed honderden ammonieten voor het oprapen lagen. In 1978 schreef Cope, dat door oververzameling er zelfs geen halve ammonieten meer te vinden waren, maar in juli 1996 waren er weer wel ammonieten te vinden. In het algemeen is het echter zeker in de zomer zo, dat de fossielen niet meer voor het oprapen liggen en alleen wanneer je weet waar je moet zoeken zijn er nog redelijke vondsten te doen.

Aan de kust van Dorset zijn vrijwel alle etages van de Onder-Jura tot het Boven-Krijt wel ergens ontsloten en met name rond Kimmeridge vinden we prachtige ontsluitingen uit de Boven-Jura (House, 1993). Het Kimmeridgien in dit deel van Engeland heeft een totale dikte van 530 meter en de zonering van deze lagen is gedaan aan de hand van het voorkomen van ammonieten, maar de ammonieten die in deze zwarte schalie (*shale*) voorkomen zijn vrijwel altijd platgedrukt. Soms worden deze schalies echter afgewisseld door lagen met een ander sedimentatiepatroon.

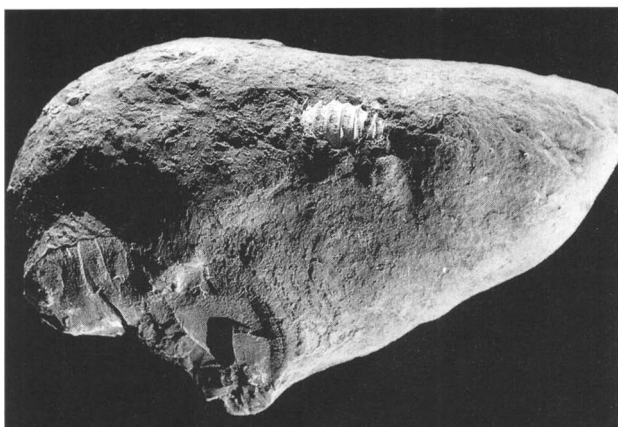
Het Rotunda nodule Bed uit het bovenste deel van de Kimmeridge Clay is zo'n laag die geen schalie is maar een zgn. *mudstone*. Hierin worden de ammonieten in een veel betere bewaartoestand gevonden. Deze laag heeft zijn naam te danken aan de *mudstone concretions* (nodules) die erin voorkomen (zie afb. 1).

Wat zijn mudstones?

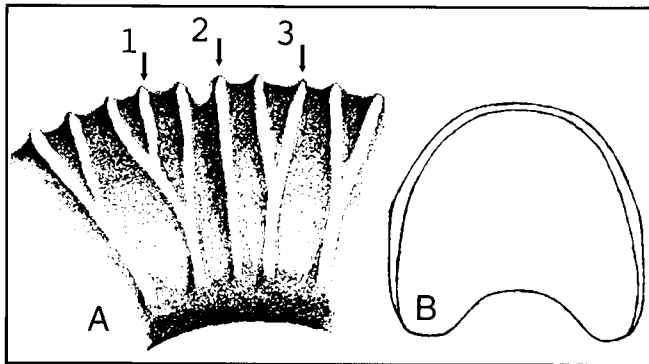
Letterlijk vertaald betekent *mudstone* moddersteen, een niet helemaal verhard kleig sediment, maar in de Engelse literatuur komen we meer benamingen tegen voor kleige sedimenten.

“*Lutite*” is een algemene term voor alle gesteenten die bestaan uit klei of silt, onafhankelijk van de samenstelling. “*Claystone*” en “*mudstone*” wordt gebruikt voor kleihoudende gesteenten die de gelaagdheid en splijtbaarheid missen die zo kenmerkend is voor schalie, waarbij *claystone* hoofdzakelijk bestaat uit deeltjes kleiner dan 4 µm, en *mudstone* tot 50 % deeltjes kan bevatten tussen 4 en 62 µm. *Argillite* is een meer verharde en compacte *mudstone* of *claystone*.

Bij de omzetting van jong sediment tot een gesteente spelen er twee processen een belangrijke rol, nl. het compacteren en het verkitten van het sediment. Het compacteren is het gevolg van het dikker worden van het sediment naar boven, waardoor de druk op de onderste lagen toeneemt en het water uit het sediment geperst wordt. Dit water dat tussen het sediment zit is vaak verzadigd met mineralen als bijvoorbeeld calciumcarbonaat, ijzer-oxides, siliciumverbindingen of sulfides. Met het toenemen van de druk op het sediment treedt ook een temperatuurverhoging op, wat leidt tot een verlaagde oplosbaarheid van calciumcarbonaat. Dit mineraal kristalliseert uit tussen het sediment en kit zo de deeltjes aan elkaar. Het verkitten van het sediment kan in sommige gevallen ook al gebeuren voordat het sediment compacteert. Als dit plaatselijk gebeurt ontstaan er concreties, ronde tot ovale bollen steen, die los in het moedergesteente lijken te liggen. Deze concreties worden in de Engelse literatuur veelal *nodules* genoemd.



Afb. 1. “Mudstone concretion” uit het Rotunda nodule Bed. Lengte 19 cm, hoogte 10 cm.



Afb. 2 - A. Zij-aanzicht woonkamer met (1) samengestelde of virgatotome rib, (2) enkele rib, (3) gevorkte of bifurcate rib. B. Woonkamerdoorsnede.

Concreties en diagenese

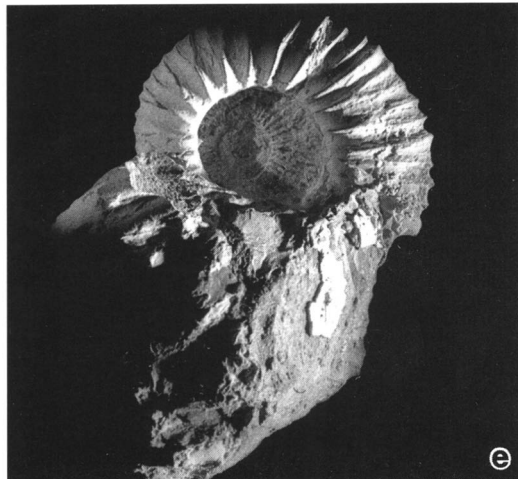
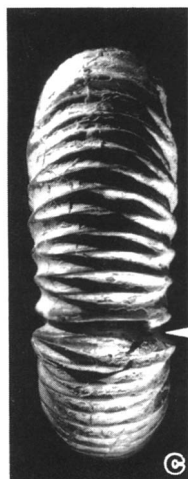
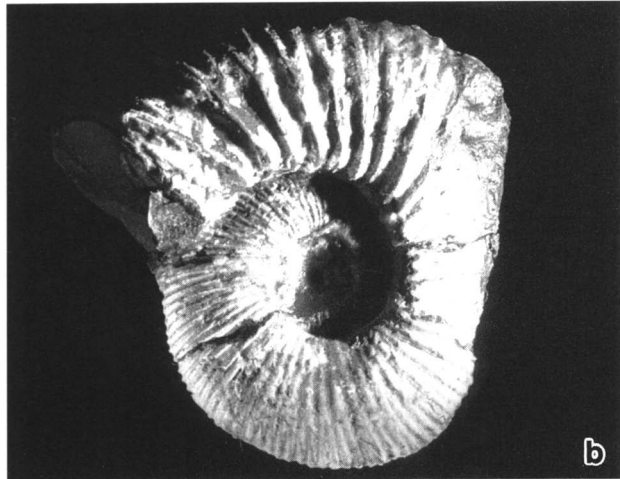
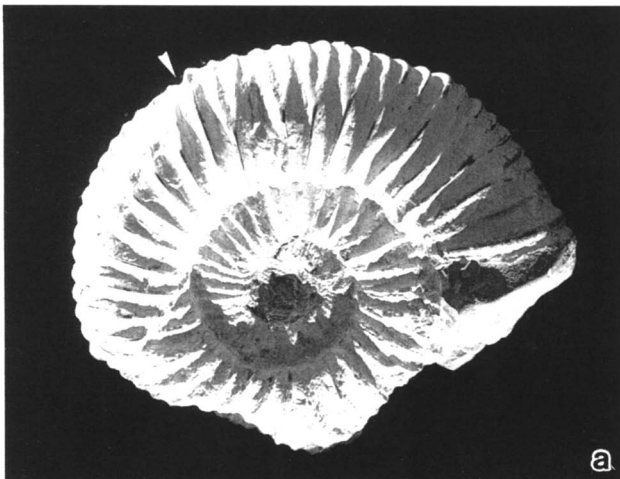
Een concretie bevat meestal mineralen die in geringere hoeveelheden ook in het moedergesteente voorkomen. Zo kennen we de silicium-concreties (vuursteen), ijzeroxide-concreties, maar ook pyriet- en markasiet-concreties. Over het algemeen zijn deze concreties laat in de diagenese ontstaan (*diagenese* = het proces van veranderingen dat een gesteente of fossiel ondergaat vanaf sedimentatie) (Taylor, 1964). Concreties kunnen ook vroeg tijdens de diagenese ontstaan. Voorbeelden vinden we o.a. in de Onder-Lias van Yorkshire bij Whitby, GB. (Buntsma, 1985). Hier kunnen twee types concreties gevonden worden, nl. sideriet- en calciet-concreties. Recent uit het moedergesteente gehaald zijn ze beide blauwgrijs, maar door verwerking kunnen de sideriet-nodules roodbruin worden, omdat door de oxidatie van het ijzer de sideriet omgezet wordt tot goethiet (Hallam, 1967). Ook in zuidoost Dorset kunnen concreties gevonden worden die

vroeg tijdens de diagenese zijn ontstaan. Het zijn deze concreties (nodules) waarin een fossielenverzamelaar vooral geïnteresseerd is, omdat ze mooie fossielen kunnen bevatten. In de Rotunda-nodules vinden we ammonieten die hun oorspronkelijke vorm bewaard hebben, terwijl de ammonieten in het omringende gesteente plat zijn. Dit bewijst dat de nodules al verkit waren voordat het sediment compacteerde.

Dat concreties vaak gevormd zijn om de resten van een dier is een aanwijzing, dat de manier waarop de ontbinding van het weefsel heeft plaatsgevonden direct invloed heeft gehad op het ontstaan van de concreties (De Buissonjé, 1978). Om te onderzoeken hoe het ontbindingsproces van weefsel verloopt is in een laboratorium een aantal dode vissen in afgesloten glazen potten met zeewater gezet (Berner, 1968). Gedurende 200 dagen is gemeten hoe de zuurgraad van het water en de hoeveelheid calcium in het water veranderde, immers calcium is in de vorm van calciumcarbonaat het verkittende mineraal in het sediment. Gedurende het experiment bleek het water steeds zuurder te worden. Dit is een gegeven dat overeenkomt met de werkelijke situatie, waar het water net boven de zeebodem ook zuurder is.

Afb. 3. Alle ammonieten komen uit het Rotunda nodule Bed, waarvan a - c uit concreties.

a) Pavlovia rotunda, diam. 9 cm; b) Pavlovia concinna, diam. 4 cm; c) woonkamer Pavlovia rotunda, 14 cm; d) en e) Pavlovia rotunda, gevonden in een woonkamer van Pavlovia rotunda gibbosa.



Tabel I. Determinatie-kenmerken van het geslacht *Pavlovia* volgens Cope en Neaverson

	P. rotunda	P. rotunda gibbosa	P. concinna	P. pallasioides
windingshoogte	28,5 %	26 - 27 %	30 - 35 %	46,5 %
windingsdikte	29 %	40 %	31 - 34 %	
navel diameter	49 %	52 %	43 - 50 %	
ammoniet-diameters en aantal ribben op de buitenste winding				
	15 mm / 40	35 mm / 24	15 mm / 40 - 55	20 mm / 30
	25 mm / 31	40 mm / 23	20 mm / 32 - 45	25 mm / 30
	35 mm / 29	45 mm / 23	25 mm / 33 - 34	35 mm / 29
	45 mm / 28	50 mm / 24		

Maar bij deze zuurgraad lost calciumcarbonaat juist op en uit de laboratoriummetingen bleek, dat er geen calciumcarbonaat neersloeg terwijl het calcium wel uit het zeewater verdween. Het calcium bleek weggevangen te worden door vrije vetzuren: afbraakproducten van rottend weefsel. Deze met calcium verzadigde vetzuren bleken samen te klonteren en zgn. *adipocire* (= lijkenwas of lijkenvet) te vormen. *Adipocire* wordt veel minder snel door bacteriën omgezet en er is *adipocire* bekend die tientallen jaren oud is. Al die tijd is de oorspronkelijke vorm van het dier behouden gebleven en in dit tijdsverloop is het restant dan al bedekt met sediment (hier kleideeltjes). Komt het calcium dan uiteindelijk vrij, bij het verval van de *adipocire*, dan zal het de kleideeltjes in de directe omgeving door het vormen van calciumcarbonaat aan elkaar kitten en ontstaat er een nodule.

Ammonietenfauna's uit de Boven-Kimmeridge Clay

In de Boven-Kimmeridge Clay komen (op die uit het Rotunda nodule Bed na) vrijwel alleen maar platgedrukte ammonieten voor. Deze zijn moeilijk te determineren omdat de sutuurlijnen verdwenen zijn en ook de lengte van de woonkamer moeilijk te meten is. Aantal en vorm van de ribben worden dan het meest als determinatiekenmerk gebruikt, waarbij de binnenste windingen constanter zijn dan de buitenste. Ook de laag waarin de ammonieten voorkomen is belangrijk. Alle in de Boven-Kimmeridge Clay voorkomende ammonieten behoren tot de familie Perisphinctidae, en daarbinnen weer tot twee subfamilies.

Subfamilie Virgatosphinctinae (Spath 1923)

Geslacht Pectinatites (Buckman 1922)

Soorten met een relatief korte primaire rib (dit is het stukje ongesplitste rib). De ribben splitsen vrijwel nooit in meer dan twee takken. Als de woonkamer compleet gevonden wordt kan er boven

de opening een hoornvormig uitsteeksel zitten. Dergelijke exemplaren komen voornamelijk voor in de *Pavlovia pallasoides* Zone en in de *Pectinatites* Zone.

Subfamilie Pavlovinae (Spath 1931)

Geslacht Pavlovia (Illovaisky, 1917)

Ammonieten met scherpe, gevorkte ribben en met insnoeringen in de schelp (zie afb. 3a en 3c, aangegeven met een pijl). Deze insnoeringen worden meestal voorafgegaan door een samengestelde rib en gevolgd door een enkele niet-gevorkte rib (afb. 2). De gevorkte ribben blijven ook op de woonkamer zichtbaar. Alle ammonieten die in de *Pavlovia rotunda* Zone gevonden worden behoren tot dit geslacht.

Geslacht Virgatopavlovia (Cope 1978)

Binnenste windingen met fijne, scherpe ribben, waarbij de primaire ribben relatief lang zijn. De ribben op de buitenste windingen kunnen virgatotoom zijn (dan splitsen er van de primaire rib verscheidene ribben af (Moore, 1957)). Dergelijke exemplaren komen alleen in de *Virgatopavlovia fittoni* Zone voor.

Pavlovia rotunda Zone

Voor de Rotunda-nodules uit de *Pavlovia rotunda* Zone zijn er twee soorten ammonieten beschreven: *Pavlovia rotunda* (Sowerby 1821) en *Pavlovia concinna* (Neaverson 1925), en één ondersoort: *Pavlovia rotunda gibbosa* (Buckman 1926). Zie afb. 3. De meest voorkomende soort is *Pavlovia rotunda*; deze verschilt van *P. rotunda gibbosa* vooral in de afmeting. *P. rotunda* is volwassen bij 10 - 12 cm diameter, terwijl *P. rotunda gibbosa* wel 40 cm kan zijn.

Bijzonder aan *Pavlovia concinna* is de abrupte verandering van fijne, dicht op elkaar staande ribben op de binnenste windingen naar grove, verder uit elkaar staande ribben op de latere windingen.

Kenmerkend voor *Pavlovia pallasoides*, die in de onderliggende *Pavlovia pallasoides* Zone gevonden kan worden (zie Tabel II), is het naar voren buigen van de ribben op de ventrale zijde, maar omdat in dit deel van Engeland alle ammonieten uit deze laag platgedrukt zijn, is determineren moeilijk. Wel bruikbare determinatie-kenmerken van deze soorten vindt u in Tabel I.

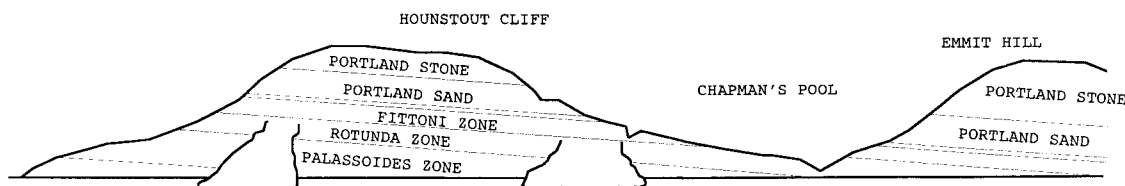
Tabel II. Biostratigrafie van het bovenste deel van de Kimmeridge Clay, zoals te zien is in Hounstout Cliff.

De bovenbegrenzing wordt gevormd door het Portland Sand, de onderste afdeling van het Portlandien (zie ook afb. 4).

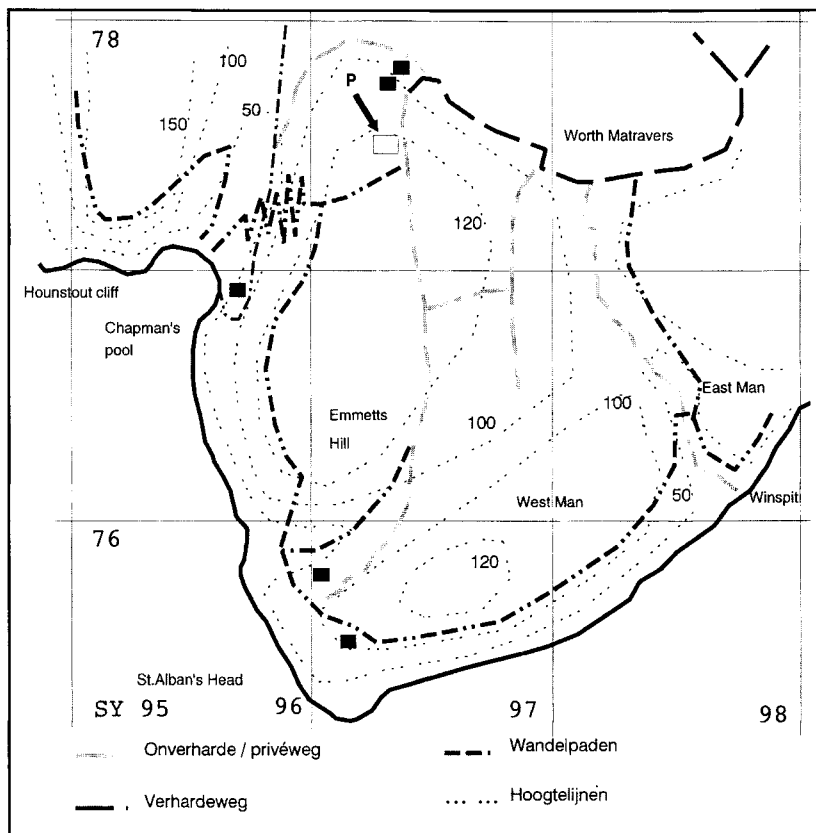
<i>Virgatopavlovia fittoni</i> Zone	
Hounstout marl	20.00 m
Hounstout clay	8.35 m
<i>Pavlovia rotunda</i> Zone	
Rhynchonella en Lingula Beds (bovenste deel)	15.00 m
Rotunda shales	13.50 m
Rotunda nodule Bed	1.80 m
Shales and clays (Blakes Bed 2)	4.25 m
<i>Pavlovia pallasoides</i> Zone	
Clays and shales	30.00 m
<i>Pectinatites (Pectinatites) pectinatites</i> Zone	
Shales	6.10 m
Freshwater Steps Stone Band	0.38 m

Beschrijving van de vindplaats

Hounstout Cliff en Chapman's Pool vinden we in het zuidelijkste puntje van het "Isle of Purbeck". Een gebied dat er nog uitziet als een eeuw geleden, met veel natuurstenen huisjes met kappen van riet of platen natuursteen en smalle weggetjes. Vanuit Wareham nemen we de A351 richting Swanage. Halverwege komen we door Corfe Castle en meteen bij het verlaten van het plaatsje gaan we rechtsaf, de B3069 op richting Kingston. In Kingston blijven we de weg volgen tot we 1,5 km verder rechtsaf kunnen naar Worth Matravers. Hier rechtsaf en de weg blijven



Afb. 4. Opbouw van het Hounstout Cliff volgens Cope, 1978.



Afb. 5. Overzichtkaartje van de weg naar Chapman's Pool. De nummers van het raster geven de coördinaten weer zoals die op elke gedetailleerde kaart te vinden zijn.

volgen richting St. Alban's Head. Waar de weg overgaat in een onverhard pad vinden we een ruime parkeerplaats (zie afb. 5). Met droog weer en voor mensen die goed ter been zijn is het hiervandaan een kwartiertje lopen langs duidelijk aangegeven paden naar Chapman's Pool. Voor mensen die niet van steile hellingen houden is er vanaf de B3069, vlak voor de afslag naar Worth Matravers, een aangegeven wandelpad naar Chapman's Pool, maar dit is een wandeling van bijna een uur. Chapman's Pool is de baai die ingesloten wordt door het Hounstout Cliff aan de ene en Emmetts Hill aan de andere kant. Afb. 6. Met de rug naar het water staand zien we aan de linkerkant zwarte kleiige mergels (Hounstout Marls), rechts gele zandsteen (Portland stone). In het laagste deel tussen de twee kliffen stroomt een klein beekje via een watervalletje naar de zee. Op deze plaats vinden we het Rotunda nodule Bed op ongeveer 1,5 meter boven het strand. Naar rechts duikt deze laag weg onder aardverschuivingen, naar links is het bed in het klif te vervolgen. Door het afschuiven van het klif kan de laag soms vele meters lager aangetroffen worden, want vooral na regenachtig weer is het klif instabiel en zijn instortingen niet uitgesloten.

Gebruikte literatuur

- Arkell, W.J.: The Jurassic System in Great Britain, xii+681 pp, 41 pls. (1933), Clarendon Press, Oxford.
- Berner, R.A.: Calcium carbonate concretions formed by the decomposition of organic matter (1968), Science, vol. 159. p. 195 - 197.
- Buissonjé, P.H. de: Waterbloei: massasterfte en extreem gunstige fossilisatievoorwaarden, Gea, juni 1978, vol. 11, nr. 2, p. 25-34.
- Buntsma, G: Mesozoïsche afzettingen in Oost-Engeland, Gea, maart 1985, vol. 18, nr. 1. p.26-38.
- Cope, J.C.W.: The ammonite faunas and stratigraphy of the upper part of the Upper Kimmeridge Clay of Dorset (1978), Palaeontology, vol 21, part 3, p. 469 - 533.
- Fairbridge, R.W. and Bourgeois, J. (editors): The encyclopedia of sedimentology (1978), Dowden, Hutchinson & Ross Inc., Stroudsburg, Pennsylvania.
- Hallam, A.: Siderite- and calcite-bearing concretionary nodules in the Lias of Yorkshire (1967), Geological magazine, vol. 104 no. 3 p. 222-227.
- House, M.R.: Geology of the Dorset coast (1993), Geologists' Association, guide no. 22.
- Moore, R.C. (ed): Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea (1957); University of Kansas Press.
- Neaverson, E.: Ammonites from the Upper Kimmeridge Clay (1925), Papers from the Geological Department of the University of Liverpool.
- Taylor, J.H.: Some aspects of diagenesis (1964), Advancement of Science, no. 20, p. 417 - 436.



Afb. 6. Het landschap boven Chapman's Pool aan de Kimmeridge-kust van Dorset. Hounstout Cliff is rechts.