

Om ordovicisk bentonit på Bornholm.

Av

PER THORSLUND.

(With an English Summary).

Mitt preliminära meddelande (1945) om förekomsten av bentonitlager i Sveriges kambrosilur innehöll helt kort uppgiften, att sådana lager ävenledes finnas inom Bornholms ordovicium, närmare bestämt inom dess mellersta, mot den svenska chasmpopsserien svarande del. Uppgiften grundades dels på studium av profilbeskrivningar, vari lager av skifferlera av något växlande utseende och innehåll uppräknas, dels på prov, som FUNKQUIST insamlat i sin år 1919 beskrivna brunnsprofil vid Vasagaard och som utlånats till mig för jämförelse med Kinnekulle-bentonitlagren. Bergarterna i denna profil hade tidigare varit föremål för undersökning och ingående beskrivning av NØRREGAARD (1925).

Mitt meddelande föranledde en notis av S. A. ANDERSEN (1946), vari denne återger HADDINGS teckning (1915) av profilen genom Dicellograptusskifferns lagerföljd längs västsidan av Læsaa, norr om Vasagaard, och anger de lager i denna som skulle vara bentonit.

I början av detta år har R. BØGVAD lämnat en redogörelse dels för innebörden i begreppet bentonit, dels för mineralogiska och kemiska undersökningar av prov från några av de mellanordoviciska skifferlerlagren vid Vasagaard. Sammanfattningsvis kommer han därvid till den slutsatsen, att dessa lager icke kunna betecknas som bentonit i sedvanlig mening, men han förnekar icke möjligheten av att verkliga bentonitskikt kunna finnas i lagerföljden där. Av kemiska analyser, vilka utgöra ett väsentligt inslag vid påvisandet av bentonit, särskilt när det rör sig om relativt starkt omvandlade asklager, innefattar BØGVADS redogörelse en fullständig och en partiell. Den första är utförd av prov från ett lager, som stratigrafiskt ligger högre än motsvarigheten till den svenska chasmpopsserien och anges enligt HADDINGS profil ligga omedelbart ovan graptolitzonen

med *Climacograptus styloideus* och *Pleurograptus linearis*, d. v. s. den svarta tretaspisskiffern i Sverige. Lagret innehåller enligt BÖGVADS tolkning av analysen för mycket kiselsyra och för litet lerjord och vatten för att kunna betecknas som bentonit. Den partiella analysen, som anger något lägre kiselsyrehalt och mera lerjord, gäller ett lager, som ligger avsevärt lägre i profilen, eller inom motsvarigheten till lägre delen av chasmopsserien. Volymökningen vid vattenadsorption uppgives vara ganska obetydlig, men angives uppgå till det dubbla hos ett prov av ett lager överensstämmande med det, varav den partiella analysen gjorts.

Det prov, på vilket jag huvudsakligen grundat uppgiften om bentonitlagers förekomst på Bornholm, har samlats av FUNKQUIST och är, enligt provet bifogad etikett, taget inom lag 5 och 6 i brunnen vid Vasagaard (jfr FUNKQUIST 1919, sid. 31). Det är en vaxglänsande, bladigt uppspjälkande, i större stycken grönaktigt grå skifferlera, som pulvriserad blir ljusgrå. I vatten sväller den mycket hastigt och faller därvid sönder till ett flockigt pulver, en egenskap, som utom den habituella likheten med vissa bentonitlager på Kinnekulle föranledde mig att anse denna skifferlera vara bentonit. — Under mikroskopet kan icke någon tydlig askstruktur iakttagas och endast enstaka, mycket små mineralkorn finnas i grundmassan, som däremot är tämligen rikligt pigmenterad av små runda svarta korn. Huvudparten av grundmassans lermineral synes ha en ljusbrytning av c. 1.56, men lägre värden, dock icke under 1.53, ha stundom erhållits.

Liksom en del bentonitlager i Kinnekulle och på Gotland innehåller även det tillgängliga provet från Bornholm aragonit, som här utgöres av ett mörkt, tunt (1.5 mm) skikt med kristallnålarna stående vinkelrätt mot skiktytorna och en inuti skiktet tydligt iakttagbar lamell, som blir kvar, då stycken av skiktet behandlas med saltsyra, och som visat sig huvudsakligen bestå av kiselsyra. Såsom tydligt framgått i profiler på Kinnekulle har aragoniten bildats sekundärt i sprickor, som mestadels skära snett över lagerföljdens skiktning.

En kemisk analys av provet (utan aragonit) meddelas i nedanstående tabell, som även innehåller en analys av prov från det basala partiet av det tjockaste bentonitlagret i chasmopsserien på Kinnekulle. Dessa båda analyser äro utförda på lufttort material i Sveriges Geologiska Undersöknings kemiska laboratorium. Som jämförelse återgives ett par partiella analyser av bentonit från mellanordoviciska lager i U. S. A.

Analyser av mellanordoviciska bentoniter.

	1.	2.	3.	4.
SiO ₂	51.04	55.99	55.11	47.89
TiO ₂	0.78	0.14	0.25	0.26
Al ₂ O ₃	25.55	18.75	18.46	20.63
Fe ₂ O ₃	1.21	0.76	4.39	1.44
FeO	0.57	1.35		
MnO	1)	0.02		
CaO	1.18	2.30	2.10	7.59
MgO	2.72	3.92	3.50	3.66
K ₂ O	6.21	2.48	5.78	5.20
Na ₂ O	0.23	0.08	1.27	0.62
H ₂ O under 110°	2.96	6.90		
H ₂ O över 110°	6.38	6.05		
P ₂ O ₅	0.24	0.05		
CO ₂	0.74	0.84		
S	1)	nil		
F	1)	0.02		
BaO	1)	nil		
	99.81%	100.15%		

1. Skifferlera (bentonit) i FUNKQUISTS lag 5 och 6, Vasagaard, Bornholm. Anal. A. M. BYSTRÖM.
2. Tjocka bentonitlagret, Kinnekulle, Sverige. Anal. A. M. BYSTRÖM.
3. Bentonit, Bed B-6; Lowville formation, Tennessee. Anal. E. C. HOUSTON.
4. Bentonit, Bed B-12, Lowville formation, Tennessee. Anal. E. C. HOUSTON.

Enligt FOX och GRANT (1944, sid. 331) beror sannolikt den höga halten Fe₂O₃ i analysen nr 3 på den synliga närvaron av biotit i bentoniten, medan det höga CaO-värdet i nr 4 kan tillskrivas förekomsten av tunna lager av sekundär kalcit i denna bentonit. Även i Kinnekulle-bentoniten förekommer biotit men har icke observerats i det analyserade provet från Bornholm, där dock andra såsom bentonitlager förmodade skifferlérer beskrivas vara biotitförande.

Även om det föreligger uppenbara skillnader mellan de båda första analyserna i ovanstående tabell, äro de dock icke större än

1) Ej bestämt.

att de falla inom den ram av variationer, som de bekantgjorda amerikanska paleozoiska bentoniterna förete. Även en jämförelse med de av NELSON (1922) publicerade analyserna av mellanordoviciska bentoniter från Tennessee och Alabama visar nämligen, att detta gäller också för provet från Vasagaard, oaktat dess relativt höga Al_2O_3 — och låga SiO_2 — halt. Kemiskt synes detta prov även kunna jämföras med den ordoviciska, av GILES (1927) ingående diskuterade Rockbridgebentoniten, som emellertid lär förete avvikande egenskaper, idet den icke sväller eller blir hal och klibbig vid fuktning. Ehuru den av GILES anses vara en lerjordsrik skiffer och sakna de karakteristiska egenskaper, som normalt tillskrives bentonit, har den av NELSON (1926) angivits vara ett vulkaniskt asklager och detta har senare verifierats av ROSS (1928), som påvisat relikta askstrukturer i den.

Då BØGVAD finner dålig överensstämmelse i kemiskt avseende mellan det av honom mera ingående undersökta provet och bentonit, har han jämfört det förra med beräknade genomsnittsvärden av 14 bentonitanalyser. Det kan ifrågasättas, om en sådan jämförelse är lämplig och leder till en slutsats, som är godtagbar. Om man nämligen ser efter, vilka de analyser äro, som givit genomsnittsvärdena, så finner man, att dessa värden beräknats på analyser av postpaleozoiska, typiska bentoniter, huvudsakligen sådana från övre kritan, dels ock att bland dessa analyser finnas några, som visa en mycket långt gående överensstämmelse med den av BØGVAD publicerade och närmare diskuterade (jfr GILES 1927, sid. 539 och SPENCE 1924, sid. 14).

Den av ROSS (1928) gjorda undersökningen över den mineralogiska sammansättningen och de fysikaliska egenskaperna hos amerikanska paleozoiska bentoniter ledde till slutsatsen, att dessa icke äro typiska bentoniter, om man betraktar dem ur synpunkten av deras användbarhet och kommersiella värde. I fråga om ursprunget förete de emellertid identitet med de senare, i det de uppkommit av vulkaniskt material och ofta uppvisa relikta askstrukturer. Men de ha undergått mer eller mindre långt gående förändringar i förhållande till de yngre bentoniterna, och dessa omvandlingar beröra särskilt de fysikaliska egenskaperna och yttra sig i förminskad förmåga att svälla och suspendera. Därför har ROSS föreslagit benämningen meta-bentonit för de mera omvandlade vulkaniska asklagren.

Bentonitbegreppet sett i denna belysning torde ge en förklaring till BØGVADS uppfattning, att de mellanordoviciska skifferlerlagren

på Bornholm icke äro bentoniter i sedvanlig mening. Det särskilt ur geologisk synpunkt viktiga i detta sammanhang är emellertid, att de till ursprunget äro jämnställda med dessa senare. Användes Ross' terminologi, böra de sålunda räknas såsom meta-bentoniter.

Vid en jämförelse med den svenska bentonitförande chasmops-serien visar sig dess motsvarighet på Bornholm ha en ringa mäktighet och detta gäller även, och uppenbarligen i högre grad, beträffande de däri förekommande bentonitskikten. Mäktigheten av dessa är störst inom västra mellan-Sverige (Kinnekulle) och avtager därifrån åt norr (Dalarna), öster (Östergötland, Gotland) och söder (Skåne, Bornholm). Av hittills insamlade mäktighetsuppgifter synes framgå, att Bornholm ligger mera perifert än något av de övriga kambrosilurfälten inom utbredningsområdet för det vulkaniska material, som givit upphov till bentonitlagren. Möjligheterna för längre gående förändringar av detta, bl. a. även genom inblandning under sedimentationen av annat material, torde givetvis ökas mot det perifera bältet. Sannolikt bör man beakta dessa synpunkter, då man vid undersökning vill bilda sig en uppfattning om förekomsten av bentonit eller omvandlad vulkanisk aska inom Bornholms ordovicium.

Den mineralogiska sammansättningen av de ovannämnda bentoniterna från Bornholm och Kinnekulle (analyser sid. 173) har beräknats av J. EKLUND, som meddelar följande:

»Vid beräkningen har använts A. N. WINCHELLS montmorillonit-formler (1945 sid. 510—518). Även om dessa ej exakt skulle motsvara verkligheten — ROSS och HENDRICKS (1945) ha senare angivit andra formler — kunna de otvivelaktligen användas för en ungefärlig beräkning av sammansättningen och därmed för en jämförelse. Resultatet blev — i ungefärliga viktsprocent:

	Vasagaard, Bornholm	Kinnekulle
Montmorillonit	31%	63%
Muskovit	55%	22%
Fri SiO ₂	12%	13%
CaCO ₃	2%	2%

Bornholmsbentoniten visar en vida längre gången reaktion emellan askans hydrolyseringsprodukter och havsvattnet än Kinnekullebentoniten, vilket man ju också har anledning att vänta av läget.

Havsvattnets kali har omvandlat montmorilloniten till muskovit samtidigt som en del av den därvid frigjorda kiselsyran utlösts. Man har kunnat visa, att montmorillonit och muskovit därvid bilda skikt-komplex. Antagandet av ett särskilt övergångsmineral, illit, är därför onödigt. I vilken form det fria SiO_2 föreligger är okänt, men man har något överraskande påvisat kristobalit i liknande leror. Kalciumkarbonatet är, såsom THORSLUND påvisat, delvis aragonit«.

Utom det analyserade provet från FUNKQUISTS Vasagaardsprofil har ett annat erhållet prov av skifferlera, lag 28 i samma profil, visat sig möjligen innehålla material av vulkaniskt ursprung, i det stycken därav hastigt svälla och falla sönder till en småfjällig massa i vatten. Lagrets lergrundmassa av vaxartat utseende synes vara tämligen rikligt innehåll med andra beståndsdelar och lagret beskrives även av FUNKQUIST såsom »grå, något sandig, fosforit-haltig skifferlera med glimmerfjäll«. J. EKLUND, som sommaren 1945 tillsammans med S. A. ANDERSEN gjorde fältobservationer på Bornholm, meddelar vidare: »Chasmopsbentoniten på Bornholm kan nu endast iakttagas i starkt uppsvällt tillstånd i dalväggen vid Vasagaard, men den har nyligen anträffats i borrhål i fast tillstånd, så som den iaktogs av FUNKQUIST i den av honom undersökta brunnen«.

Summary.

On Ordovician bentonite from the islands of Bornholm, Denmark.

My preliminary report (1945) on the occurrence of bentonite in the Ordovician and Silurian of Sweden also contained a statement that there are in the Middle Ordovician of Bornholm some layers of bentonite previously described as beds of shaly clay (Swedish: skifferlera, Danish: Skifferler). As a result of examinations of samples of such layers occurring in the Bornholm *Dicellograptus* shales and at the very top of these shales, R. BØGVAD (1947) states that these samples and bentonite generally taken do not seem to tally very well as to chemical composition, physical properties, etc.

The Swedish Ordovician bentonitic beds are intercalations in the series of strata mainly below the zone of *Dicranograptus clingani*, while the bed which has been most thoroughly examined by BØGVAD occurs at a stratigraphically higher level, at the top of the zone of *Pleurograptus linearis*. The chemical analysis of a sample of this bed he has compared with the mean—counted by GILES (1927)—of 14 analyses of post-

Paleozoic, typical bentonites. According to the present writer's opinion, this mode of comparison is open to discussion, however, as the chemical composition of different bentonites displays great variations and as some of the 14 analyses alluded to above tally fairly well with that published by BØGVAD.

The writer has examined a sample of a thin layer in that part of the Bornholm sequence which corresponds to the bentonite-bearing Middle Ordovician Chasmops series of Sweden. Dry pieces of this sample, which contains a thin intercalation of aragonite, formed secondarily, rapidly swell in water and disintegrate into fluffy masses. A chemical analysis of an air-dried sample is given in the table on p. 173, which also presents, for comparison, analyses of Middle Ordovician bentonites from Kinnekulle in the province of Västergötland, Sweden, and from Tennessee, U. S. A. The formula published by WINCHELL (1945) was used by Mr. J. EKLUND (of the Geological Survey of Sweden) who on p. 175 gives the mineralogical composition of the samples from Bornholm and Kinnekulle, of which analyses are given in the table.

When compared with data on American Paleozoic bentonites, it seems evident that there are layers formed by altered volcanic materials also in the Middle Ordovician of Bornholm. Owing to metamorphism or other alterations they have lost some of the characteristics ascribed to typical bentonite, and thus they may be termed meta-bentonites, according to Ross (1928). As the bentonitic layers seem to be relatively thin in Bornholm, this island was very likely situated in the peripheric parts of the area within which the volcanic materials were distributed.

Sveriges Geologiska Undersökning.

Maj 1947.

LITTERATUR

- ANDERSEN, S. A., 1946: Palaeozoiske Askelag paa Bornholm. Naturhistorisk Tidende, 10. Aarg., Nr. 5, København.
- BØGVAD, R., 1947: Om Muligheden for Tilstedeværelsen af Bentonit paa Bornholm. Medd. Dansk Geol. Foren., Bd. 11, H. 1, København.
- FOX, P. P. and GRANT, L. F., 1944: Ordovician bentonites in Tennessee and adjacent states. Journ. of Geol., Vol. 52, Nr. 5, Chicago.
- FUNKQUIST, H. P. A., 1919: Asaphusregionens omfattning i sydöstra Skåne och på Bornholm. Medd. Lunds Geol. Fältklubb, Ser. B, Nr. 11, Lund.
- GILES, A. W., 1927: The origin and occurrence in Rockbridge County, Virginia, of so-called «bentonite». Journ. of Geol., Vol. 35, Chicago.
- HADDING, A., 1915: Der mittlere *Dicellograptusschiefer* auf Bornholm. Medd. Lunds Geol. Fältklubb, Ser. B, Nr. 8, Lund.
- NELSON, W. A., 1922: Volcanic ash bed in the Ordovician of Tennessee, Kentucky, and Alabama. Bull. Geol. Soc. America, Vol. 33, Washington.
- 1926: Volcanic ash deposit in the Ordovician of Virginia. *Ibid.*, Vol. 37.
- NØRREGAARD, E. M., 1925: Bjergarterne i Bornholms og Sydøst-Skaanes Asaphus-Region. D. G. U., IV. Række, Bd. 1, Nr. 19, København.

- ROSS, C. S., 1928: Altered Paleozoic volcanic materials and their recognition. Bull. American Ass. Petroleum Geologists, Vol. XII, Pt. 1, Oklahoma.
- and HENDRICKS, S. B., 1945: Minerals of the Montmorillonite Group, etc. U. S. Geol. Survey, Prof. Paper, No. 205 B. Washington.
- SPENCE, H. S., 1924: Bentonite. Canadian Dept. of Mines. Mines Branch. No. 626, Ottawa.
- THORSLUND, P., 1945: Om bentonitlager i Sveriges kambrosilur. Geol. För. Förhandl. Bd. 67, Stockholm.
- WINCHELL, A. N., 1945: Montmorillonite. American Min., Vol. 30.