

Bentoniten i Bornholms ordovicium.

Af

HELGE GRY.

Abstract.

An investigation of borings through the Ordovician *Dicellograptus* shale at Bornholm as well as of the outcrops shows the occurrence of 12 beds of bentonite. The clay mineral is illite. Quartz, brown biotite, both partly euhedral, as well as euhedral apatite and zircon represent the crystalline part of the ash, that therefore most likely is liparitic. An English summary is given at the end of the paper.

Indledning.

Ved PER THORSLUNDS udtalelse om, at der findes bentonitlag i Bornholms ordovicium (THORSLUND 1945, s. 288) og ved diskussionen om bentoniten mellem RICHARD BØGVAD (1946, 1947) og THORSLUND (1947 a og b) er spørgsmålet om disse lag blevet aktuelt. Da jeg allerede i 1946 kom ind på problemet ved arbejdet med nogle boringer på Sydbornholm, besluttede jeg at gennemføre en nøjere undersøgelse af bentonitlagene (således kalder jeg dem fra første færd i afhandlingen, da jeg mener at have tilstrækkelige beviser for at opfatte dem som omdannede vulkanske askelag, nemlig: tilstedeværelse af relikv askestruktur, tilstedeværelse af mineraler, der er naturlige for vulkanske askelag og mangel på terrigen mineralindblanding og endelig overensstemmelse i mineralindhold med bentoniten fra Kinnekulle¹⁾).

Fra oktober 1946 til maj 1947 udførte firmaet BRØDRENE ANKER,

¹⁾ ROSS & SHANNONS definition af bentonit, som er blevet almindeligt anerkendt som videnskabelig definition, lyder: "Bentonite is a rock composed essentially of a crystalline claylike mineral formed by the devitrification and the accompanying chemical alteration of a glassy igneous material, usually a tuff or volcanic ash." (cit. efter ROSS & HENDRICKS 1945 s. 65). I denne betydning er ordet anvendt i min afhandling. Herved siges intet om lagenes merkantile værdi eller om lermineralets karakter.

Hasle, for civilingeniør A. THORNING-CHRISTENSEN, København en række boringer væsentlig i området mellem Risebæk og Læsås nedre løb. Jeg bistod ingeniør THORNING-CHRISTENSEN ved tolkningen af boreprofiler og prøver, og allerede i den første af de udførte boringer, fandt jeg et lag, som viste så stor lighed med den vestergötlandske bentonit, at jeg tolkede laget som et bentonitlag. I øjnefaldende modsætning til de sorte graptolitskifre, hvori laget fandtes, stod dette lag, der bestod af en hvid, leret bjergart, som ved udslemning i vand svulmede op og derefter faldt hen som et fint pulver. Da prøverne udelukkende var skylleprøver, og oplysningerne om lagserien var ret fragmentariske, kunne denne boring alene ikke give nøjere oplysninger om lagets mægtighed og nøjere stilling i den geologiske lagrække. Det var dog sikkert, at laget hørte til i den nedre del af dicellograptusskiferen. Senere boringer i samme terræn har imidlertid — skønt borejournaler og i nogle tilfælde prøvetagning knapt var så omfattende som ønskeligt — givet betydelig bedre kendskab til forholdene. Bentonit er påvist i 4 boringer i området mellem Risebæks og Læsås nedre løb og Søndre Landevej. Medens de tidligere som bentonit tolkede lag havde en mægtighed af højst 10 cm (S. A. ANDERSEN 1946), drejede det sig i boringerne om et lag (eller rettere 2) på over 1 m og jeg fandt, at en nøjere undersøgelse af lagets plads i lagserien og en nærmere prøvelse af dets bentonitkarakter var nødvendig. Jeg foretog derfor til sammenligning en undersøgelse af daglokaliteterne ved Vasegård og Hullegård samt en reeksamination af E. M. NØRREGAARDS slib af prøver fra de fossilfri nedre dicellograptusskifre og er kommet til det resultat, at de lyse lag af skiferler i nedre dicellograptusskifre er bentonitlag og svarer til de i boringerne fundne og endvidere, at der findes yderligere 6 tyndere bentonitlag i mellemste dicellograptusskifre. Det materiale, hvorpå jeg grunder dette resultat, skal forelægges i det følgende.

Til orientering meddeles her en kort oversigt over den pågældende lagserie (se nærmere CHR. POULSEN 1936).

På ortoceratitkalken hviler en skiferserie på 1,65 m begyndende med et fosforitkonglomerat og bestående af vekslende mørke skifre og lyse lag af skiferler (nedre dicellograptusskifer). Serien er nøjere opmålt af FUNKQUIST (1919), der fandt den ved en gravning ved Vasegård og bjergarterne undersøgtes petrografisk af E. M. NØRREGAARD (1925). Efter et fosforitkonglomerat på 2.5—5 cm følger en hård, kompakt skifer, hvis nederste ca. 5 cm er blågrøn, resten grå,

opad mørkere til sort. Denne del af lagserien er af CHR. POULSEN fundet i Læså ved Hullegård, og han påviste ved fossilfund, at den hører til nedre dicellograptusskifers zone med *Nemagraptus gracilis*. Selv har jeg iagttaget, at skiferen har en lys, grålig stregfarve, selv om den er helt sort. Dens mægtighed er ca. 1 m. Tilsyneladende med umærkelig overgang følger nu mellemste dicellograptusskifer, hvis mægtighed ved den vigtigste daglokalitet Vasegård er ca. 9 m. HADDING (1915) har påvist 4 zoner og givet lagene betegnelserne b til i (b omfatter også foregående lag). Indsamling af prøver har vist, at mellemste dicellograptusskifer hele serien igennem har en mørk, brunsort stregfarve. Endelig overlejes dicellograptusskifren ved Vasegård af trinucleusskifren (3,14 m ifølge CHR. POULSEN 1936). Den har vist sig at have en lys brunlig til grå stregfarve.

Boringer og profiler.

(Se kort side 383).

Boring L.

Arkiv nr. 246.139 I, nord f. Lavegård, 85 m syd f. Sdr. Landevej;
Kote ca. + 34.6 m.

- 0 —3.7 m moræneler
- 3.7—4.0 m skylleprøve af ret mørk grå, hård og kompakt skifer med temmelig lys grå stregfarve
- 4.0—4.9 m skylleprøve af lys grå, hård og kompakt skifer med lys grå stregfarve
- 4.9—5.2 m skylleprøve af lys grå, hård og kompakt skifer med meget lys hvidliggrå stregfarve. Endvidere forekommer enkelte brokker af sort, kompakt, uren fosforit
- 5.2—5.4 m ingen prøver; laget er ifølge borejournalen blødt
- 5.4—5.6 m kerneprøve visende hvidliggråt skiferler med en del mørk glimmer på lagfladerne
- 5.6—5.8 m kerneprøve som foregående
- 5.8—6.0 m kerneprøve med skiferler som foregående; ved ca. 5.9 m et 1³/₄ cm mægtigt hårdt, kompakt og sort lag, skarpt afgrænset fra over- og underliggende skiferler. Øverste del af nedre skiferler noget mere kompakt end normalt og med mindre glimmer
- 6.0—6.3 m kerneprøve med lyst gråt skiferler med rigelig glimmer
- 6.3—7.0 m ifølge borejournal begynder hård kalk i 6.3 m. Skylleprøve indeholder ret lys, grå ortoceratitkalk samt en del tynde plader af trådet aragonit

7.0—8.2 m skylleprøver fra 7.0—7.5 og 7.5—8.2 m; ortoceratitkalk som foregående

Det hvidliggrå skiferler opfattes som bentonit. Anbragt i vand blader det op, idet det forøger sit rumfang til ca. det dobbelte for derefter at falde hen til pulver. Ifølge bjergarts karakteren fås følgende lagserie:

3.7—5.2 m nedre dicellograptusskifer, zonen m. *Nemagraptus gracilis*, forneden med fosforitkonglomerat

5.2—5.9 m bentonitlag (B₂)

ved 5.9 m 1³/₄ cm nedre dicellograptusskifer

5.9—6.3 m bentonitlag (B₁)

6.3—8.2 m ortoceratitkalk

Boring A.

Arkiv nr. 246.139a, nord f. Lavegård, 236 m syd f. Sdr. Landevej; kote + 31.5 m.

0 — 6.0 m moræneler

6.0—10.9 m skylleprøver fra 6.0—6.5, 6.5—6.6, 6.6—10.8 og 10.8—10.9 m, alle bestående af sort, overvejende blød og tyndt spaltelig graptolitskifer med mørkebrun og brunsort streg

10.9—11.9 m skylleprøver fra 10.9—11.25 og 11.25—11.9 m, begge bestående af en temmelig lys grå, ret kompakt og temmelig uregelmæssigt spaltelig skifer med meget lys grå streg

11.9—12.4 m ingen boreprøver; borejournalen angiver hård kalksten, en betegnelse der i flere tilfælde er brugt om den hårde grå skifer, som findes i foregående interval; denne skifer forekommer sandsynligvis også her

12.4—13.3 m borejournalen angiver »blød kalk«; en prøve mærket 11.9—13.3 m er øjensynlig fra dette interval. Den indeholder brokker af meget blød, let bortslemmelig hvid bentonit foruden mere kompakt, lys grønliggrå talkagtig bentonit

13.3 m borejournalen angiver »hårdt«; skylleprøve består langt overvejende af en sortgrå, finkrystallinsk kalkholdig fosforit (ca. 56% CaCO₃) med svovlkiskonkretioner

Den sandsynligste tolkning af profil og prøver giver:

- 6.0—10.9 m mellemste dicellograptusskifer
 10.9—12.4 m nedre dicellograptusskifer, zonen m. *Nemagraptus gracilis*
 12.4—13.3 m bentonitlag (B₁ og B₂)
 13.3 m fosforitkonglomeratet over ortoceratitkalken

Boring B.

Arkiv nr. 246.139b, ved vejen til Stangegård, 496 m syd f. Sdr.

Landevej; kote ca. + 26.7 m.

- 0 — 4.5 m moræneler
 4.5 — 7.5 m skylleprøver fra 4.5—5.5, 5.5—6.5 og 6.5—7.5 m med mørkegrå, nedadtil lysere grå, gennemgående hård og kompakt skifer med meget lys grå streg
 7.5 —10.5 m skylleprøver fra 7.5—8.5, 8.5—9.5 og 9.5—10.5 m alle med sort, blød, fint spaltelig skifer med mørkebrun og brunsort streg
 10.5 —11.2 m ingen prøver; borejournalen angiver sorte skifre
 11.2 —11.27 m kærneprøve af løs, lys grå, leret men glimmerrig bjergart, der falder hen i vand (bentonit B₆)
 11.27—16.0 m skylleprøve for hver meter, alle visende sort, blød, let og fint spaltelig skifer med mørkebrun og brunsort streg
 16.0 —16.7 m ingen prøver; borejournalen angiver sorte skifre. Sammenligning med de øvrige borer tyder på, at grænsen for skiferen med lys grå streg skal sættes foroven i dette interval
 16.7 —17.2 m skylleprøve af grå og kompakt, dårligt spaltende skifer med meget lys grå streg
 17.2 —18.4 m borejournalen angiver »ubekendt, formentlig ler», hvilket tyder på, at det opborede materiale har været fuldstændig opslemmet, således at der ikke er kommet bjergartsprøver på sigten. En kærneprøve fra 17.4—17.5 m består af lysegrå bentonit (B₂)
 18.4 —18.6 m borejournalen angiver sorte skifre, men skylleprøve består af brokker af finkornet, hård, mørkegrå fosforit
 18.6 —18.8 m skylleprøve af lys grå ortoceratitkalk
 18.8 —19.0 m en ikke stærkt udvasket skylleprøve indeholder foruden ortoceratitkalk en del hvidlig bentonit, der må

være nedfaldet. Den slemmes overordentlig let ud og bentonitens tilstedeværelse bestyrker formodningen om, at der er bentonit i dybden 17.2—18.4 m.

Efter bjergarts karaktererne og de forskellige oplysninger bliver profilet følgende:

- 4.5 — 7.5 m trinucleus-skifer
- 7.5 — 16.0 m mellemste dicellograptus-skifer med et bentonitlag (B₆) ved 11.2—11.27 m
- 16.0 — 17.2 m nedre dicellograptus-skifer, zonen med *Nemagraptus gracilis*
- 17.2 — 18.4 m bentonit (B₁ og B₂)
- 18.4 — 18.6 m fosforitkonglomerat
- 18.6 — 19.0 m ortoceratitkalk

Foruden de tykke bentonitlag fra nedre dicellograptus-skifer er her således påvist et lag oppe i mellemste dicellograptus-skifer. Hele dicellograptus-skifren er gennemboret og faststående trinucleus-skifer påvist på petrografisk grundlag i det sydlige ordovicium-område.

Boring K.

Arkiv nr. 246.139k, 189 m syd f. Sdr. Landevej ved vejen til Munke-rup, kote + 34.78 m.

- 0 — 6.8 m moræneler
- 6.8 — 8.0 m mellemste dicellograptus-skifer
- 8.0 — 9.4 m »ler og skifer« if. borejournalen
- 9.4 — 10.0 m ortoceratitkalk

Prøvetagningen er meget ufuldstændig, kun een prøve fra hvert lag, dog tilstrækkeligt til at vise tilstedeværelsen af bentonit over ortoceratitkalken.

Læså sydsydøst for Hullegård.

Ved CHR. POULSENS lokalitet B (1936 s. 53) fandt jeg den af POULSEN beskrevne lagserie, og det viste sig, at *Nemagraptus gracilis*-zonens grå til sorte skifer ganske svarede til den bjergart, der i borerne findes lige over de tykke bentonitlag. Ved gravning i åbunden blottedes den øvre del af lagene under fosforitkonglomeratet og lagene viste sig at svare ret nøje til den tilsvarende del af serien i FUNKQUISTS brønd. Det blottede profil blev således følgende:

- fra oven: 30 cm sort graptolitskifer med mørk brun stregfarve (zonen med *Climacograptus rugosus*)
- ca. 100 cm sort graptolitskifer, nedad lysere, delvis med alge-lignende tegninger, alle prøver med lys streg (zonen med *Nemagraptus gracilis*)
- 5 cm grønligblå, hård, kompakt skifer
- 5 cm sort, hårdt fosforitkonglomerat
- 3 cm sort, sandet, temmelig hård skifer, fosforitfri
- 1¹/₂ cm gråt ler og skiferler, især forneden med rigelig mørk glimmer (bentonit B₃)
- 1 cm ret hård, gråsort, fosforitholdig skifer og store, sorte og kompakte fosforitkonkretioner
- 15 cm lyst grønliggråt, talkagtigt skiferler, der under gravearbejdet delvis opslemmedes i vandet og gjorde dette mælkeagtigt. Laget svarer til øverste del af tykke bentonitlag i borerne, men er noget mere kompakt og talkagtigt end set i borerne og næsten fri for sandede bestanddele (bentonit B₂).

Vasegård.

Ved Vasegård gennemgik jeg den synlige del af profilet i detaljer og tog skiferprøver gennem hele serien til sammenligning med borerne skifer. Der fandtes 5 bentonitlag, bl. a. de af S. A. ANDERSEN omtalte, men jeg er ikke enig med ham i hans angivelse af deres plads i lagserien.

For oversigtlighedens skyld gennemgås profilet skematisk, således at zonebetegnelsen og HADDINGS lagbetegnelser umiddelbart bliver forståelige. HADDINGS bogstavbetegnelse sættes i parentes før hver afdeling.

fra oven:

(1) Trinucleus-skifer, ifølge POULSEN 3.14 m mægtig, forneden ifølge HADDING med 5 cm stærkt forvitret lag (k). POULSEN omtaler, at dette lag kan blive op til 20 cm mægtigt. Ifølge mine iagttagelser er trinucleus-skiferen overalt mere eller mindre forvitret og nogen skarp grænse mellem de hvidgule, på overfladen rustbrune, gennemforvitrede lag og den kun svagt forvitrede del findes ikke. Den stærkest forvitrede zone ligger ikke overalt nøjagtig ved grænsen mod graptolitskiferen, den er også iagttaget 30—35 cm over grænsen. At man med POULSEN og BØGVAD må opfatte omdannelserne som

resultat af svovlkisens forvitring, kan der ikke være tvivl om. Forvitringszonen er sikkert opstået efter dannelsen af profilvæggen og forvitringen og udludningen skyldes gennemsvivende grundvand. Det understøttes også af den kendsgerning, at boreprøverne fra trinucleusskiferen i boring B overhovedet ikke indeholder sådanne forvitrede bjergarter. Forskellen mellem den løse, mere uregelmæssigt lagdelte trinucleusskifer og den hårde, kompakte graptolitskifer er sikkert årsagen til, at udludningen særlig har fundet sted ved grænsen mellem de to bjergarter. Med bentonitlag har disse lag intet at gøre. Trinucleusskiferen udmærker sig iøvrigt ved hele serien igennem at have en lys, brunlig til gullighvid stregfarve (i boringen, hvor prøverne er ganske uforvitrede, en meget lys, rent grå streg).

(i) Zonen med *Climacograptus styloideus*, ca. 300 cm. Finskifret, sort graptolitskifer med brunsort stregfarve.

(h) ca. 2 cm forvitringszone

(g) 70 cm, øvre del af zonen med *Dicranograptus clingani*; skiferen sort, kompakt, stregfarve mørkebrun. 17—21 cm over laget bund er fundet et fosforitisk konglomeratlag. Fosforitknoldene er sorte, rundagtige med et tværsnit på 4—5 cm og ligger i en noget sandet, sort og fosforitholdig skifer. Kontrolbestemmelser af normal skifer over og under laget viste, at disse ikke indeholder fosforit.

(f—g) På grænsen mellem f og g træffes et 1.0 cm tykt lag af gråt, plastisk ler (bentonit B₉).

(f) 100 cm, clinganizone; tykbænket sort skifer med brunsort streg. Mellem bænkerne udskilles svovlkis i sprækker, der i profilet ligeledes synes at indeholde lidt leret materiale. Af de medtagne prøver er der dog kun een, der med sikkerhed kan betegnes som ler. Det er et 1.2 cm tykt lag af ret lyst, plastisk ler, der ligger 19—20 cm under grænsen mellem f og g (bentonit B₈).

(e—f) På grænsen mellem e og f vælder en leret masse ud, af S. A. ANDERSEN betegnet som lag h, ca. 10 cm plastisk bentonit. Ved rensning af profilet ses, at laget har følgende sammensætning:

øverst ca. 2 cm stærkt plastisk, gråt ler, der nedad går over i

ca. 1 cm gråt, talkagtigt skiferler (bentonit B₇)

0.5 cm sort graptolitskifer med graptoliter

8.0 cm meget glimmerrigt, gråt, men ved forvitring på overfladen brunligt skiferler; svarer til laget fra 11.2 til 11.27 m i boring B (bentonit B₆)

(e) 150 cm, øvre del tilhører clingani-zonen, nedre del zonen med *Amplexograptus vasae*. Skiferen sort med brunsort streg.

(d) 2 cm gul forvittringszone. Stedvis findes her et sortgrynet, løst lag bestående af svovlkis eller 5—8 mm mere kompakt svovlkislag; visse steder træffer man derimod et vinkeligt lerlag på 1 cm eller lyst skiferler af lignende mægtighed (bentonit B₅).

(c) 215 cm (if. HADDING 220 cm, men heri inkluderet følgende), zonen med *Amplexograptus vasae*, finskifret sort, med foroven brunsort, forneden mørkebrun streg.

(b—c) 215 cm under (d) findes et 4 cm tykt gråt lag af plastisk ler og skiferler (bentonit B₄) (if. S. A. ANDERSEN lag d). Laget er allerede iagttaget af HADDING, der beskriver det på følgende måde: »Im unteren Teil der Abteilung (c) sieht man einen hellen Rand von ziemlich plastischem Ton«.

(b) Indtil 45 cm under lerlaget er skiferen sort og ret kompakt med mørkebrun streg (zonen med *Climacograptus rugosus*), herunder bliver skiferen hårdere og stregfarven skifter meget brat til temmelig lys brungrå. Skiferen er stadig sort, men bliver nedad lysere for ca. 1 m under lerlaget at være grå og med algelignende tegninger og lys brungrå streg (zonen med *Nemagraptus gracilis*).

Seriens fortsættelse nedad fremgår af FUNKQUIST'S og NØRREGAARD'S beskrivelser af bjergarterne fra den af FUNKQUIST gravede brønd¹). 2 cm under fosforitkonglomeratet synes Hullegårds bentonit B₃ at findes (lag 26, 1 cm gråt skiferler), derunder 1,3 cm fosforitisk skiferler, 75 cm grågult skiferler (lag 24) svarende til boring L's 0.7 m mægtige B₂. Det underliggende mellemlag er 7.5 cm og heraf er den øverste del (lag 23) petrografisk identisk med mellemlaget i boring L ved 5.9 m. Lag 19—20 i brønden på tilsammen 23 cm svarer til nederste bentonit (B₁) i boring L. Ved Vasegård findes herunder yderligere 55 cm skiftende lyse og mørke lag, hvoraf formodentlig mindst 3 bentonitlag, nemlig lag 15 (8.5 cm gråt skiferler), lag 7 (14 cm grågrønt skiferler) og lag 4 (3 cm lysegråt ler). De nederste ca. 10 cm er et fosforitkonglomerat. Hele denne nederste 55 cm mægtige serie er i det sydlige område ved Risebæk-Læså erstattet af 20 cm fosforitkonglomerat (og mørk skifer?).

¹) I NØRREGAARD'S gengivelse af profilet er indløbet den fejl, at mægtighedsangivelserne hele vejen igennem er blevet forskudt 1 plads opad i skemaet s. 8. — De 2 1-taller foran kommaet er ligeledes trykfejl (jf. FUNKQUIST s. 31).

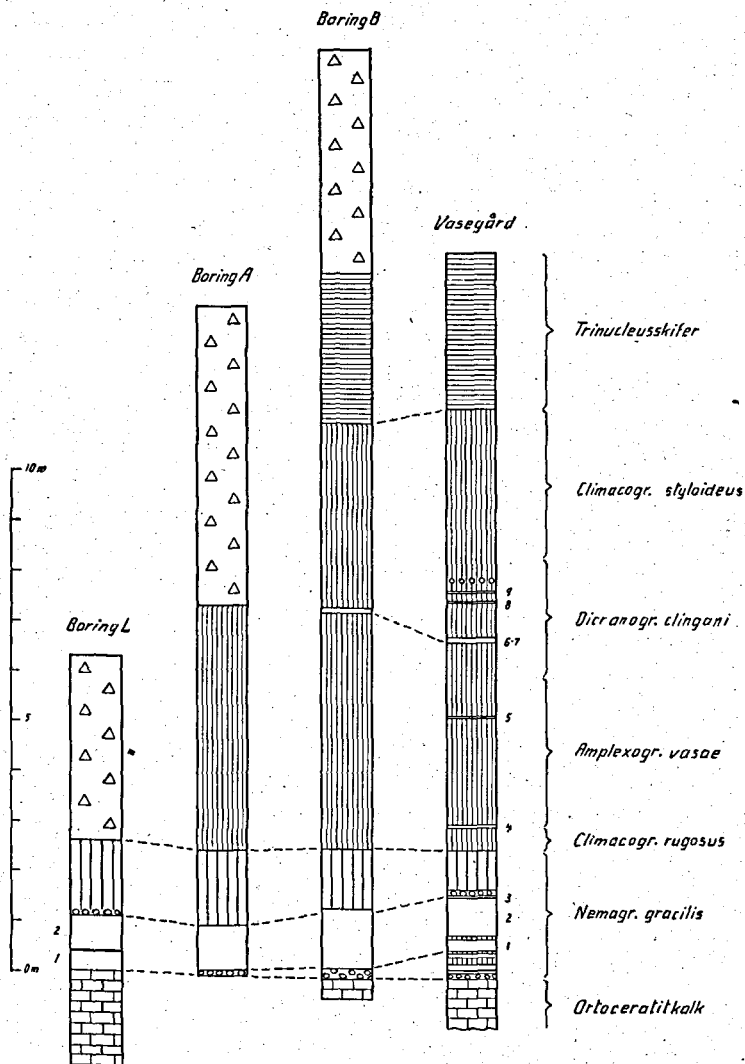


Fig. 1. Profiler fra de vigtigste borer sammenlignet med profilet ved Vasegård. Nederste del af Vasegård-profilen efter forholdene i FUNKQUIST'S brønd. Hvide lag betegner bentonitlag, hvoraf er angivet 3 under de nummererede lag i Vasegård-profilen.

Sections from borings L, A and B (see map, p. 383) compared with the series from Vasegård at Læså; white = bentonite beds.

Bentonitlagene og deres petrografi.

De som bentonit tolkede lag i den nederste del af nedre dicello-graptusskifer står ved deres lyse farve og manglende eller yderst ringe cementering i modsætning til de mørke skifre, hvori de findes. Der er påvist vekslende mængder af kvarts og brun glimmer og apatitkrystaller i dem; svovlkis er kun sparsomt tilstede. De mørke skifre er gennemgående rige på svovlkis og organisk materiale; de er mere eller mindre karbonatimpregnerede og ofte tillige forkislede, nogle endog i betydelig grad. Disse skifre indeholder ofte ganske fine kvartskorn i grundmassen, hvad man ikke finder i bentonitlagene; apatit og fosforit er jævnlig tilstede. De mest sandede sorte skifre indeholder tillige større korn af kvarts og undertiden rigelig brun biotit. Disse bestanddele må antages at være sammenskyllede under aflejringen af disse kystnære dannelser, og de må stamme fra askelag, faldet i større eller mindre nærhed af det nuværende aflejningssted. De eneste forsteninger (ubestemmelige brachiopodrester), der er fundet i serien, er fra et af de mørke lag, ellers er skifrene fossilfri, men ved Tommarp i det sydøstlige Skåne, hvor lignende skifte mellem lyse lag af skiferler og hårde sorte skiferlag forekommer, er de lyse lag altid fossilfri, medens de mørke er rige på forsteninger (FUNKQUIST 1919 s. 24—25).

På det foreliggende grundlag er det ikke muligt at gøre nøjere rede for disse nederste bentonitlag. Derimod skal de lag, hvoraf jeg selv har haft prøver til rådighed, omtales nøjere, hvorefter deres fællestræk skal behandles.

Bentonit 1 og 2. Disse lag, der tilsammen udgør ca. 1.1 m i borerne er petrografisk ganske ens opbyggede. Kærneprøverne fra boring L viser et nedre lag ca. 35—40 cm mægtigt, og et øvre (B_2) på ca. 70 cm. Det nedre lag er lyst gråligt, svagt skifret og med synlige mørke skæl af glimmer på lagfladerne næsten hele vejen op. Kun de øverste 4—5 cm er noget fastere og uden eller med få synlige glimmerskæl. Hovedmassen opslemmes let i vand under rumfangsforøgelse, den øverste del noget vanskeligere. Det overliggende bentonitlag (B_2) viser de samme karakterer som det nedre; også her er den øverste del af kærnen noget hårdere end normalt og næsten uden glimmer. Af den allerøverste del haves ingen kærne; den må formodes at have haft en karakter som bjergartstypen ved Hullegård, nemlig ret kompakt, talkagtig og uden synlige grovere partikler.

Hovedmassen af bjergarten er ler, som består af et glimmeragtigt, farveløst mineral, hvori næ ligger meget nær 1.538 og η omkring 1.558. Lysbrydning og dobbeltbrydning viser, at der er tale om »illit«.

Blandt de sandede bestanddele findes, foruden authigen svovlkis og i de øverste dele af lagene lidt sekundær authigen kvarts, væsentlig 4 mineraler nemlig kvarts, brun biotit, zirkon og apatit. Kvartsen forekommer mest i kornstørrelser fra 0.1 til 0.4 mm; de fleste korn er af tilfældig form, men en hel del er idiomorfe. Andre viser sig under mikroskopet som korn med rombeformet omrids og runde hjørner eller som stærkt afrundede korn. Selv i den øverste del af bentonitlaget, som f. eks. øverste del af B₂ fra Hullegård findes kvartskorn af samme størrelse som længere nede i laget. Biotiten er mørk brun, mere eller mindre omdannet med talrige indeslutninger, og en del af kornene er idiomorfe. I den øverste del af hvert lag findes kun ringe mængder biotit, ellers forekommer der noget større mængder eller omkring samme mængder biotit som kvarts i prøverne. Kornstørrelsen er af samme størrelsesorden som kvartsens. Zirkon forekommer underordnet i idiomorf form som 0.1—0.2 mm lange krystaller; samme størrelse har en del krystaller af apatit. Foruden disse mineraler er der i et præparat fundet et enkelt korn af lys grønlig hornblende.

Bentonit 3. Laget B₃ fra Hullegård består af 1½ cm gråt ler og skiferler, hvoraf navnlig den nederste del er rig på mørk glimmer.

Lermineralet er som i de øvrige bentonitprøver og bjergarten slæmmes let op i vand. De sandede bestanddele udgør rigelig kvarts, mest 0.3—0.4 mm i diameter, enkelte op til 0.7 mm, en del af kornene idiomorfe andre afrundet-rombeformige; rigeligt brun biotit, delvis idiomorf med kornstørrelse til 0.7 mm; ret få idiomorfe zirkon og apatit.

Bentonit 4. Laget mellem HADDINGS b og c-lag (B₄) har en mægtighed af 4 cm. Nederste halvdel danner en grå leret masse, der i bunden er sort af udskilt fint fordelt svovlkis (ca. 1 mm); øvre halvdel er mere skiferler-agtigt og danner ved tørring en kompakt skiferler, der dog let falder hen i vand under rumfangsforøgelse. Mængden af sandede bestanddele er ringe. Foruden authigen svovlkis findes ret få kvartskorn, tilfældigt formede, rundagtige eller idiomorfe; størrelsen mest omkring 0.15 mm. Iøvrigt findes lidt apatit og lidt brun glimmer (til 0.3 mm). Foruden disse mineraler er i

præparaterne påvist 1 korn af svagt lysbrydende feldspat, 2 korn af lysegrøn hornblende og 1 korn af muskovit.

Bentonit 5. HADDINGS lag d (B_5) viser sig i naturen stedvis som ler, stedvis som skiferler af tagskifergrå farve. Skiferleret er i tør tilstand ret hårdt, men falder hen i vand til mørkegråt ler. De mere leragtige partier er stærkt forurenede af svovlkis og stedvis kan lerlaget overhovedet ikke påvises, men er erstattet af et løsere eller kompaktere svovlkislag. Bentonitlaget er 1 cm mægtigt. Laget indeholder kun få sandede bestanddele, blandt disse forholdsvis rigeligt med idiomorf apatit og zirkon og forholdsvis få korn af kvarts af tilfældig form 0.1—0.15 mm i diameter samt lidt brun glimmer. I et enkelt præparat er fundet et fåtal lyst-olivengrønne korn med trådet struktur, høj lysbrydning og meget lav dobbeltbrydning. Trådene er undertiden krummede og negative i længderetningen. Sandsynligvis drejer det sig om et kloritmineral.

Bentonit 6. Det 8 cm mægtige, glimmerrige bentonitlag, der er påvist såvel i boring B som i profilet ved Vasegård mellem HADDINGS e- og f-lag er i dagprofilet noget forvitret på overfladen og minder om en noget forvitret glimmerskifer. Glimmerindholdet er ret konstant laget igennem undtagen i den øverste ca. halve cm, hvor det aftager stærkt, idet bjergarten går over til en ret mørk grå skiferler. Kærneprøven fra boringen viser, at bjergarten i frisk tilstand er rengrå med hvidliggrå, leret grundmasse. Bjergarten falder meget let hen i vand, og det udslemmede ler har en renhvid farve.

Slib parallel med lagdelingen viser talrige kvartskorn og idiomorfe biotitkorn liggende i en grundmasse af illit, hvori findes en del partier, der har uregelmæssig begrænsning og viser sig noget mørkere end normalt (svagt grønligt). Grundmassen i disse partier er som i omgivelserne illit, og partierne må opfattes som til illit omdannede glaspartikler. Svovlkis forekommer i ringe mængder som fine korn (0.02 mm).

Sandede bestanddele er rigeligt tilstede, og kvarts og biotit er de almindeligste mineraler. Kvartsen har mest en kornstørrelse mellem 0.3 og 0.6 mm, de fleste korn har tilfældig form, men der findes dog et ikke ringe antal idiomorfe korn og delvis afrundede rombeformede korn. Biotitens kornstørrelse er ligeledes omkring 0.3—0.6 mm, en del er idiomorfe og næsten alle er gennemsat af indeslutninger. Der findes en del apatit, idiomorf og brudstykker, og lidt idiomorf zirkon.

Bentonit 7. Bentonitlaget, der er 3 cm mægtigt, ligger lige over foregående og er kun adskilt fra det ved $1/2$ cm graptolitskifer. Den nederste cm er dels gråt talkagtigt skiferler, som let falder hen i vand, dels ler; de øvrige 2 cm består overalt af lyst gråt ler, der er meget fedt og i naturen vælder ud som en fedtet masse. Laget indeholder yderst få sandede bestanddele. Foruden authigen svovlkis findes næsten udelukkende kvartskorn, mest omkring 0.1 mm, hvoraf en del er idiomorfe. Der er en ringe mængde brun biotit, nogle få korn af svagt lysbrydende plagioklas, et enkelt korn af en lys grønlig hornblende og et par zirkonkorn.

Bentonit 8. 1.2 cm mægtigt lag af fedt, gråt ler i HADDINGS lag f. Leret er let opslemmeligt, fedt, men med betydelige mængder af sandede bestanddele. Blandt disse er kvarts næsten enerådende. Kvartskornene er ret grove med en diameter mellem 0.2 og 0.7 mm. En ikke ringe andel af kornene viser sig i præparaterne som mere eller mindre stærkt afrundede rombeformede korn. Iøvrigt er kun fundet enkelte korn af brun biotit og zirkon.

Bentonit 9. 1 cm fedt, gråt ler på grænsen mellem HADDINGS f- og g-lag. Der findes yderst få sandede bestanddele, især kvarts med en diameter omkring 0.1—0.15 mm, endvidere enkelte korn af zirkon og apatit. En del af kvartsen er idiomorf.

Kinne-kulle-bentonit. Til sammenligning med de bornholmske bentoniter meddeles her karaktererne for det tykke bentonitlag fra Kinne-kulle. Makroskopisk minder denne bentonit om den bornholmske. Farven er lys grønliggrå til hvidlig og et rigeligt indhold af mørk glimmer ses på lagfladerne af nogle prøver. Slib parallel med lagfladen viser tydelig relikvaskstruktur i anordningen af lermine-ralet. Dette har en lysbrydning på n_{α} ca. 1.51 og n_{γ} ca. 1.53. Der findes lignende mængder sandede bestanddele som i de bornholmske lag B₁ og B₂, og brun biotit og kvarts er som i disse lag de vigtigste mineraler. Biotiten, der delvis forekommer som idiomorfe korn, har i den undersøgte prøve en diameter fra 0.15—1.0 mm. Den er ganske frisk, uden indeslutninger, har en meget lille aksevinkel (næsten enakset), optisk orientering $\beta = b$. Kvartsen har en kornstørrelse omkring 0.3 mm (op til ca. 0.6 mm); de fleste korn har tilfældig form, men en del er afrundet rombeformede. Desuden forekommer en del idiomorf apatit og ret få korn af idiomorf zirkon. I et præparat er fundet et enkelt korn af granat.

Det fremgår af ovenstående gennemgang, at de enkelte lag stort set indeholder samme bestanddele, men i stærkt vekslende forhold. Der er i gennemgangen af de enkelte lag ikke gået i detaljer med mineralernes specielle forhold, hvorfor jeg her skal fremhæve de for disse mineraler særlige karakterer.

Lermineralet er i alle prøver det samme. I vand opslemmes det som fine partikler, hvoraf en del i nogle af prøverne holder sig svævende i dagevis. I mikroskopet ses, at lermineralet består af yderst fine skæl. Lysbrydningen for lermineralet er bestemt nøjere i B_2 til $n_\alpha = \text{ca. } 1.536$ og $n_\gamma = \text{ca. } 1.558$; i de øvrige prøver ligger den højeste lysbrydning omkring 1.56. Mineralet er farveløst, uden pleokroisme. De optiske forhold henviser til det glimmeragtige lermineral, som er karaktermineralet i de ordoviciske bentoniter i Nordamerika og iøvrigt er en vigtig bestanddel i marine lerskifre, og som går under forskellige navne som illit, hydromica, hydrous mica, glimmerton, potash-clay, bravaisit¹). Selvom dette mineral sandsynligvis er opbygget af vekslende lag af muskovit og montmorillonitgruppens mineraler, vil det sikkert være praktisk at anvende en provisorisk betegnelse (illit eller hydromica) indtil videre. Civilingeniør frøken AUGUSTA UNMACK har venligst foretaget røntgenundersøgelser af materiale fra lagene B_2 , B_4 og B_7 . I alle tilfælde betegnes lersubstansen som ren illit; i B_2 -laget fandtes små mængder kvarts i grovere fraktion (korn over 2μ), medens fraktionen med korn under 2μ udelukkende indeholder illit. Tyndslib viser, at kornene overvejende ligger med fladen parallelt med lagdelingen, således at hovedmassen i snit vinkelret på fladen udslukker praktisk talt som et hele. Askereliktstruktur er iagttaget i et enkelt præparat (B_6), hvor til illit omdannede glaspartikler sammen med kvarts og ofte idiomorf biotit ligger spredt i en mere ensartet illitgrundmasse. Røntgenanalyser af 2 prøver bentonit fra Kinnekulle viser tilstedeværelsen af kvarts som i B_2 og lermineralet synes at være af illit-typen muligvis med lidt montmorrillonit.

Kvarts findes i alle prøver, men i vekslende mængder, overvejende som tilfældigt formede korn, men en større eller mindre del af kornene viser tydelig krystalform og består af dobbeltpyramider uden udviklet prisme. Fuldstændig idiomorfe korn af denne form findes i næsten alle prøver, men oftest forekommer tillige former, hvor kanter og hjørner er mere eller mindre afrundede. Sådanne korn ses

¹) Se redegørelsen hos ROSS & HENDRICKS 1945 s. 28. Her gives navnet bravaisit prioritet (opstillet af MALLARD 1878).

i præparaterne mest som rombeformede korn med afrundede hjørner, svarende til konturen af dobbeltpyramider liggende på en pyramideflade. Stærkt afrundede former af denne type forekommer såvel blandt de fineste som blandt de grovere korn, hvilket tyder på, at der ikke er tale om en sekundær afrunding. Såvel de skarpkantede idiomorfe

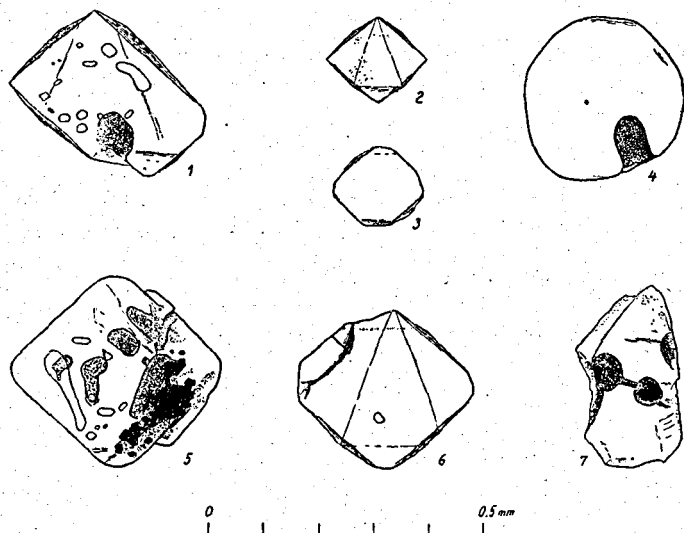


Fig. 2. Kvartskorn fra bentonit, 1—2 idiomorfe, 3—6 afrundet-idiomorfe og 7 af tilfældig form, 1, 5 og 6 viser klare hulrum, 1, 4, 5 og 7 viser mørke indeslutninger af glas og indbugtninger, dannede ved magmatisk korrosion. 1, 4, 6 og 7 fra bentonitlag 8, Vasegård, 2 fra lag 3, Hullegård, 3 fra lag 2, boring L og 5 fra lag 6, Vasegård.

Euhedral, partly rounded and irregularly shaped quartz grains with glass inclusions (dark) and cavities (light).

korn som de afrundede markerer en form, som er karakteristisk for kvartsstrøkorn i vulkanske bjergarter »porfyrvarts« og disse formers tilstedeværelse er for mig et indicium på, at kvartsen er af vulkansk oprindelse. Det bemærkes yderligere, at kvartsen aldrig viser unduløs udslukning, og at den (også for de uregelmæssigt formede korns vedkommende) ofte indeholder afrundet-kantede hulrum og uregelmæssigt afrundede indeslutninger af brunligt, mere eller mindre devitrifieret glas, sjældnere nåleformede indesluttede krystaller. De nævnte karakterer viser, at den overvejende del af kvartsen må betragtes som en vulkansk bestanddel, der må være primær i det oprindelige askelag. Kvartsens karakterer i de born-

holmske lag og i bentoniten fra kinnekulle er identiske i alle detaljer. Lidt sekundær authigen kvarts findes i den øvre del af lag 1 og 2.

Biotit forekommer rigeligt i de tykke lag B₁ og B₂ samt i B₃ og B₆ og kun meget sparsomt i de øvrige (ikke påvist i B₉). Navnlig blandt de større korn er der mange, der er idiomorfe, således at det har været muligt at bestemme den optiske orientering ($\beta = b$). Farven er mørk brun og biotiten er enakset eller med meget lille aksevinkel. Biotiten er gennemsat af talrige kort stængelformede til krystalskeletagtige indeslutninger, der har tendens til at være orienterede i 3 retninger parallelt med biotitens kanter. Nogle korn er nærmest tenformede, andre mere veludviklede krystaller begrænses i enderne af skråtliggende kanter, atter andre er rektangulære. Lysbrydningen er høj, interferensfarverne meget lave og udslukningen er parallel med længdeudstrækningen. Nogle korn er positive andre negative i længderetningen. Disse optiske forhold viser, at der er tale om epidot eller klinozoisit. Biotiten indeholder tillige ofte små rhomboedre af karbonat, og i visse tilfælde tager disse nedbrydningsprodukter i den grad overhånd, at hovedmængden af kornet består af en blanding af karbonat, epidot, klorit? og undertiden lidt sekundær kvarts. Disse omdannelsesprodukter viser, at de bornholmske lag har undergået en højere grad af omdannelse end bentoniten fra Kinnekulle, der indeholder brun biotit, der er ganske frisk, men iøvrigt i alle karakterer minder om den danske. Biotiten må opfattes som en primær askebestanddel. Ikke alene i den svenske bentonit er biotit en væsentlig bestanddel, men også i de nordamerikanske ordoviciske bentoniter spiller biotit en stor rolle. Ifølge Ross (1928) indeholder bentoniten i Virginia store mængder af »euhedral to subhedral crystals of biotite, which represent the only crystalline part of the ash fall« (citeret efter ROSS & HENDRICKS 1945 s. 67).

Apatit forekommer som underordnet bestanddel i de fleste bentonitlag. Kornene er mest idiomorfe og i betragtning af, at bentonitlagene normalt ikke indeholder fremmede bestanddele, er det naturligt at betragte apatiten som en primær bestanddel. Mineralet forekommer også i bentoniten fra Kinnekulle.

Zirkon findes ligeledes i de fleste lag, udelukkende som små idiomorfe krystaller, og må formodentlig ligeledes betragtes som en primær askebestanddel. I bentoniten fra Kinnekulle findes dette mineral ret sparsomt.

Af øvrige mineraler findes en ringe mængde sur (svagt lysbrydende) plagioklas i lag B₇ (og B₄?). Den kan være en oprindelig be-

standdel af asken, hvorimod de enkelte korn af grønlig hornblende i lagene B₂, B₄ og B₇ og det enkelte korn af lys glimmer i B₄ må opfattes som tilblandet terrigent materiale. At ejheller bentoniten fra Kinnekulle er ganske fri for terrigen indblanding, viser fundet af et enkelt korn af granat. Svovlkis forekommer i vekslende mængder i alle bjergarterne som en sekundær authigen bestanddel.

Det fremgår af foranstående, at de her omhandlede lerlag viser træk, der alle indicerer deres oprindelse fra vulkanske askelag. Disse træk er følgende:

1. Lagene findes som lyse bænke af ler eller skiferler, som står i skarp modsætning til de sorte hærdnede skifre, hvori de ligger, og der er en skarp grænse mellem lerlagene og graptolitskifrene. Dog fremgår det ikke altid tydeligt af bjergarterne fra nedre del af FUNKQUISTS brønd, hvor grænserne mellem bentonit og sorte skifre skal sættes, da mellemlagene indeholder askebestanddele (se 7).

2. Ler- og lerskiferlagene er fossilfri i modsætning til skifrene, hvori de forekommer.

3. Lermineralet er »illit«, som også er det karakteristiske lermineral i de ordoviciske bentoniter i Nordamerika. Som indicium for vulkansk oprindelse må lægges vægt på, at dette mineral er enerådende i de to af de røntgenografisk undersøgte prøver. Det røntgenografisk påviste kvarts i B₂ skyldes sekundær udskillelse. De sorte skifre indeholder foruden illit (BØGVAD 1946 prøve 5) såvel ganske fine klastiske kvartskorn som sekundær udskilt kvarts.

4. I et tilfælde er påvist reliket askestruktur (B₆).

5. De sandede bestanddele forekommer spredt i den lerede bjergart med omtrent samme kornstørrelse i hoveddelen af laget, således som man skulle vente af de krystallinske bestanddele, der falder til bunds sammen med større askepartikler. Kun i den allerøverste del af lagene findes næsten udelukkende finere sandbestanddele modsvarende den sidst sedimenterede fineste del af askeregnen. Fordelingen af sandbestanddelene markerer således, at den nu lerede grundmasse ikke er aflejret som sådan, men som grovere partikler (askekorn). Var sandbestanddelene klastisk-allothigene og leret normalt sedimenteret, skulle man vente en koncentration af sandskornene i bunden og kun fine sandbestanddele i hovedmassen af den lerede del.

6. Kvartsen viser ved form og indeslutninger karakteren af »porfyrkvarts« fra dagbjergarter.

7. Biotit, der i de fleste lag er rigeligt tilstede, delvis i idiomorfe krystaller, er en sjældent forekommende bestanddel i normale sedimenter, men en naturlig bestanddel af sure vulkanske bjergarter. Dens forekomst i visse, især sandede mellemlag i lagene lige over ortoceratitkalken skyldes sandsynligvis omlejring og udvaskning af askebestanddele fra i nærheden faldne lag. Afstanden mellem Vasegård og området i syd er kun ca. 2 km, og dog er lagserien forskelligt udviklet i den nederste del (under B₁). Tilstedeværelsen af fosforitkonglomerater og mere sandede lag end normalt i skiferen viser, at serien er en lavtvandsdannelse, hvori bølgeslag og strømlet kan have transporteret og omlejret det vulkanske materiale, som nu indgår i de mørkere skifre mellem typiske bentonitlag.

8. Mineralindholdet i de bornholmske lag svarer ganske nøje til mineralindholdet i Kinnekulles tykke bentonitlag.

9. Der er kun undtagelsesvis fundet bestanddele, der ikke naturligt hører hjemme i et askelag (enkelte korn af hornblende, et enkelt korn af muskovit).

10. De bornholmske lag er fundet i aflejringer, der strækker sig fra zonen med *Nemagraptus gracilis* til zonen med *Dicranograptus clingani*, hvilket ifølge PER THORSLUNDS parallelisering modsvarer chasmopsserien i Sverige (THORSLUND 1940 s. 121). De svenske bentoniter forekommer ifølge THORSLUND (1945) især i chasmopsserien. I forbindelse med THORSLUNDS meddelelse, at mindre bentonitlag også er truffet i tretaspisskiferen og i rastritesskiferen, kan det måske være af interesse at oplyse, at DAN LAURSEN (1940 s. 10) har påvist et 4 cm tykt lerlag i cyrtograptusskifren ved Øleå. Dette lag, som jeg ikke har haft lejlighed til at undersøge, kan meget vel tænkes at være bentonit.

Udfra disse kendsgerninger vil jeg konkludere resultatet af undersøgelserne på følgende måde:

Over ortoceratitkalken på Bornholm findes godt en halv snes bentonitlag i lagserien fra zonen med *Nemagraptus gracilis* til zonen med *Dicranograptus clingani*. At dømme efter den krystallinske andel af askefaldene, især kvarts og biotit, har asken været af liparitisk sammensætning.

Lejringsforholdene i det gennemborede område.

Ifølge GRÖNWALLS fremstilling (GRÖNWALL og MILTHERS 1916 s. 68) danner de kambrisk-siluriske lag syd for ortoceratitkalken ved

Limensgade en ubrudt blok omfattende lagserien fra grønne skifre i nord til dicellograptusskifren i syd, hvor blokken afskæres af et kystparallelt brud. Syd for dette forekommer »rhæt-lias«-dannelser. I vest afgrænses blokken af en hypotetisk brudlinje og i sydvest lades et område ukendt i den sydlige del indtil en nnv-løbende for-

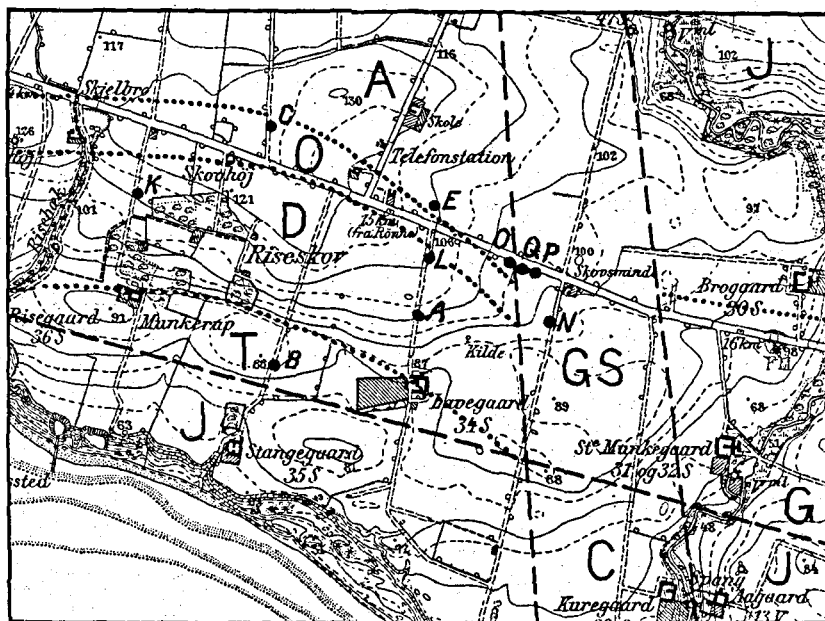


Fig. 3. Kort (1:20000) visende beliggenheden af borerne (kursiverede bogstaver) og den prækvartære undergrund i egnen mellem Risebæks og Læsås nedre løb. overlejringsgrænser, ---- brudlinjer. Af de store bogstaver betegner GS grønne skifre, A alunskifer, O ortoceratitkalk, D dicellograptusskifer, T trinucleus-skifer, C cyrtograptusskifer, J keuper-ler og juradannelser og G cretacisk grønsand. (Efter Geodætisk Instituts målebordsblad).

Map (1:20000) showing situation of borings and prequaternary deposits (GS: „green shale” (Cambrian glauconitic sandy mudstone), A: alum shale, O: Orthoceras’ limestone, D: Dicellograptus shale, T: Trinucleus shale, C: Cyrtograptus shale, J: Triassic and Jurassic clays and sandstones, G: Cretaceous greensand). ---- fault lines.

kastning, der adskiller »rhæt-lias«-dannelserne i øst fra de ældre dannelser vestligere. Den øvre graptolitskifer ved Læsås munding ligger som en horst mellem kystens juradannelser i øst og vest. De i 1946 udførte borer går ned i det ukendte område og forbedrer dermed vort kortmæssige kendskab til disse egne. Foruden de omtalte

boringer er yderligere 3 boringer nedsat i hovedblokken. Boring C (arkiv nr. 246.139c) beliggende ved vejen til Duegård 103.6 m fra Sdr. Landevej (kote + 39.59) viser: 0—2.5 m moræneler, 2.5—3.7 m ortoceratitkalk og 3.7—6.0 m alunskifer. Boring E (arkiv nr. 246.139e) 50 m nord for Sdr. Landevej ret for vejen, der fører til Lavegård (kote ca. + 34.8 m) har moræneler til 2.9 m og derunder alunskifer til 5.0 og boring O (246.139o) ved sydsiden af Sdr. Landevej 150 m vest for vejen ved Skovminde (kote ca. + 30.4 m) har 0—3.2 m moræneler og 3.2—9.0 m alunskifer. Beregner man ud fra de boringer, hvori ortoceratitkalken er truffet, kalkens udbredelse under kvarteret, finder man, at nordgrænsen for kalken ligger umiddelbart syd for de to sidstnævnte boringer. Ortoceratitkalken danner et praktisk talt plant lag, der falder ca. 3° mod s 16° v (beregnet af boringerne B, K og L). Over den ligger nedre og mellemste dicellograptusskifer og sydligst overlejres graptolitskiferen af trinucleus-skifer, hvis beregnede udbredelse er indtegnet på kortet.

Kambrium-silur-blokkens østlige begrænsning er ikke (som af S. A. ANDERSEN formodet (1944 tavle 2) GRÖNWALLS nnv-ssø-gående brudlinje. Det viser sig, at der ind mellem skyder sig en zone med grønne skifre. Denne bjergart er fundet i 3 boringer: boring N (246.139n) 125 m syd for Sdr. Landevej ved vejen fra Skovminde til havet (kote ca. + 30.4 m), der har grønne skifre under moræneler fra 3.8 til 11.3 m, boring P (246.139p) ved sydsiden af Sdr. Landevej 75 m vest for Skovmindevejen (kote ca. + 29.0 m) med grønne skifre fra 2.4 til 3.0 m og boring Q (246.139q) 37.5 m vestligere, med grønne skifre fra 2.3 til 3.0 m, begge steder under moræneler. Der må være en brudlinje mellem de grønne skifre og hovedblokken vest herfor, og det er rimeligt at trække brudlinjen i nordlig retning (lidt til vest), så den træffer grænsen mellem de grønne skifre og ortoceratitkalken ved Limensgade. Vi får da øst for hovedområdet et horstområde, der i nord består af grønne skifre, i syd af øvre graptolitskifre.

Kambrium-silur-flagens begrænsning sydpå kan ikke angives med sikkerhed. Endnu 50 m syd for boring B er der fundet »sandsynligvis brun skifer« i 5 m dybde, lidt sydligere er fast bund ikke nået i 6.5 til 7 m dybde. Hvis grænsen går mellem disse orienteringsboringer kræves der kun en ringe forskydning af GRÖNWALLS brudlinje for at få en linje, der samtidig adskiller »rhæt-lias«-dannelserne fra hovedområdet's kambrium-silur og de grønne skifre fra øvre graptolitskifre i den østligere horst og som falder sammen med et markeret knæ i Læsøs nedre løb og adskiller kaolinsandsten i syd fra grønsand i

nord i det østligste område. Denne linje er — skønt kun hypotetisk — indlagt på kortet s. 383.

Danmarks Geologiske Undersøgelse, December 1948.

Summary.

The bentonite in the Ordovician of Bornholm.

In 1945 PER THORSLUND gave a preliminary report on the occurrence of beds of bentonite in the Ordovician Chasmops series of Sweden and stated that similar beds occurred on the Danish island of Bornholm. According to S. A. ANDERSEN 2 beds 2-10 cms thick are seen in the *Dicellograptus* shale at Vasegård on the river Læså.

An investigation of some borings set down in the southern part of Bornholm Oct. 1946 to May 1947 (fig. 3) as well as of the outcrops at Læså has now shown that abt. 12 beds of bentonite occur in the lower and middle *Dicellograptus* shale. The *Orthoceras* limestone is superposed by a phosphoritic conglomerate passing into 0.9 to 1.55 ms of alternating dark shales and at least 6 beds of bentonite abt. 3, 14, 8½, 35 (B₁), 75 (B₂), and 1 (B₃) cms in thickness. The lowermost part of the series with 3 of the bentonite beds was only found in a digging made by FUNKQUIST (1919) and is only determined by reexamination of slides of the rocks made by NØRREGAARD (1925). This series is farther south replaced by a phosphoritic conglomerate. The series with the 6 lowermost bentonite beds is most likely to be placed in the zone with *Nemagraptus gracilis* as is the case with the overlying gray hard slate (abt. 1 m) in which CHR. POULSEN (1936) found *Diplograptus törnquisti*. In the overlying black shale (middle *Dicellograptus* shale, abt. 9 ms) I found 6 thin beds of bentonite viz. B₄ (4 cms) at the boundary between *Climatograptus rugosus* zone and *Amplexograptus vasae* zone, B₅ (1 cm) in the *Amplexograptus vasae* zone and B₆ (8 cms), B₇ (3 cms), B₈ (1.2 cms) and B₉ (1 cm) in the *Dicranograptus clingani* zone (fig. 1).

The bentonite beds are light coloured clays or somewhat slaty clays that rapidly swell in water and disintegrate into fine grains. The clay mineral is «illite» with n_x abt. 1.536 and n_y abt. 1.558 (in B₂). X-ray analyses made by miss AUGUSTA UNMACK, chemist at the Royal Veterinary and Agriculture College, Copenhagen, proved that the clay mineral is „illite” in B₂, B₄ and B₇. In B₂ a slight content of quartz was found in material $> 2 \mu$ but not in finer fraction. Sandy constituents are quartz, biotite, apatite and zircon. The quartz grains are partly euhedral (bipyramids), partly rounded (corroded) bipyramids and partly grains of irregular shape. The quartz often includes glass and must be a crystalline part of the ash (Fig. 2). The biotite is dark brown, altered and contains numerous inclusions of epidote or clinozoisite as well as rhombohedral carbonates. Apatite and zircon are euhedral. These 4 minerals are considered the crystalline part of the ash, as may also be the case with some few grains of plagioclase. Only a few grains (light green hornblende, a single grain of muscovite) must be a detrital contamination. The 4 minerals

quartz, biotite, apatite and zircon are also found in the bentonite from Kinnekulle, Sweden.

On account of the crystalline part of the bentonites the ashes are regarded as liparitic in composition.

LITTERATUR

- ANDERSEN, S. A., 1944: *Det danske Landskabs Historie*, 2. Udg. Bd. 1. København.
 — 1946: Palæozoiske Askelag paa Bornholm. *Naturhist. Tidende* 10. Aarg. Nr. 5 s. 74. — København.
- BØGGVAD, RICHARD 1946: Om Muligheden for Tilstedeværelsen af Bentonit paa Bornholm. *Medd. D. G. F. Bd. 11. H. 1. s. 47—54.* — Kbhvn.
 — 1947: Bentonit og Skiferler. *Medd. D. G. F. Bd. 11. H. 2. s. 224—225.* — Kbhvn.
- FUNKQUIST, HERMAN P. A., 1919: Asaphusregionens omfang i sydøstra Skåne och på Bornholm. *Medd. Lunds geol. fältklubb Ser. B. Nr. 11.* — Lund.
- GRÖNWALL K. A. og MILTHERS V. 1916: *Kortbladet Bornholm. Danm. Geol. Unders. I. Rk. Nr. 13.* — Kbhvn.
- HADDING, ASSAR 1915: Der mittlere Dicellograptus-Schiefer auf Bornholm. *Medd. Lunds geol. fältklubb Ser. B Nr. 8.* — Lund.
- LAURSEN, DAN 1940: *Cyrtograptusskiferen paa Bornholm. 1. Øleaa. Danm. Geol. Unders. II. Rk. Nr. 64.* — Kbhvn.
- NØRREGAARD, E. M. 1925: Bjergarterne i Bornholms og Sydøst-Skaanes Asaphus-Region. *Danm. Geol. Unders. IV. Rk. Bd. 1. Nr. 19.* Kbhvn.
- POULSEN, CHR. 1936: Übersicht über das Ordovizium von Bornholm. *Medd. D. G. F. Bd. 9. H. 1. s. 43—66.* — Kbhvn.
- ROSS, C. S. 1928: Altered Paleozoic volcanic materials and their recognition. *Am. Assoc. Petrol. Geologists Bull. vol. 12. pp. 143—164.* — Tulsa, Oklahoma.
- ROSS, C. S. and HENDRICKS S. B. 1945: Minerals of the montmorillonite group. *U. S. Dept. Int. Prof. Paper 205-B.* — Washington.
- THORSLUND, PER 1940: On the Chasmops series of Jemtland and Södermanland. *Sveriges Geol. Unders. Ser. C. No. 436.* — Stockholm.
 — 1945: Om bentonitlager i Sveriges kambrosilur. *Geol. Fören. Stockh. Förh. Bd. 67. H. 2. s. 286—288.* Stockholm.
 — 1947: Om ordovicisk bentonit på Bornholm. *Medd. D. G. F. Bd. 11. H. 2. s. 171—178.* Kbhvn.
 — 1947: Svar paa »Bentonit og Skiferler». *Medd. D. G. F. Bd. 11. H. 2. s. 225—226.* Kbhvn.