

Maastrichtien/Danien – grænsen i Karlstrup Kalkgrav (Østsjælland)

PALLE GRAVESEN



Gravesen, P.: Maastrichtien/Danien – grænsen i Karlstrup Kalkgrav (Østsjælland). *Dansk geol. Foren., Arsskrift for 1982*, side 47-58, København, 6. juni 1983.

In the northeastern corner of the partly water-filled quarry at Karlstrup, 28 km SW of Copenhagen, Maastrichtian/Danian boundary strata are still accessible. The boundary sequence is quite variable and deviates from the classical section c. 30 km distant at Stevns Klint. At Karlstrup the uppermost Upper Maastrichtian White Chalk is somewhat indurated, but in contrast to Stevns Klint it is not incorporated as part of a complex hardground at the Maastrichtian/Danian boundary.

On top of the undulating upper boundary of the White Chalk lies a greyish, laminated marl reaching a thickness of 5–10 cm in the centre of the depressions. This marl is very similar to the Fish Clay at Stevns Klint. The Fish Clay is overlain by a more or less indurated, white limestone (30 – c. 100 cm thick) with abundant, thin grey clay seems ("streaky chalk"). On biostratigraphic grounds (mainly planktonic foraminifera) it is correlated with the *Cerithium* Limestone at Stevns Klint which does not contain *Tylocidaris*. It is therefore of great interest that the "streaky chalk" at Karlstrup has so far yielded two species of a *Tylocidaris* sp. of the *T. baltica-oedumi* group.

The overlying part of the Lower Danian sequence shows a marked lateral variation which makes this part of the sequence open to a number of interpretations. Generally the "streaky chalk" is overlain by a hard, bioturbated, white limestone, here named "Karlstrup Chalkstone" ("chalkstone" sensu Bromley & Gale, 1982). Lithologically it shows great resemblance to the *Cerithium* Limestone at Stevns Klint. It contains a few fossils such as solitary corals, siliceous sponges and moulds of gastropods and bivalves ("*Cerithium*" sp., *Brachydontes* sp.). The Karlstrup Chalkstone clearly belongs to the *Tylocidaris oedumi* zone as *T. oedumi* is found both below and above it. Two possible correlations with Stevns Klint are suggested:

1) the *Cerithium* Limestone at Stevns Klint is represented at Karlstrup by a more complete sequence, comprising both the "streaky chalk" and the Karlstrup Chalkstone.

2) the *Cerithium* Limestone is only represented at Karlstrup by the "streaky chalk". In this case the lithological similarity of the *Cerithium* Limestone and the Karlstrup Chalkstone is only superficial, and the Karlstrup Chalkstone might be considered an equivalent of the Lower Danian "Krabbelag" hardgrounds at Stevns Klint.

On top of the Karlstrup Chalkstone follows more than 1 m of hard or soft Lower Danian limestone showing considerable lateral variation. It belongs to the *T. oedumi* zone (at least in its lower part).

Palle Gravesen, Institut for Historisk Geologi og Palæontologi, Øster Voldgade 10, 1350 København K., 31. januar 1983.

Karlstrup Kalkgrav (= »Karlstrup Cementfabriks kalkgrav« etc.) ligger lige sydøst for den lille landsby Karlstrup ca. 10 km nord for Køge. Stedet er det samme som det tidligere Kagstrup Kalkværk, i hvis relativt lille grav der var blottet profiler i Nedre Danien bryozokalk eller »limsten«, den såkaldt »Ældre Bryozokalk« (V. Milthers 1935). Med Aalborg-Portland Cements overtagelse i 1957 indledtes en betydelig udvidelse af bruddet. Berthelsen (1962) gengiver som fig. 6 et fotografi af bruddet før udvidelsen.

Efter oplysninger hos Rørdam (1897:33) er kalkbrydningen oprindeligt påbegyndt i to brud, det ene åbnet af kammerherre Carlsen til Gl. Køgegård i 1843, det andet af gårdmand Jens Mad-

sen fra Kagstrup nogle år senere. Umiddelbart efter brydningens start er kalkforekomsten undersøgt af Forchhammer. Kalken angives hos Rørdam (1897:35) at være en bryozokalk med sort eller sortegrå flint, og han skriver videre, at mange af lagene ved en efterkrystallisation er blevet fuldstændig tætte, meget hårde og »stærkt klingende for Slag«. Både Forchhammer og Rørdam har observeret, at der i kalklagene findes enkelte små, knap 1 tomme tykke lag af gråt ler, der meget ligner fiskeleret i Stevns Klint. Rørdam tillægger dog ikke den ydre lighed nogen væsentlig betydning.

Ifølge Rørdam var fossiler med undtagelse af bryozoeer sjældne. Hyppigst var søpindsvin eller

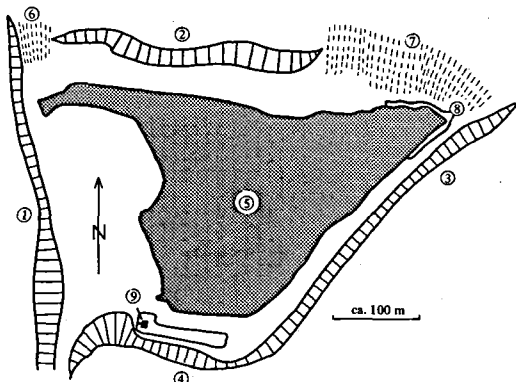


Fig. 1. Skitsekort over Karlstrup Kalkgrav (omtegnet efter Roskilde Amtskommune, 1980). 1-3: Profilvægge i Nedre Danien bryozokalk (i hhv. Vest-, Nord- og Østvæggen). 4: Syd­væg (bevokset). 5: Sø. 6: Skrålflade i Nordvesthjørnet. 7: Do. i Nordøsthjørnet. 8: »Nordøsthjørne-profillet« ved bredden af søen. 9: Pumpehus.

Sketch map of Karlstrup Limestone Quarry (redrawn after Roskilde Amtskommune, 1980). 1-3: Sections in Lower Danian bryozoan limestone (west, north, and east walls respectively). 4: South wall (overgrown). 5: Lake. 6: Slope in northwest corner. 7: Slope in northeast corner. 8: »Northeast corner section« with exposures of the Maastrichtian/Danian boundary. 9: Pump house.

pigge af sådanne, derefter forskellige arter brachiopoder, nogle muslinger («*Gryphaea* og *Pecten*»), endvidere ledstykker af søliljer, brudstykker af koraller samt hjænder. Angivelsen af, at kalken er relativt fossilfattig, gentages hos V. Milthers (1935:12). Angivelser hos Rørdam (1897) og V. Milthers (1935) af Danien'et som værende relativt fossilfattigt stemmer ikke med forholdene i den nuværende kalkgravs Danienlag. Disse består af vekslende hårde og bløde bryozokalk-lag med tynde mergelhorizonte (som allerede observeret af Forchhammer og Rørdam). De hårde bænke er eller kan virke forholdsvis fossilfattige. Derimod rummer de bløde lag en overordentlig rig Nedre Danien fauna med regulære og irregulære søpindsvin, søstjerner, søliljer, brachiopoder, muslinger (især østers), kisel- og kalksvampe, enkelte snegle, krabber, koraller og hjænder etc. Materiale fra Karlstrup indgår i mange vigtige og til dels klassiske palæontologiske arbejder af blandt andet Berthelsen (1962), Brood (1972), Brünnich Nielsen (1909, 1913 a & b, 1914, 1915, 1917 a & b, 1922, 1928, 1929, 1931, 1943), Wienberg Rasmussen (1944, 1950, 1961) og Ravn (1902-03, 1927, 1928).

Palæontologiske eller stratigrafiske forhold omtales foruden af de allerede nævnte forfattere eksempelvis af Andersen (1973), Gravesen (1979) og Surlyk (1972). En sedimentologisk undersøgelse af Maastrichtien/Danien-grænselagene er foretaget af Nygaard (1979).

Danien-lagenes stratigrafi

Bryozokalken i Karlstrup hører helt overvejende til Nedre Daniens *Tylocidaris abildgaardi*-zone, hvis mægtighed her er af størrelsesordenen en halv snes meter. *Abildgaardi*-zonen underlejes af *T. oedumi*-zonen (1 à 2 m mægtig). På *T. abildgaardi*-zonen følger en tynd sekvens af Mellem Daniens *T. bruennichi* zone ifølge oplysninger hos Berthelsen (1962), Sorgenfrei (1946), Wienberg Rasmussen (1955), A. V. Nielsen (1967), Noe-Nygaard (1975) og Rosenkrantz & Wienberg Rasmussen (1960, stratigrafisk skema side 10). *T. bruennichi* zonen synes dog ikke altid at have været blottet. Således er *Tylocidaris*-arterne i Karlstrup behandlet i et arbejde af Ravn (1928), der skriver (loc. cit. 35): «... af *Tylocidaris vexillifera* Schlüt. var. *Brünnichi* ... »Kagstrup, 1 stor, meget langstillet Pig, som nærmer sig den typiske Form ...»

Mængdemæssigt træder den af Ravn omtalte, enlige pig uægtelig stærkt i baggrunden sammenlignet med angivelsen af »var. *Abildgaardi* ... Kagstrup, talrige Fragm. af til Dels meget smaa Skaller samt ca. 1100 Pigge, der for en stor Del er meget smaa ...» (loc. cit.: 35). Ravns »var. *Abildgaardi*« dækker over såvel *T. abildgaardi* som *T. oedumi* i senere forstand. Selv med denne ændring i taxonien er billedet dog helt klart: I forhold til summen af *T. oedumi* + *T. abildgaardi* udgør *T. bruennichi* mindre end 1% af det samlede materiale.

Konklusionen er, at *T. bruennichi* zonen knap nok har været blottet på Ravns tid, men at den er blevet det senere. Noget tyder på, at den ikke er blottet i det nuværende brud, idet man idag kun finder en minimal mængde af pigge, som synes at skulle henføres til *T. bruennichi*. Nogle af disse vil måske ved en nærmere undersøgelse vise sig at falde ind under variationen af *T. abildgaardi*. Da *T. bruennichi* zonen tidligere er påvist, er forklaringen måske den, at de dele af kalkforekomsten, som rummede *T. bruennichi* zonen bjergarter, er



Fig. 2. Nordenden af Vestvæggen (med skrålfladen i Nordvest-hjørnet th). Bemærk bankestrukturene i bryozokalken fra Nedre Danien. Oktober 1977.

The northern part of the west wall (with the slope in the north-west corner at right). Note mound structures in the Lower Danian bryozoan limestone. October 1977.

bortgravet ved den intense brydning i perioden 1957–75, hvor bruddet ændredes kraftigt.

Visse forfatteres oplysninger om Danien'et her er i øvrigt ikke korrekte. Det gælder oplysningen hos Brood (1972:26), der skriver: ... »The lowermost part of the exposed sequence is referred to the Uppermost Maastrichtian, whereas the main part belongs to the Middle Danian. The Middle Danian consists of a Bryozoan Limestone...«. I det stratigrafiske skema i fig. 2 hos Berggren (1960) angives fejlagtigt, at Danien'et i Karlstrup kun når op i *T. oedumi*-zonen.

Blotninger i grænselagene

Med den udvidede brydning i perioden efter 1957 varede det kun kort tid, før skrivekridtet blev nået, og igennem 1960'erne og første halvdel af 1970 blev det efterhånden blottet over et stort område og til betydelig dybde (af størrelsesordenen 15–20 m). Efter brydningens ophør er det meste af skrivekridtprofilerne dækket af vand.

Skrivekridtet blottedes første gang ved anlæggelsen af et pumpehus. Den første blotning af Maastrichtien/Danien-grænsen var en erosionsgrænse markeret af et flintlag, således at *Cerithium*-kalk og fiskeler mangler (Rosenkrantz & Rasmussen 1960, Rosenkrantz 1966).

Forsat kalkbrydning gav imidlertid et mere varieret billede af Maastrichtien/Danien-grænsen. Således omtaler Håkansson (i: Birkelund og Ahrentzen 1969) tilstedeværelsen af et lerlag på grænsen mellem Maastrichtien og Danien, og

endvidere beskrives en konkordans mellem bankestrukturene i skrivekridtet og det overlejrende basale Danien (jævnfør fig. 3 i dette arbejde). Der bringes altså her en ganske anden beskrivelse af grænselagens udformning end hos de tidligere nævnte forfattere.

Frem til 1975 blev Maastrichtien/Danien-grænselagene i stigende omfang blottet, men alligevel resterer en række problemer med at nå frem til en endelig forståelse af grænseforløbet. En væsentlig del af tolkningsvanskelighederne kan ligge i en markant lateral variation i grænselagene, hvilket også præger en række borer i nærheden af kalkgraven (Inger Bang, Eckart Håkansson og Erik Thomsen pers. medd.).

Nordøsthjørne-profilet

Med dette navn sigtes der til en række lave profiler (det højeste knap 3 m) i bruddets nordøstlige hjørne, ved de stejle bredder af den indtil 14 meter dybe sø, der nu næsten dækker skrivekridtprofilerne i bruddets dybeste dele (se fig. 1). Som det fremgår af fig. 3, er Maastrichtien/Danien-grænsen i dette hjørne en undulerende grænseflade. Toppen af skrivekridtet er udformet som lave banker eller domer, og fiskeleret har et lignende guirlandeagtigt forløb som i Stevns Klint.

Grænselagens bjergarter

I de enkelte delprofiler i Nordøsthjørnet (fig. 5) går nogle af bjergarterne igen fra delprofil til delprofil på en sådan måde, at det må være rime-

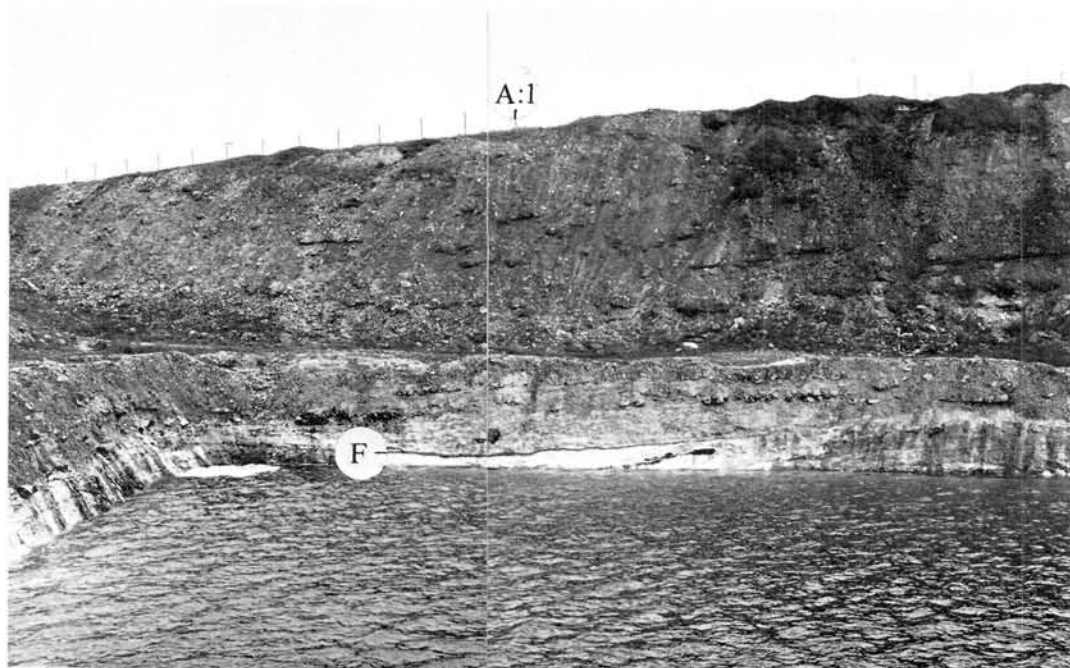


Fig. 3. Bankestrukturer omkring Maastrichtien/Danien – grænsen i de knap 3 m høje profiler i A-væggen langs bredden af søen. Over graveterassen ses Østvæggens profiler i Nedre Danien bryozokalk. December 1982. A:1: Profil 1 i A-væg. F: Fiskeler.

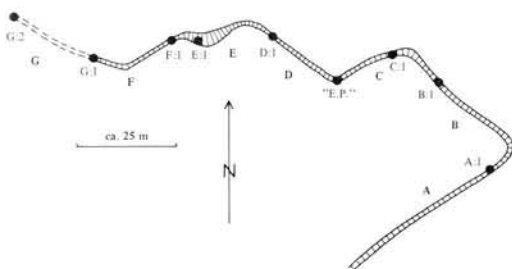


Fig. 4. Skitseopmåling af »Nordøsthjørne-profilen« ved Peter Toft december 1982. A-G: A- til G-væggene. A:1: A-væg, profil 1 etc. »E.P.«: »Ekdale's Point«.

Sketch map of the »northeast corner section« measured by Peter Toft in December 1982. A-G: A to G walls, respectively. A:1: A wall, section 1 etc. »E.P.«: »Ekdale's Point«.

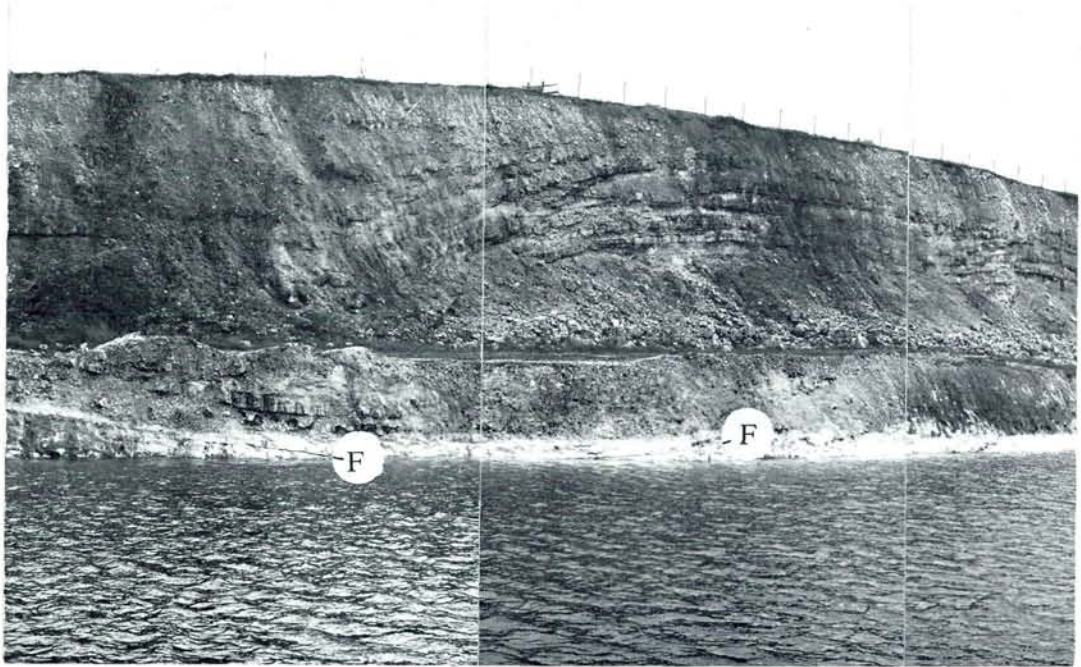
Fig. 5. Delprofiler i »Nordøsthjørne-profilen« (sammenlign fig. 4 og beskrivelsen i teksten). Opmålt i december 1982. A:1: A-væg, profil 1 etc., »E.P.«: »Ekdale's Point«.

Signaturforklaring: 1: Hård kalksten. 2: Samme, rig på makro-fossiler som søpindsvin og østers. 3: Blød, merglet, lamineret kalksten. 4: »Slirekalk«. 5: Bryozokalk eller lign. kalksten (uspecificeret, om hård eller blød). 6: »Karlstrup Kalksten«. 7: Talus. 8: Pigge af *Tylocidaris oedumi*. 9: Pigge af *Tylocidaris baltica*. 10: »*Cerithium*« sp. 11: *Dromiopsis elegans* (krabbe). 12: Skrivekridt (Øvre Maastrichtien). 13: Fiskeler (med slirer ned i skrivekridt). Punkttering angiver grønblåt farvet skrivekridt under fiskeler. 14: Broget flint. 15: Gravegange i hhv. kalksten (tv.) og i flint (th.). 16: Søens vandspejl december 1982. 17: Dårligt blottet eller vanskelig tilgængelig del af profil. 18: Moræne.

ligt at tolke dem som de samme lithologiske og biostratigrafiske enheder fra sted til sted. Det gælder primært: Skrivekridtet, fiskeleret og »slirekalken«. Derimod er det på grund af den store laterale variation svært at foretage sikre korrelationer i den del af Danienlagserien, som hviler oven på »slirekalken«, dvs. »Karlstrup Kalkstenen« og de efterfølgende lag. Umiddelbart virker det, som om det, der her kaldes »Karlstrup

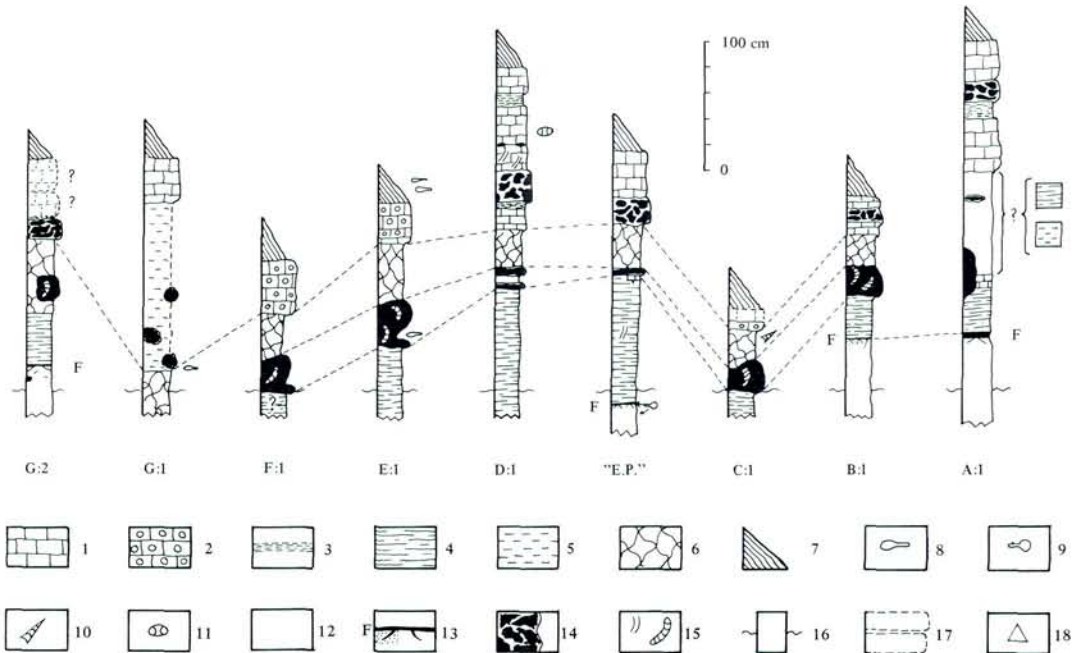
Individual sections in the »northeast corner section« (compare fig. 4. and descriptions in text). Measured December 1982.

Legend: 1: Hard limestone. 2: The same, but rich in macrofossils such as sea-urchins or oysters. 3: Soft, marly, laminated limestone. 4: »Streaky chalk« (chalk or chalkstone with clay seams). 5: Bryozoan or related limestone (not specified whether hard or soft). 6: »Karlstrup Chalkstone«. 7: Talus. 8: Spines of *Tylocidaris oedumi*. 9: Spines of *Tylocidaris baltica*. 10: »*Cerithium*« sp. 11: *Dromiopsis elegans* (crab). 12: White Chalk (Upper Maastrichtian). 13: Fish Clay (with clay seams protruding down into White Chalk). Stippled: Blue-green coloured White Chalk under Fish Clay. 14: Mottled flint. 15: Burrows in limestone (left) and flint (right). 16: Water level of the lake in December 1982. 17: Poorly exposed or more or less inaccessible part of section. 18: Till.



Mound structures at the Maastrichtian/Danian boundary in the barely 3 m high sections in the A-wall along the lake. Above the terrace the east wall with sections in Lower Danian bryozoan limestone. December 1982. A:1: Section 1 in A-wall. F: Fish Clay.

Kalksten«, udgør en og samme enhed fra profil til profil, men der er visse problemer, når man prøver at følge den videre fra B-væggen til A-væggen. Forfatteren er af den opfattelse, at den her modsvares af den hårde kalksten fra kote + 170



cm til + 210 cm over søen. I samme væg er tolkningen af kalken fra kote + 90 til + 170 cm indtil videre uafklaret. *Enten* er der tale om en selvstændig lithologisk enhed (en bryozokalk ell. bryozokalklignende kalk, som ved kote + 90 cm begynder på toppen af den opadtil hærtnede slirekalk) *eller* man kan opfatte den som en del af slirekalken (som så regnes for at gå fra kote + 45 til + 170 cm).

På trods af de forskellige tolkningsvanskeligheder er det alligevel muligt at give visse hovedtræk af grænselags-bjergarterne og deres fossilindhold.

Øvre Maastrichtien skrivekridt

Hvidt, noget bryozoførende skrivekridt med sorte flintlag, der synes at kunne bruges til korrelation rundt om i bruddet. Da skrivekridtet var blottet til større dybde, sås gråligt udfyldte sporfossiler hyppigt (i hvert fald i visse horisonter), med *Thalassinoides* som et af de mere fremtrædende. Sporfossilselskabet i de øverste dele af skrivekridtet kan endnu studeres i de lave profiler, der rager op over søens vandspejl.

Skrivekridtets overgrænse til fiskeleret er flere steder uskarp, idet uregelmæssige lerslirer skyder

sig fra fiskeleret ned i kridtet. De øverste cm af skrivekridtet er nogle steder grønblåt farvet. Toppen af skrivekridtet er i reglen svagt hærtnet (lokalt stærkere, som det ses et sted i B-væggen, hvor der er typiske slickensides). Skrivekridtet rummer en meget divers fauna, som stemmer overens med den, som kendes fra Stevns Klint. En af de hyppigste arter er *Tylocidaris baltica*, som findes helt til toppen og desuden indgår på sekundært leje i fiskeleret. Da faunaen er så varieret, er det svært at vælge nogle arter ud frem for andre, men for at belyse sammensætningen kan eksempelvis nævnes:

Belemnella casimirovensis (?): 1 alveolar-ende (undersøgt af Walter Kegel Christensen) tilhører med overvejende sandsynlighed denne art

Baculites sp.

Scaphites constrictus

»*Aptychus I*« (se Ravn 1902 (II): 54 og Tavle III, Fig. 13)

Inoceramus sp.

Pycnodonte vesicularis

Syncyclonema nilssoni

Lyropecten campaniensis

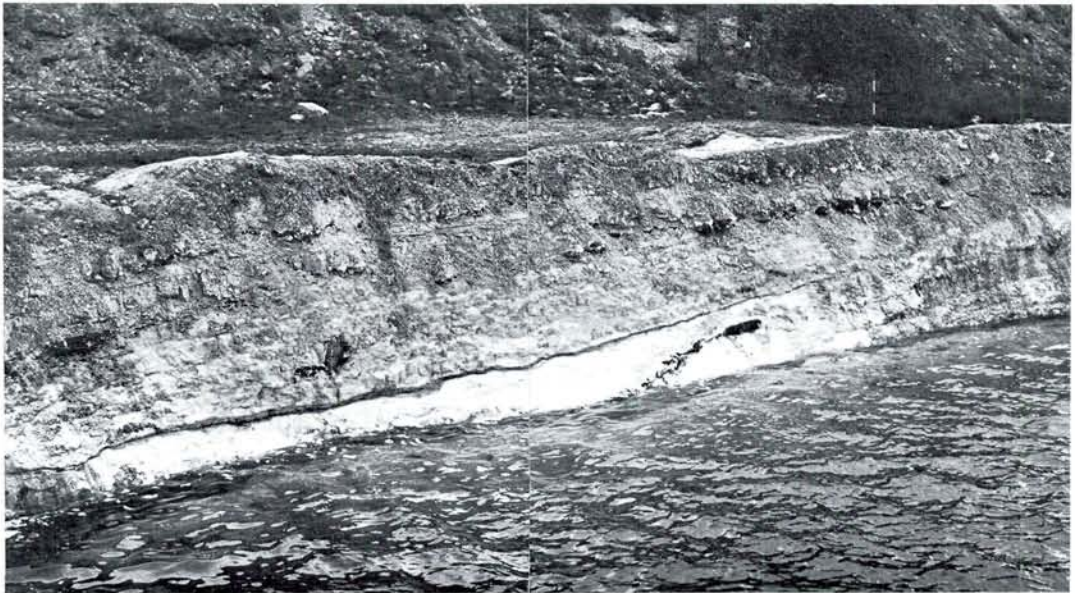


Fig. 6. Nærbillede af den nordligste del af A-væg. Nederst skrivekridt overlejret af fiskeler, der i bunden af bassinet når en tykkelse af 10 cm. Inddelinger på landmålerstok: 20 cm. – December 1982.

Close-up look at the northernmost part of the A-wall. At the bottom, Upper Maastrichtian White Chalk, overlain by Fish Clay up to 10 cm thick in the deepest part of the trough. Divisions on scale rod: 20 cm. – December 1982.

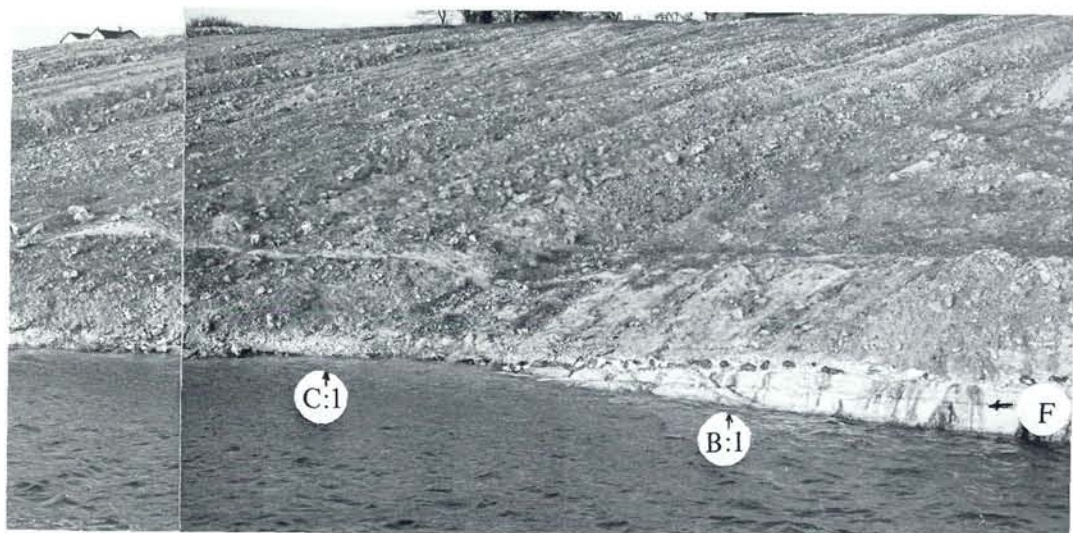


Fig. 7. C-væggen (tv.) og B-væggen (th.) i »Nordøsthjørne-profilen«. I B-væggen ses nederst skrivekridt overlejret af »slirekalk«. Grænsen mellem de to bjergarter kan anes som en tynd sprække (mærket »F«). Over knoldeflinten over »slirekalken« følger »Karlstrup Kalkstenen« (ses bedst midt i billedet) og derover dårligt blottede Danien-lag. – December 1982. B:1: Profil 1 i B-væg. C:1: Profil 1 i C-væg.

The C-wall (left) and the B-wall (right) in the »northeast corner section«. In the B-wall there is at the bottom Upper Maastrichtian White Chalk overlain by basal Danian »streaky chalk«. The joint between these two units is just visible (marked »F« on the photo). Above the nodular flint on top of the »streaky chalk« follows the »Karlstrup Chalkstone« (best seen at centre) overlain by poorly exposed Lower Danian limestones. – December 1982. B:1: Section 1 in B-wall, C:1: Section 1 in C-wall.

Lyropecten subinflexus

Mimachlamys denticulata

»*Neitheia striato-costata*«

Spondylus fimbriatus/dutempleanus

»*Pleurotomaria*« sp.

Carneithyris subcardinalis

Cretirhynchia sp.

Terebratulina gracilis

Crania parisiensis (som epifauna på *Pycnodonte*)

Tylocidaris baltica

Stereocidaris subvesiculosa

– *pistillum/hagenowi*

Phymosoma sp.

Gauthieria pseudoradiata

Salenidia anthophora

Echinocorys cfr. *ovatus*

– cfr. *perconicus*

Conulus grimmensis

Galerites orbicularis/sulcato-radiatus

løse søstjerne-ossikler

Bourgetocrinus sp.

Nielsenicrinus rosenkrantzi

Porosphaera globularis

talrige bryozoaer

serpulider (bl.a. *Glomerula gordialis*)

kiselsvampe

fiskeskæl

Der foreligger en foreløbig foraminiferanalyse fra skrivekridtet i B-væggen (profil 1) fra ÷22 til ÷40 cm under fiskeleret, foretaget af Inger Bang.

Der er fundet:

Heterohelix spp.

»*Globigerinella*« sp.

Bulimina sp.

Bolivina sp.

Bolivina incrassata

Bolivinoidea ex gr. *delicatula*

Stensiöina pommerana

»*Pseudotextularia*« *elegans* er ikke observeret. »*P.*« *elegans*-zonen udgør ellers toppen af skrivekridtet i de fleste borer i området (Inger Bang, pers. medd.), og »*P.*« *elegans* er i øvrigt tidligere fundet i Karlstrup (Berggren 1960: 185).

Skrivekridtet i Karlstrup tilhører brachiopodzone 10 i Øvre Maastrichtien (svarende til den yngste af belemnit-zonerne med *Belemnella casimirovensis* og *Belemnitella junior*, se Surlyk 1972, fig. 2.

Fiskeler

Dette er en fint lamineret bjergart med lysere til mørkere grå farvetoner. Der er talrige mørkegrønne korn af op til ca. 1 mm størrelse samt runde eller aflange hobe af samme slags korn eller slirer af samme farve som disse. Der er indgår klaster af hvidt eller grønligt kalkmateriale foruden omlejrede pigge af *Tylocidaris baltica*, hjatænder o.a. fossiler. Tykkelsen er variabel. De steder, hvor der er bankestrukturer, er den maximale tykkelse i trugene ca. 10 cm. På siderne og toppene af bankerne kan tykkelsen aftage så meget, at der kun er tale om en tynd slire eller en lagparallel sprække.

»Slirekalk«

Denne bjergart kan i profilvæggene umiddelbart minde om skrivekridt. Farven er hvid til hvidgrå. Den er af varierende hårdhed. Nogle partier er forholdsvis bløde (det gælder måske især de nederste dele), men generelt er denne kalk svagere eller kraftigere hærdenet. Lokalt er den omdannet til en hård, tæt kalksten. – Mægtigheden varierer fra 30–40 til 90–100 cm.

Et karakteristisk træk er de mange tynde, grå eller grålige lerslirer af tykkelse fra omkring 1 mm til nogle få mm. I den nedre del kan der være så mange slirer, at grænsen til det underliggende fiskeler bliver uskarp.

I »slirekalken« ses spredte bryozoaer, men ellers er makrofossiler sparsomme. Hidtil er fundet:

Tylocidaris sp. (B-væg, D-væg)

fragmentariske pigge af to *Stereocidaris* spp.

(»Ekdale's Point«, E-væg)

Cyclaster bruennichi (C-væg. – Ulla Asgaard det.)

? *Brissopneustes danicus* (do.)

Echinocorys sp., fragment (B-væg)

Isselicerinus cfr. *paucicirrhus* (E-væg)

Bourgeticerinus sp. (B-væg, E-væg)

(?) *Porosphaera* sp.

Pycnodonte vesicularis

De to hidtil fundne *Tylocidaris*-pigge tilhører gruppen omkring *T. baltica* og *T. oedumi*, men et større materiale skal foreligge, før man kan udtale sig nærmere om deres tilhørsforhold.

Fra »slirekalken« foreligger nogle foreløbige foraminiferundersøgelser. Selskabet svarer til *Eoglobigerina danica* zonen (Bang 1980) eller med andre ord til *Cerithium*-kalken i Stevns Klint (Inger Bang, pers. medd. 1982).

Denne korrelation støttes til en vis grad af forekomsten af det irregulære søpindsvin *Cyclaster bruennichi* (jvf. Asgaard 1979).

Knolde- og pladeflintlag

Over »slirekalken« følger i de fleste af profilerne et flintlag af forskellig udformning. I nogle af væggene (B, C, E og F) er der tale om et 20–40 cm tykt lag af sort eller sortagtig knoldeflint med hyppige sporfossiler (*Thalassinoides* o.a.). I E- og F-væggene består dette flintlag af en nedre pladeflint-del og en øvre knoldeflint (se fig. 5). På oversiden af pladeflint-delen i E-væggen ses en fuldt udviklet og typisk pig af *Tylocidaris oedumi*.



Fig. 8. Profil 1 i B-væg. Nederst skrivekridt og derover »slirekalk«. Grænsen mellem de to bjergarter (= Maastrichtien/Danien – grænsen) er markeret med »F«. Over »slirekalken« knoldeflint overljet af »Karlstrup Kalksten« og på denne igen dårligt blottede Nedre Danien kalksten. Inddelinger på landmålerstok: 20 cm. – December 1982.

Section 1 in B-wall. Below, Upper Maastrichtian White Chalk, overlain by basal Danian »streaky chalk«. The Maastrichtian/Danian boundary is marked by an »F«. On top of the »streaky chalk« lies a massive flint overlain by »Karlstrup Chalkstone«. This is in turn overlain by poorly exposed Lower Danian limestone. Divisions on scale rod: 20 cm. – December 1982.

I »Ekdale's Point« er der ingen knoldeflint, men kun en ca. 5 cm tyk pladeflint med sort kerne og hvid randzone. I D-væggen bliver dette pladeflint-lag på to steder dobbelt, idet det opdeles i en øvre (tykkere) og en nedre (tyndere) pladeflint, begge sorte med hvid rand. Mellem disse pladeflint-lag ses linser af hvid kalk, som nærmest minder om den underliggende »slirekalk«. I Profil 1 i D-væggen ses denne dobbelte udvikling af pladeflintlaget tydeligt (jvf. fig. 5).

I B-væggen er der et sted ca. 10 cm af den overliggende »Karlstrup Kalksten« under knoldeflintlaget, og tilsvarende ses i G-væggen (profil 2).

Tilsyneladende har knolde- resp. pladeflintlaget karakter af en marker horizon ved overkanten af »slirekalken«, men som sådan kan dette flintlag ikke bruges.

»Karlstrup Kalksten«

Dette er et 25–40 (50) cm tykt lag af en hvidlig,



Fig. 9. »Karlstrup Kalksten« (nederst) overlejret af hård, grålig kalksten med *Brissopneustes danicus* og *Pycnodonte vesicularis* m.m. Bemærk de mange thalassinoid grave gange i »Karlstrup Kalkstenen«. C-væg nær profil 1. Inddelinger på landmålerstok: 20 cm. – December 1982.

»Karlstrup Chalkstone« (below) overlain by a hard, greyish limestone with *Brissopneustes danicus* and *Pycnodonte vesicularis* etc. Note the many thalassinoid burrows in the »Karlstrup Chalkstone«. C-wall close to section 1. Divisions on scale rod: 20 cm. – December 1982.

hård kalksten, der i reglen er tæt gennemsat af 2–3 cm tykke thalassinoid grave gange udfyldt med et materiale af afvigende, mere grålig eller gråbrunlig farve. Slickensides er hyppige. Flere steder er der uforvitret pyrit i bjergarten. Fossiler er sparsomme, tilsyneladende med enkeltkoraller og kiselsvampe (*Aphrocallistes* eller andre) som de hyppigste fossiler. Desuden er fundet aftryk af snegle og muslinger. Blandt sneglene skal fundet af foreløbig to aftryk af en »*Cerithium*« sp. i C-væggen nævnes (det ene 2.5 cm langt). Af muslinger er der foreløbig fundet enkelte eksemplarer af en *Brachyodontes* sp. (i E-væg), en slægt, som ellers er hyppig i det hærtnede skrævekridt i Stevns Klint.

I gravegangene i denne hardground er bl.a. noteret *Brissopneustes danicus*.

De efterfølgende lag

Disse indledes for det meste med en hård kalksten (B, C, D, E og F-væggene) eller med et 15–20 cm tykt lag af sort/hvid-broget flint (»Ekdale's Point«). Den hårde bæk over »Karlstrup Kalkstenen« er navnlig i E- og F-væggene rig på echinid-rester (*Echinocorys sulcatus*, *Brissopneustes danicus* og et sted *Tylocidaris* cfr. *oedumi*) og er desuden rig på østers (*Pycnodonte vesicularis*). I en løstliggende blok er endvidere samlet *Phymosoma* sp. (en hel skal), *Isselicrinus paucicirrus*, *Tylocidaris oedumi* (1 pig) og plader af en cidarid.

I profil 1 i D-væggen er der blottet ialt ca. 130 cm kalksten oven på »Karlstrup Kalkstenen«. Det er mest hårde, gråhvide kalksten, dog med et enkelt eller nogle få blødere lag. Denne sekvens af kalksten tilhører i hvert fald i sin nedre del Nedre Daniens *T. oedumi*-zone. Uden et større gravearbejde er det for tiden ikke muligt at følge profilet videre op i *T. abildgaardi*-zonen, som ellers er smukt blottet i bruddets høje østvæg.

Grænsen mellem *T. oedumi*- og *T. abildgaardi*-zonerne kan ses i den lave væg i bruddets SV-hjørne og var desuden indtil for et par år siden smukt blottet i profilet ved Nordvæggens vestligste ende. De ca. 10 m høje bryozokalk-profiler i Vest-, Nord- og Øst-væggene tilhører helt overvejende *T. abildgaardi*-zonen. Denne bryozokalk er lithologisk meget afvekslende, med hårde og løse bryozokalk-typer, flintlag og underordnede mergelhorizont m.m.



Fig. 10. Profil 1 i D-væggen. Nederst (hovedsagelig med mørkfarvet overflade) »slirekalk«. Den lyse, stærkt bioturberede kalksten midt i billedet er »Karlstrup Kalkstenen«. Derover mest hårde Nedre Danien kalksten med flintlag. Sammenlign profilet i fig. 5 og teksten. Inddelinger på landmålerstok: 20 cm. December 1982.

Section 1 in D-wall. Below (mainly with surface rather dark) the »streaky chalk« (basal Danian). The white, strongly bioturbated limestone in the centre of the photo is the »Karlstrup Chalkstone«. This is overlain by mainly hard Lower Danian limestone. Divisions on scale rod: 20 cm. December 1982.

Stratigrafiske konklusioner

Sammenligner man grænselags-profilet i Nordøsthjørnet med forholdene på Stevns, er der flere afvigelser. Toppen af skrivekridtet i Karlstrup er delvis hærdnet, men indgår ikke i en kompleks hardground ved Maastrichtien/Danien – grænsen som på Stevns. »Slirekalken« kan på basis af planktoniske foraminiferer korreleres med *Cerithium*-kalken på Stevns, som ikke indeholder *Tylocidaris*. Det er derfor af betydelig interesse,

at der i »slirekalken« i Karlstrup hidtil er fundet to pigge af en *Tylocidaris* sp. af *T. baltica/oedumi*-gruppen.

I B- til G-væggene overlejres »slirekalken« (i reglen med et flintlag ved grænsen) direkte af »Karlstrup Kalkstenen«. I A-væggen er der derimod to fortolkningsmuligheder: *Enten* at samtlige ca. 130 cm kalk over fiskeleret tilsammen

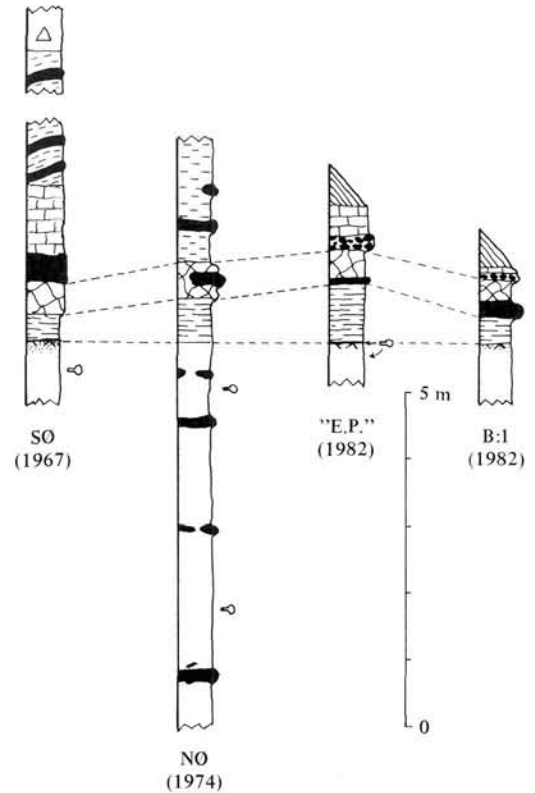


Fig. 11. Sammenstilling af 4 profiler fra den sydlige ende af den daværende Østvæg 1967 (længst tv.), derefter fra Nordøsthjørnet 1974 og (de to profiler th.) hhv. »Ekdale's Point« og B-væg, profil 1, i 1982 (sammenlign fig. 5). Profilet i Østvæggens sydlige (= Sydøsthjørnet) 1967 omfattede fra nede og op: 1. Skrivekridt (grønblåt farvet øverst). 2. Fiskeler (tyndt eller manglende). 3. Kalk med lerslirer (= »slirekalk«). 4. Brokket, hvid kalksten (= »Karlstrup Kalksten«). 5. Sort flint. 6. Brokket gullig kalksten. 7. Flere m bryozokalk. 8. Moræne. – Symboler som i fig. 5.

Four sections showing the Maastrichtian/Danian boundary at the southern end of the east wall as it was exposed in 1967 (left); the northeast corner as exposed in 1974; and in two still extant sections in the northeast corner (compare fig. 5). Section SØ (1967) comprised from top to bottom: 1. Upper Maastrichtian White Chalk (tinged blue-green at the top). 2. Fish Clay (thin or missing). 3. »Streaky chalk«. 4. »Karlstrup Chalkstone« (white, nodular, bioturbated). 5. Black flint. 6. Yellowish, hard, nodular limestone. 7. Several metres of bryozoan limestone. 8. Till. Legend as in fig. 5.

udgør »slirekalken« (med en hærkning i niveaet under kote + 90 cm over søen) eller at der nedest er 55 cm »slirekalk« (hærnet foroven) og fra kote + 90 cm til + 170 cm over søen findes en sekvens af bryozokalk eller bryozokalk-lignende kalk, som så mangler i B- til G-væggene. Fremtidige sedimentologiske og palæontologiske undersøgelser må vise, hvilken fortolkning der er rigtig.

»Karlstrup Kalkstenen« ligner lithologisk meget *Cerithium*-kalken på Stevns og indeholder »*Cerithium*« som denne. I forhold til Stevns foreslås to korrelationsmuligheder:

1) *Cerithium*-kalken i Stevns Klint svarer i Karlstrup til en mere komplet sekvens omfattende såvel »slirekalk« som »Karlstrup Kalksten« (og i A-væggen også kalken mellem kote + 45 cm og + 210 cm).

2) *Cerithium*-kalken svarer kun til »slirekalken«. I så fald er den lithologiske lighed mellem »Karlstrup Kalkstenen« og *Cerithium*-kalken kun rent overfladisk. »Karlstrup Kalkstenen« er da kun at betragte som en Nedre Danien hardground uden egentlig stratigrafisk betydning, nærmest en parallel til »Krabelagene« i Stevns Klint.

I fig. 11 er vist tre profiler fra Nordøsthjørnet og et fra Sydøsthjørnet (1967). Nordøsthjørneprofilerne viser samme grænselagsudformning, blot med lokale variationer. Der er også stor lighed mellem Nordøst- og Sydøsthjørnet, blot ligger flintlaget over »Karlstrup Kalkstenen« »forkert« i forhold til Nordøsthjørnet, hvor det enten ligger ved kalkens basis eller et stykke oppe i denne. Trods denne forskel synes der dog i alt væsentligt at være tale om samme grænselags-udformning.

Derimod stemmer Sydøsthjørne-profilet dårligt overens med det, som tidligere er beskrevet fra pumpehuset. Her fandtes nederst skrivekridt, så et flintlag og derover Nedre Danien bryozokalk, mens fiskeler, »slirekalk« og »Karlstrup Kalksten« ikke synes at have været til stede. Dette kunne tyde på, at en del af lagserien faktisk er fjernet af erosion, inden aflejringen af bryozokalken begyndte, således som oprindeligt tolket af Rosenkrantz & Rasmussen (1960). I så fald kan man konstatere en ganske betydelig lateral variation i Maastrichtien/Danien-grænsens udformning i dette brud.

Slutning

Som det er fremgået, resterer der mange vigtige undersøgelser i Karlstrup Kalkgrav. Det er planen at udlægge graven som rekreativt område, og forhandlinger mellem ejeren (Solrød Kommune), Statsskovbruget (der formentlig vil komme til at varetage driften i fremtiden) og Danmarks Naturfredningsforening vil forhåbentlig ende positivt, således at de vigtigste geologiske profiler vil forblive tilgængelige for studier også i fremtiden.

Tak

Forfatteren ønsker at takke Inger Bang (Danmarks geologiske Undersøgelse) og Peter Toft for inspirerende diskussioner samt for henholdsvis foraminiferbestemmelser og for assistance ved feltarbejdet. Jan Aagaard har været til stor hjælp ved fotoarbejdet. Manuskriptet er gennemlæst af Inger Bang, Tove Birkelund, Richard Bromley og Eckart Håkansson. Ulla Asgaard, Walter K. Christensen, Claus Heinberg og Sten Jakobsen har været behjælpelige ved fossilbestemmelser.

Endelig takkes Aalborg-Portland Cement for oplysninger om bruddets historie og for den store imødekommenhed, hvormed bruddets ledelse igennem mange år har åbnet for studier. Samme tak for positiv indstilling til de geologiske studier rettes til bruddets nuværende ejer, Solrød kommune.

Litteratur

- Andersen, S. B. 1973: *Kortfattet oversigt over forekomsten af echinider i skrivekridtet i Danmark*. Stencileret oversigt (København), 7 s.
- Asgaard, U. 1979: The irregular echinoids and the boundary in Denmark. *Cretaceous-Tertiary boundary events. Symposium. I. The Maastrichtian and Danian of Denmark*. Ed. by Tove Birkelund & Richard G. Bromley, København, 74–77.
- Bang, I. 1980: Foraminifera from the type section of the eugubina Zone compared with those for the Cretaceous-Tertiary boundary localities in Jylland, Denmark. *Dann. geol. Unders., Årbog 1979*, 139–65.
- Berggren, W. A. 1960: Biostratigraphy, planktonic foraminifera and the Cretaceous-Tertiary boundary in Denmark and southern Sweden. *International Geological Congress, Report of the Twenty-First Session Norden*, V, 181–191.
- Berthelsen, O. 1962: Cheilostome Bryozoa in the Danian Deposits of East Denmark. *Dann. geol. Unders.* II, 83, 281 s. (& tavler).
- Birkelund, T. & Ahrentzen, P. 1969: Ekskursionsreferat: 6. oktober 1968. Ekskursion til Sydsjælland og Møn. Ledere: Tove Birkelund, Per Ahrentzen, Finn Surlyk og Eckart Håkansson. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 19, 123–25.

- Bromley, R. G. & Gale, A. S. 1982: The Lithostratigraphy of the English Chalk Rock. *Cretaceous Research*, 1982, 3, 273–306.
- Brood, K. 1972: Cyclostomatous Bryozoa from the Upper Cretaceous and Danian in Scandinavia. *Stockholm Contributions in Geology* XXVI, 1–442 (& tavler).
- Gravesen, P. 1979: Remarks on the Regular Echinoids in the Upper Maastrichtian and Lower Danian of Denmark. *Cretaceous-Tertiary Boundary events. Symposium. I. The Maastrichtian and Danian of Denmark*. Ed. by Tove Birkelund & Richard G. Bromley, København, 72–73.
- Håkansson, E. 1971: Stevns Klint (herunder »Karlsstrup Cementfabrik« s. 36) i: *Geologi på Øerne. 1. Sydøstsjælland og Møn. VARV ekskursionsfører nr. 2*, redigeret af Mona Hansen og Valdemar Poulsen, s. 25–36.
- Milthers, V. 1935: Nordøstsjællands Geologi. *Dann. geol. Unders.*, V, 3 (2. udg.), 186 s. (& kort).
- Nielsen, A. V. 1967: Ekskursionsreferat: 19. maj 1966 (Kr. Himmelfartsdag). Ekskursion til Midtsjælland. Ledere: hr. H. Wienberg Rasmussen og hr. Arne Vagn Nielsen. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 17, 165–67.
- Nielsen, K. Brünnich 1909: Brachiopoderne i Danmarks Kridt-aflejringer. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter*, 7. Række, nat. math. Afd. VI, 4, 52 s.
- Nielsen, K. Brünnich 1913 a: Crinoiderne i Danmarks Kridt-aflejringer. *Dann. geol. Unders.* II, 26, 109 s. (& tavler).
- Nielsen, K. Brünnich 1913 b: *Moltkia Isis*, Steenstrup og andre Octocorallia fra Danmarks Kridttidsaflejringer. Minde-skrift i Anledning af Hundredaaret for Japetus Steenstrups Fødsel, København, nr. XVIII, 19. s. (& tavler).
- Nielsen, K. Brünnich 1914: Some remarks on the Brachiopods of the Chalk in Denmark. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 4, 287–95.
- Nielsen, K. Brünnich 1915: *Rhizocrinus maximus n. sp.* og nogle Bemærkninger om *Bourgetricrinus danicus* Br. N. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 4, 391–94.
- Nielsen, K. Brünnich 1917 a: Cerithiumkalken i Stevns Klint. *Dann. geol. Unders.* IV, 1, nr. 7, 14 s.
- Nielsen, K. Brünnich 1917 b: *Heliopora incrustans nov. sp.* With a Survey of the Octocorallia in the Deposits of the Danian in Denmark. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 5, nr. 8., 13 s.
- Nielsen, K. Brünnich 1922: Zoantharia from Senone and Paleocene Deposits in Denmark and Skaane. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter*, 8. Række, nat. math. Afd. V, 3, 202–29 (& tavler).
- Nielsen, K. Brünnich 1928: Argiope-Arterne i Danmarks senone, daniske og paleocæne Aflejringer. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 7, 215–26.
- Nielsen, K. Brünnich 1929: Kalksvampe i Danmarks Senonium og Danium. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 7, 323–42 (& 1 tavle).
- Nielsen, K. Brünnich 1931: Serpulidae from the Senonian and Danian Deposits of Denmark. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 8, 71–113 (& tavler).
- Nielsen, K. Brünnich 1937 (1938): Faunaen i Ældre Danium ved Korporalskroen. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 9, 117–26.
- Nielsen, K. Brünnich 1943: The Asteroids of the Senonian and Danian Deposits of Denmark. Opus posthumum udgivet af Th. Mortensen og Alfred Rosenkrantz. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter*, II, 5, 67 s. (& tavler).
- Noe-Nygaard, A. 1975: Erratics of the Danish Maastrichtian and Danian marine Limestones. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 24, 75–81.
- Nygaard, Erik 1979: *Sedimentologien omkring grænsen Maastrichtien–Danien i Danmark*. Upubliceret specialrapport ved Københavns Universitet, København, 102 pp.
- Rasmussen, H. Wienberg 1944 (1945): Observations on the Asteroid Fauna of the Danian. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 10, 417–26 (& 1 tavle).
- Rasmussen, H. Wienberg 1950: Cretaceous Asteroidea and Ophiuroidea with Special Reference to the Species found in Denmark. *Dann. geol. Unders.*, II, 77, 129 s. (& tavler).
- Rasmussen, H. Wienberg 1955: Ekskursionsreferat: 17. oktober 1954. Ekskursion til Stevns Klint. Leder: Hr. H. Wienberg Rasmussen. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 12, 673–74.
- Rasmussen, H. Wienberg 1961: A Monograph on the Cretaceous Crinoidea. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter*, 12, 1, 1–416 (& tavler).
- Rasmussen, H. Wienberg 1966: *Danmarks geologi*. Gjellerups Forlag, København, 160 s.
- Rasmussen, H. Wienberg 1967: Skrivekridtet og kalkstenene. *Danmarks Natur*, 1. Politikens Forlag, København, 131–60.
- Ravn, J. P. J. 1902–03: Molluskerne i Danmarks Kridt-aflejringer. I. Lamellibranchiater. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter*, 6. Række, nat. math. Afd., XI, 2, 73–134 (& kort og tavler). – II. Scaphopoder, Gastropoder og Cephalopoder. *Ibidem*, XI, 4, 209–65 (& tavler). – III. Stratigrafiske Undersøgelser. *Ibidem*, XI, 6, 339–432 (& fransk resumé og tavler).
- Ravn, J. P. J. 1927: De irregulære Echinider i Danmarks Kridt-aflejringer. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter*, 8. Række, nat. math. Afd. XI, 4, 311–52 (& tavler).
- Ravn, J. P. J. 1928: De regulære Echinider i Danmarks Kridt-aflejringer. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter*, 9. Række, nat. math. Afd. I, 1, 5–60 (& tavler).
- Rosenkrantz, A. 1939 (1940): Faunaen i Cerithiumkalken og det hærtnede Skrivekridt i Stevns Klint. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 9, 509–14.
- Rosenkrantz, A. 1966: Die Senon/Dan-Grenze in Dänemark. *Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A. Geol. Paläont.*, 11, 6, 721–27.
- Rosenkrantz, A. & Rasmussen, H. Wienberg 1960: South-eastern Sjælland and Møn, Denmark. Guide to excursions nos A 42 and C 37, part I. *International Geological Congress, XXI Session Norden 1960*. København, 3–17.
- Roskilde Amtskommune 1980: *Forundersøgelse af de mindre søer i Roskilde Amtskommune*. (Udarbejdet af Miljøsektionen under Teknisk Forvaltning i 1980). Duplikat, Roskilde, 135 s.
- Rørdam, K. 1897: Kridtformationen i Sjælland i Terrænet mellem København og Køge, og paa Saltholm. *Dann. geol. Unders.* II, 6, 123 s.
- Sorgenfrei, Th. 1946: Ekskursionsreferat: 28. April 1946, Ekskursion til Køge Egne. Leder Hr. Alfred Rosenkrantz. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 11, 152–53.
- Surlyk, F. 1972: Morphological adaptations and population structures of the Danish chalk brachiopods (Maastrichtian, Upper Cretaceous). *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biol. Skrifter* 19, 2, 52 s. (& tavler).