

Neogene sedimenter ved Sjælborg og Marrebæk Klint, Esbjerg, Vestjylland

Stefan Piasecki, Erik Skovbjerg Rasmussen
og Karen Dybkjær

Neogene sedimenter ved Sjælborg og Marrebæk Klint, Esbjerg, Vestjylland

Stefan Piasecki, Erik Skovbjerg Rasmussen
og Karen Dybkjær

Indhold

Indledning	3
Sedimentologi.....	4
Marrebæk Klint	4
Sjælborg	8
Palynologi	9
Materiale og metoder.....	9
Organisk materiale	10
Palynoflora.....	10
Diskussion	11
Omrlejring eller <i>in situ</i>	12
Alder.....	13
Konklusion	13
Taxonomi/systematik.....	14
Referencer	15
Bilag 1	17
Datering af boreprøve	17
Prøve data	17
Resultater	17
Baggrund for aldersbestemmelsen	17
Biostratigrafisk datering	17
Usikkerhed.....	18
Grunddata.....	18
Bilag 2	19
Range-chart.....	19

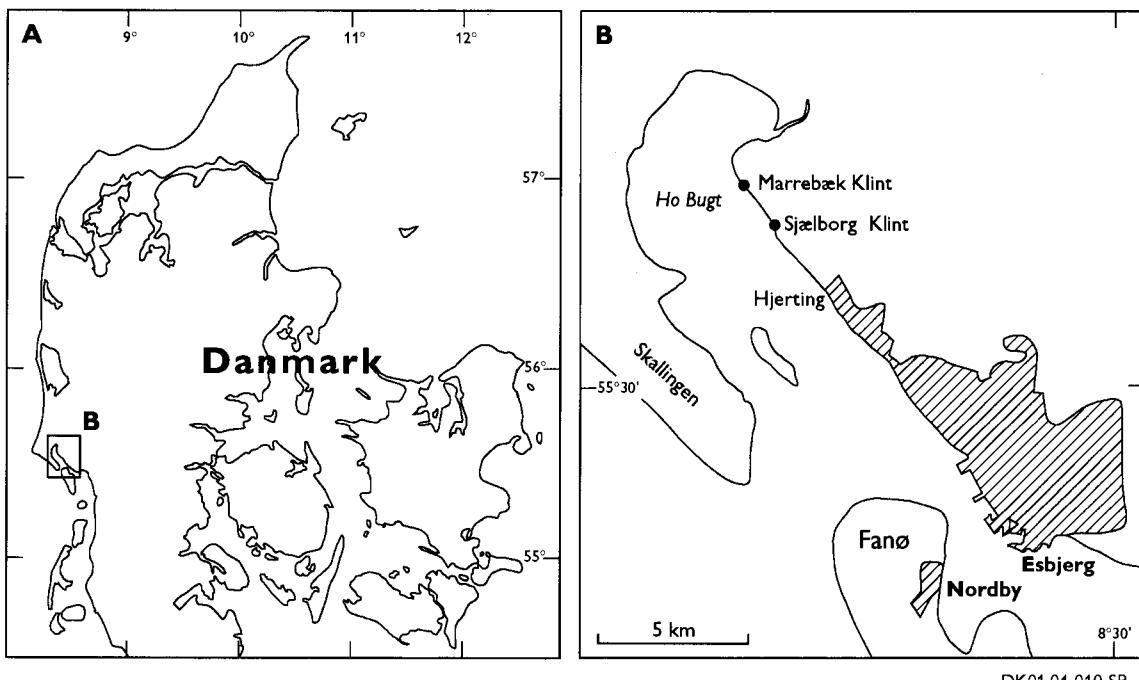
Indledning

Neogene sedimenter er vidt udbredt i Ribe og Ringkøbing Amter i det vestlige Jylland (Rasmussen 1966) og optræder især i ler- og grusgrave. Kystblotninger er derimod ualmindelige. Marrebæk Klint (Figur 1) nord for Esbjerg er velkendt som en potentiel undtagelse. Dårligt bevarede mollusker fra sandlagene i klinten har været analyseret og fortolket som pliocæne, men materialets bevaring og konklusionerne blev stærkt kritiseret (Jørgensen 1945). Ca. 2 km syd for Marrebæk Klint ligger en anden kystklint med marine lavtvands aflejninger ved Sjælborg (Fig. 2). Sedimenterne og sediment strukturerne i klinten afviger tydeligt fra de smeltevandsaflejninger som ellers forekommer i de lave kystklinter langs Hø Bugt (Figur 2). Korte boringer ude i vadehavet, i strandfladen foran og på siderne af klinten og i landskabet bag ved klinten viser toppen af en hård leraflejring få meter under overfladen, som svarer til Gram Formationen (Bilag 1).

Neogene sedimenter, som er yngre end toppen af Gram Formationen (*sensu lato*) er indtil videre ikke påvist i Danmark bortset fra den danske del af Nordsøen.



Figur 1. *Marrebæk Klint ved Hø Bugt nord for Esbjerg.*



DK01.04-010-SP

Figur 2. A; Kort over Danmark med Esbjerg – Ho Bugt området markeret i rammen. B; hvor de undersøgte kystblotninger er markeret lang østsiden af Ho Bugt nord for Hjerting og Esbjerg.

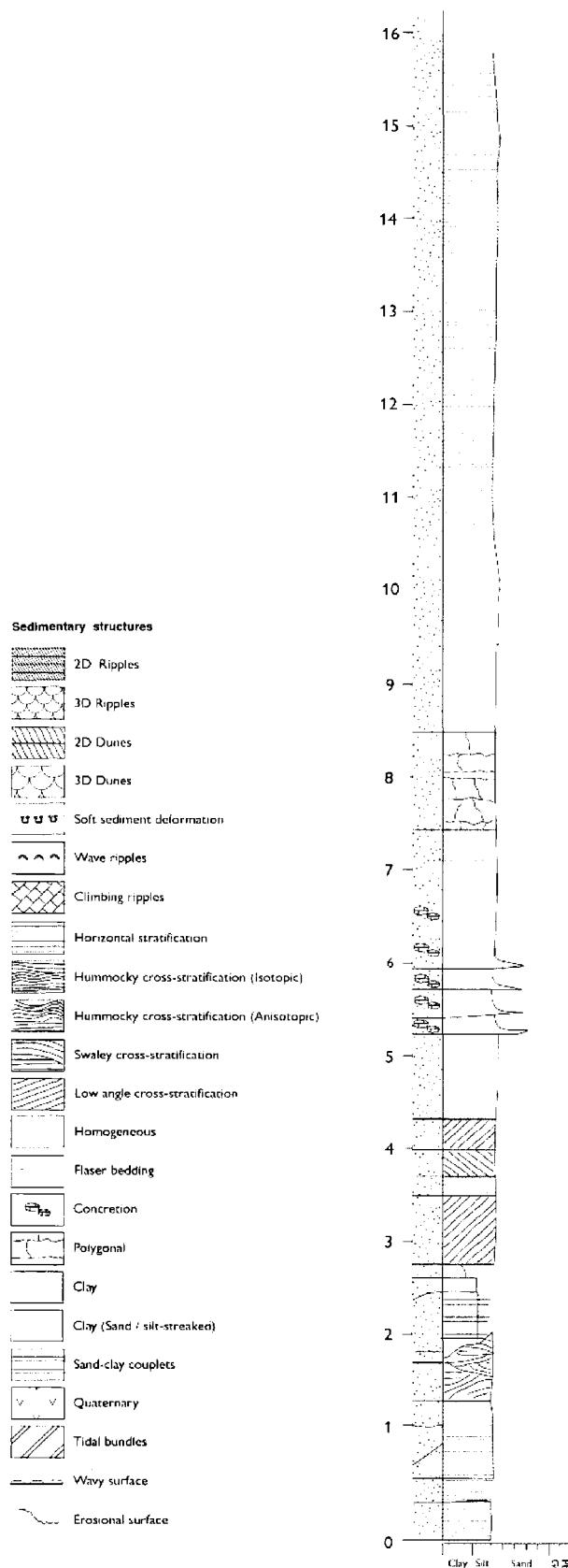
Sedimentologi

Marrebæk Klint

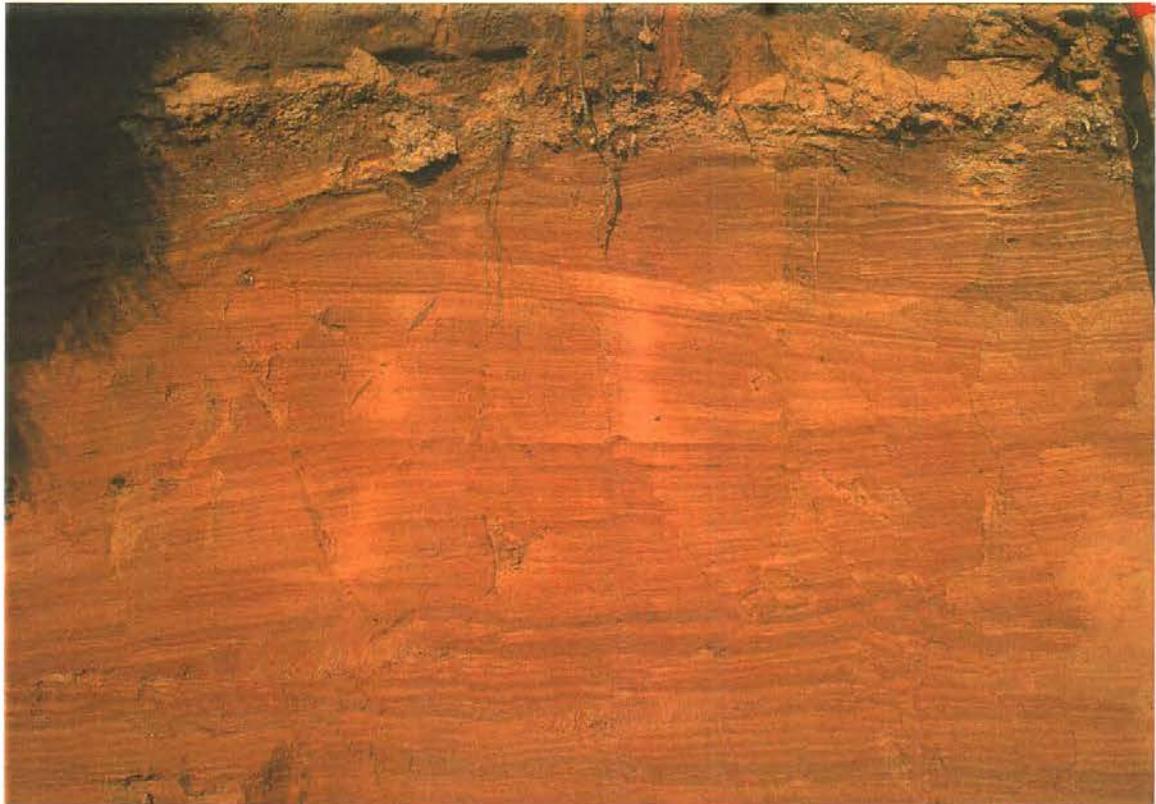
Beskrivelse: Blotningen ved Marrebæk består af isforstyrrede Tertiære lag, der hælder mod nord. Sektionen, som er opmålt ved Marrebæk, er 16 meter tyk (Figur 3).

De nederste 5 meter består af rødligt, lamineret, krydslejret og hvælvet-krydslejret finsand med enkelte indslag af gråt ler. Måling på krydslejrerne viser en retning mod NNV. Basis af de enkelte sandlag er skarp og de interne sedimentstrukturer i laget er ofte karakteriseret ved hvælvede krydslejringer (Figur 4). Intervallet fra 1.8 m til 2.5 m består af veksellejrende tynde ler- og sandlag (Figur 3). I dette lag er der erkendt enkelte dobbelte lerlag (Figur 5). Fra 5 m til 8 m følger ca. 3 meter delvist jerncementeret finsandsten (Figur 6). Denne enhed er nederst karakteriseret ved fire ca. 20 centimeter tykke sandlag med groft sand i bunden. Den øverste ca. 1 meter af enheden er karakteristisk ved at jernudfældningerne danner et polygonalt netværk. Herover følger 8 meter gulligt til hvidt finsand, der er svagt lamineret.

MARREBÆK KLINT



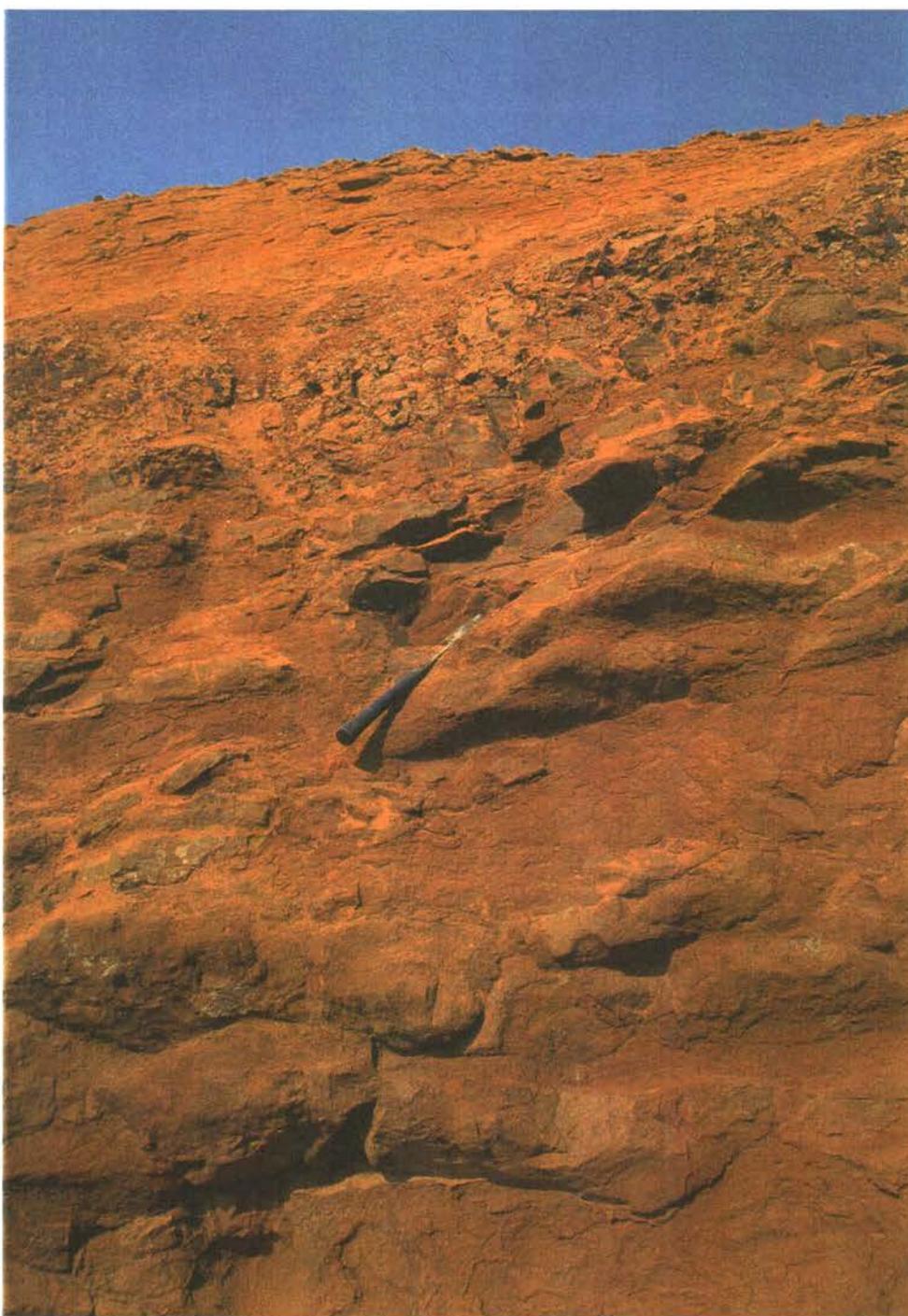
Figur 3. Sedimentologisk log af Marrebæk Klint.



Figur 4. Hvælvede krydslejringer i Marrebæk Klint; det fritlagte profil er ca. 1,5 m bredt.



Figur 5. Dobbelt lerlag i nederste del af Marrebæk Klint.



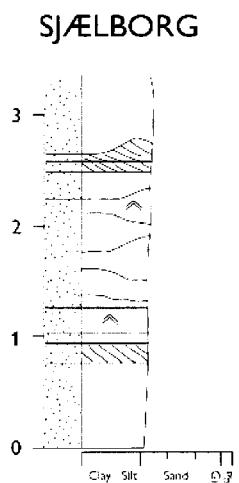
Figur 6. Jerncementeret finsandsten i Marrebæk Klint

Tolkning: Aflejring af sedimenterne ved Marrebæk foregik i et marint miljø (se side 10) foran en prograderende kyst. Dominansen af velsorteret finsand indikerer at størsteparten af sandet er omlejret klitsand fra en nærliggende kyst. Indholdet af ferskvandsalger er højt så der må have været en flodudmunding tæt på lokaliteten. Hyppige indslag af hvælvede

krydslejringer og laminerede sandlag vidner om et klima, hvor storme dominerede en del af året. Dobbelte lerlag indikerer en vis tidal indflydelse under aflejringen af de mest finkorne- de sedimenter. Det høje jern indhold i den midterste del af sektionen skyldes formentligt, at store mængder af detritale jern mineraler, coatede lermineraler, og colloider er tilført området via nærliggende floder. Den kraftige jerncementering midt i sektionen tolkes til at være diagenetisk omdannede kalkskaller fra veldefinerede skal-horisonter. Disse velaflgrænsede skalhorisonter blev formodentligt også aflejret som stormsandslag, som det er velkendt fra den nedre miocæne Arnum Formationen.

Sjælborg

Beskrivelse: Lidt over 3 m sektion er opmålt (Figur 7). Lagene står nogenlunde horisontalt, men er stærkt forstyrret af istektonik i form af små folder og forkastninger.



Figur 7. Sedimentologisk log af klinten ved Sjælborg; legende i figur 3.

Sektionen består af veksellejrende homogene, velafrænsede finsandslag og ribbelamineret silt og finsand (Figur 8). Enkelte lag er krydslejret, med en strømretning mod sydøst.

Tolkning: De homogene velafrænsede sandlag veksellejrende med bølgeribbet og krydslejret sand peger på sedimenter aflejet under storm. Strømmålingen, der vidner om en retning mod SØ, indikerer en kystparallel transport af sedimenter i forbindelse med storme.



Figur 8. Bølgeribbet finsand vekslejrende med homogene sandlag ved Sjælborg.

Palynologi

Der er gennemført palynologiske analyser af 21 prøver samlet i Marrebæk Klint (13 prøver) og klinten ved Sjælborg (8 prøver). Som supplement er analyseret én boreprøve fra toppen af det underliggende Gram Formation i Vadehavet ud for Gule Bjerge nær Hjerting (Figur 1 & Bilag 1).

Materiale og metoder

Der er samlet prøver i to profiler fra kystklinten ved Sjælborg henholdsvis i den sydlige (1–4) og nordlige (5–8) ende af klinten. Et længere og sammenhængende profil er samlet gennem hele den eksponerede lagserie i Marrebæk Klint (10–23). Alle litologiske enheder, som forekommer i de to klinter, er repræsenteret i prøveserierne. Der er kun palynologisk favarabelt finkornet materiale nederst i Marrebæk Klint mens alle øvrige prøver varierer fra siltet finkornet sand til groft sand. Profilerne og prøverne er præget af diagenetiske processer med udfældning af lerjernsten og stærk okkerfarvning.

Der er præpareret cirka 30 gram sediment fra hver prøve. Kalkholdigt materiale er fjernet med saltsyre og det siliciklastiske materiale er efterfølgende fjernet med flussyre. Prøverne er derefter tyngdesepareret for at fjerne resterende mineralsk materiale. Det organiske residual materiale er kortvarigt iltet med salpetersyre og vasket i kaliumhydroxid for at opløse humusforbindelser samt filtreret gennem filterdug med 11 µm maskestørrelse. Materialet er

derefter indlejret i glyceringelatine mellem objekt- og dækglas til visuel analyse i lysmikroskop.

Tilstedeværelse af specifikke arter er registreret for hver prøve, og den semi-kvantitative sammensætningen af palyno-floraen er vist i et fordelingsdiagram (range-chart; Bilag 2). Af praktiske grunde er alle prøverne vist i samme diagram; Marrebæk Klint prøverne fra 10–23 m og Sjælborg prøverne fra 1–8 m med fast afstand mellem prøverne. Fordelingsdiagrammet er opdelt i overordnede fossilgrupper: dinoflagellat cyster, acritarcher og ferskvandsalger mm.

Der er forventeligt et meget lille, organisk indhold i alle prøverne som overvejende er sandde. Dette betyder at eventuel forurening af prøverne i kystklinterne, under prøveudtagningen, ved prøvebehandling og -præparerering i laboratoriet får stor indflydelse og medfører en ret stor usikkerhed i tolkningen af materialet.

Der blev dog kun i få tilfælde med sikkerhed konstateret cytoplasma (rester) i pollen eller sporer, hvilket indikerer at de er tilført prøven ved recent forurening. Det udelukker ikke at de øvrige "fossiler" uden cytoplasma rester kan stamme fra forurening med recent materiale. Rester af tøjfibre i præparaterne viser ligeledes at selv meget små mængder af andet organisk materiale er blevet koncentreret som følge af præparationen.

Organisk materiale

Bevaringen af det organiske materiale er god. Alle sporomorfer er helt klare og glasagtige, og kan derfor heller ikke skelnes fra recent materiale på farve eller bevaring.

Sammensætningen af det organiske materiale er jævnt ensartet i alle prøver mens mængden varierer prøverne imellem. Kantet til afrundet, mørkt terrestrisk materiale af træagtig eller ukendt oprindelse dominerer i næsten alle prøver, og er tilstede selv i de helt fossilomme prøver. Bisaccate pollen er vel repræsenteret mens angiosperm pollen kun udgør en lille del af det terrestriske materiale. Disse pollen kan omfatte både fossile og recente eksemplarer.

Morfologisk anonyme, små (20-30 µm) hyaline sphærer forekommer almindeligt, men er udeladt af analysen da deres oprindelse er ukendt. I disse prøver er de muligvis recente men tilsvarende er beskrevet helt fra Mesozoikum til Recent for eksempel som *Sigmopollis* spp. (Hedlund 1965) på grund af deres pollenn lignende morfologi. Gruppen omfatter muligvis også acritarcher eller ferskvands alger. Ferskvandsalgerne *Botryococcus* spp. og *Pediastrum* spp. er tilstede i næsten alle prøver.

Det marine, organiske materiale udgøres af acritarcher og dinoflagellat cyster. Der er acritarcher i næsten alle prøverne, men acritarch floraen er mere rig i prøverne fra Sjælborg. Ligeledes optræder dinoflagellat cyster næsten kun i prøverne fra Sjælborg.

Palynoflora

Der er registreret et begrænset antal arter af fossile marin- og ferskvandsalger (ca. 50). Der er meget få dinoflagellater til stede og kun *Homotryblium tenuispinosum* optræder udbredt til dominerende. De øvrige registrerede dinoflagellater forekommer næsten kun i prøverne fra Sjælborg (Bilag 2). Det er overvejende taxa, som er stratigrafisk relativt langtræk-kede så som *Spiniferites* spp., *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocar-*

pum og *Polysphaeridium zoharyi* som alle kendes også fra recente aflejringer (Powell 1992). De kan enten være *in situ* eller omlejret.

Der imod er *Homotryblium* spp., *Gramocysta verricula* og *Spiniferites pseudofurcatus* ikke kendt fra aflejringer yngre end Øvre Miocæn og *Hystrichokolpoma* spp. er ikke kendt fra aflejringer yngre end tidlig Pliocæn (de Vernal & Mudie 1989b; de Vernal & Mudie 1989a; Head 1996; Poulsen et al. 1996; Head 1997).

Der er ikke registreret arter som kun kendes fra holocæne eller recente aflejringer.

Acritarcher er tilstede i næsten alle prøverne især de to arter *Micrhystridium* sp. 1 Qulleq og *Micrhystridium* sp. 2. men også flere arter af *Cymatiosphaera* og en række morfologisk karakteristiske men uidentificerede arter. Det har været nødvendigt at klassificere de fleste acritarcher i dette arbejde uformelt, fordi de ikke er beskrevet og defineret taxonomisk formelt. De benævnes derfor som *Micrhystridium* sp. 1–6, Acritarch sp. 1–3 eller Sphaera sp. 1–5. Som nævnt kan også de morfologisk ukarakteristiske og anonyme sphærer være acritarcher. Acritarcherne er i modsætning til dinoflagellat cysterne til stede både i Sjælborg og Marrebæk Klint prøverne men med rigere og mere varieret flora i Sjælborg prøverne (Bilag 2).

Resten af floraen består af ferskvandsalger især af slægterne *Pediastrum*, *Botryococcus*, *Schizocystia*, *Stigmazygoides*, *Sculptizygoides*, *Planctonites* og *Mougeotia*. Kun de to førstnævnte optræder lokalt i større mængder og er repræsenteret i de fleste prøver mens de øvrige forekommer enkeltvis og spredt i begge profiler. Disse ferskvandsalger optræder ofte i mindre mængder i kystnære marine aflejringer. Specielt *Pediastrum* og *Botryococcus* kan være meget dominerende i marginalt marine;brakvands aflejringer men generelt bliver de alle transporteret ud i det marine miljø med afstrømningen fra land. Den stratigrafiske udbredelse af *Pediastrum* og *Botryococcus* er meget lang mens nogle af de andre især er rapporteret fra de yngste Neogene aflejringer.

Svampesporer og hyfer optræder begrænset og spredt i prøverne. *Incertae Sedis* 1–3 omfatter morfologiske typer som ikke kan henføres til selv overordnede taxa. Specielt *Incertae Sedis* 1 er interessant på grund af den karakteristisk morfologi og den begrænsede forekomst nederst i Sjælborg profilet. Den er sandsynligvis relateret til svampesporer eller -frugtlegemer.

Diskussion

Det relativt grovkornede aflejringsmiljø (sand) giver forventeligt en fattig flora både med henblik på diversiteten og densiteten. Men på trods af de begrænsede algeselskaber er der signifikante forskelle på floraerne i de to lokaliteter. Sjælborg floraen er den rigeste og mest diverse. Sjælborg floraen afspejler et lidt mere marint aflejringsmiljø på grund af forekomsten af dinoflagellater (for så vidt de ikke er omlejret) og *Cymatiosphaera* spp. modsat Marrebæk Klint floraen hvor de to dominerende ferskvands alger kan antyde et mindre marint aflejringsmiljø. Den stratigrafisk konsistente tilstedeværelse og gode repræsentation i de fleste prøver af acritarcher, især *Micrhystridium* spp., antyder et kystnært, dynamisk aflejringsmiljø for eksempel i den litorale zone. Dominans af *Homotryblium* spp. i Sjælborg flo-

raen kan ligeledes antyde kystnære eventuelt estuarine/lagunære aflejringsforhold præget af ferskvands afstrømning fra land (Dybkjær in prep.).

Omløjring eller *in situ*

Det meget lille indhold af organisk materiale inklusiv de organiske fossiler (palynomorfer) betyder at en eventuel forurening fra luften (recente pollen), fra alge- og svampevækst i kystklinerne eller fra små, omløjrede korn af ældre sedimenter får uforholdsmæssig stor betydning. Men der er ingen indicier på at tilstedeværelsen af dinoflagellater skulle være resultatet af omløjring fra ældre lag. Omløjring af de underliggende Miocæn lag ville give et meget bredere sammensat dinoflagellat selskab selv om *Homotryblium* spp. er lokalt dominerende i den øverste del af Gram Formationen. I Danmark (Vestjylland) er der kun gennemført få analyser af Øvre Miocæn dinoflagellat cyster og i alle tilfælde er undersøgelserne begrænset til Gram Formationen og det sand som ligger oven på Gram Formationen (den tidligere Sæd Formation er nu delvis inkluderet i Gram Formationen). Disse lag indeholder en rig omløjret Palæogen og Neogen dinoflagellat flora (Piasecki 2001) i stærk kontrast til floraen i de her undersøgte sedimenter.

Der er en meget logisk stratigrafisk fordelingen af algerne. Fordelingen afspejler næppe stratigrafiske variationer men mere sandsynligt variation i aflejringsfacies. De fleste arter/morfologiske typer er tilstede i mindst 2–3 prøver.

Dinoflagellat cyster optræder kun i Sjælborg sedimenterne og dette kan afspejle at prøverne herfra generelt er taget i mere finkornede sedimenter end i Marrebæk Klint. Men de nederste og lige så finkornede prøver fra Marrebæk Klint profilet indeholder ikke dinoflagellater, og fordelingen mellem de to profiler er derfor igen sandsynligvis betinget af forskelle i aflejringsfacies for de to lagserier. Dette støtter at hovedparten af floraen er *in situ*. Det er dog stadig muligt at enkelt-forekomster af arter kan skyldes omløjring.

Det registrerede dinoflagellat og acritarch selskab er meget fattigere på arter end det kunne forventes af et Øvre Miocæn til ?Nedre Pliocæn selskab. Der "mangler" ganske enkelt de fleste af de mest almindelige arter fra dette stratigrafiske niveau. Dette kan kun delvist forklares som en reaktion på aflejringsmiljøet (se her under). En formindskelse af dinoflagellat floraen og en udfasning af neogene arter kan forventes fra Øvre Miocæn, i løbet af Pliocæn og til Holocæn især på grund af den globale klimaforværing i løbet af dette tidsrum. Men tilstedeværelsen af *Homotryblium* spp. antyder at i hvert fald Sjælborg lagene må være aflejret meget tidligt (Øvre Miocæn) i forhold til denne klimatiske afkøling, så dette kan heller ikke forklare det fattige selskab.

Dominans af én dinoflagellat art, som *Homotryblium tenuispinosum* i Sjælborg prøverne, kan tolkes som aflejring i et stresset aflejringsmiljø som f.eks. kystnært, brakvand, estuarie/lagune (de Verteuil & Norris 1996; Dybkjær in prep.). Dominans af acanthomorfe acritarcher i floraen indikerer også aflejring i et meget kystnært miljø, indre neritisk, nær bølgeslagszonen; se f. eks. (Powel et al. 1996). Sammenlignet med den sedimentologiske tolkning støtter dette også at floraen sandsynligvis er *in situ*.

Alder

Der er ikke registreret stratigrafisk signifikante arter (zone fossiler – markør arter) i lagseriene fra Sjælborg eller Marrebæk Klint, og det er i det hele taget meget usikkert at datere sedimenterne på basis af en så begrænset flora. Men under forudsætning af at hele floraen ikke er omlejret, kan der træffes forsigtige foreløbige konklusioner om alderen af disse sedimenter.

Hovedparten af de registrerede arter er stratigrafisk langtrækkende og forekommer så begrænset og sporadisk i den undersøgte lagserie, at der ikke kan lægges vægt på dem i en fortolkning af aflejrings alder. Der er således ikke basis for en egentlig normal biostratigrafisk datering af lagserien. Men alligevel giver indholdet af marine palynomorfer mulighed for en række antagelser som leder frem til en sandsynlig konklusion vedrørende sedimenternes alder.

Homotryblium spp. er normalt begrænset til miocæne og ældre lag. *Spiniferites pseudofurcatus* og *Gramocysta verricula* har øverste forekomst i Øvre Miocæn. *Hystrichokolpoma* spp. har øverste forekomst i Miocæn – Nederste Pliocæn.

Ataxiodinium sp. samt Acritarch sp. 2 kendes fra nederste Pliocæn i Utsira Formationen i Viking Graven (Piasecki et al. 2002) men er ikke rapporteret i den refererede publikation. Den ældste forekomst af de to arter er sandsynligvis i Øvre Miocæn men dette er ikke dokumenteret.

Neogene acritarcher er generelt ikke rapporteret og taxonomisk bearbejdet til et niveau hvor de er stratigrafisk signifikante, men for eksempel *Micrhystridium* sp. 1 Quilleq og *Cymatiosphaera baffinensis* kendes fra Øvre Miocæn og Pliocæn offshore Vestgrønland (Head et al. 1989; Nøhr-Hansen et al. 2000; Piasecki in print). "Algal cyst type 1 and 2" (Head 1997) fra Pliocæn i England ligner meget to arter i denne undersøgelse, respektivt *Micrhystridium* sp. 3 SP og Acritarch sp. 2 SP (Bilag 2).

Der er ikke registreret dinoflagellat cyster eller acritarcher, som er stratigrafisk begrænset til kun Pliocæn, Holocæn eller Recente aflejringer.

På trods af manglen af stratigrafisk signifikante arter må det derfor antages at sedimenterne ved Sjælborg og Marrebæk Klint er af sen Miocæn – ?tidlig Pliocæn alder. Specielt tilstedevarelsen af *Homotryblium* spp. antyder en Sen Miocæn alder for Sjælborg lagserien. Fraværet af dinoflagellater i Marrebæk Klint prøverne åbner mulighed for en aldersforskelse mellem de to lagserier således at sedimenterne i Marrebæk Klint kan være lidt yngre, for eksempel ?tidligste Pliocæn. Dette reflekterer mere en større usikkerhed i dateringen af Marrebæk Klint lagserien end at der er nogen grund til at vurdere denne lagserie som værende yngre.

Konklusion

På grundlag af det meget begrænsede indhold af dinoflagellat cyster og acritarcher foreslås en Sen Miocæn til tidligste Pliocæn alder for sedimenterne i klinten ved Sjælborg og i Marrebæk Klint. Dateringen er upræcis fordi stratigrafisk signifikante fossiler mangler, men baserer sig på indirekte indicier i form af en meget begrænsede flora af marine alger

Taxonomi/systematik

Der er benyttet en åben systematik i omtalen af mange af de mikroskopiske fossiler i denne undersøgelse. Det skyldes enten at de ikke er beskrevet formelt eller at de slet ikke er beskrevet overhovedet. En detaljeret beskrivelse af de morfologiske karakteristika af de enkelte arter hører ikke hjemme i denne rapport, men er selvfølgelig tilgængelige ved hen vendelse.

En formel taxonomisk beskrivelse og publikation vil kunne gennemføres i forbindelse med yderligere arbejde på tilsvarende lagserier af samme alder.

Referencer

- de Vernal, A. & Mudie, P.J. 1989a: 23. Late Pliocene to Holocene palynostratigraphy at ODP Site 645, Baffin Bay. In: Srivastava, S.P. et al. (eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results **105**, 387-397.
- de Vernal, A. & Mudie, P.J. 1989b: 24. Pliocene and Pleistocene palynostratigraphy at the ODP sites 646 and 647, eastern and southern Labrador Sea. In: Srivastava, S.P. et al. (eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results **105**, 401-422.
- de Verteuil, L. & Norris, G. 1996: Middle to Upper Miocene *Geonettia clineae*, an opportunistic coastal embayment dinoflagellate of the *Homotryblium* complex. Micropaleontology **42**(3), 263-284.
- Dybkjær, K. in prep.: Palynology and sequence stratigraphy of the uppermost Oligocene - Lower Miocene succession, onshore Jylland, Denmark. 3 x Palaeo.
- Head, M., Norris, G. & Mudie, P.J. 1989: 27. Palynology and dinocyst stratigraphy of the Miocene in ODP Leg 105, Hole 645E, Baffin Bay. In: Srivastava, S.P. et al. (eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results **105**, 467-514.
- Head, M.J. 1996: Late Cenozoic dinoflagellates from the Royal Society borehole at Ludham, Norfolk, eastern England. Journal of Paleontology **70**(4), 543-570.
- Head, M.J. 1997: Thermophilic dinoflagellate assemblages from the mid Pliocene of eastern England. Journal of Paleontology **71**(2), 165-193.
- Hedlund, R.W. 1965: *Sigmopollis hispidus* gen. et sp. nov. from Miocene sediments, Elko county, Nevada. Pollen et spores **7**, 89-92.
- Jørgensen, K.D. 1945: Marint Pliocæn? ved Esbjerg. Meddelelser fra Dansk geologisk Føring **10**, 460-467.
- Nøhr-Hansen, H., Piasecki, S., Rasmussen, J.A. & Sheldon, E. 2000: Biostratigraphy of well 6354/4-1 (Qulleq-1) West Greenland. Geological Survey of Denmark and Greenland Report **2000/101**, 94 pp.
- Piasecki, S. 2001: Miocæn dinoflagellat stratigrafi i Tinglev boringen, 168.1378, Sønderjylland. Danmarks og grønlands geologiske Undersøgelse Rapport **2001/126**, 20 pp.
- Piasecki, S. in print: Neogene dinoflagellate cysts from Davis Strait, offshore West Greenland. Marine and Petroleum Geology.
- Piasecki, S., Gregersen, U. & Johannessen, P.J. 2002: Lower Pliocene dinoflagellate cysts from cored Utsira Formation in the Viking Graben, northern North Sea. Marine and Petroleum Geology **19**, 55-67.
- Poulsen, N., Manum, S., Williams, G.L. & Ellegaard, M. 1996: Tertiary Dinoflagellate Biostratigraphy of Sites 907, 908, and 909 in the Norwegian-Greenland Sea. In: Thiede, J. et al. (eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results **151**, 255-287.
- Powell, A.J., Brinkhuis, H. & Bujak, J.P. 1996: Upper Paleocene - Lower Eocene dinoflagellate cyst sequence biostratigraphy of southeast England. In: Knox, R.W.O.B., Corfield, R.M. & Dunay, R.E. (eds): Correlation of the Early Paleogene in Northwest Europe. **101**, 145-183.: Geological Society Special Publication
- Powell, A.J. 1992: Dinoflagellate cysts of the Tertiary System. In: Powell, A.J. (ed.): A stratigraphic index of dinoflagellate cysts, 155-251.

Rasmussen, L.B. 1966: Biostratigraphical studies on the marine younger Miocene of Denmark. Based on the molluscan faunas. Geological Survey of Denmark. II series **88**, 358 pp.

Bilag 1

Datering af boreprøve.

Prøve data

Lokalitet: I Vadehavet ud for Gule Bjerge ved Hjerting i 30–50 cms dybde.

Præparation: YD16.381, slide 1–4

Litologi: Mørk, grå-brun, glimmerig ler



Resultater

Korroderet ferskvandsalge; *Pediastrum*

spp.

Alder: Sen Miocæn

Litostratigrafi: Sandsynlig vis top Gram Formation

Biostratigrafi: *Achomosphaera andalousiense* Zone

Baggrund for aldersbestemmelsen

Bevaring: Det organiske materiale er kraftigt korroderet (sandsynligvis iltet) og dinoflagellaterne er ikke godt bevaret.

Sammensætning: Terrestrisk materiale dominerer totalt i form af vedmateriale, sporomorfer og ferskvandsalger, mens marint materiale i form af dinoflagellat cyster er mindre godt repræsenteret.

Dinoflagellat flora: Relativ høj diversitet mens densiteten er lav. *Spiniferites/ Achomosphaera* spp. forekommer udbredt i floraen efterfulgt af *O. centrocarpum* mens de øvrige arter er fåtallige eller sjældne.

Biostratigrafisk datering

Achomosphaera andalousiense er godt repræsenteret og suppleret af *Spiniferites* spp., *Invertocysta lacrymosa*, *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Spiniferites bentori* og *Geonettia* sp. udgør dette selskab et udmærket Øvre Miocæn (midt – øvre Tortonian; 10–8 mill. år) flora, som passer ind i det øverste Gram Formation. Frem for alt er fraværet af en række dinoflagellat arter, som er karakteristisk for top Mellem Miocæn – nederste Øvre Miocæn vigtigt for aldersbestemmelsen. *L. truncatum*, *C. poulseni* og *Palaeocystodinium* spp. mangler. *Selenopemphix brevispinosa* optræder i denne prøve, men er ellers ikke observeret i Gram Formationen andre steder i Jylland. Den har stratigrafisk top i Øvre Miocæn.

Desværre er de karakteristiske arter for det aller øverste Miocæn (øverste Tortonian og Messinian; 8–5,5 mill år) ikke tilstede, men de er heller ikke fundet i andre undersøgelser af Gram Formationen.

Usikkerhed

Der ligger en signifikant usikkerhed i analyse af kun én prøve. For eksempel kan alt materiale være omlejret, eller stamme fra forurening af prøven.

Klart omlejrede palæogene dinoflagellater er tilstede i begrænset omfang, *M. compressa*, *Mebranilarnaceae* sp., *Systematophora* sp., samt palæozoiske acritarcher. En lille gruppe af potentielt omlejrede arter omfatter *Homotryblium tenuispinosum*, *Homotryblium* sp., *Pseudokumewoia granulata*, *Barssidinium* sp., *Melitasphaeridium choanophorum* og *Hystichosphaeropsis obscura*.

I modsætning her til er der ikke registreret de ellers meget karakteristiske arter fra Mellem – nederste Øvre Miocæn, som ofte omlejres til Øvre Miocæn (og de udaterede lag herover) i det midt – sydyske område. Bortset fra de nævnte palæogene arter, kan alle de registrerede arter være *in situ*.

Grunddata

En komplet artsliste kan leveres hvis det har interesse eller et formål.

01.05.2002, Stefan Piasecki, GEUS

Bilag 2

Range-chart

Section : Sjelborg

Interval : 24m - 0m

Scale : 1:50

Chart date: 08 October 2002

Neogen ved Ho Bugt, Esbjerg

Sjælborg og Marrebæk Klint

BILAG 2, Geus Rapport 2002/83, Piasecki et al., 2002

GEUS

GEUS Copenhagen

Report file no.

Enclosure

18488 (01/01)

Project: NEogene
Chart: Sjelborg

