

# De rytmisk optrædende kullag i Atane Formationen ved Skansen, en sedimentologisk og kulpetrografisk undersøgelse

LORENTZ WESTERGAARD MØLLER



Møller, L.W. 2006-12-12 : De rytmisk optrædende kullag i Atane Formationen ved Skansen, en sedimentologisk og kulpetrografisk undersøgelse. *Geologisk Tidsskrift* 2006, hæfte 2, pp. 1-4, København.

Sedimenter tilhørende Atane Formationen ses blottet flere steder i Nuussuaqbassinet. Ved Skansen, Disko, Vestgrønland, opdeles disse aflejringer i en fluvial kanalassociation bestående af fint til mellemkornet sand afsat i et flettet flodsystem, og en mere finkornet flodsletteassociation der ofte afsluttes af kullag. Gentagne skift mellem disse to lateralt udbredte associationer giver den sedimentære lagpakke et stribet, rytmisk udseende. Sedimentologiske undersøgelser, samt geokemiske og kulpetrografiske analyser af kullagene ligger til grund for, at aflejringerne tolkes afsat på den øvre deltalette. Afsætningen af sedimenter er sket gennem et udviklingsforløb styret af variationer i grundvandsspejlsniveau koblet til relative havniveaubevægelser. Kildebjergartspotentialet af kullene er bestemt ved hjælp af data fra Rock-Eval pyrolyse. Kullene har et gasdannende og kun svagt olierdannende potentiale.

*Lorentz Westergaard Møller, Toftegårds Allé 34, 1 tv, 2500 Valby, e-post: lorentzw@yahoo.dk*

Sedimenter tilhørende Atane Formationen består af øvre kretassiske deltaaflejringer og ses blottet flere steder i Nuussuaqbassinet (Fig. 1; Midtgaard & Olsen 1989; Olsen & Pedersen 1991; Pedersen & Pulvertaft 1992; Olsen 1993; Koppelhus & Pedersen 1993; Bojesen-Koefoed *et al.* 2001; Pedersen *et al.* 2006). Aflejringerne udgøres af rytmisk afsat sand, mudder og kul, som kan relateres til henholdsvis fluviale, lakustrine og tørvedannende aflejringsmiljøer. Tidligere arbejder der har undersøgt kullag ved Asuk og Qullissat har påvist, at tørvedannelse i de oprindelige sumpe var relateret til variationer i relativt havniveau (Bojesen-Koefoed *et al.*, 2001; Pedersen *et al.*, 2006).

Kildebjergartspotentialet af kulforekomsterne ved Skansen er ikke tidligere blevet bestemt, ligeledes er de heller ikke blevet undersøgt kulpetrografisk og diskuteret i sammenhæng med tidligere arbejder i Nuussuaqbassinet. Her præsenteres resultaterne fra kandidatafhandlingen 'De rytmisk optrædende kullag i Atane Formationen ved Skansen: En kobling mellem relativt havniveau, aflejringsmiljø og kildebjergartspotentiale' udarbejdet ved Geologisk Institut, Københavns Universitet i 2006 under vejledning af lektor Gunver Krarup Pedersen og seniorforsker Henrik Ingermann Petersen (GEUS). Denne afhand-

ling søgte bl.a. at forklare den rytmiske opbygning af Atane Formationen ved netop at relatere sedimentologiske og kulpetrografiske studier fra Skansen til undersøgelser foretaget andre steder i Nuussuaqbassinet.

## Sedimentologiske og kulpetrografiske resultater

Aflejringerne ved Skansen opdeles i en fluvial kanalassociation bestående af fint til mellemkornet sand afsat i et flettet flodsystem (Koppelhus & Pedersen 1993; Bruun pers. kom.) og en mere finkornet flodsletteassociation, der ofte afsluttes af kullag. Gentagne skift mellem disse to lateralt udbredte associationer giver den sedimentære lagpakke et rytmisk udseende. Tre successioner af flodsletteaflejringer er blevet undersøgt og 5 facies er beskrevet og tolket. Facies 1: heterolit af centimetertynde lag af fint sand og ler, med et sporadisk indhold af organisk materiale. Facies 1 tolkes som afsat i et lakustrint miljø med vekslende sediment tilførsel. Facies 2: gråt, strukturløst, finkornet sand der finer opad som følge af et stigende indhold af ler og som tolkes til at være

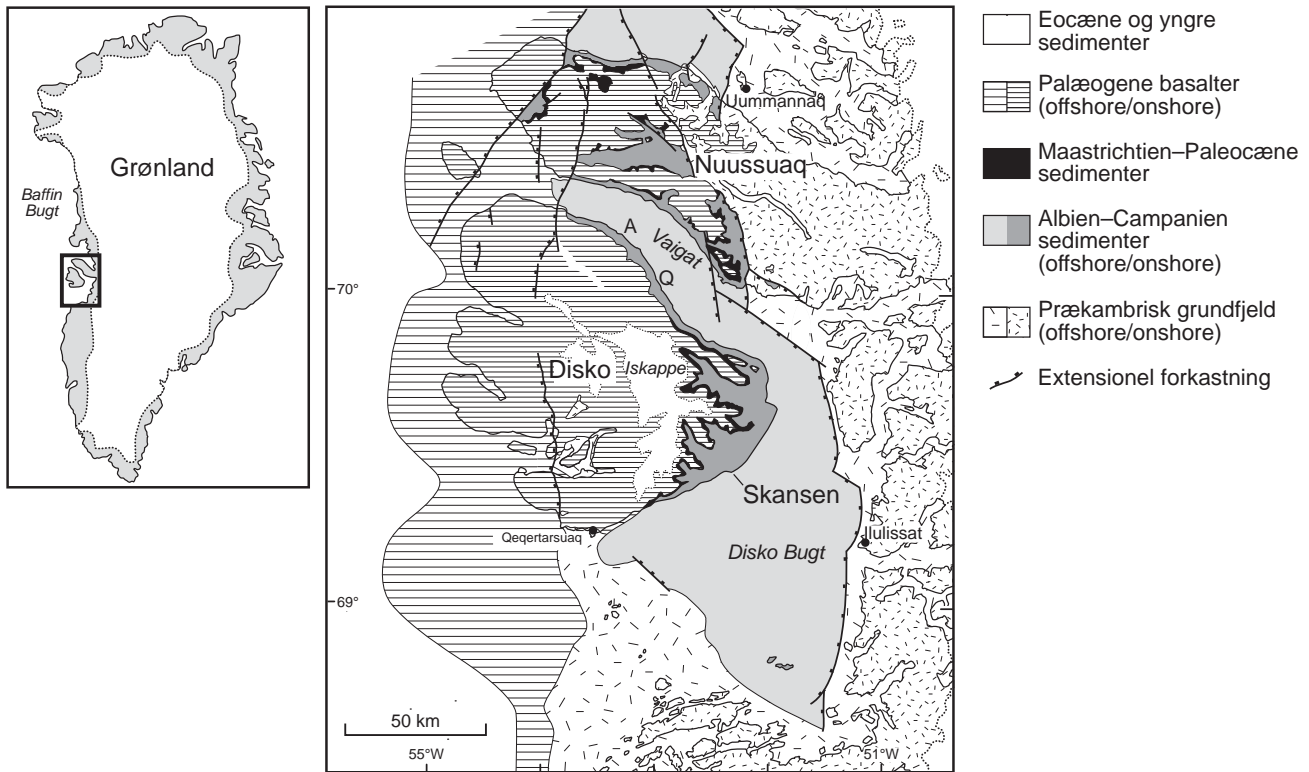


Fig. 1. Geologisk kort over Nuussuaqbassinet (basereret på Chalmers *et al.* 1999). A: Asuk, Q: Qullissat.

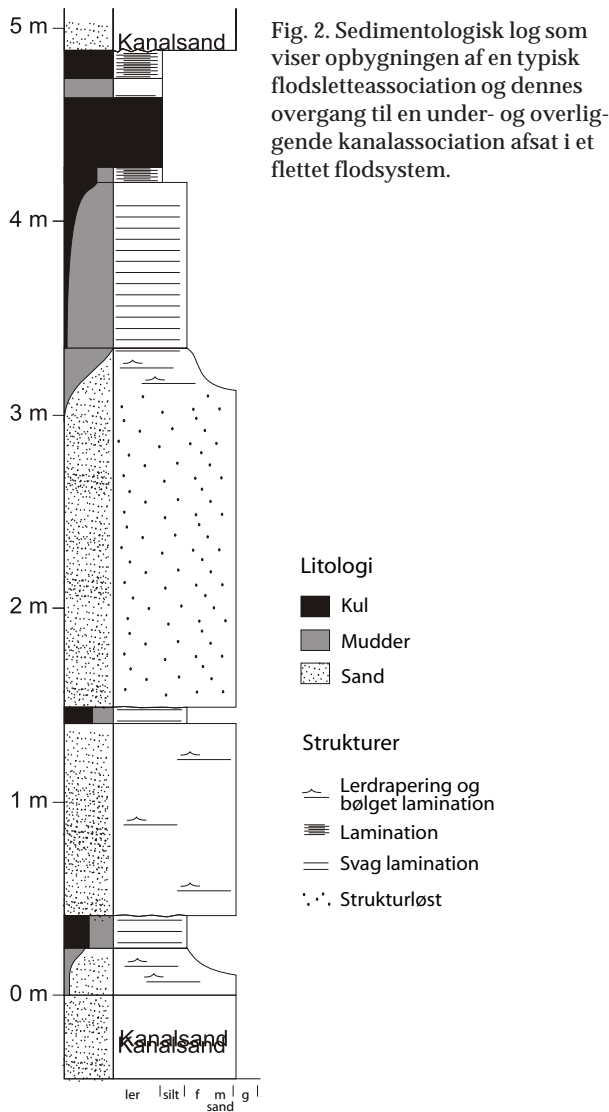
aflejret som crevasse splays. Facies 3: gråbrunt mudder med sandlinser og et varierende indhold af organisk materiale. Facies 3 tolkes som værende afsat i et lakustrint miljø. Facies 4: kul med en let opsprækkelig til massiv tekstur, der tolkes at afspejle et tørvedannende sumpmiljø. Facies 5: sort til mørkegrå, cementeret skifer der tolkes aflejret i et lakustrint miljø. En typisk flodsletteassociation bestående af disse sedimentære facies ses i Figur 2. Opbygningen syntes at beskrive en finende-opad succession, fra en sandet nedre del (facies 1 og 2) til en siltet del (facies 3) som gradvist går over i kul (facies 4). Dette tolkes som en udvikling mod et aflejringstilstand med mere stabile forhold og lavere energi, samtidig med at afstanden til det klastisk dominerede fluviale miljø tiltager.

Kulpetrografiske undersøgelser foretaget på fire prøveserier, fordelt på to kullag, viste i hovedtræk et højt indhold af huminit (nedbrydningsprodukt fra cellulose- og ligninholdigt planteved) domineret af subgrupperne detrohuminat og telohuminat, samt et stigende indhold af inertinit (fossilt trækul) mod toppen af kullagene. En varierende mængde mineralsk materiale udviste samtidig en aftagende tendens, mens mængden af liptinit (hydrogenrige komponenter fra f.eks. spore/pollen) var forholdsvis konstant

med få variationer de enkelte prøveserier imellem. Dog blev der i næsten alle tilfælde observeret en markant forøgelse i indholdet af denne gruppe maceraler i den nedre del af kullaget. Dette optrådte altid samtidig med en forøgelse af mineralsk materiale. Ingen af prøverne havde et nævneværdigt indhold af pyrit. Hydrogen indekset (HI) varierede med indholdet af liptinit, hvor særligt markante forøgelser i indholdet af især resinit, sporinit og liptodetrinit afspejledes i høje værdier af HI. Den typiske sammensætningen af maceraler, samt udviklingen i HI op gennem kullagene ses af det udvalgte kulpetrografiske diagram (Fig. 3).

Variationen i den huminitiske sammensætning sættes i forbindelse med forskelle i den oprindelige vegetation og nedbrydningsforhold. Sammenfaldende høje koncentrationer af liptinit og inertinit og mineralsk materiale, tolkes som værende af allocton oprindelse. Hvor større mængder af inertinit ikke falder sammen med betydelige mængder af mineralsk materiale tolkes det som evidens for in situ sumpbrande.

Som et led i de kulpetrografiske undersøgelser blev brugen af TPI/GI diagrammer (Diessel 1985, 1986) afprøvet og diskuteret, og blev fundet uegnet til tolkning af aflejringstilstand for kullene fra Skansen.



Målinger af TOC, TC og TS, der ikke er medtaget her, varierede meget lidt de enkelte kullag imellem. Den ensartede opbygningen af de rytmisk optrædende flodslettesedimenter og de kulpetrografiske resultater, tolkes sammen med de geokemiske resultater som en respons på et gentaget ensartet udviklingsforløb styret af en allogen mekanisme. Udviklingen i de sedimentologiske og kulpetrografiske data kan herefter forklares som en konsekvens af variationer i grundvandsspejlsniveauet på øvre deltaslette.

Et stigende grunvandsspejl kan medføre et skift fra et flettet til et meandrerende flodsysteem, med afsætning af sedimenter på leveer og flodslette til følge (afsætning af facies 1 og 2). Den fortsatte vandspejlstigning kan herefter føre til dannelsen af lavvandede søer og afsætning af facies 3 og 5. Det fluviale miljø bliver således presset væk, hvilket medfører gunstige betingelser for etableringen af et tørveaflejrende sumpmiljø og afsætningen af facies 4. Vandspejlsstigningen har herefter været af en størrelsesorden, hvorved sedimentationsraten af det organiske materiale har kunnet følge med og således er blevet bevaret i form af tørv.

Ved kobling af bevægelserne i grundvandsspejlet til variationer i relativt havniveau, kan afsætningen af flodsletteassociationen og den rytmiske opbygning af Atane Formationen sættes ind i en sekvensstratigrafisk ramme. Kullagene tolkes således til at afspejle tørveaflejring i et højstandssystem, hvor en maksimal transgression har presset aflejringen af klastisk materiale længst muligt indlands og derved skabt betingelserne for dannelsen af et iltfattigt, tørvedannende sumpmiljø.

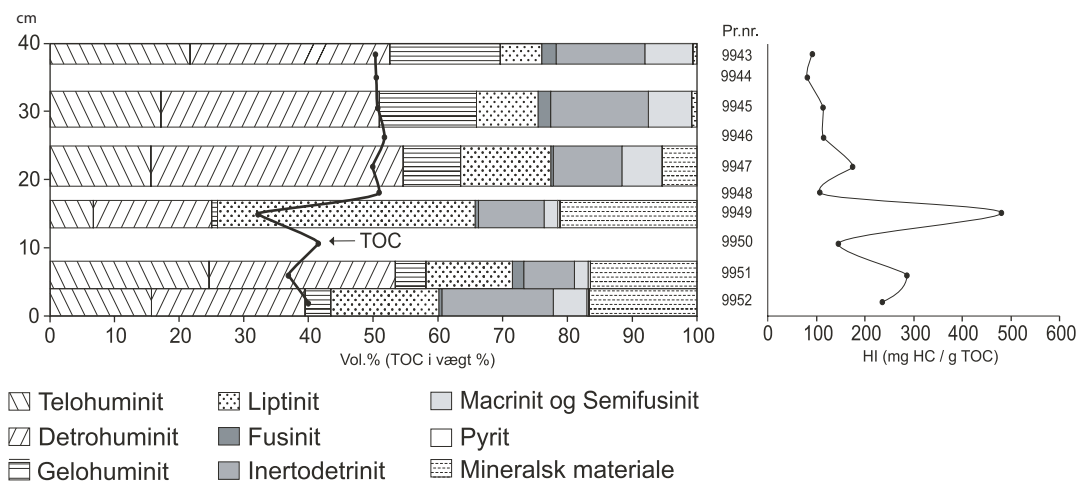


Fig. 3. Kulpetrografisk diagram som beskriver variationen af indholdet af maceraler, hydrogenindekset (HI) og indholdet af organisk kulstof (TOC) i de undersøgte kullag. De kulpetrografiske undersøgelser blev foretaget ved en tælling af 500 punkter på hver prøve ved hjælp af reflektionsmikroskopi.

## Øvrige undersøgelser og resultater

Foruden en undersøgelse af de tilstedeværende lerminerale i facies 3 er der blevet foretaget screeningsundersøgelser af udvalgte kulprøver.  $T_{\max}$  værdier omregnet til vitrinitreflektans indikerer, at kullagene har været begravet til en dybde af 1300 til 1700 meter, at de er af subbituminøs C-A rang, og at de i relation til oliedannelse kan betegnes som termalt umodne. Desuden viser estimerede  $HI_{\max}$  værdier, at kullene har et gasdannende og kun svagt oliedannende potentiale.

## Tak

Gunver Krarup Pedersen og Henrik Ingermann Petersen takkes for gode råd og vejledning under udarbejdelsen af specialet der lå til grund for dette arbejde, samt for gennemlæsning af dette manuskript.

## English summary

At Skansen, Disko, West Greenland, deposits of the Cretaceous Atane Formation comprises a coarse-grained fluvial channel association and a fine-grained flood plain association. The approximately 470 m thick succession shows channel sand overlain by lacustrine mud and coal beds. The rhythmic alternation of depositional environments is explained by deposition on the upper delta plain under the influence of fluctuations in groundwater table related to relative sea level variations. Sedimentological, geochemical and coal petrographic work has been carried out, focusing on the coal seams in the flood plain deposits. The source rock potential of the coals at Skansen was determined by Rock-Eval pyrolysis. The coals are mainly gas-prone and possess only limited capacity to expel oil.

## Referencer

- Bojesen-Koefod, J.A., Dam, G., Nytoft, H.P., Pedersen, G.P. & Petersen, H.I. 2001: Drowning of nearshore peat-forming environment, Atane Formation (Cretaceous) at Asuk, West Greenland: sedimentology, organic petrography and geochemistry. *Organic Geochemistry* 32, 967–980.
- Chalmers, J.A., Pulvertaft, T.C.R., Marcussen, C. & Pedersen, A.K. 1999: New insight into the structure of the Nuussuaq Basin, central West Greenland. *Marine and Petroleum Geology* 16, 197–224.
- Diessel, C.F.K. 1985: Macerals as coal facies indicators. *International Congress on Carboniferous Stratigraphy and Geology* 10(3), 367–373.
- Diessel, C.F.K. 1986: The correlation between coal facies and depositional environments. *Advances in the Study of the Sydney Basin: Proceedings of the Symposium* 20, 19–22.
- Koppelhus, E.B. & Pedersen G.K. 1993: A palynological and sedimentological study of Cretaceous floodplain deposits of the Atane Formation at Skansen and Igdlunguaq, West Greenland. *Cretaceous Research* 14, 707–734.
- Midtgaard, H.H. & Olsen, T. 1989: Sedimentological studies in the upper Cretaceous coal-bearing strata of southern Nuussuaq, central West Greenland. *Rapport Grønlands Geologiske Undersøgelse* 145, 32–37.
- Olsen, T. & Pedersen, G.K. 1991: The occurrence of marine fossils in the Upper Cretaceous deltaic sediments at Pautût, central West Greenland. *Bulletin Geological Society of Denmark* 39, 111–122.
- Olsen, T. 1993: Large fluvial systems: the Atane Formation, a fluvio-deltaic example from the upper Cretaceous of central West Greenland. *Sedimentary Geology* 85, 457–473.
- Pedersen, G.K. & Pulvertaft, T.C.R. 1992: The nonmarine Cretaceous of the West Greenland Basin, onshore West Greenland. *Cretaceous Research* 13, 263–272.
- Pedersen, G.K., Andersen, L.A., Lundsteen, E.B., Petersen, H.I., Bojesen-Koefod, J.A. & Nytoft, P. 2006: Depositional environments, organic maturity and petroleum potential of the Cretaceous coal-bearing Atane Formation at Qullisat, Nuussuaq basin, West Greenland. *Journal of Petroleum Geology* 29, 2–25.
- Taylor, G.H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R. & Robert, R. (red.) 1998: *Organic petrology*. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 704 pp.