

Sedimentologiske og stratigrafiske undersøgelser af sen pleistocæne marine og glacigene aflejringer ved Fynselv, Østgrønland

LOUISE HANSEN

Hansen, Louise: Sedimentologiske og stratigrafiske undersøgelser af sen pleistocæne marine og glacigene aflejringer ved Fynselv, Østgrønland. *Geologisk Tidsskrift*, hæfte 2, pp. 15–20. København, 1996–06–18.

This project is based on investigations of Late Pleistocene interbedded marine and glacigenic deposits exposed in ravines near the Fynselv delta at the southern coast of Jameson Land, East Greenland. The investigations were part of the recently finished international research project PONAM whose goal was to explore the Late Cenozoic climatic fluctuations along the North Atlantic margins using a combination of marine and terrestrial data. The investigations near Fynselv resulted in the establishment of four stacked lithostratigraphic units (I–IV). Units I and III consist of marine deltaic deposits reflecting a relative sea level of over 20 m and 25 m above present sea level respectively. Units II and IV are tills deposited from glaciers advancing from the nearby fjord. Unit I is correlated to the Langelandselv interglaciation (Eemian) while units II and III are correlated with the Aucellaelv Stade and the following Hugin Sø interstade (Early Weichselian). Unit IV probably correlates with the Flakkerhuk Stade (Late Weichselian). The succession from unit I to III reflects a general rise in relative sea level which is assigned to an increase in glacioisostasy since the eustatic sea level generally fell during the Weichselian. This was followed by an isostatic rebound during the Holocene. Comparison with other similarly aged deposits along the southern and western coast of Jameson Land leads to the establishment of models of the sedimentological development during ice free conditions. A discussion of the controlling factors on sedimentation leads to the conclusion that lowstands in the relative sea level do not necessarily occur during eustatic lowstand and that the glaciations in East Greenland may be in phase with the global eustatic cycle, contrary to earlier suggestions.

Louise Hansen, *Geologisk Museum, Københavns Universitet, Øster Voldgade 5–7, DK-1350 København K, Danmark*

Indledning

I det følgende redegøres for resultaterne af et projekt, der omhandler sedimentologiske og stratigrafiske undersøgelser af sen pleistocæne marine og glacigene aflejringer ved Fynselv, Østgrønland (Fig. 1). Undersøgelserne blev udført til belysning af den sedimentære udvikling i den sydvestlige del af Jameson Land (Hansen 1994). Specialet blev udarbejdet indenfor rammerne af PONAN under vejledning af Dr. Michael Houmark-Nielsen, Geologisk Institut, Københavns Universitet.

Det nyligt afsluttede internationale forskningsprojekt: PONAM (Polar North Atlantic Margins, Late Cenozoic Evolution) havde som formål at kortlægge de sen kænozoiske klimatiske svingninger i Nordatlan-

tens randområder gennem studier af marine og terrestriske sedimenter på og ud for Østgrønlands og Svalbards kyst. Sedimenterne søgtes korreleret og der blev etableret en stratigrafi for sidste interglaciale/glaciale cyklus, der kan korreleres med sydligere breddegraders kronostratigrafi. Resultaterne fra PONAN bidrager på længere sigt til en bedre forståelse af samspillet mellem atmosfære, oceaner, biosfære, land og is og dermed en bedre forståelse af globale klimasvingninger i tid og rum.

Sommeren 1992 deltog i alt 25 geologer og studerende fra Skandinavien i det terrestriske feltarbejde på Østgrønland, hvor hovedvægten blev lagt på Jameson Land. Resultaterne fra dette arbejde er publiceret i *Boreas* 23 (1994) og er opsummeret af Funder et al.

(1994). Særligt store mængtigheder af relativt velblottede sedimenter af sen pleistocæn/holocæn alder findes langs med Jameson Lands sydvestlige kyst. Et område ved Fynselv blev udvalgt til et specialeprojekt (Fig. 1). Arbejdet er med andre data fra dette område publiceret sammen med Jørgensen, Houmark-Nielsen & Kronborg (Hansen et al. 1994).

Fire litostratigrafiske enheder (I–IV) blev etableret på basis af sedimentologiske og stratigrafiske undersøgelser. De fire enheder I–IV udgør en vertikal lagfølge af sedimenter af skiftevis marin og glacigen oprindelse (Fig. 2). Den sedimentologiske tolkning er baseret på den indbyrdes fordeling af facies og faciesassociationer. En uddybende tolkning af to af de stratigrafiske enheder (I og III) omfatter overvejelser over de mange faktorer, der har haft indflydelse på systemet. Dette gælder udmundingsprocesser, sedimenttilførsel, afstrømningsvariationer og ændringer i det relative havniveau. De fire opstillede litostratigrafiske enheder korreleres til iltisostopstadiene samt til den lokale stratigrafi (Funder et al. 1994). Denne korrelation baseres hovedsageligt på palæoekologisk fossilindhold, aminosyreanalyse, luminescensdateringer og på den stratigrafiske placering af enhederne. Sekvensstratigrafiske betragtninger er inddraget under en sammenligning af sedimenter fra samme kronostratigrafiske niveauer fra hele den sydlige og vestlige kyststrækning af Jameson Land. På denne måde kan den undersøgte lagfølge gennem korrelation til andre tolkede lagfølger fra Jameson Land bidrage til en bedre forståelse af områdets sedimentære og klimatiske udvikling.

Resultater

Feltarbejdet bestod af sedimentologisk logning, profiludtegnning, indsamling af prøver til luminescensdatering ved Nordisk Luminescens Laboratorium ved Risø samt indsamling af fossile planter og dyr til bestemmelse af palæomiljøer. Disse bestemmelser blev foretaget af Svend Funder, Geologisk Museum (mollusker), af Ole Bennike, DGU (planterester), Jens Böcher og Jeppe Möhl, Zoologisk Museum (hhv. billeder og hvalknogler). Richard Bromley hjalp ved bestemmelse af sporfossiler. Enkelte muslingeskaller blev sendt til aminosyreanalyse ved Bergen Aminosyre Laboratorium.

De sedimentologiske logs samt dateringer og fossil-selskaber førte til en inddeling i 4 stratigrafiske enheder I–IV (Fig. 2):

I: Marint delta. Stratigrafisk enhed I er op til 10 m tyk og består af sand med et underordnet indhold af mudder. Skalfragmenter og sporfossiler viser, at aflejringen fandt sted i et marint miljø. Tilstedeværelsen af rester af termofile planter og dyr i sedimenterne viser, at der var sub- til lavarktiske forhold i de omgivende landområder mod nord. Aflejringerne er inddelt i en

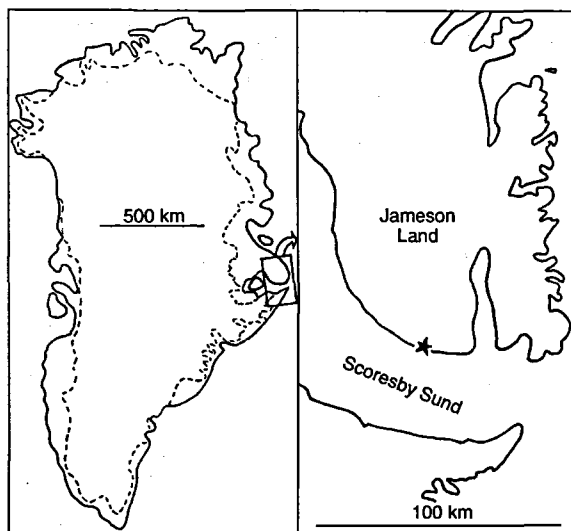


Fig. 1. Oversigtskort over Scoresby Sund området. Det undersøgte område ved Fynselv, Jameson Land, er angivet med en stjerne.

Location map.

lang række sedimentære facies, der er samlet i fire faciesassociationer, der overordnet tolkes som aflejret i et prograderende mundingsbarre delta. Faciesassociationerne består af en kanal- og en interkanalfaciesassociation (hhv. A og B), der overlejrer en mundingsbarre- og en deltafrontfaciesassociation (hhv. C og D, Fig. 2). Målinger af sedimentets transportretning viser, at deltaet byggede sig ud i syd- og sydvestlig retning og at systemet sandsynligvis var domineret af fluviale processer med nogen påvirkning af bølgeaktivitet. Fordelingen af de mange facies i de undersøgte sedimenter sammenlignes med en model, hvor faciesvariationer tilskrives ændringer i vandføring og densitetsforskelle mellem flod- og havvand (Martinsen 1990). Ved lave eller aftagende vandføringer har friktion ført til sedimentation fra bundstrømme mens der ved høje vandføringer med stor inertie har været mulighed for erosion og kanalnedskæring i den øvre del af deltafronten. Ligeledes menes nedskæring at kunne være et resultat af lokal tilledning af strømme på grund af gravitativ udskridning på deltafronten. Ved siden af kanalerne blev sedimentet aflejret under lavere energi i lagune- eller interkanalområder. Facies i deltafrontfaciesassociationen vidner om vekslende kompressiv eller ekstensiv omlejring af sediment ledsaget af aflejring fra forskellige typer af gravitative strømme. De varierende facies i de undersøgte sediment tilskrives generelt den store rumlige og tidsmæssige variation af sedimentationen inden for det deltaiske aflejringssystem. Sedimenterne tolkes som aflejret under et havniveau, der var minimum 20 m over det nuværende. Det er ikke muligt at påvise ændringer i det relative havniveau under aflejringen. På

Stratigrafisk enhed	Sammensat stratigrafi	glacio-tectonik	Korrelation	Dateringer	Flora og fauna	(Palæo)miljø	Foreslåede rekonstruerede (palæo)miljøer
Faciesass.			Lokal	Regional	TL ka	Amino	Se figurtekst for forklaring af symboler
Nuværende situation			Isotopstadie 1				Deltaudbygning langs kysten af Jameson Land. Erosion af hævede marine og glaciogene sedimenter.
IV			Flakkerhuk glaciationen	Isotopstadie 2			Fald i relativt havniveau Subærisk erosion
	Diskordans			3-4			Erosion
III			Mønselv interstadial	Isotopstadie 5a-5d	87 ± 9	Marine sporfossiler. Omlejrrede marine skaller.	Progradering af delta. Fluvialt domineret deltafront. Relativt havniveau formodentlig min. 25 m over det nuværende.
			Jyllandelv stadal				
			Huginø interstadial				
II			Aucellaelv stadal				Erosion?
	Diskordans						
I			Langlandselv interglacial	Isotopstadie 5e	121 ± 10	Marine sporfossiler. Omlejrrede marine skaller og hvalben. Termofile planter.	Glacial erosion?
A/B							Progradering af marint delta ud i Scoresby Sund. Fluvialt måske bølge-domineret? delta. Relativt havniveau min. 20 m over det nuværende. Sub-til lavarktiske forhold i det terrestriske miljø.
C/D					0,032 ± 0,009		

Fig. 2. Skemaet opsummerer data og resultater fra de sedimentologiske undersøgelser ved Fynselv. Opdeling af stratigrafisk enhed I i fire faciesassociationer er angivet ved henholdsvis A, B, C & D i venstre kolonne. Den fuldt optrukne linie i kolonnen med glacialtektunik angiver den formodede vertikale udstrækning af glacialtektoniske strukturer. Disses orientering er angivet ved pilen ud for stratigrafisk enhed II. I de foreslåede palæomiljørekonstruktioner angiver de sorte pile palæostrømretningen. Åbne pile angiver isbevægelsesretning, + signatur angiver gletscheris. Den lokale stratigrafi er fra Funder et al. (1994).

Summary of data and results of the sedimentological work at Fynselv. The division of unit I in four facies associations is shown by A, B, C & D in the left column. The arrow at unit II in the third column shows the direction of the glaciotectionic deformation of unit I and the thick black line shows the vertical range of deformation. Black arrows in the suggested paleoenvironmental reconstructions indicate the orientation of paleocurrents. Open arrows indicate the orientation of glacier movement. + indicates glacier ice. The local stratigraphy is from Funder et al. (1994).

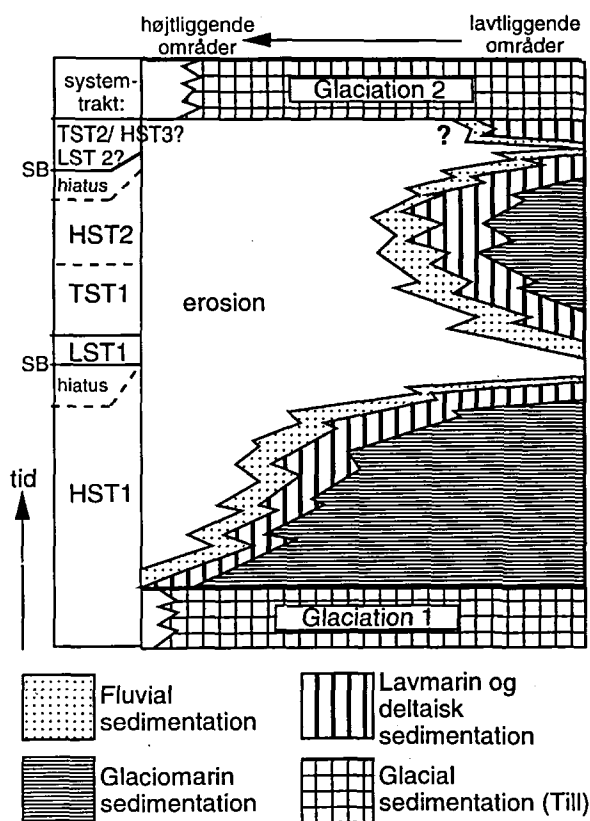


Fig. 3: En foreslået model for den sedimentære udvikling i den sydvestlige del af Jameson Land gennem Langelandselv interglacial. Glaciation 1: Scoresby Sund glaciationen. Glaciation 2: Aucellaelv stadialen. Modellen, der er uden skala, er tilføjet sekvensstratigrafiske notationer: HST: højstandssystem, SB: sekvensgrænse, LST: lavstands-system, TST: transgressivt system.

A suggested model for the sedimentological evolution in the southwestern part of Jameson Land during the Langelandselv interglaciation. Glaciation 1: The Scoresby Sund glaciation. Glaciation 2: The Aucellaelv stade. The model is not to scale. Sequence stratigraphic notations: HST: highstand systemtract, SB: sequence boundary, LST: lowstand systemtract, TST: transgressive systemtract.

basis af palæoøkologisk fossilindhold, luminescensdatering (121 ± 10 ka BP) og enhedens relative alder bestemt ved amino-syreværdier målt på muslingeskal-ler ($0,032 \pm 0,009$) korreleres stratigrafisk enhed I med sidste mellemistid: Langelandselv interglacial (isotop-stadium 5e).

II: Till. Stratigrafisk enhed II overlejrer stratigrafisk enhed I med en markant og diskordant grænse. Enheden, der er under 4 meter tyk, består af en sandet, båndet og matrixunderstøttet diamikton, der tolkes som en till hovedsageligt af subglacial oprindelse. Sedimentet blev aflejret af en gletscher i Scoresby Sund. Glacialtektoniske strukturer viser, at gletscheren sand-

synligvis bevægede sig hurtigt og at bevægelsen lokalt skete fra en sydvestlig retning. Stratigrafisk enhed II korreleres med Aucellaelv stadialen (formodentlig isotopstadium 5d.) baseret på enhedens stratigrafiske placering.

III: Marint delta. Stratigrafisk enhed III er op til 5 m tyk og består af sand med et underordnet indhold af mudder, der med en markant grænse overlejrer stratigrafisk enhed II. Fragmenter af periostraca og sporfossiler i sedimenterne viser, at aflejring fandt sted i et marint miljø. Det relative havniveau var mindst 25 m over det nuværende. Tolkning viser at enheden er aflejret i den mere distale del af et delta end det var tilfældet ved stratigrafisk enhed I. De undersøgte sedimenter blev inddelt i tre facies, der er aflejret fra henholdsvis suspension og fra høj- og lavdensitets turbiditstrømme. Disse variationer i sedimentationen tilskrives instabilitet, ændringer i vandføring i den mere proximale del af systemet samt en lateral faciesvariation ved lobeudbygning. Baseret på luminescensdatering (87 ± 9 ka BP) og på stratigrafisk placering korreleres stratigrafisk enhed III med Hugin Sø interstadial (indenfor isotopstadium 5c–5a).

IV: Till. Stratigrafisk enhed IV består af en under 1 m tyk matrixunderstøttet, mudret diamikton, der med en diskordans draperer de underliggende stratigrafiske enheder. Diamiktonen tolkes som en till aflejret af en gletscher i Scoresby Sund. Stratigrafisk enhed IV korreleres med Flakkerhuk stadialen (formodentlig isotopstadium 2) baseret på enhedens stratigrafiske placering.

Successionen af de stratigrafiske enheder I–IV viser, at området skiftevis var udsat for deltaudbygning, glaciation og erosion. De forskellige niveauer, hvori deltaerne (stratigrafisk enhed I og III) byggede sig ud, afspejler en overordnet stigning i relativt havniveau. Stigningen tilskrives en relativt større indflydelse af glacioisostatisk nedpresning under aflejring af stratigrafisk enhed III end under aflejring af stratigrafisk enhed I, da det eustatiske havniveau generelt faldt fra Eem gennem Weichsel (Shackleton 1987). Eksponeering af de kvartære aflejringer over det nuværende havniveau er et resultat af glacioisostatisk udligning gennem Holocæn.

Den sedimentære udvikling i det sydvestlige Jameson Land

Sammenligner man stratigrafisk enhed I–IV med tilsvarende kvartære lagfølger fra andre dele af det sydvestlige Jameson Land viser der sig store laterale variationer af facies indenfor lagpakker afsat under samme isfrie perioder. Den komplekse opbygning af de kvartære lagpakker er et resultat af de mange faktorer, der har haft indflydelse på sedimentationen. Blandt

de vigtigste faktorer kan nævnes eustasi, glacioisostasisk, klima, sedimenttilførsel og topografi. Forsætning af lagpakker på grund af glacialtektonik forudsættes her at være af mindre betydning.

De blottede sedimenter i enkelte delområder af Jameson Land afspejler hver deres lokale sedimentære udvikling (Boreas 23 1994). En lateral sammenkædning af disse udviklinger må ske ved hjælp af en genetisk indgangsvinkel. således kan sekvensstratigrafiske principper indgå i en tolkning af områdets samlede sedimentære udvikling og til forklaring af laterale variationer inden for systemet. På denne måde kan opstilles flere modeller. I specialet (Hansen 1994) foreslås og diskuteres en revideret model (Fig. 3), der er en udvidelse af og alternativ til en allerede eksisterende model (Lyså & Landvik, 1994). Den reviderede model er opstillet for den sedimentære udvikling specifikt for Langelandselv interglacial (isotopstadium 5e) og er baseret på en relativ havniveau-kurve for området opstillet af Christian Kronborg i Vosgerau (1992). Denne kurve er afledt af lokale holocæne isostatisk kurver og globale eustatiske havniveauer (Shackleton 1987). Lyså og Landviks model viser en sedimentær udvikling hvor sedimentationen gennem en isfri periode er foregået under to højstande i det relative havniveau adskilt af en enkelt lavstand.

Den reviderede model (Fig. 3) viser en sedimentær udvikling, mellem to glaciationer, der på flere punkter kan sammenlignes med den marine udvikling i Vendsyssel efter sidste istid (Petersen 1984, Richard in press). Sedimentationen foregik indledningsvis under et højt relativt havniveau, hvilket tilskrives stor isostatisk nedpresning fra den foregående glaciation (Fig. 3). Denne periode er præget af glaciomarin sedimentation med aflejring fra suspension, fra mindre bundstrømme og af isdroppet materiale i de distale dele af systemet. Samtidige proximale strandnære aflejringer blev fundet i 70 m over det nuværende havniveau. Derefter fulgte den eustatiske havniveau-stigning muligvis det isostatisk opløft i en periode, hvorefter det isostatisk opløft oversteg den eustatiske stigning. Dette resulterede i et fald i relativt havniveau til omkring det nuværende havniveau. Denne tvungne regression resulterede i erosion samt i akkumulation af fluviale sedimenter i et lavere niveau end de lidt ældre marine aflejringer. Et aftag i det isostatisk opløft under fortsat stigning i det eustatiske havniveau førte til en stigning i relativt havniveau i nogle områder til omkring 20 m over det nuværende. Dette medførte en aggradering af lavmarine og deltaiske sedimenter. Fortsat isostatisk stigning samtidigt med et stagnerende eller faldende eustatisk havniveau resulterede i endnu en periode med lavt relativt havniveau med mulighed for erosion og fluvial sedimentation. Tegn på at endnu en stigning i relativt havniveau i slutningen af perioden er foregået som resultat af en fornyet glacioisostatisk nedpresning fra en efterfølgende glaciation synes usikre. Lignende modeller kan opstilles for Hugin Sø og Mønselv interstadialerne.

Forskelle i isostatisk opløft i forskellige afstande til indlandsisen kan muligvis forklare en større stigning i relativt havniveau i de østlige dele af området end i de vestlige.

Betragtninger omkring det relative havniveau viser, at lavstande i det relative havniveau under isfrie perioder ikke nødvendigvis forekommer under eustatisk lavstand. Lavt relativt havniveau kan også forekomme under eustatisk højstand kombineret med glacioisostatisk opløft eller udligning. Derfor var de østgrønlandske glaciationer ikke nødvendigvis ude af fase med den globale eustatiske cyklus i den grad som det tidligere er foreslået (Lyså & Landvik 1994). Det er sandsynligt, at glaciationerne gik forud for den globale eustatiske cyklus. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at dele af glaciationsforløbene var bagud for eller i fase med den eustatiske cyklus, som opstillet af for eksempel Boulton (1990). Det kan for en isfri periode tænkes, at deglaciation og den efterfølgende glaciation forholder sig tidsmæssigt forskelligt til den eustatiske cyklus. Dette betyder, at glaciationsmønsteret og ændringerne i relativt havniveau ikke nødvendigvis følger idealiserede modeller.

Tak

Jeg ønsker at takke M. Houmark-Nielsen, G. K. Pedersen samt S. Funder for god vejledning og inspiration.

Litteratur

- Boreas (1994) vol. 23, no. 4, 281–536.
- Boulton, G. S. 1990: Sedimentary and sea level changes during glacial cycles and their control on glacial facies architecture. In Dowdeswell, J. A. & Scourse J. D. (eds.): *Glacial Marine Environments: Processes and sediments*, 15–52. Geological Society Special Publication 53.
- Funder, S., Hjort, C. & Landvik, J. Y. 1994: The last glacial cycles in East Greenland, an overview. *Boreas* 23, 283–293.
- Hansen, L. A. 1994: Sedimentologiske og stratigrafiske undersøgelser af sen pleistocæne marine og glaciogene aflejringer ved Fynselv, Østgrønland – til belysning af den sedimentære udvikling i det sydvestlige Jameson Land, 111 p. Upubliceret specialeopgave. Geologisk institut, Københavns Universitet.
- Hansen, L. A., Jørgensen, M. E., Houmark-Nielsen, M. & Kronborg, C. 1994: Late Pleistocene stratigraphy and depositional environments of the Fynselv area, Jameson Land, East Greenland. *Boreas* 23, 385–397.
- Lyså, A. & Landvik, J. 1994: Cyclic changes in the sedimentary environment during the last interglacial/glacial cycle; coastal Jameson Land, East Greenland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 112, 143–156.

- Martinsen, O. J. 1990: Fluvial, inertia-dominated deltaic deposition in the Namurian (Carboniferous) of northern England. *Sedimentology* 37, 1099–1113.
- Petersen, K. S. 1984: Late Weichselian sea levels and fauna communities in northern Vendsyssel, Jutland, Denmark. In Möller, N.-A. & Karlen, W. (eds.) *Climatic Changes on a Yearly to Millennial Basis*, 63–68. Reidel, Dordrecht.
- Richardt, N. (in press): Sedimentological examination of the Late Weichselian sea level history following deglaciation of northern Denmark. In Andrews, J. T., Austin, W. E. N. & Bergsten, H. E. (eds.) *The Lateglacial palaeoceanography of the North Atlantic Margins*. Geological Society Special Publication.
- Shackleton, N. J. 1987: oxygen isotopes, ice volume and sea level. *Quaternary Science Reviews* 6, 183–190.
- Vosgerau, H. 1992: En palæomiljøtolkning af Eem-aflejringer fra Jameson Land, Østgrønland, 146 p. Upubliceret specialeopgave, Geologisk Institut, Aarhus Universitet.