

Sedimentologisk og sekvensstratigrafisk tolkning af deltasedimenter fra Upper Limestone Group, Øvre Karbon (Namurian), ved Howick, NØ England

ULRIK MUUSHARDT



Muushardt, U.: Sedimentologisk og sekvensstratigrafisk tolkning af deltasedimenter fra Upper Limestone Group, Øvre Karbon (Namurian), ved Howick, NØ England. *Geologisk Tidsskrift*, 1995 nr. 2 side 75–78. København 1995–11–30.

At Howick in Northumberland a cross section of a Carboniferous distributary channel and its interdistributary bay deposits is exposed. Three facies associations are recognised. I. Interdistributary bay. II. Distributary channel and III. Marine association. The sequence stratigraphic interpretation is based on the correlation of the incised distributary channel of Howick, with Glassington Grit in the Craven Basin (Ramsbottom et al., 1978). Martinsen (1993) interpreted the base of Glassington Grit as a candidate to a type 1 sequence boundary. Five systems tracts are recognised at Howick. 1. Sequence boundary (SG) at the base of the incised major distributary channel. In areas where no erosion took place seat earth developed. 2. Lowstand systems tract (LS) comprise of sediments deposited during a slow relative rise in sea level following stream incision and sediment bypass. LS is represented by cross laminated sand and the formation of a thick peat layer as a consequence of the slowly rising sea level. 3A. Transgressive systems tract (TS): the rising sea level erodes in the former deltaic sediments and mud is deposited from suspension above a transgressive surface of erosion. 3B. Transgressive systems tract (TS) deposition of Sugar sands (A) and Iron Scars (B) limestones from Scotland to the middle of England after the deposition of the mud ended. The maximum flooding surface is inferred to correspond to the base of the limestone. 4. Highstand systems tract (HS) deposition of an aggrading system of crevasse splay lobes in the interdistributary bay area, controlled by autocyclic processes. The Howick (C) limestone is interpreted as autocyclic in origin because of its local character.

Ulrik Muushardt, Geologisk Institut, Afdeling for Almene Geologi, Øster Voldgade 10, 1350 København K. Nuværende adresse: Upsalagade 5, 4-2, 2100 København Ø. 15. marts 1995.

Indledning

Karbone deltasedimenter i England er generelt meget velblottede og velbeskrevne. De er bedst kendt for deres cykliske opbygning (Yoredale cykler) og udbredte marine bånd.

I en kystblotning ved Howick i Nordøstengland ses et tilnærmet tværsnit gennem en deltakanal og de tilhørende deltabugtaflejringer fra Upper Limestone Group (Øvre Karbon). Lokaliteten er beliggende på Cheviot blokken nord for Northumberland bassinet og er ca. 2 km lang (Fig. 1).

Sedimentologi

Der er erkendt tre faciesassociationer på lokaliteten.

I) Deltabugtassociationen, udgøres af mindre (3 meter tykke) opadgrovende enheder. Enhederne er dannet af crevassesplay-lober, der byggede ud i et deltabugt område. Ved basis af de opadgrovende enheder

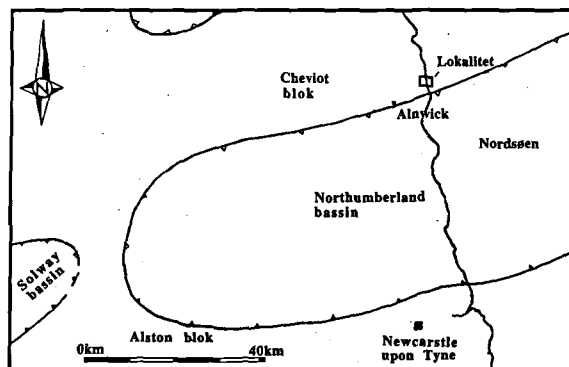


Fig. 1. Lokalitetskort over karbone blokke og bassiner i Nordøstengland (fra Johnson 1984). *Locality map showing the position of the major Carboniferous blocks and basins in Northeast England (from Johnson 1984).*

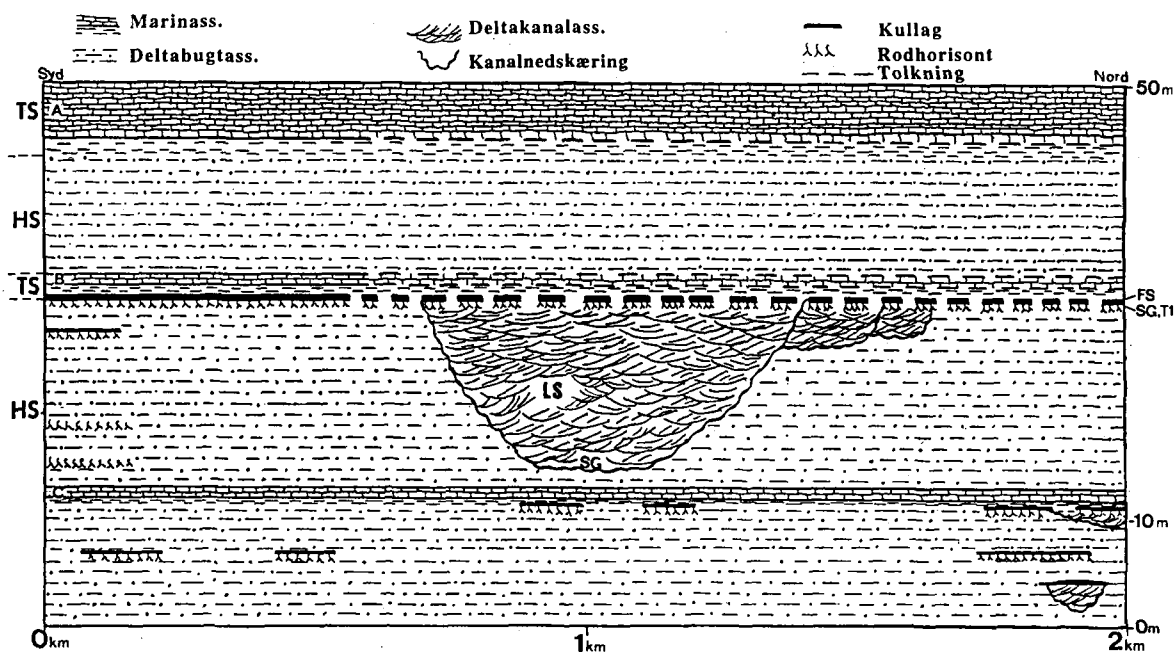


Fig. 2. Skematisk fremstilling, som viser den sedimentologiske og sekvensstratigrafiske tolkning. Se tekst for forklaring.
General outline showing the sedimentological and the sequence stratigraphic interpretation. See text for explanation.

findes skifer, tolket som aflejring af mudder i en delta-bugt distalt i forhold til en crevassesplay-lobe. Skiferen overlejres gradvist af heterolitiske sedimenter. Disse tolkes som værende dannet i fronten af en crevassesplay-lobe, hvor variationer i afstrømningen gav anledning til aflejring af vekslende lag af sand og ler. De opadgrovende crevassesplay enheder er afsluttet med en jordbundshorisont eventuelt fulgt af et kullag. Kullag og jordbundshorisonter repræsenterer afslutningen og tilgroningen af et deltabugt område, som på dette tidspunkt sandsynligvis har været en ferskvandssump. Tørvene blev akkumuleret i disse ferskvandssumpe.

Efterhånden som kompaktionen af de aflejlrede deltabugtsedimenter oversteg sedimentakkumulationen, bredte havet sig atter ind over det tidligere deltabugt område, hvorved nye deltabugte blev dannet. Efterfølgende påbegyndtes sedimentationen af en ny opadgrovende enhed.

II) Deltakanalassociationen er på lokaliteten repræsenteret ved en kanal, som er 700 meter bred (minimum) og ca. 15 meter dyb, samt ved mindre kanaler ca. 100 meter bredde og 2 meter dybe. (Fig. 2). Deltakanaler af lignende størrelse, af Karbon alder, er blotet andre steder i det nordengelske område (Fielding 1986). Deltakanalerne ses i tværsnit og begge sider af kanalerne er blottet. Associationen karakteriseres af mellemkornet sand med cosæt af storskala trugkrydslejring samt større, enkelte trug. Kornstørrelsen bliver finere og strukturen ændres til småskala trugkrydslejring mod toppen af deltakanalerne. Dette tolkes

som en opfyldning af kanalerne, efterhånden som strømhastigheden faldt.

Den store deltakanal er tolket som braiderende, idet der ikke er fundet aflejringer, der indikerer at kanalen har meanderet. Strømningsdata fra fire delområder indenfor deltakanalen viser, at kanalen startede med at have en afstrømning mod nordøst, hvorefter den gradvist skiftede til en sydøstlig afstrømningsretning.

De mindre deltakanaler har også været braiderende med undtagelse af en enkelt, som har været meanderende.

III) Den marine association består af kalkstensbænke, samt af sort, fossilholdig skifer. Sugar Sands- (A) og Iron Scars (B) kalkstenene kan korreleres fra Skotland i nord til midt England isyd, hvor de afløses af skifer (Ramsbottom et al. 1978). Howick (C) kalkstenen findes kun på lokaliteten ved Howick og er anvendt til at korrelere de sedimentologiske logs. Kalkstenene repræsenterer den normale sedimentation i de shelfområder som deltaerne transporterede materiale til. I de perioder, hvor store deltasystemer byggede ud på shelfen, forhindrede det siliciklastiske materiale, som deltaerne bragte ud, de karbonatdannende organismer i at trives. Kalkstenene repræsenterer derfor de perioder, hvor deltasletten blev oversvømmet af havvand under marine transgressioner. Den sorte, fossilholdige skifer tolkes til at repræsentere materiale bragt ud på shelfen i suspension og derefter afsat meget langsomt.

Sekvensstratigrafisk tolkning

De karbone havniveausvingninger er tolket som 4. og 5. ordens svingninger betinget af glacioeustasi (Read 1994). Lokaliteten ved Howick er ikke stor nok til at foretage en sikker sekvensstratigrafisk tolkning. Det er dog muligt at foreslå hvilke aflejringer, der repræsenterer de forskellige systemer.

Den sekvensstratigrafiske tolkning af blotningen ved Howick bygger på den antagelse, at den store delta-kanal er eroderet ned i de ældre deltabugtsedimenter pga. fald i det relative havniveau. Denne antagelse støttes af, at Martinsen (1993) tolkede basis af Glassington Grit (sandsten) i Craven bassinet, i Midtengland, som en kandidat til en type 1 sekvens grænse. Glassington Grit kan korreleres med sedimenterne på lokaliteten ved Howick (Ramsbottom et al. 1978). Det er derfor sandsynligt, at delta-kanalen ved Howick blev dannet i en periode, hvor hele det nordengelske område var udsat for erosion og kanalnedskæring. Basis af delta-kanalen tolkes derfor som en sekvensgrænse.

På lokaliteten ved Howick kan fem systemer relateres til punkter på en sinuøs havniveaueurve (Fig. 2).

1) Sekvensgrænse (SG). Under et fald i relativt havniveau steg hældningsgradienten. Det førte til øget fluvial nedskæring i de tidligere deltaafløjninger. Der skete ikke aflejring i det nedskårne flodleje, sedimentet blev transporteret videre ud i bassinet. Det førte til dannelse af en type 1 sekvensgrænse (SG, T1), som foreslås korreleret med basis af Glassington Grit.

I områder, hvor der ikke var erosion, var der mulighed for udbredt plantevækst med efterfølgende jordbundsdannelse. Jordbundsdannelsen repræsenterer da en større hiatus, hvor der er et stort spring i tid mellem aflejringer under og over jordbundshorisonten.

2) Lavstandssystem (LS). Fra det maksimale fald i relativt havniveau aftog erosionen ved begyndelsen af lavstandssystemet. Dette medførte, at sedimentet blev tilbageholdt i den nedskårne kanal, efterhånden som hældningsgradienten langs kanalbunden aftog. På lokaliteten ved Howick begyndte opfyldningen i den nordlige del af kanalnedskæringen. Palæostrømdata viser, at denne opfyldning er foregået fra nord mod syd. Som en anden konsekvens af det stagnerende eller svagt stigende havniveau steg grundvandsspejlet også. Det organiske materiale blev derfor ikke nedbrudt og udbredte tørvelag blev dannet (Read 1994). Dannelsen af tørvelag fortsatte indtil den marine transgression nåede ferskvandssumpene. Toppen af kullaget repræsenterer da en oversvømmelsesflade (flooding surface = FS) (Van Wagoner et al. 1990).

3) Transgressionssystem (TS) kan underinddeles i to systemer.

3A) Transgressionssystem I. I begyndelsen af transgressionen, hvor hældningsgradienten af havniveau-stigningen er stejl, blev der aflejret mudder på shelfen. Muddret er ofte meget fossilrigt. Transgressionen medførte bølgeerosion af de underliggende sedimenter og finkornet materiale blev bragt i suspension og

afsat som marint ler, som er akkumuleret over titusinder af år. Wignall & Maynard (1993) tolker de fossilrige, sorte, organiskrige skifre til at repræsentere den maksimale transgression, hvor mængden af sedimenttilførsel til bassinet var minimal.

3B) Transgressionssystem II. I slutningen af transgressionen, hvor havniveaustigningen begyndte at aftage, og hvor det finkornede materiale var afsat, kunne karbonatdannende organismer overleve. Det førte til dannelse af udbredte karbonatplatforme over hele regionen. Så længe havniveauet steg, fortsatte udviklingen af kalkstenene. Det langsomt stigende havniveau gav plads til dannelse af tykke kalksten. Denne tolkning er i modstrid med Heckel (1986), som tolker de tykke kalksten til at være dannet under regression. Der er imidlertid ingen indikationer på, at de tykke kalksten på lokaliteten blev dannet under regression, tværtimod tyder de overliggende deltabugtsedimenter (højstandssystem) på, at kalkstenene blev dannet under højt eller stigende havniveau (transgressionssystem).

4) Højstandssystem (HS). Efter at havniveauet ophørte med at stige hurtigt, blev der dannet et aggraderende system af crevassesplay-lober, der byggede ud, blev druknet og atter byggede ud. Aggraderingen skyldtes, at havniveauet stadig steg langsomt i starten af højstandssystemet. Denne stigning var afbalanceret af sedimenttilførslen, så kysten hverken prograderede eller retrograderede (Van Wagoner et al. 1990). Det tidlige højstandssystem består af deltabugtsedimenter, som omfatter crevassesplay-aflejringer, samt aflejringer fra meanderende, mindre fordelingskanaler. Lignede højstandssystemaflejringer er beskrevet af Maynard (1992). Howick kalkstenen må tolkes til at tilhøre højstandssystemet, idet det ikke er muligt at korrelere den over hele regionen. Dette kunne tyde på, at dens oprindelse var styret af autocycliske processer, hvor en deltabugt ophørte med at være aflejringscentrum og der dermed blev mulighed for dannelse af kalksten. Højstandssystemet er i mange siliciklastiske systemer skåret af den ovenliggende sekvensgrænse (Van Wagoner et al. 1990). Det samme gør sig gældende på lokaliteten ved Howick, hvor delta-kanalen er eroderet ned i deltabugtsedimenterne (højstandssystem) (Fig. 2).

Konklusion

Undersøgelsen viser, at deltabugtassociationen kan beskrives som autocycliske, hvorimod aflejringen af deltakanalassociationen og den marine association var styret af allocycliske processer. Sekvensstratigrafien bidrager til at klargøre de sedimentæraflejrings position i det geologiske hændelsesforløb.

Tak

Dette arbejde repræsenterer et kort resumé af en specialeopgave udført ved Geologisk Institut, Københavns

Universitet under vejledning af Gunver Krarup Pedersen.

Jeg vil gerne takke L. B. Clemmensen, G. K. Pedersen og M. Sadolin for gennemlæsning af manuskript.

Litteratur

- Fielding, C. R. 1986: Fluvial channel and overbank deposits from the Westphalian of the Durham coalfield, NE England. *Sedimentology* 33, 119–140.
- Heckel, P. H. 1986: Sea-level kurve for Pennsylvanian eustatic marine transgressive-regressive depositional cycles along midcontinent outcrop belt, North America. *Geology* 14, 330–334.
- Johnson, G. A. L. 1984: Subsidence and sedimentation in the Northumberland Trough. *Proc. Yorkshire Geol. Soc.* 45, 71–83.
- Martinsen, O. J. 1993: Namurian (late Carboniferous) depositional systems of the Craven-Askrigg area, northern England: implications for sequence-stratigraphic models. In: Posamentier, H.W., Summerhayes, C. P., Haq, B. U. & Allen, G. P. (ed.): *Sequence stratigraphy and facies associations*. Int. Ass. Sediment. Spec. Publ., 18, 247–281. Oxford.
- Maynard, J. R. 1992: Sequence stratigraphy of the Upper Yeadonian of northern England. *Marine and Petroleum Geology* 9, 197–207.
- Ramsbottom, W. H. C., Calver, M. A., Eagar, R. M. C., Hodson, F., Holliday, D.W., Stubblefield, C. J. & Wilson, R. B. 1978: Silesian (Upper Carboniferous). *Special Report* 10, 81 pp. Geological Society of London.
- Read, W. A. 1994: High-frequency, glacial-eustatic sequences in early Namurian coal-bearing fluviodeltaic deposits, central Scotland. In: de Boer, P.L. & Smith, D. (ed.): *Orbital forcing and cyclic sequences*. Int. Ass. Sediment. Spec. Publ., 19, 413–428. Oxford.
- Van Wagoner, J. C., Mitchum, R. M., Campion, K. M. & Rahmanian, V. D. 1990: Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops. *Methods in exploration Series*, No. 7, AAPG. 55pp., Tulsa Oklahoma.
- Wignall, P. B. & Maynard, J. R. 1993: The sequence stratigraphy of transgressive black shales. In: Katz, B. J. & Pratt, L. (ed.): *Source rock in a sequence stratigraphic framework*. AAPG, *Studies in Geology*, 37, 35–47. Tulsa, Oklahoma.

Aldersproblemer

Anmeldelse af: Kaare Lund Rasmussen 1994: *Kulstof-14 datering, Datering af arkæologiske fund*. Munksgaards dimensioner, 60 pp.

Med snart 50 år på bagen hører kulstof-14 daterings metoden til de mest veletablerede fysisk-kemiske dateringsmetoder. Metodens vej fra genial tanke til videnskabelig „dagligvare“ er et mønster på udviklingen af en videnskabelig metode - en udvikling der for kulstof-14 daterings-metodens vedkommende ikke alene har haft afgørende indflydelse på vores historiske tidsfornemmelse, men som også som sidegevinst har givet væsentlig ny viden om f. eks. Jordens kul-dioxid-kredsløb og fotosyntese-processerne. Alt dette fortæller der om i Kaare Lund Rasmussens lille bog, der på forbilledlig vis forener videnskabelig tyngde med letlæst fremstilling. Bogen indeholder kapitler om ¹⁴C-kredsløbet og isotopfraktioneringen ved passagen mellem reservoirer, om forbehandlingen af prøverne og om fysikken i selve metoden, herunder også den nye accelerator ¹⁴C-daterings metode, som vi er så heldige også at kunne foretage i Danmark. Endelig er der to vigtige kapitler om kalibrering ved hjælp af træ-rings dateringer og beregning af daterings-usikkerheder. For den motiverede læser er der „kasser“ med detaljer om f. eks. beregning af „gamle“ aldre på grænsen af metodens anvendelsesområde, mens den, der trænger til at blive motiveret, kan læse de spændende beretninger om den nordjyske sandmusling og Leif den Lykkeliges rejse til Amerika, eller om vore sten- og bronzealder-forfædres skiftende kostvaner. Alt sammen hentet fra kulstof-14 metodens arbejdsmark i Danmark. Til en del af kapitlerne er knyttet regneopgaver, der belyser de metodiske usikkerheder. De er beregnet for skolen, men vil med udbytte kunne anvendes af arkæologer. Til slut indeholder bogen en encyclopædisk gennemgang af andre arkæologiske dateringsmetoder, samt en ordliste over de fag-gloser, der nødvendigvis må optræde.

Ligesom de øvrige bøger i Munksgaards dimensioner er bogen rettet mod gymnasieundervisningen, hvor den givetvis også vil være velegnet på grund af sin brede horisont. Men den kan også anbefales til de forskere, der - som jeg - er brugere af kulstof-14 dateringer og ofte har brug for en hurtig genopfriskning f. eks. til beregning af reservoirkorrekationer eller standardafvigelser. Iøvrigt kan bogen læses af enhver, der er nysgerrig efter at vide, hvordan man når frem til de aldre, vi så ofte hører nævnt i pressen i forbindelse med nye fund.

Slutteligt: det er synd at bogen er begrænset til metodens anvendelse på arkæologiske fund. Kulstof-14 metoden anvendes til mange andre ting i den nære omverden, og en af den seneste udviklinger er kulstof-14 aldre anvendt som indikatorer for ændringer i den atmosfæriske og oceaniske cirkulation under de abrupte klimaændringer ved istidens slutning. Disse klimaændringer har været genstand for en meget intensiv geologisk-geofysisk forskning i de senere år på grund af deres relevans for debatten om menneskets indflydelse på klimaet. Dette og andre ikke-arkæologiske aspekter hører med til et afrundet billede af metoden, og ville have gjort bogen endnu mere anvendelig.

Svend Funder

Geologisk Museum, Østervoldgade 5-7,
DK-1350 København K