

Sen palæozoisk udvikling af den nordatlantiske rand af superkontinentet Pangæa

Dansk resumé

Lars Stemmerik



Sen palæozoisk udvikling af den nordatlantiske rand af superkontinentet Pangæa

Dansk resumé

Lars Stemmerik

Indhold

Forord	3
Dansk resumé	4
Referencer	6

Forord

"Sen palæozoisk udvikling af den nordatlantiske rand af superkontinentet Pangæa" er titlen på en samling af 16 afhandlinger, der den 8. marts 2001 af det Naturvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet er antaget til offentligt at forsvares for den naturvidenskabelige doktorgrad. Denne rapport giver et danske resumé af afhandlingerne.

Dansk resumé

Dannelsen af superkontinentet Pangæa midt i Karbon repræsenterer en unik begivenhed i jordens historie. Alle kontinenterne var samlet og udgjorde én sammenhængende landmasse strækkende sig fra Gondwanaland kontinenterne omkring den geografiske sydpol til nordranden af den europæiske og den nordamerikanske kontinentalplade på ca. 25°N palæobredde. I løbet af Sen Karbon og Perm tid drev den europæiske kontinentalplade 20-25 grader længere mod nord, og i slutningen af Perm tid lå nordranden af Pangæa på ca. 50°N palæobredde. De marginale dele af Nordgrønland, Barentshavet, Spitsbergen og Bjørnøya udgjorde den centrale del af en intrakratonisk platform, der strakte sig langs nordranden af Pangæa fra Arktisk Canada i vest til Arktisk Rusland i øst, og studiet af øvre palæozoiske aflejringer fra dette område kan således bidrage til en øget forståelse af ændringer i sedimentationen og palæoklimaet som følge af kontinenternes forskydning mod nord.

Sedimentbassinerne i Barentshavsregionen var mod syd forbundet med det østgrønlandske sedimentbassin gennem den nordatlantiske rift, og i seneste Perm tid etableredes en marin forbindelse til det Nordvesteuropæiske Zechstein Bassin (afhandling 1, 6, 8, 15). Forståelsen af den sen palæozoiske udvikling af det nordatlantiske område er primært baseret på viden fra landblotninger i Nord- og Østgrønland samt på Spitsbergen og Bjørnøya, med supplerende data fra olieefterforskning i den norske del af Barentshavet og i den nordligste del af Nordsøen. Dette arbejde belyser især den øvre palæozoiske sedimentologi, sekvensstratigrafi og palæogeografi i det østlige Nordgrønland, Østgrønland og på Bjørnøya. Den geologiske udvikling er syntetiseret i en serie af palæogeografiske kort over hele det nordatlantiske område med en opløslighed svarende til en serie i Karbon og en etage i Perm (4-15 millioner år). Disse kort udgør en regional palæogeografisk ramme inden for hvilken en række eksempler belyser aflejringsystemerne mere detaljeret.

Overordnet set består de øvre palæozoiske aflejringer i Barentshavsregionen af fire andenordens aflejringssekvenser, der kan erkendes både i Nordgrønland, på Spitsbergen og Bjørnøya samt i offshore områderne. Længere mod syd, i Østgrønland er successionen stratigrafisk mindre komplet, og kun tre af sekvenserne kan erkendes. Grænserne mellem disse andenordens sekvenser afspejler vigtige tektoniske begivenheder i det Nordatlantiske og Arktiske riftsystem, samt regionale ændringer i relativt havniveau, palæohydrografi og -klima.

Den øverste Devon – nedre Karbone sekvens består næsten udelukkende af kontinentale aflejringer aflejret i et varmt og humidt klima. Sedimenterne er aflejret i kontinentale riftbassiner og kun mod nordøst var der sporadisk forbindelse til havet. Sedimenterne er adskilt fra den overliggende midt Karbon – midt Perme sekvens af en inkonformitet, der afspejler et regionalt opløft af hele det nordatlantiske område. Den midt Karbon – midt Perme sekvens er domineret af marine aflejringer i Nordgrønland, på Svalbard og i Barentshavet, mens den består af kontinentale aflejringer længere mod syd i Østgrønland. Sedimenterne blev aflejret i en periode med højfrekvente, høj amplitude eustatiske havniveauusvingninger som følge af glaciationer på den sydlige halvkugle. I Barentshavsregionen, der på dette tidspunkt lå på ca. 30°N bredde, var klimaet generelt varmt og tørt, og der blev især aflejret varmtvandskarbonater og evaporiter. Sedimenterne danner cykliske enheder, 1-15 m tykke, af varierende sammensætning. I områder med ringe tektonisk aktivitet

består cyklerne overvejende af karbonatbjergarter, mens cykliske enheder af vekslende siliciclastiske sedimenter og karbonater dominerer i områder med lokal tektonisk aktivitet. Afhandling 7, 9, 11, 16 omhandler forskellige aspekter af cyklisk sedimentation i Nordgrønland, på Bjørnøya og i Barentshavsområdet. I områder med lille tilførsel af siliciklastisk materiale blev der lokalt dannet rev. De fleste rev er små isolerede strukturer domineret af enten *Palaeoaplysina*, phylloide alger eller bryozoa; større komplekse rev findes især over begravede tektoniske lineamenter. Disse rev er beskrevet i afhandling 3 og 5. Den komplekse opbygning af revene skyldes gentagne blotlægninger af revene som følge af fald i havniveau; blotlægningen har ført til tidlig opløsning af aragonitskaller og gennemgribende dolomitisering af revkomplekserne, således af disse i dag er porøse og udgør potentielle reservoirbjergarter i den norske del af Barentshavet. Aspekter af diagenesen af disse bjergarter og deres reservoirpotentiale er behandlet i afhandling 4, 12, 13.

De midt Karbon – midt Perme cykliske varmtvandskarbonater overlejres abrupt af non-cykliske koldt vandskarbonater i Barentshavet, på Spitsbergen og Bjørnøya og i Nordgrønland. Artinskien – nedre Kungurien andenordens sekvensen blev aflejret i forbindelse med en regional stigning i havniveau, der gradvist førte til oversvømmelse af de marginale dele af bassinet. Sekvensen består i den nedre del af tykke aggraderende til svagt retrograderende enheder af bryozo- og crinoid-rige kalksten, der lokalt danner store rev. Den øvre del består af brachiopod- og bryozo-rige sokkel karbonater i Nordgrønland og på Bjørnøya, og af dybtvandsskifer og flint på Spitsbergen og over store dele af Barentshavet (se afhandling 10). Området udgjorde på dette tidspunkt en del af en stor tempereret sokkel domineret af koldt vandskarbonatsedimentation, der strakte sig vestpå til Arktisk Canada. I den seneste del af Kungurien tid blev platformområderne af denne sokkel blotlagt, og en veludviklet subærisk eksponeringsflade adskiller Artinskien – nedre Kungurien sekvensen fra den overliggende øverste Kungurien – Kazanien sekvens. Den efterfølgende stigning i havniveau var meget hurtig, og de fleste steder ligger der dybtvandsskifer og flint direkte på sekvensgrænsen. Havniveau stigningen var sandsynligvis knyttet til tektonisk aktivitet i det Nordatlantiske riftsystem; i løbet af den seneste del af Kungurien tid trængte havet sydpå og oversvømmede først det østgrønlandske og senere det Nordvesteuropæiske Zechstein Bassin. Sedimentation i Nordgrønland består af to, 80-100 m tykke transgressive-regressive enheder af skifer og flint overlejret af bryozo-rige kalksten. De bryozo-rige kalksten er typiske Perm koldt vandskarbonater (se afhandling 10). Sydpå, i Østgrønland og Nordvesteuropa udviser karbonatbjergarterne træk, der er karakteristiske for varmtvandskarbonater, som beskrevet i afhandling 2 og 14. Grænsen mellem de to typer karbonataflejringer ligger i dag mellem 74°45'N og 80°15'N i Østgrønland.

De opnåede resultater repræsenterer et meget væsentligt bidrag til forståelsen af den geologiske udvikling af nordranden af Pangæa i sen palæozoisk tid, og det dokumenterede skift i sedimentationen langs nordranden af Pangæa fra typiske varmtvandskarbonater og evaporiter i Sen Karbon og Tidlig Perm tid til koldt vandskarbonater i den sene del af Perm tid understøtter teorien om at Pangæa drev mod nord i løbet af Sen Palæozoikum. Resultaterne har dannet grundlag for formuleringen af en model for sammenhængen mellem karbonatbjergarternes aflejringsforhold, alder og reservoirgenskaber til brug for olieeftersøgning i Barentshavet og tilgrænsende områder. Ligeledes har de ført til udviklingen af en aflejringsmodel for Perm koldt vandskarbonater, en sekvensstratigrafisk model for en lavproduktivitet karbonatplatform, modeller for de cykliske aflejringer i Nordgrønland og på Bjørnøya samt til en ny model for udviklingen af det Nordvesteuropæiske Perm Bassin i Rotliegend tid.

Referencer

1. Stemmerik, L. 2000: Late Palaeozoic evolution of the North Atlantic margin of Pangea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **161**, 95–126.
2. Stemmerik, L. 1991: Reservoir evaluation of Upper Permian buildups in the Jameson Land basin, East Greenland. *Rapport Grønlands Geologiske Undersøgelse* **149**, 23 pp.
3. Stemmerik, L. 1993: Moscovian bryozoan-dominated build-ups, northern Amdrup Land, eastern North Greenland. In: T.O. Vorren, E. Bergsager, Ø.A. Dahl-Stamnes, E. Holter, B. Johansen, E. Lie & T.B. Lund (eds.) *Arctic geology and petroleum potential*. Norwegian Petroleum Society (NPF) Special Publication **2**, 99–106: Elsevier, Amsterdam.
4. Stemmerik, L. & Larssen, G.B. 1993: Diagenesis and porosity evolution of Lower Permian Palaeoaplysina build-ups, Bjørnøya: An example of diagenetic response to high frequency sea level fluctuations in an arid climate. In: A. D. Horbury and A.G. Robinson (eds.) *Diagenesis and Basin Development*. American Association of Petroleum Geologists Studies in Geology **36**, 199–211.
5. Stemmerik, L., Larson, P.A., Larssen, G.B., Mørk, A. & Simonsen, B.T. 1994: Depositional evolution of Lower Permian Palaeoaplysina build-ups, Kapp Duner Formation, Bjørnøya, Arctic Norway. *Sedimentary Geology* **92**, 161–174.
6. Stemmerik, L. 1995: Permian history of the Norwegian - Greenland Sea area. In: P.A. Scholle, T.M. Peryt & D.S. Ulmer-Scholle (eds.) *The Permian of northern Pangea*, vol. 2: *Sedimentary basins and economic resources*. Berlin, Springer Verlag, 98–118.
7. Stemmerik, L., Nilsson, I. & Elvebakk, G. 1995: Gzhelian-Asselian depositional sequences in the western Barents Sea and North Greenland. In: R.J. Steel, V.L. Felt, E.P. Johannessen & C. Mathieu (eds) *Sequence Stratigraphy on the Northwest European Margin*. Norwegian Petroleum Society (NPF) Special Publication **5**, 529–544: Elsevier, Amsterdam.
8. Stemmerik, L. & Worsley, D. 1995: Permian history of the Barents Shelf area. In: P.A. Scholle, T.M. Peryt & D.S. Ulmer-Scholle (eds.) *The Permian of northern Pangea*, vol. 2: *Sedimentary basins and economic resources*. Berlin, Springer Verlag, 81–97.
9. Stemmerik, L. 1996: High frequency sequence stratigraphy of a siliciclastic influenced carbonate platform, lower Moscovian, Amdrup Land, North Greenland. In: J.A. Howell & J.F. Aitken (eds.) *High Resolution Sequence Stratigraphy: Innovations and Applications*. Geological Society London, Special Publication **104**, 347–365.
10. Stemmerik, L. 1997: Permian (Artinskian-Kazanian) cool-water carbonates in North Greenland, Svalbard and the western Barents Sea. In: N.P. James & J. Clark (eds.) *Cool-water Carbonates*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication **56**, 349–364.
11. Stemmerik, L., Elvebakk, G., Nilsson, I. & Olausson, S. 1998: Comparison of upper Bashkirian - upper Moscovian high frequency sequences between Bjørnøya and the Loppa High, western Barents Sea. In: F.M. Gradstein, K.O. Sandvik & N.J. Milton (eds.) *Sequence Stratigraphy – concepts and applications*. Norwegian Petroleum Society (NPF) Special Publication **8**, 215–227: Elsevier, Amsterdam.
12. Stemmerik, L., Elvebakk, G. & Worsley, D. 1999: Potential Upper Palaeozoic carbonate reservoirs on the Norwegian Arctic Shelf - application to exploration of the Loppa High. *Petroleum Geoscience* **5**, 173–187.

13. Stemmerik, L., Willersrud, K. & Elvebakk, G. 1999: Synthetic seismic models of stacked Upper Carboniferous carbonate platforms in North Greenland and comparison to Barents Sea seismic data. *Petroleum Geoscience* **5**, 399–407.
14. Stemmerik, L. 2001: Sequence stratigraphy of a low productivity carbonate platform succession; the Upper Permian Wegener Halvø Formation, Karstryggen area, East Greenland. *Sedimentology* **48**, 79–97.
15. Stemmerik, L., Ineson, J.R. & Mitchell, J.G. 2000: Stratigraphy of the Rotliegend Group in the Danish part of the Northern Permian Basin, North Sea. *Journal of the Geological Society, London* **157**, 1127–1136.
16. Stemmerik, L. & Worsley, D. 2000: Upper Carboniferous cyclic shelf deposits, Kapp Kåre Formation, Bjørnøya, Svalbard: response to high frequency, high amplitude sea level fluctuations and local tectonism. *Polar Research* **19**, 227–249.