

# PALÆOMILJØET OMKRING DANIEN/SELANDIEN-GRÆNSEN

Et eksempel på praktisk anvendelse af foraminiferer

Jan Audun Rasmussen

Som det blev beskrevet i den forgående artikel af Kurt Nielsen er foraminiferer encellede mikroskopiske, skalbærende dyr, tættest beslægtede med amøber, der lever fritsvævende i havet (planktoniske) eller på eller i havbunden (benthoniske). De første opstod for over 500 millioner år siden og gruppen eksisterer stadig i bedste velgående. De første beskrivelser af foraminiferer er fra tiden omkring det 16. og 17. århundrede, fra tiden lige før mikroskopet blev opfundet. På det tidspunkt måtte man ty til et almindeligt forstørrelsesglas, når mikroskopiske fossiler skulle studeres.

Foraminiferforskningen fik vel nok sit endelige gennembrud i tiden efter Første Verdenskrig, hvor det var olieindustrien, der satte skub i sagerne. Der, hvor industrien især øjnede muligheder, var fossilernes anvendelse til tolkning af palæoaflejringsmiljø, dvs. det fortidige aflejringsmiljø, samt til relativ aldersbestemmelse af undergrundens forskellige lag, også kaldet biostratigrafi. Disse discipliner er stadig blandt foraminiferernes vigtigste anvendelsesområder. Det kan tilføjes, at foraminiferer og andre mikrofosiler i dag har en udbredt anvendelse ved styring af borer i forbindelse med olie- og gasforekomster, herunder også de stadig mere almindelige, horisontale borer.

Skulle man selv få lyst til at se på fossile foraminiferer, kan det f. eks. gøres ved, at man kører til Stevns Klint og tager en håndfuld skrivekridt med hjem (om skrivekridt, se f.eks. VARV 2000,4). Foraminifererne vil oftest være mest talrige i det kridt, man kan samle op nærmest strandkantniveauet, nærmere betegnet fra de lag, der findes under det mørke fiskeler, og som stammer fra den seneste del af Kridttiden. Bor man langt fra Stevns, kan man dog finde foraminiferer i en lang række andre sedimentter lige fra mørke lerskifre til sandede aflejringer. Eksempelvis er der fine foraminiferer i de eocæne Røsnæs Ler og Søvind Mergel, formationer ved Albæk Hoved på nordsiden af Vejle Fjord. I de fleste tilfælde kan foraminifererne frembringes ved simpel vådsigtning, og langt de fleste vil være at finde i fraktionen mellem 0,063 millimeter og 1 millimeter. Har man ikke et mikroskop til rådighed, kan man bruge en god lup til at nyde synet af de største individer.

Studier af recente foraminiferer såvel som fossile har vist, at visse slægter og arter foretrak nogle aflejringssmiljøer fremfor andre. Nogle var f.eks. især knyttet til havbunden på den indre, kystnære shelf (dvs. kontinentalsokkel), mens andre svævede rundt i vandmasserne i det åbne ocean. Således vil forholdet mellem de benthoniske og planktoniske foraminiferer give et fingerpeg om, hvilket fortidigt miljø den analyserede prøve repræsenterer. Domineres prøven af f. eks. planktoniske foraminiferer er det sandsynligt, at den repræsenterer et oceanisk miljø fra kontinentalskråningen (slopen), på mellem ca. 200 og 2.000 meters dybde, eller måske endnu dybere. Dette skal dog kun tages som en grov tommelfingerregel, da man er nødt til at se både på selve sedimentet samt andre fauna-indikatorer for at være mere sikker på tolkningen. F. eks. kan sortering eller delvis opløsning af sedimentet have forvansket den oprindelige artssammensætning.

Foraminiferernes form siger noget om, hvorledes deres levevis har været, og relationen mellem form og levevis hedder med et fagudtryk funktionel morfologi. Det kan her nævnes, at fladskallede former ofte levede på havbunden (epifauna) eller kun delvist nedgravede, mens de torpedoformede foraminiferer (figur 1) gravede sig ned i sedimentet under havbunden (infauna).

Det har længe været kendt, at den fremherskende levevis på et bestemt sted bl. a. kan hænge sammen med havvandets iltindhold, og det er blevet påvist, at de relativt fladskallede, epifaunale former kendetegnede et iltrigt (aerobt) miljø, mens de torpedoformede var typiske for et intermediært eller iltfattigt (anae-

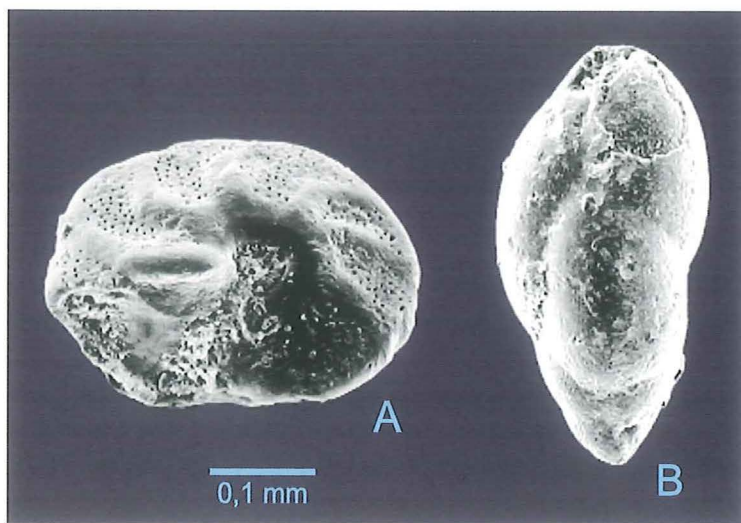


Fig. 1. To typiske skalformer benyttet ved udregning af iltindekset. A: Planokonveks, kalkskallet, bentisk foraminifer almindelig under velilteede forhold. Torpedoformet, kalkskallet, bentonisk foraminifer, tolerant over for dårligt iltede forhold.

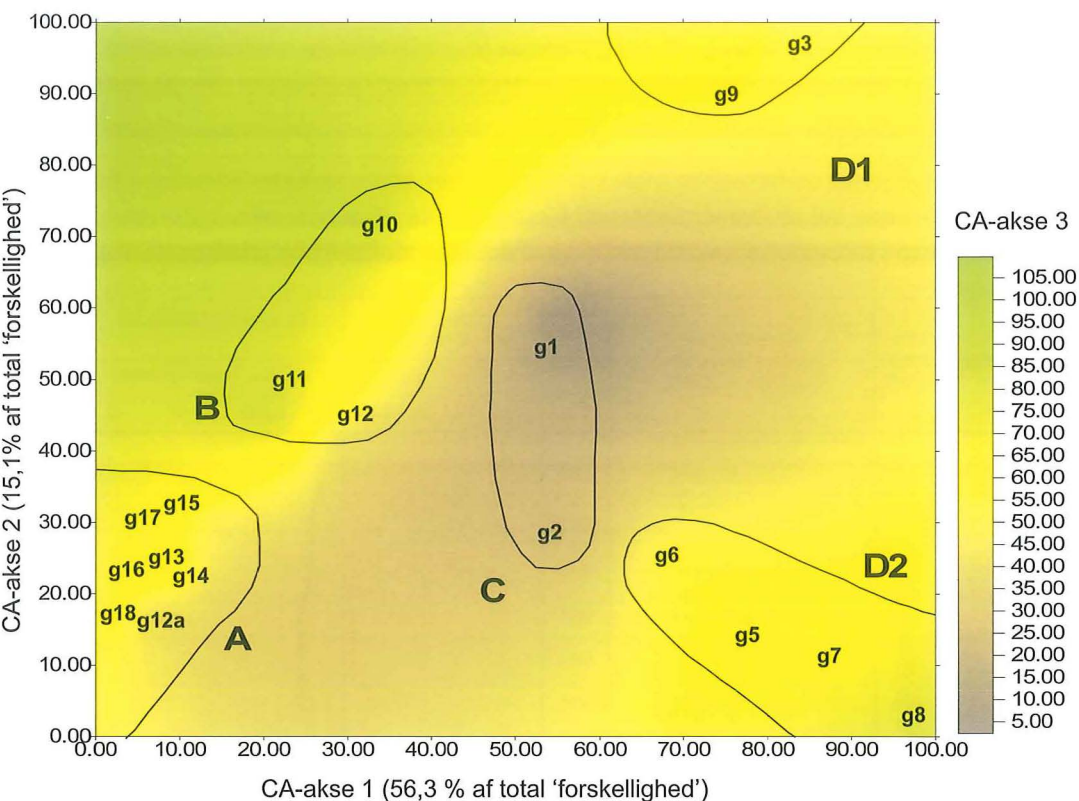


Fig. 2. Gruppering af prøver (g1-g18) ved hjælp af Correspondence Analyse. Plottet viser, hvilke prøver der ligner hinanden mest med hensyn til indholdet af 11 udvalgte slægter. De prøver, der er meget ens med hensyn til det relative antal individer af bestemte foraminiferer, plottes tæt på hverandre. Prøver placeret i den venstre del af diagrammet er meget forskellige fra dem i den højre del med hensyn til slægtsammensætning. Grupperne A-D repræsenterer 4 biofacies, hver karakteriseret af bestemte, dominerende slægter. De biofacies, der fra litteraturen vides at repræsentere de mest kystnære miljøer, ses i diagrammets venstre side.

robt) miljø. Der blev for godt 10 år siden præsenteret et iltindeks baseret på foraminiferer. Iltindekset udregnes ganske enkelt som  $OI = A \cdot 100 / (A + N)$ , hvor A = aerobe former, N = anaerobe former og OI = iltindekset. Der er altså en række parametre, der kan tages i betragtning, når foraminiferer skal benyttes til miljøtolkning.

Nedenstående eksempel viser, hvorledes foraminiferer kan bruges til en tolkning af aflejringsmiljøet hen over Danien/Selandien-grænsen for ca. 61 millioner år siden. De analyserede prøver er indsamlet ved Gemmas Allé på Amager

og venligst stillet rådighed af Svend Stouge fra Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS). Prøverne er tidligere benyttet til en bred biostratigrafisk undersøgelse udført på GEUS, hvori både planktoniske alger (dinoflagellater og kokkolitter), større planters sporer og pollen samt foraminiferer indgik. Denne undersøgelse viste i øvrigt entydigt, at der mangler aflejringer fra den øverste del af Danientiden ved Gemmas Allé. Prøverne blev indsamlet i Kastrup i forbindelse med udgravning af den nye motorvej og jernbane til Ka-

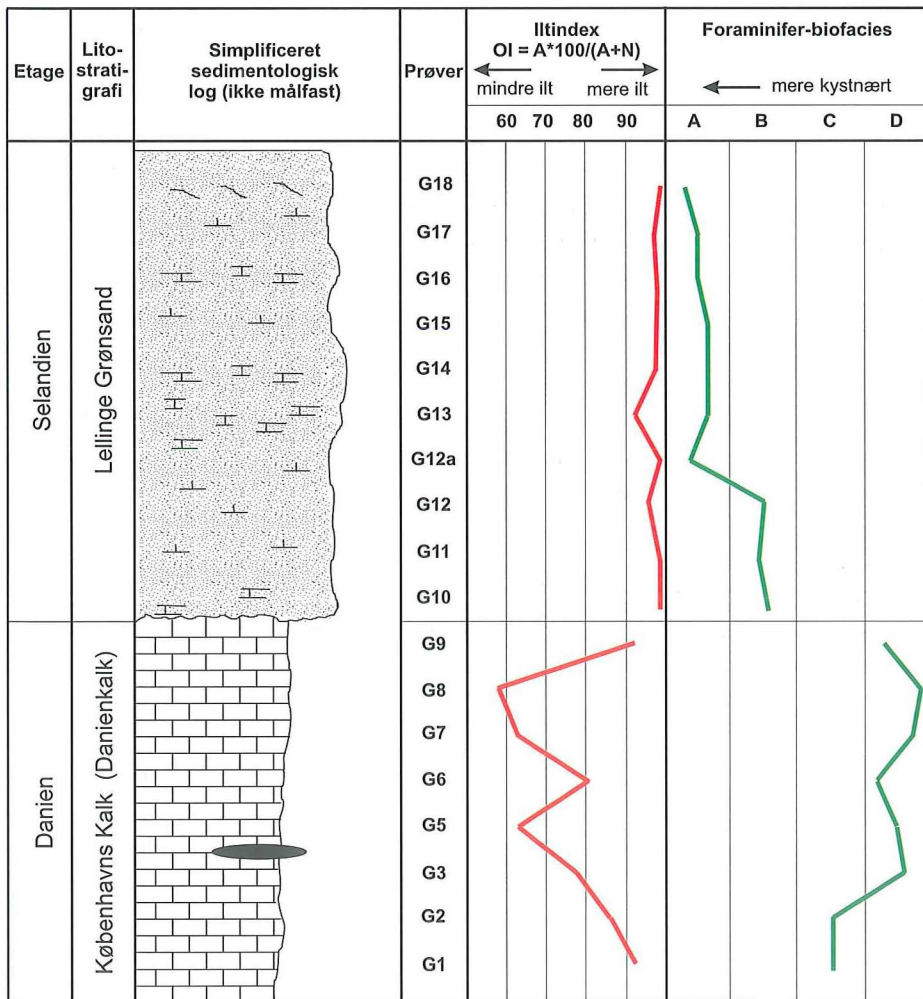


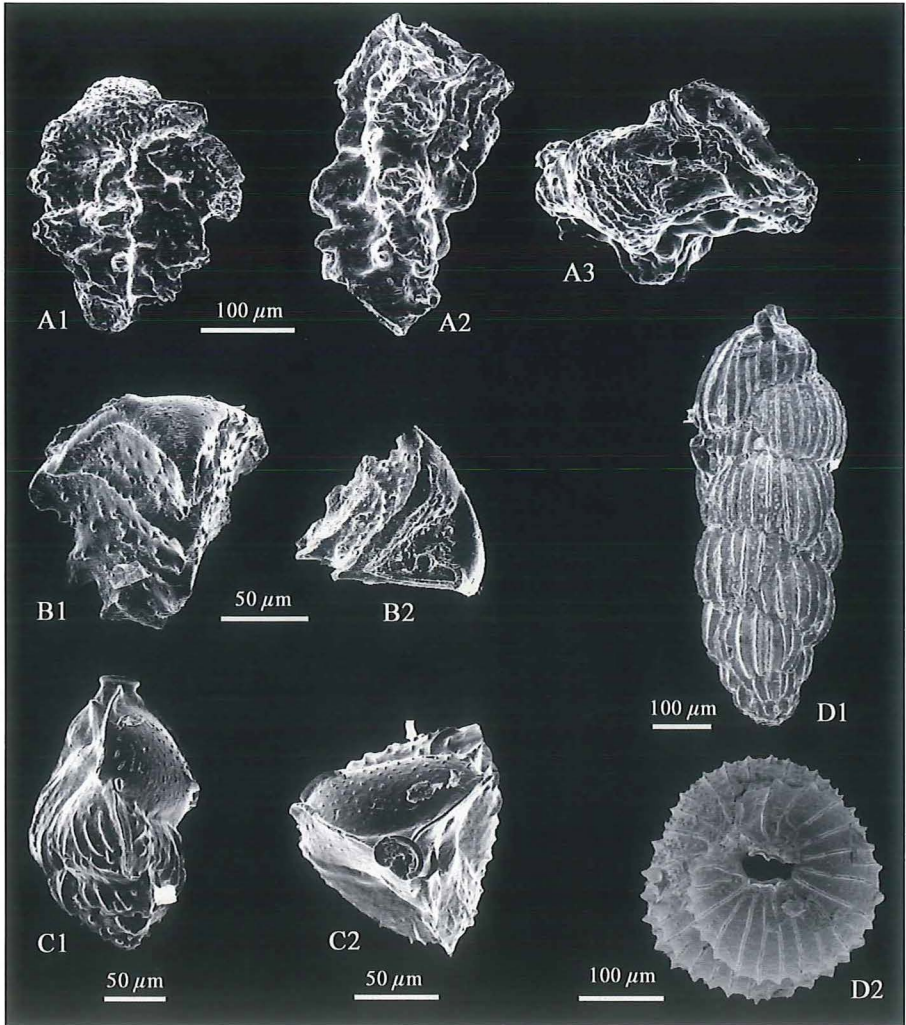
Fig. 3. Skematiseret, sedimentologisk log med angivelse af iltindeks og biofacies for hver af de analyserede prøver. Kurverne viser, at de mest veliltede forhold - ikke overraskende - findes i de mest kystnære aflejringsmiljøer.

strup Lufthavn og lokaliteten, der i dag desværre er overdækket, blev benævnt Gemmas Allé efter en gade i nærheden.

Danien/Selandien-grænsen repræsenterer overgangen fra en lang periode med overvejende aflejring af kalksedimenter (Øvre Kridt og Danien) til en periode domineret af siliciklastiske sedimenter, dvs. hovedsagelig ler, silt og sand (tiden fra Selandien til nutiden). Det ca. 6 meter mægtige profil ved Gemmas Allé repræsenterer således et skift fra Danientidens kalk til Selandientidens grågrønne mergel kaldet Lellinge Grønsand.

Der er ikke mulighed for at gå i detalje med data og analyser i denne sammenhæng, men det kan kort nævnes, at de 18 analyserede prøver indeholdt ca. 3.500 individer fordelt på ca. 50 slægter og 84 arter. Heraf blev 11 benthoniske foraminiferslægter, der blev vurderet som særligt værdifulde i miljøtolknings-sammenhæng, udvalgt til videre analyse og tolkning. En såkaldt multivariat statistisk analyse (correspondence analyse) viste, at de 18 prøver fordelte sig i 5 adskilte grupper, hver karakteriseret af en særlig faunasammensætning (figur 2).

En bjergartsenhed, der indeholder faunaselskaber, som lateralt ændrer sammensætning, kan med et fagudtryk, opdeles i biofacies. Biofacies A udgøres her af slægter, der er velkendte fra relativt kystnære miljøer på den indre del af kontinentalsokkelen, mens Biofacies B, C og D indeholder gradvist færre af disse slægter. Som det fremgår af figur 3, var Biofacies D og C dominerende i den øverste del af Danienkalken, mens Biofacies A og B karakteriserede den nederste del af Lellinge Grønsand Formationen. Biofacieskurven, der til en vis grad må forventes at afspejle afstand fra kysten eller havdybde, antyder således et mere kystnært miljø i Tidlig Selandien end i Sen Danien. Dette hænger – lykkeligtvis – godt sammen med de sedimentologiske observationer, der blev gjort på lokaliteten. Det gælder endvidere, at Biofacies D indeholder væsentligt flere torpedoformede individer end de andre biofacies, hvilket peger på relativt mere ilttrige betingelser i Lellinge Grønsand Formationen end i visse dele af Danienkalken. Danienkalken kan dog ikke karakteriseres som aflejret under iltfattige forhold, da der hyppigt findes både bundlevende fossiler samt spor efter biologisk graveaktivitet (bioturbation) i sedimenterne.



*Table 8. Udvalgte bulliminider*  
*A1-A3: Bolivina plicatella. B1-B2: Reusella spinulosa.*  
*C1-C2: Trifarina angulosa. D1-D2: Uvigerina peregrina*