

Nye oplysninger om Kvartær stratigrafi – baseret på foraminiferer fra en ny boring på Anholt, Kattegat

MARIT-SOLVEIG SEIDENKRANTZ



Seidenkrantz, M.-S. 1992: Nye oplysninger om Kvartær stratigrafi – baseret på foraminiferer fra en ny boring på Anholt, Kattegat. *Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1990–91*, side 81–88. København, 18. november 1992.

The Quaternary sequence of a boring from Anholt comprises both marine and non-marine sediments spanning a time interval from the Holocene to at least as far back as the Saalian.

The oldest Quaternary sediments consist of 15 m till followed by 5 m glaciofluvial sand. This sequence is succeeded by 7.8 m marine silty clay of Saalian to Eemian age. The environmental changes at the Saalian-Eemian transition resemble the Allerød-Younger Dryas-Preboreal cycle at the Weichselian-Holocene transition. The top 5000 years of the Eemian seems to be missing at Anholt.

The Eemian sediments are succeeded by 15 m sand and 7–8 m non-marine, varved clay overlain by 2 m marine clay, which can be correlated to the Middle Weichselian of the Skærumhede series. This is covered by 6 m silty clay and 40 m sand of non-marine origin. The uppermost about 2 m may represent the Holocene coastal accretion on Anholt.

Correlation with localities in North Jutland suggests increased subsidence towards the northwest in the basin.

Marit-Solveig Seidenkrantz, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 8000 Århus C., 15. november 1991.

Indledning

Det nordlige Jylland og Kattegat området (fig. 1) udgjorde i Sen Kvartær et sammenhængende, strukturelt betinget aflejringsbassin (H. Lykke-Andersen 1987). De hidtidige oplysninger om dette bassin stammer overvejende fra boringer og daglokaliteter i Nordjylland (bl.a. Bahnson et al. 1974, Knudsen 1976, 1984, 1985a, Knudsen & Lykke-Andersen 1982, A.-L. Lykke-Andersen 1987). Med det formål at etablere en mere nuanceret viden om aflejringsbassinet og udbredelse blev der i foråret 1990 foretaget en 306 m dyb boring på Anholt.

Der var allerede i 1943 foretaget en 230 m dyb boring, Anholt I (no. 51.12), kun omkring 100 m fra placeringen af den nye boring. Kvaliteten af materialet fra den gamle boring var dog meget dårlig (Lykke-Andersen 1990). Den nye boring blev i praksis gennemført som tre borehuller, Anholt II, III og IV, men kun fra de to første af disse blev der udtaget materiale fra den kvartære lagfølge. Denne udgør de øverste ca. 105 m sediment. Afstanden mellem de to borehuller er kun omkring 20 m, og resultaterne af analyserne vil her blive præsenteret sammenhængende (fig. 3,

4). Boringerne er placeret på udkanten af Flakket, et område med Holocæn kystudbygning ved foden af Nordbjerg i den nordvestlige del af Anholt (fig. 2), ca. 2 m over nuværende havniveau.

Materialer og metoder

Denne undersøgelse bygger på en analyse af foraminiferfaunaer dels fra kerne- og kernefangermateriale og dels fra skylleprøver. De lerede sedimentter er normalt repræsenteret ved kernemateriale, mens de sandede sedimentter oftest kun eksisterer i form af skylleprøver. Skylleprøverne er dog meget rene, og det er som oftest let at genkende nedskyllet materiale, da dette kun forekommer i små mængder. Den sedimentologiske beskrivelse er foretaget af Ole Bjørslev Nielsen, Aarhus Universitet.

Kerneprøverne til foraminiferer-analyser repræsenterer hver 1–3 cm, mens skylleprøverne omfatter 1,5–3 m sediment. Prøverne blev i laboratoriet behandlet efter en standard metode, beskrevet af Meldgaard & Knudsen (1979). Resultaterne af foraminifer tællingerne er angivet i fig. 3 og 4.

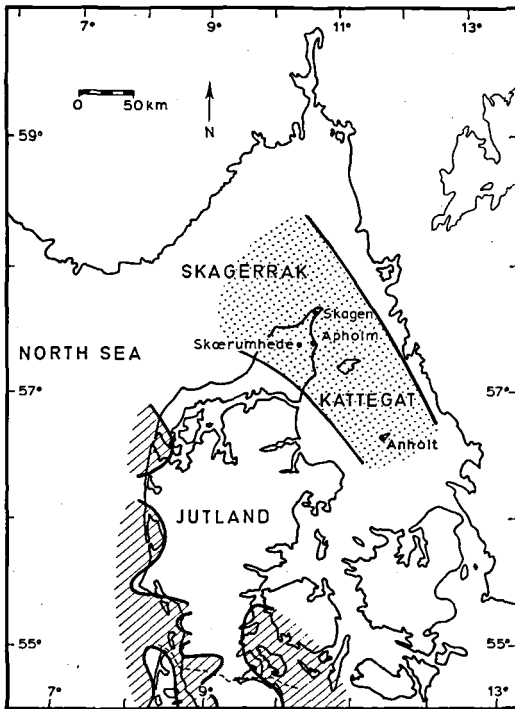


Fig. 1. Lokaltetskort med angivelse af udbredelsen af Eem-havet under den maksimale transgression. Den prikkede signatur markerer en dybere marin facies (omkring 100 m vanddybde) i et, antageligt strukturelt betinget, NV-SØ strygende nordligt bassin (H. Lykke-Andersen 1987). Den skraverede signatur viser udbredelsen af lavvandede, kystnære facies (20-40 m's vanddybde) mod syd og sydvest (efter Knudsen in press).

The location of the mentioned localities and the maximum extension of the Eemian sea. The open dots mark a deeper marine facies (about 100 m water depth) of a presumably structurally determined NW-SE trending basin across northern Denmark (H. Lykke-Andersen 1987). The hatching indicates shallow marine coastal facies (20-40 m water depth) to the south and southwest (after Knudsen in press).

Saale og Eem

De ældste lag af Kvartær alder består af en godt 15 m tyk till-sekvens af varierende korntørrelse, men altid med en leret matrix. Den indeholder ingen kvartære foraminiferer, men mange prækvartære foraminiferer og bryozoaer (fig. 3). Til- len overlejres af godt 5 m fossilfrit smeltevands- sand repræsenteret ved skylleprøver. Kun en enkelt prøve, fra et mere lerholdigt sediment i en kernefangerprøve omtrent midt i sandserien, indeholder mange prækvartære og få kvartære foraminiferer. Denne prøve er specielt kendetegnet ved de kvartære foraminiferer *Elphidium excava-*

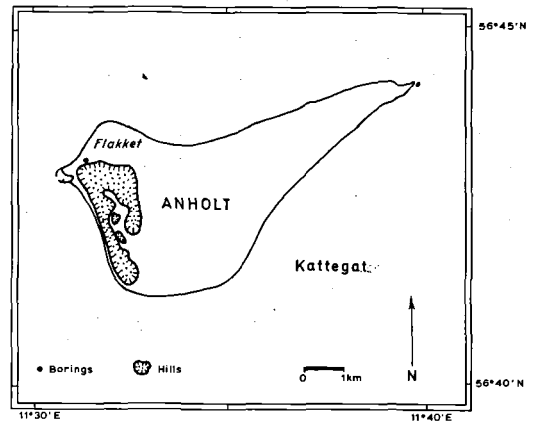


Fig. 2. Placeringen af Anholt borerne.

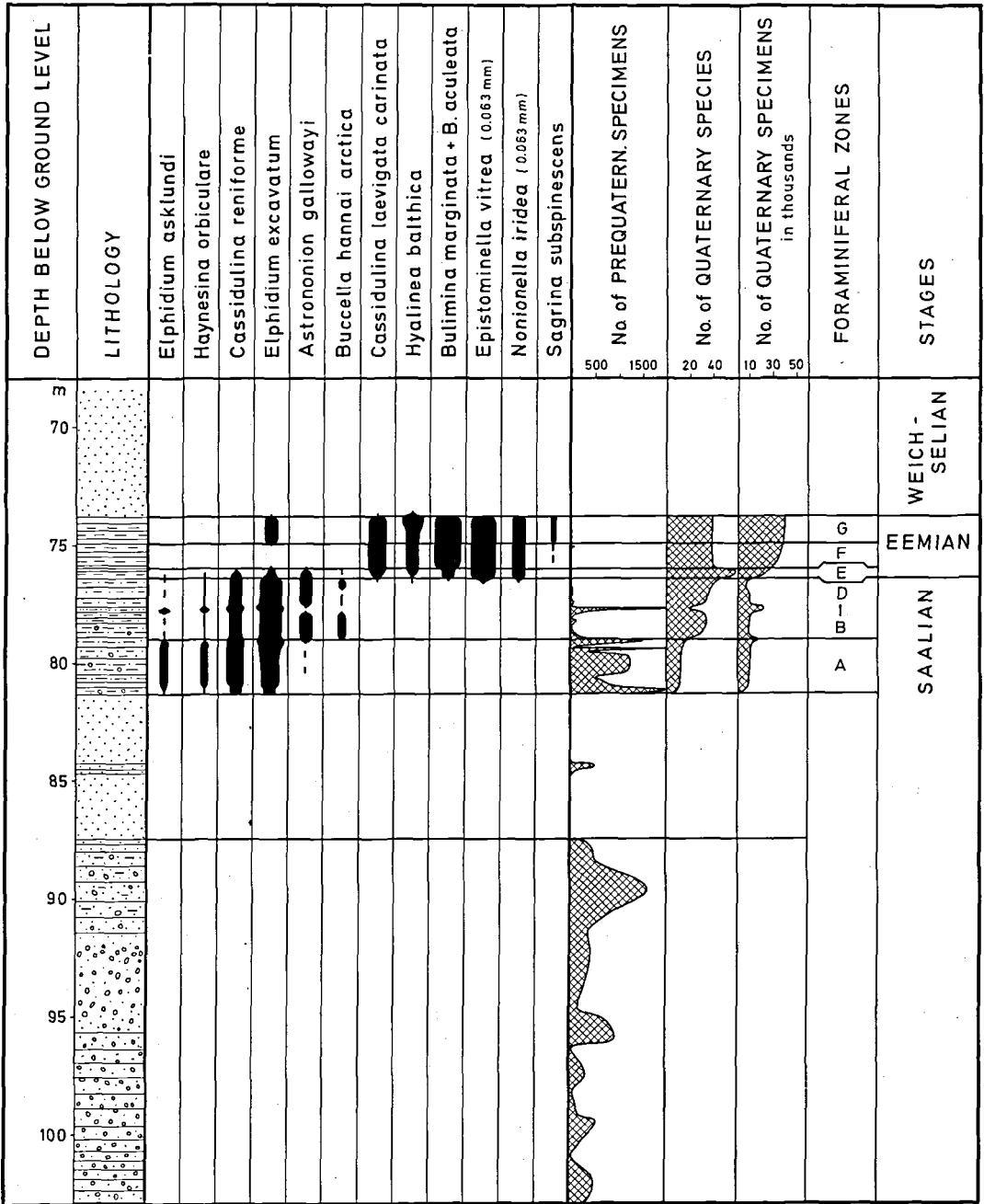
The location of the Anholt borings.

tum s.l. (Terquem) *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Bolivina skagerrakensis* Quale & Nigam, *Cassidulina reniforme* Nørvang og *Cassidulina laevigata carinata* Silvestri. Majoriteten af disse foraminiferer er boreale former, der idag lever ved vanddybder på 50-100 m, og de må være omlejlrede fra ældre interglaciale lag, der ikke findes på Anholt.

De ældste marine kvartære aflejringer består af 7,8 m siltet til sandet ler med skaller og isdroppede sten (fig. 3) (kerneprøver). Frekvensen af dropsten aftager opefter samtidigt med, at korntørrelsen generelt aftager. På grundlag af et stort indhold af kvartære foraminiferer kan de 7,8 m marine sedimenter inddeles i 7 foraminiferzoner spændende fra A til G (Seidenkrantz in prep.).

Zone A er repræsenteret af en højarktisk fauna med ringe diversitet og dominans af *Elphidium excavatum*, forma *clavata* (Terquem) og *Cassidulina reniforme* (fig. 3). Lignende faunaer er fundet tæt ved recente gletcherrande (Nagy 1965, Elverhøi et al. 1980), og zonen tolkes som afsat i et ekstremt, proksimalt, glaciomarint miljø. Dette underbygges desuden af tilstedeværelsen af de mange isdroppede sten.

Zonerne B til D præges af indvandringen af en del nye arter. De hyppigste blandt disse er *Astronion gallowayi* Loeblich & Tappan og *Buccella hannai arctica* Voloshinova. De nytillkomne arter, udgøres overvejende af former, der har deres recente udbredelse i både arktiske og boreale miljøer. Dette, kombineret med aftagen af mængden af isdroppet materiale, indicerer en kli-



LEGEND:

- Clay
- Silt
- Sand
- Pebbles, Stones

Fig. 3. Fordelingsskema for den nederste del af den kvartære lagfølge i Anholt boringerne strækkende sig fra ca. 100 til 70 m's dybde. Udbredelsen af de vigtigste arter er vist som absolutte tal (antal individer/100 g sediment). Desuden er der angivet antallet af kvartære arter per prøve, det totale antal af kvartære individer samt antallet af omljrede prækvartære foraminiferer (Maastrichtien) per 100 g sediment.

Foraminiferal concentration diagram for the lower part of the Quaternary sequence at Anholt ranging from about 100 m to 70 m depth. Only selected species are shown (numbers/100 g sediment). The diagram also illustrates the number of Quaternary species per sample, the total number of Quaternary specimens per 100 g sediment and the number of redeposited Prequaternary specimens (Maastrichtian) per 100 g sediment.

maforbedring samt et aflejringsmiljø mere distalt i forhold til gletcherfronten.

Klimaforbedringen afbrydes midlertidigt i Zone C, der kun er repræsenteret af 12 cm sediment. De boreo-arktiske arter forsvinder atter fra miljøet, og der ses en tilbagevenden til højarktiske forhold. I løbet af Zone D følger dog atter en langsom tilbagevenden til mere favorable forhold.

Den generelle klimaforbedring, der er foregået fra Zonerne A til D, forstærkes i Zone E. Faunaerne i Zone E afspejler således en hurtig klimaforbedring fra subarktiske til boreo-lusitanske forhold med en samtidig havspejlsstigning. Vanddybden anslås til omkring 100 m i Zone F. Denne drastiske miljøændring er kun repræsenteret ved 35 cm sediment. Faunaændringen fra Zone F til Zone G karakteriseres af indvandringen af *Sagrina subspinescens* (Cushman) og *Elphidium excavatum*, forma *selseyensis* (Heron-Allen & Earland) foruden et mindre antal *Brizalina spathulata* (Williamson), samt et skift i dominans fra *Bulimina aculeata* d'Orbigny til *Bulimina marginata*. Denne ændring er snarere et resultat af nedsat iltholdighed ved bunden end af en klimaændring.

Der kan ikke foretages en direkte korrelation af de kolde fauna zoner fra Anholt med materiale fra andre lokaliteter i Kattegat området. Dominansen af de boreo-lusitanske arter *Bulimina* spp., *Cassidulina laevigata carinata*, *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Sagrina subspinescens*, samt tilstedeværelsen af *Quinqueloculina padana* (Perconig) gør det dog simpelt at korrelere Zonerne F og G til Eem faunaer fra Zone N3 (nedre *Turritella terebra* mollusk zone) fra Skærumhede serien i Nordjylland (Knudsen & Lykke-Andersen 1982, Knudsen 1984, A. L. Lykke-Andersen 1987). Dette betyder, at Zonerne A til D henføres til Øvre Saale og Zone E til det allernederste Eem.

Sekvensen fra Zone A til E er ikke tidligere påvist fra andre lokaliteter i Danmark. Denne er specielt interessant, fordi den afspejler en gradvis opvarmning fra Saale til Eem med skiftende stadiale og interstadiale forhold. Zone A er aflejret under stadiale forhold, mens Zone B repræsenterer interstadiale forhold. Den kortvarige klimaforværring i Zone C repræsenterer igen stadiale forhold, mens Zone D er tolket som den efterfølgende, trinvis klimaforbedring fra et ekstremt

stadialt miljø til lidt mildere forhold indenfor samme stadial. Zone E afspejler den hurtige opvarmning til fuldt interglaciale forhold i starten af Eem. Disse klimasvingninger kan sammenlignes med Allerød/Yngre Dryas/Præboreal cyklen ved Weichsel/Holocæn overgangen. Zone B er således ækvivalent til Allerød, mens Zone C til D svarer til Yngre Dryas og Zone E til Præboreal (Seidenkrantz in prep.).

Den regressive tendens med indvandring af lavtvandsarter, der kendetegner den øverste del af Eem lagserien i de Nordjyske lokaliteter Apholm og Skærumhede (fig. 1) (Knudsen & Lykke-Andersen 1982, Knudsen 1984, in press), ses ikke i materialet fra Anholt (fig. 3). Dette skyldes formodentligt, at toppen af Eem er eroderet bort på Anholt. For at give et skøn over, hvor stor en del der er forsvundet, er der foretaget en nøjere sammenligning med boringen fra Apholm.

Der antages her, at de 50 m sediment fra Eem i Apholm boringen repræsenterer en næsten komplet Eem lagserie. Dette giver, med en varighed af Eem på 15.000 år (Martinson et al. 1987), en sedimentations-hastighed på $\frac{1}{3}$ cm/år (T. Laier pers. medd. 1991, Knudsen in press). Da foraminiferfaunaerne fra Anholt og Apholm viser stor lighed, antages det, at individtætheden af foraminiferer per tidsenhed var den samme på de to lokaliteter. Under forudsætningen af, at denne hypotese er korrekt, kan sedimentations-hastigheden for Eem sedimenterne på Anholt beregnes. Da der gennemsnitligt er 10 gange så mange foraminiferer per sedimentenhed på Anholt (ca. 26.000/100 g sediment) som ved Apholm (ca. 2600/100 g sediment), må sedimentations-hastigheden for Anholt materialet have været $\frac{1}{10}$ af den ved Apholm. Dette giver en sedimentations-hastighed på $\frac{1}{3}$ mm/år på Anholt. Da tykkelsen af Eem på Anholt er ca. 3 m, vil dette betyde, at der mangler ca. $\frac{1}{3}$ af lagserien svarende til ca. 5000 år (Seidenkrantz in prep.).

Eemhavet har i det nordlige Danmark haft sin udbredelse i en forholdsvis smal arm i et tektonisk betinget indsynkningsbassin (H. Lykke-Andersen 1987), som strakte sig fra Nordsøen over Nordjylland og mod sydvest ned i Kattegat (fig. 1). Denne del af Eemhavet er kendetegnet ved shelfsedimenter afsat på omkring 100 m's vanddybde (Knudsen 1984, in press) og adskiller sig faunamæssigt stærkt fra de kystnære facies, der er repræsenteret i den sydlige og sydvestlige del af

Danmark (fig. 1) (bl.a. Konradi 1976; Knudsen 1985b, 1988, Penney 1989).

En nøjere sammenligning af foraminifer-faunerne fra Eem i Anholt boringerne med faunerne fra Apholm og Skærumhede indicerer, at aflejringerne fra Anholt er afsat i et lidt mere lavvandet miljø. En tendens til tiltagende vanddybde nordover ses ligeledes mellem Apholm/Skærumhede og Skagensområdet (fig. 1) (Knudsen 1985a). Der ses således en generelt aftagende vanddybde sydover gennem hele armen af Eemhavet (fig. 1).

Weichsel

Det marine Eem overlejres af ca. 15 m sand (skylleprøver) efterfulgt af 7-8 m non-marint, varvigt ler (kerneprøver) (fig. 4). I en enkelt prøve nederst i sandet er der fundet enkelte velbevarede mollusk skaller: 2 hele skaller af muslingen *Macoma calcarea* (Chemnitz) samt enkelte snegle. Der er dog ikke fundet foraminiferer. Sandserien kan enten tolkes som en strandaflejring fra starten af Weichsel eller som en fluviatil aflejring med omlejet materiale fra en nærliggende strand.

Over det non-marine ler følger ca. 2 m marint ler med en større mængde kvartære foraminiferer (kerneprøver). Denne marine lerenhed indeholder i den øverste del et tyndt, sandet, næsten fossilfrit lag (fig. 4). Foraminifer-faunaen afspejler forskellige miljøbetingelser på hver side af sandlaget. Faunaen under det sandede lag har en lav diversitet og kun et forsvindende indhold af boreale individer. Den indicerer et højarktisk, stadialt miljø. Derimod afspejler den mere diverse fauna med omkring 10% boreale individer fra zonen over det sandede lag en senere klimaforbedring til interstadiale forhold.

På baggrund af foraminifer-faunaen kan den kolde zone under sandlaget korreleres til en af de to kolde zoner, Zone V eller Zone II, fra Mellem Weichsel i Skærumhede serien (se Knudsen 1976, A.-L. Lykke-Andersen 1987, Lykke-Andersen & Knudsen 1990). Begge zonerne repræsenterer et stadialt miljø, og de er korreleret til henholdsvis isotopstadium 4 (65-70 ka BP) og den midterste del af isotopstadium 3 (35-40 ka BP) (Lykke-Andersen & Knudsen 1987, Martinson et al. 1987). Deraf følger, at den øvre, varmere fauna

kan korreleres med enten Zone IV eller Zone I fra Mellem Weichsel i Skærumhede serien (cf. Knudsen 1976, A.-L. Lykke-Andersen 1987, Lykke-Andersen & Knudsen 1990). De to varme zoner henføres til varmere intervaller i henholdsvis bunden og toppen af isotopstadium 3 (45-60 ka BP og 25-35 ka BP), og de kan med et vist forbehold korreleres til henholdsvis Moershoofd og Denekamp-Hengelo Interstadialerne (Lykke-Andersen & Knudsen 1990, Martinson et al. 1987).

Det tynde marine lag fra Anholt svarer således til et niveau enten lige under eller indenfor det Ældre Yoldia Ler (her defineret som den del af Mellem Weichsel sedimenterne, der er eksponeret i dag-lokaliteter i Nordjylland). De ældste sedimentter fra Ældre Yoldia Ler er henført til Zone IV i Skærumhede serien (Lykke-Andersen 1971, A.-L. Lykke-Andersen 1987).

Det marine Mellem Weichsel fra Anholt efterfølges først af ca. 6 m siltet ler (fig. 4). Derefter følger knapt 40 m sand med få lerede indslag inden de øverste godt 2 m sediment, der muligvis repræsenterer den Holocæne landvinding, der er sket i området omkring Flakket (fig. 2).

Prøverne er skiftevis kerneprøver og skylleprøver. Det siltede ler indeholder ingen foraminiferer, men der er et ret stort indhold af kvartære foraminiferer i sandserien. Alligevel tolkes hele serien som non-marin, fluviatil, da de tilstedeværende foraminiferer er en blanding af arktiske arter såsom *Cassidulina reniforme* *Buccella frigida* (Cushman), *Islandiella helenae* Feyling-Hanssen & Buzas og boreo-lusitanske arter såsom *Bulimina* spp., *Hyalinea bathica* og *Cassidulina laevigata carinata*. Desuden er de fleste skaller slidte og bærer præg af transport.

Denne non-marine sandsekvens kan antagelig korreleres til en ca. 30 m tyk sandet aflejring på Læsø (se Knudsen 1986), som udviser stor lighed med aflejringen på Anholt. Lagerien på Læsø består også af et sandet sediment med et stort indhold af slidte foraminiferer med forskellige miljøkrav repræsenteret ved de samme arter som på Anholt (Knudsen unpubl.). Det non-marine sand overlejrer på Læsø marint ler, der korreleres med Skærumhede seriens Zone I fra Mellem Weichsel (Knudsen 1986). De non-marine, fluviatile lag får derved en sen Mellem Weichsel eller Sen Weichsel alder.

I Skærumhede II boringen er der fundet ca. 30

m non-marint sand med lerede indslag over det marine Mellem Weichsel (Bahnsen et al. 1974, A.-L. Lykke-Andersen 1987). Det er således muligt, at der findes tykke Mellem til Øvre Weichsel non-marine, fluviatile aflejringer over et større område i Nordjylland og Kattegat, muligvis betinget af det samme indsynkningsbassin som de marine aflejringer fra Eem til Mellem Weichsel (se H. Lykke-Andersen 1987).

Konklusion

En sammenligning mellem sedimenterne og foraminifer-faunaerne fra Anholt med aflejringer, der er repræsenteret på lokaliteter i Nordjylland, peger på et fælles aflejningsbassin, men en noget forskelligartet aflejningshistorie. Her er til sammenligning udvalgt borerne fra Skærumhede I boringen (Knudsen & Lykke-Andersen 1982) og Skagen (Knudsen 1985a; Knudsen & Lykke-Andersen 1982) (fig. 5). Mellem en tyk non-marin serie af till og glaciofluvialt sand og det marine Eem er der på Anholt registreret marine sedimenter fra Øvre Saale. Marine Saale aflejringer fra Skærumhede er repræsenteret i en anden facies end på Anholt og er muligvis ældre end de marine lag fra Øvre Saale på Anholt. Længere mod nord ved Skagen er der ikke registreret marine lag ældre end Eem (Knudsen 1985a).

Eem er kun repræsenteret af et 3 m tykt lag på Anholt, hvor det ligger i godt 70 m's dybde (fig. 3 og 5). I Nordjylland udgøres Eem imidlertid af op til 60 m sediment, og aflejringen ligger med en stigende dybde nordover ned til omkring 200 m's dybde under havniveau ved Skagen (Knudsen 1985a). Dette viser stigende indsynkningshastigheder for Eem bassinet nordover, men samtidigt viser foraminifer-faunaerne også en stigende vanddybde for Eemhavet nordover (se Knudsen & Lykke-Andersen 1982, Knudsen 1984, 1985a).

Det efterfølgende Weichsel er på Anholt overvejende udviklet i en non-marine facies, og der er kun aflejret ca. 2 m marine sedimenter fra Mellem Weichsel her. Derimod forekommer der en tyk lagfølge af marint Nedre og Mellem Weichsel sedimenter i Nordjylland (Bahnsen et al. 1974, Knudsen 1976, 1984, 1985a, Knudsen & Lykke-Andersen 1982, A.-L. Lykke-Andersen 1987, Lykke-Andersen & Knudsen 1990). Dette viser, at den differentierede indsynkning af bassinet,

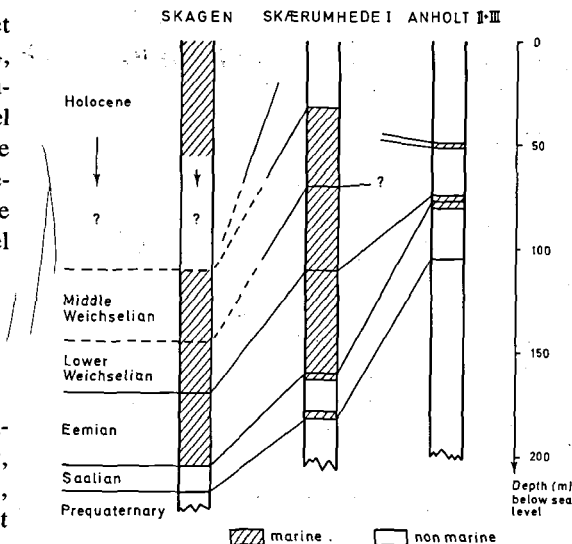


Fig. 5. Korrelation af Anholt materialet med Skærumhede I boringen (Knudsen & Lykke-Andersen 1982) og en gammel olieboring fra Skagen (Knudsen 1985a). Korrelationen indikerer en stigende indsynkning nordover gennem bassinet.

Correlation of the Anholt sequence with the Skærumhede I boring (Knudsen & Lykke-Andersen 1982) and an old well from Skagen (Knudsen 1985a). The correlation indicates increased subsidence towards the northern end of the basin.

der skete i løbet af Eem, fortsatte i Weichsel. Derudover kan forholdene ved Anholt også være påvirket lokalt af lejlighedsvis hævnning af Anholt blokken.

Tak

Dette arbejde er finansieret af Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd. En speciel tak til Karen Luise Knudsen for ideer og hjælp under arbejdets udførelse og til samme, David N. Penney og Gitte Vestergaard Laursen for gennemlæsning af teksten. Tak også til Ole Bjørnslev Nielsen, som har tilladt mig at bruge upublicerede data. Jette Gissel Nielsen takkes for laboratoriebearbejdningen og et flot tegnearbejde.

Litteratur

Bahnsen, H., Petersen, K. S., Konradi, P. B. & Knudsen, K. L. 1974: Stratigraphy of Quaternary deposits in the Skærumhede II boring: lithology, molluscs and foraminifera. *Danm. geol. Unders. Årsskrift for 1973*, 27-62.
 Elverhøi, A., Liestøl, O. & Nagy, J. 1980: Glacial erosion,

- sedimentation and microfauna in the inner part of Kongsfjorden, Spitsbergen. *Nor. Polarinst. Skr.*, 172, 33-61.
- Knudsen, K. L. 1976: Foraminifer faunas in Weichselian stadial and interstadial deposits of the Skaerumhede boring, Jutland, Denmark. 1st Int. Symp. on Benthonic Foraminifera of Continental Margins. Part B. Paleocology and Biostratigraphy. *Maritime Sediments Spec. Pub.*, 1, 431-449.
- Knudsen, K. L. 1984: Foraminiferal stratigraphy in a marine Eemian-Weichselian sequence at Apholm, North Jutland. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 32, 169-180.
- Knudsen, K. L. 1985a: Correlation of Saalian, Eemian and Weichselian foraminiferal zones in North Jutland. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 33, 325-339.
- Knudsen, K. L. 1985b: Foraminiferal Faunas in Eemian Deposits of the Oldenbüttel Area near the Kiel Canal, Germany. *Geol. Jb.*, A 86, 27-47.
- Knudsen, K. L. 1986: Foraminifer-stratigrafisk undersøgelse af marint Weichsel på Læsø. In: Bahnsen, H., Knudsen, K. L. & Hansen, J. M.: Bidrag til Læsøs geologi, Lithologi, Biostratigrafi og Geofysik. *Danm. geol. Unders., Serie D*, 6, 29-46.
- Knudsen, K. L. 1988: Marine Interglacial Deposits in the Cuxhaven Area, NW Germany: A Comparison of Holsteinian, Eemian and Holocene Foraminiferal Faunas. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 38 69-77.
- Knudsen, K. L. in press: A long marine Eemian-Weichselian shelf record in North Denmark, Scandinavia. In: Kukla, G. (ed.): Correlating Records of the Past. NATO ASI Series Volume, Springer Verlag.
- Knudsen, K. L. & Lykke-Andersen, A.-L. 1982: Foraminifera in Late Saalian, Eemian, Early and Middle Weichselian of the Skaerumhede I boring. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 30, 97-109.
- Konradi, P. 1976: Foraminifera in Eemian deposits at Stensigmose, southern Jutland. *Danm. geol. Unders., serie II*, 105, 1-57.
- Lykke-Andersen, A.-L. 1971: Foraminifera from the Older Yoldia Clay at Hirtshals. In: Feyling-Hanssen, R. W., Jørgensen, J. A., Knudsen, K. L. & Lykke-Andersen, A.-L.: Late Quaternary Foraminifera from Vendsyssel, Denmark and Sandnes, Norway. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 21 (2-3), 159-184.
- Lykke-Andersen, A.-L. 1987: A Late Saalian, Eemian and Weichselian marine sequence at Nørre Lyngby, Vendsyssel, Denmark. *Boreas*, 16, 345-357.
- Lykke-Andersen, A.-L. 1990: Foraminiferal stratigraphy of Quaternary deposits in boring no. 51.12 Anholt, Kattegat. *Danm. geol. Unders., serie B*, 15 1-40.
- Lykke-Andersen, A.-L. & Knudsen, K. L. 1990: Saalian, Eemian, and Weichselian in the Vendsyssel-Kattegat Region, Denmark. In: Andersen, B. G. & Königsson, L.-K. (eds): Late Quaternary Stratigraphy in the Nordic Countries 150.000-15.000. *Striae*, 34, (in press).
- Lykke-Andersen, H. 1987: Thickness of Quaternary deposits and their relation to the pre-Quaternary in the Fennoscandian border zone in Kattegat and Vendsyssel. *Boreas*, 16, 369-371.
- Martinson, D. G., Pisias, N. G., Hays, J. D., Imbrie, J., Moore Jr., T. H. C. & Shackleton N. J. 1987: Age Dating and the Orbital Theory of the Ice Ages: Development of a High-Resolution 0 to 300,000-Year Chronostratigraphy. *Quat. Res.*, 27, 1-29.
- Meldgaard, S. & Knudsen, K. L. 1979: Metoder til indsamling og oparbejdning af prøver til foraminifer-analyser. *Dansk Natur-Dansk Skole, Årsskrift for 1979*, 48-57.
- Nagy, J. 1965: Foraminifera in some bottom samples from shallow waters in Vestsjælland. *Nor. Polarinst. Årbok for 1963*, 109-128.
- Penney, D. N. 1989: Microfossils (Foraminifera, Ostracoda) from an Eemian (Last Interglacial) tidal flat sequence in south-west Denmark. *Quaternary International*, 3/4, 85-91.