

# Maringeologiske undersøgelser på Mejl Flak, Århus Bugt

POUL E. NIELSEN OG LARS BEKSGAARD JENSEN

Nielsen, P. E. og Jensen, L. B.: Maringeologiske undersøgelser på Mejl Flak, Århus Bugt. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1983*, side 73–79, København, 15. februar 1984.

In connection with the general marine mapping for raw materials, sand, gravel and stones, the Mejl Flak, Århus Bugt has been surveyed using conventional shallow seismic equipment (pinger, boomer and sidescan), and later cored to determine the distribution and composition of the sediments. The Mejl Flak area consists mainly of glacially dislocated floes of meltwater sand and till, partly overlain by Late- and Postglacial silt and sand deposits. The Postglacial transgression has not been continuous. The existence of beach ridges around  $\pm 20$  m indicate breaks in the rise of the sealevel.

*Poul E. Nielsen, Fredningsstyrelsen, 9. kontor, Amaliegade 13, DK-1256 København K og Lars Beksgaard Jensen, Dansk Olie og Naturgas, Agern Allé 24–26, DK-2970 Hørsholm. 11. maj 1983.*

De senere års kvartærgeologiske undersøgelser i det centrale og østlige Danmark har bidraget væsentligt til forståelsen af områdets glacialstratigrafiske opbygning (eg. Houmark-Nielsen 1981), samtidig med at kendskabet til den sen- og postglaciale udvikling er forøget ved sammenstilling af ældre data med nyere stratigrafiske undersøgelser (Krog 1979a). I det følgende vil den geologiske opbygning af Mejl Flak (fig. 1) blive beskrevet og forsøgt relateret til resultaterne fra disse undersøgelser.

I forbindelse med Fredningsstyrelsens generelle kortlægning af råstoffer på søterritoriet, er der i området omkring og på Mejl Flak foretaget seismiske undersøgelser kombineret med bundprøveoptagninger, borer og prøvesandsugninger.

Det seismiske udstyr omfatter 30 kHz sedimentekkolod, 3,5 kHz pinger, 1,5 kHz boomer, samt sidescan med frekvens på 100 kHz. Positionsbestemmelsen blev udført med Syledis og Motorola MRS III navigationssystem baseret på tre landstationer.

Prøveoptagning fra havbunden og de overfladenære lag blev foretaget med grab og faldprøveoptager, mens borer blev udført med vibrocoreudstyr udviklet af Geoteknisk Institut til optagning af intakte borekerner på op til 12 m.

Der er i området udført ca. 270 km seismisk opmåling og foretaget et større antal prøveoptagninger og borer (fig. 2).

Kvartærgeologiske undersøgelser i de tilgræn-

sende landområder viser, at de ældste kvartære sedimenter består af moræner fra Saale (Larsen et al. 1977, Houmark-Nielsen 1980).

Limnisk Eem-aflejringer er fundet ved Holle-rup overlejrende Saale-sedimenter (Larsen et al.

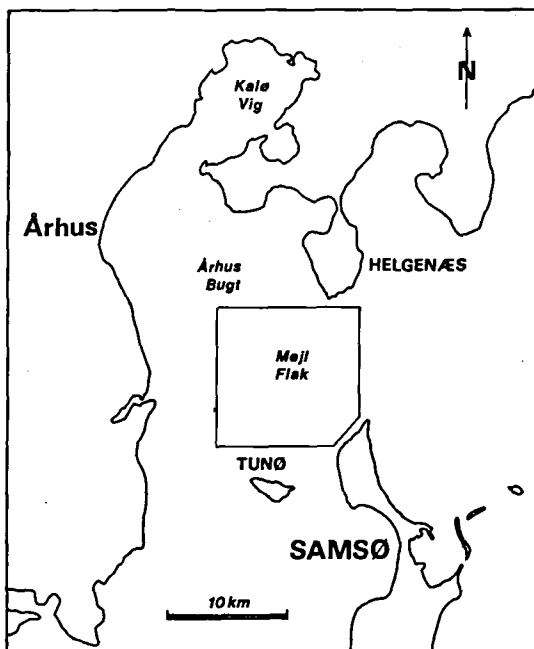


Fig. 1. Lokalitetskort.

Location map.

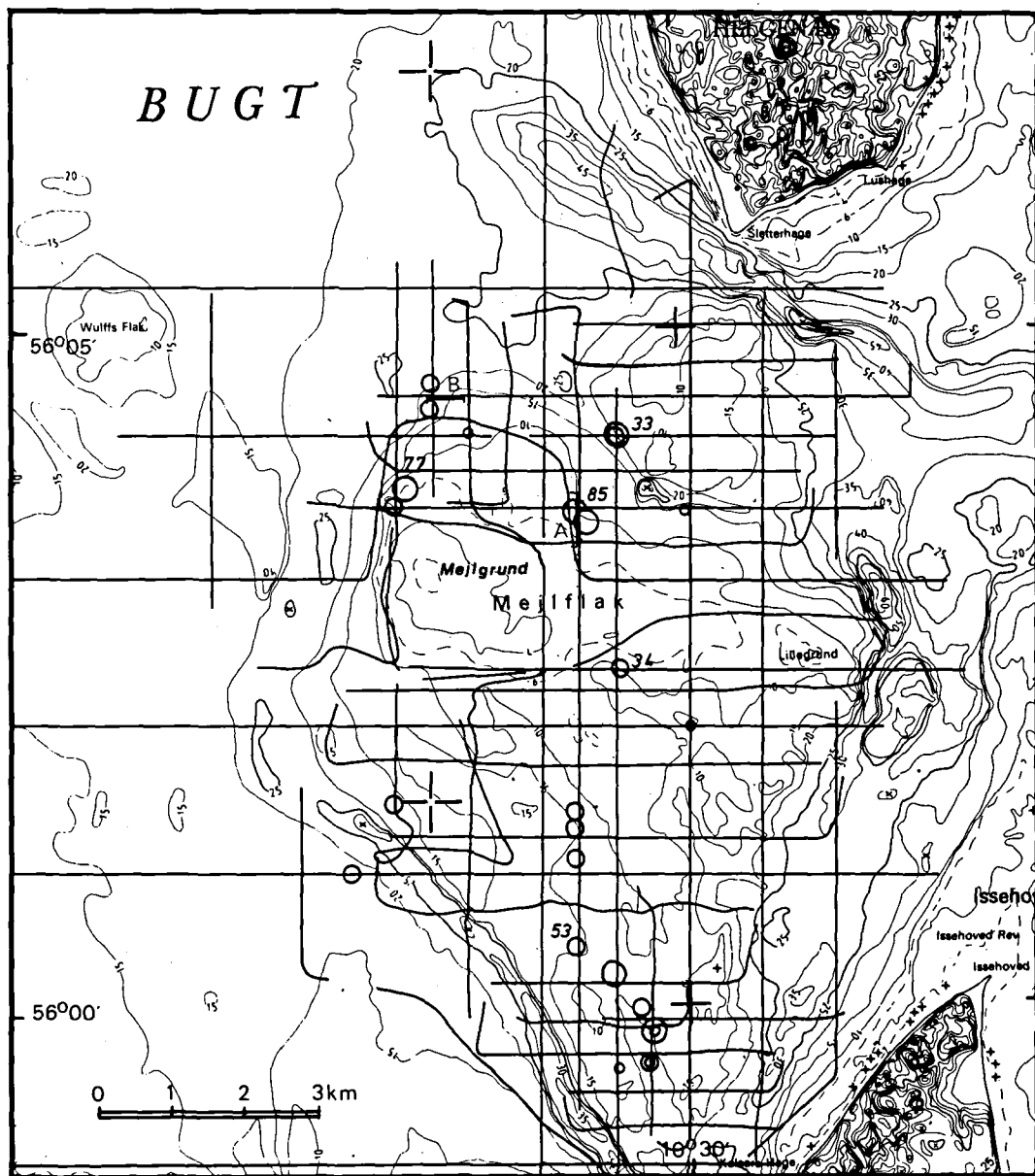


Fig. 2. Dybdekort med sejlinier, prøveoptagninger og udvalgte profilinier. Små cirkler: Overfladesedimentprøver. Medium cirkler: Boringer. Store cirkler: Prøvesandsugninger. Gengivet med Geodætisk Instituts tilladelse (A. 223/83). Copyright.

Bathymetric map with location of samples and profiles. Small circles: Grab and gravity core. Medium circles: Vibrocore. Big circles: Dredging. (Reproduced with permission from the Geodetic Institute, No. A 223/83). Copyright.

1977), mens marine sedimenter er beskrevet fra Vejvø (Houmark-Nielsen 1981).

Det første isfremstød, der i Weichsel nåede Danmark, kom fra nordlig retning. Dens maksimale udbredelse kendes ikke, men skurestribe- sten og moræneaflejringer er fundet langs en linie

fra Lindø på Fyn over Ordrup Næs til Ven. Moræneaflejringer fra dette fremstød er bl.a. beskrevet fra Mols Hoved (K. Milthers 1942, Thamdrup 1970) samt fra Nordsamsø og Tunø (Houmark-Nielsen 1980). Morænen viser stedvis kraftig opblanding af palæozoiske kalksten, som må formo-

des at stamme fra den underliggende baltiske Saale-moræne.

Hovednedisningen i Weichsel foregik fra retninger mellem nordøst og øst, og isen havde sin maksimale udbredelse langs Hovedopholdslinien i Midtjylland (Ussing 1907). Under isens fremrykning aflejredes store mængder groft smeltevandsmateriale, primært sand og grus, fra braiderende floder, som løb mod vest og sydvest bort fra isranden. Grove smeltevands-sedimenter fra dette fremstød ses i klinten ved Mols Hoved, på Helgenæs og Nordsamsø. Efter en periode med tilbage-smeltning og aflejring af mere finkornede sedimenter, har isen haft et fornyet fremstød, hvorunder de allerede afsatte aflejringer deformeredes kraftigt. Dette recessive fremstød formodes at være nået frem til umiddelbart vest for en linie fra Helgenæs til Nordsamsø (Houmark-Nielsen 1981).

Efter afsmeltningen fra Hovedopholdslinien gjorde isen et nyt fremstød (det østjyske fremstød), som nåede ind over de østjyske kystegne (Harder 1908). Fra dette fremstød findes moræne- og smeltevandsaflejringer på Mols, Helgenæs og Nordsamsø (Thamdrup 1970, Rasmussen 1977, Houmark-Nielsen 1980). Det senere Bælthav-fremstød nåede formodentlig kun til Nordsamsø, og har derfor ikke påvirket det undersøgte område.

Efter isens afsmeltning er der i de indre dele af Århus Bugt afsat finkornede senglaciale aflejringer bestående af parallellejret silt og ler.

Den efterfølgende landhævning, på overgangen mellem sen- og postglacial tid tørlagde størstedelen af Århus Bugt, og først i forbindelse med den postglaciale transgression trængte havet igen ind i bugten.

#### Beskrivelse

Resultaterne af de seismiske undersøgelser viser (fig. 3), at Mejl Flak overvejende består af moræneler. De interne reflektorer antyder, at moræneleret, især i områdets nordlige og østlige del, har været udsat for kraftige deformationer. Ved detaljerede undersøgelser er det konstateret, at større områder på flakket er opbygget af flagekomplekser, tilsyneladende bestående af moræneler og smeltevandssand (fig. 4). Reflektorerne hældning viser, at deformationen er sket fra retninger mellem nord og øst. Deformationsmønstret afspejler sig i overfladesedimentfordelingen (fig. 3), hvor områder med postglacialt sand viser en tyde-

lig nordvest-sydøstlig udstrækning. Analyser af boreprøver fra forskellige flager viser et stigende kalkindhold nedad på op til 16%. Ved flere prøve-sugninger er der påvist ringe ydelse, formodentlig på grund af en vis forkonsolidering af sedimenterne opstået i forbindelse med flagernes oppresning. En forøget skræntvinkel forringer sedimenttransporten i sugehullet.

Fra prøvesugning 85 (fig. 3) er der foretaget petrografisk analyse af en prøve taget ca. 5,5 m under havbunden. Af det fjerntransporterede materiale (> 4 mm) udgør eruptiver + metamorfe bjergarter 61,1%, palæozoisk kalk + skifer 19,1% og sandsten 19,8%. Flintkvotienten er 1,4.

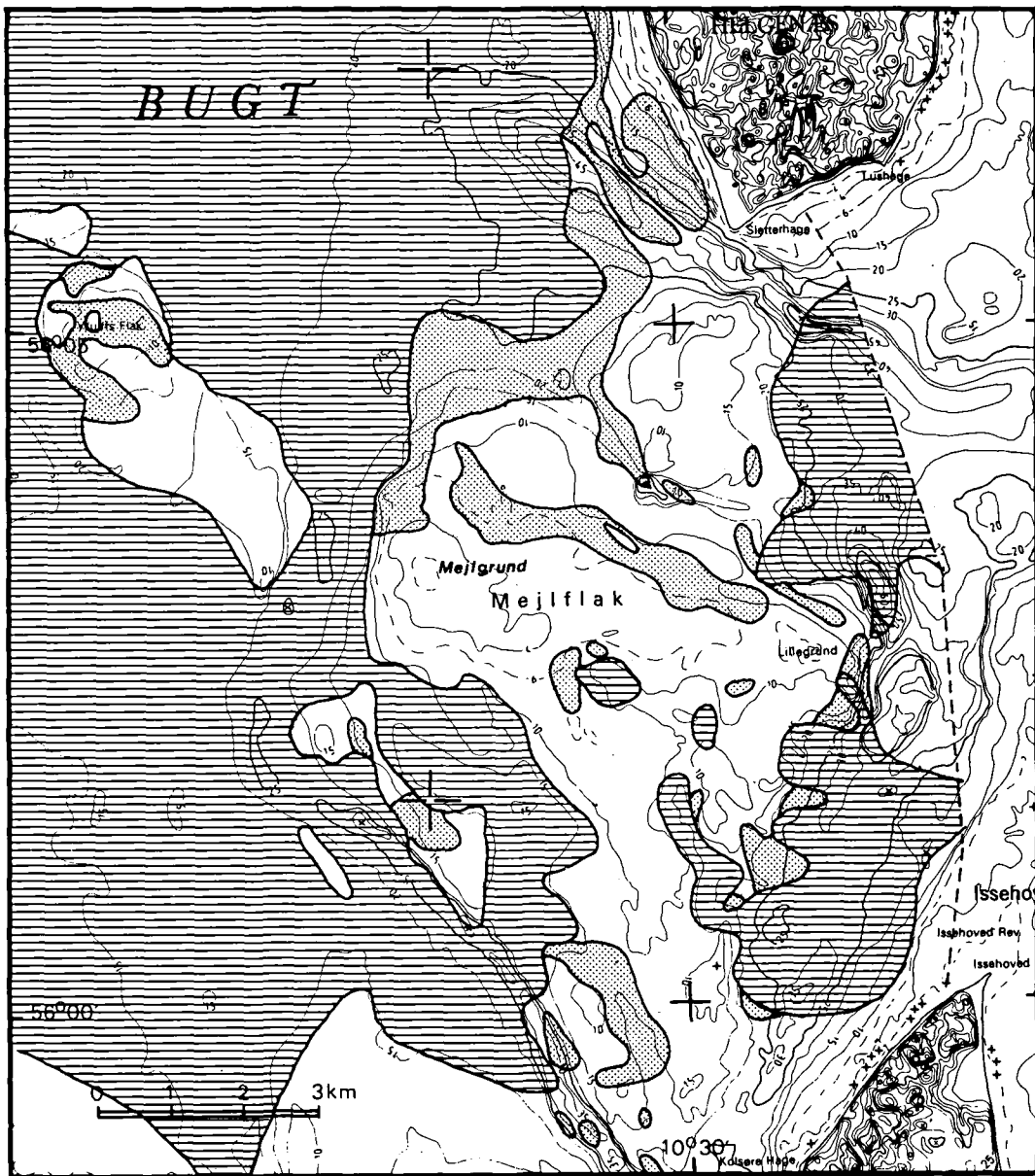
Som nævnt ovenfor synes hovedparten af strukturerne i morænerne at være dannet ved deformation fra nordlige og østlige retninger. Kun på den sydlige del af flakket er der i morænen observeret interne reflektorer, som kan antyde istryk fra syd.

Senere erosion i de glacielle flager har ført til dannelse af ret markante dalsystemer, som fra flakkets centrale områder fører ud mod randen. I undersøgelsesområdets sydøstlige del er sand fra en formodet flage transporteret ud på flakkets østskråning, hvor det i dag findes som en stor aflejringskegle delvist overlejret af dynd.

I de dybe render langs flakket antyder de seismiske registreringer eksistensen af finkornede horisontalt lagdelte sedimenter, hvis overflade generelt ligger mellem kote ÷ 35 m og ÷ 30 m. Tykkelsen er stedvis over 20 m.

Der er på flere positioner omkring og på Mejl Flak konstateret tørveaflejringer. Centralt på flakket er der i boring 34 (fig. 3) fundet 40 cm tørv med vedstykker. I kote ÷ 18 m indeholder tørven tydelige planterester, som overlejres af 0,5 m sandet ler med både ferske og marine skaller. Leret er overlejret af 1,8 m marint sand. Nord for flakket indeholder en boring 0,25 m sandet tørv overlejret af postglacialt marint ler og gytje. Toppen af tørven findes her i kote ÷ 29,0 m. Tørven overlejrer 4,5 m limnisk ler, som nedad går over i kalkgytje. Der er ikke foretaget dateringer af prøverne.

Der er ved undersøgelserne fundet spor af marine abrasionsflader og mindre kystkliner i flere niveauer. På Mejl Flaks nordvestside viser de seismiske registreringer spor af veludviklede strandvoldskomplekser omkring kote ÷ 20 m (fig. 5). Andre steder i området findes mellem kote ÷ 30 m og ÷ 20 m svage indicier på abrasionsflader, strandvolde og kystkliner.



 Sand & grus  
 Sand & gravel

 Dynd  
 Mud

 Moræneler  
 Till

- - - - Grænse for undersøgelsesområde  
 Limit of surveyed area

Fig. 3. Overfladesedimentfordeling. Gengivet med Geodætisk Instituts tilladelse (A. 223/83). Copyright.

Distribution of surface sediments. (Reproduced with permission from the Geodetic Institute, No. A 223/83). Copyright.

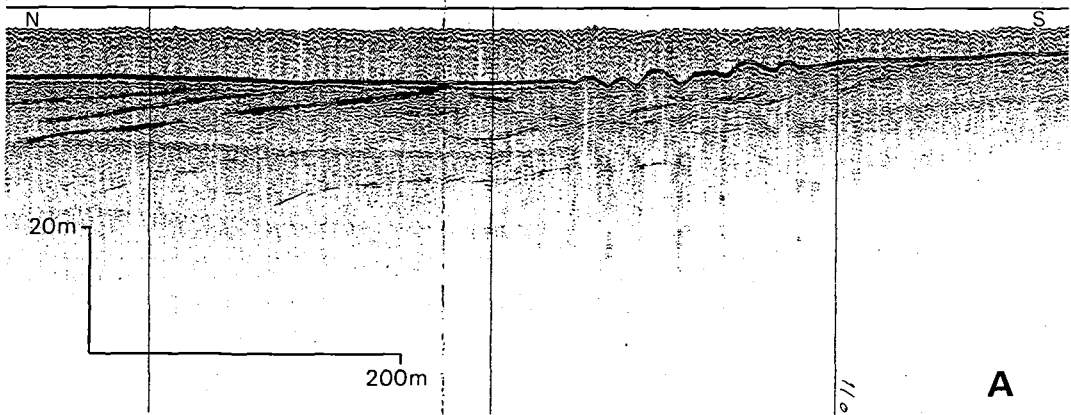


Fig. 4. Flage af glacialt smeltevandssand. Bundens uregelmæssige form skyldes råstofindvinding.

Floe of glacial meltwatersand. The irregular topography is caused by raw material exploitation.

Mellem kote ÷ 6 og ÷ 10 m er der i flere områder observeret veludviklede akkumulationsflak bestående af mellem- til grovkornet sand samt svage spor af kystkliner. Akkumulationsflakkene viser ingen entydig geografisk orientering, men synes dog at have størst udbredelse i områdets nordvestlige del. En analyse fra prøvesugning 77 viser, at de grovere fraktioner udelukkende består af krystallinske bjergarter og flint.

Diskussion

Mejl Flak synes overvejende at være opbygget af glacialtektonisk deformeret moræneler og smelte-

vandssand. Målinger på orienteringen af interne reflektorer viser, at oppresningen af flagerne er sket fra retninger mellem nord og øst. Undersøgelser fra Nordsamsø og Helgenæs (Houmark-Nielsen 1980) viser markante dislocationer fra ØNØ frembragt af Hovedfremstødet. På grund af det spinkle analysemateriale kan det endnu ikke afgøres, om sandet i flagerne er aflejret i forbindelse med Hovedfremstødet og derefter presset op ved et recessivt fremstød, eller om sedimenterne er af ældre alder. Saalesedimenter på primært leje er beskrevet fra Samsø, Tunø og Vejrø, samt omlejret ved Helgenæs (Houmark-Nielsen

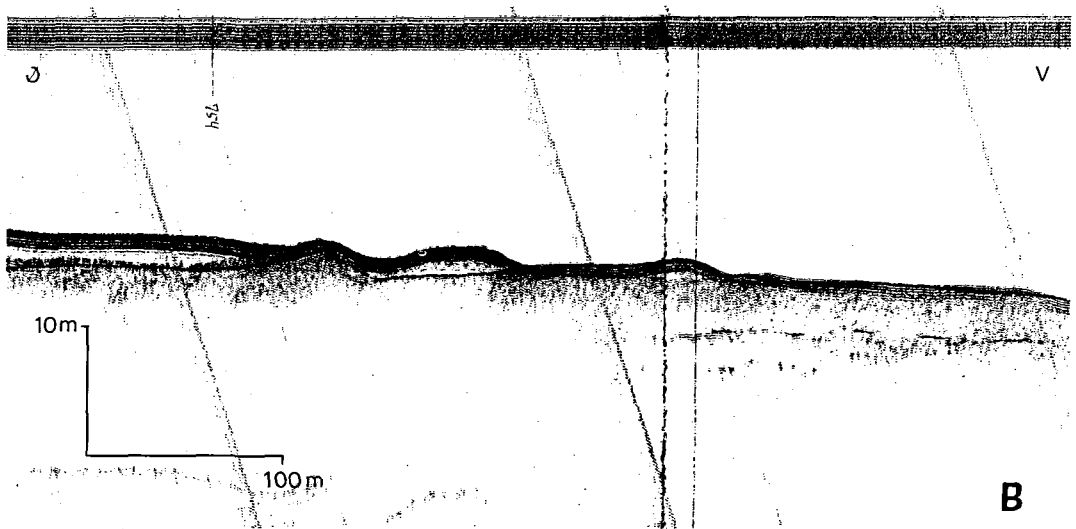


Fig. 5. Submarine strandvoldsdannelser på nordvestsiden af Mejlflak.

Submarine beachridges on the northwestside of the Mejlflak.

1980). Mængden af smeltevandsmateriale synes at være begrænset på disse lokaliteter.

Det høje flintindhold i de glaciale flager sammenholdt med den ringe mængde palæozoisk materiale viser, trods en formodet begyndende forvitring, flest lighedspunkter med den petrografiske sammensætning af NØ-materiale. Analyser af sand og grus aflejret i et mindre dalsystem på flakkets nordlige del (33) viser et lavere flintindhold, men har ellers lignende karakteristika.

Det senere østjyske fremstød har glacialteknisk kun markeret sig ved svage oppresninger på Mejl Flaks sydlige del. Ved den foreløbige gennemgang af materialet har det ikke været muligt at foretage en entydig stratigrafisk opdeling af de glaciale sediment i området.

De finkornede horisontalt lagdelte sediment, som delvis udfylder de dybe render langs flakket, tænkes afsat umiddelbart efter isens afsmeltning. På grund af manglende prøvemateriale kan det ikke afgøres, om aflejringen er sket i en ferskvandssø, eller om der har eksisteret en forbindelse til det Yngre Yoldiahav i Nordjylland. Aflejringerne er her dateret til mellem  $14650 \pm 190$  og  $11950 \pm 190$  B.P. (Krog & Tauber 1974), mens de i Århusbugten må forventes at være en del yngre.

I forbindelse med den efterfølgende landhævning på overgangen mellem Sen- og Postglacial tid tørlagdes størstedelen af Århus Bugt. I dette tidsafsnit dannedes tørv i isolerede lavninger på og omkring flakket. Tørvedannelsen fortsatte i de højest liggende områder langt ind i tidlig Atlantisk tid, mens de dybere områder transgrederedes allerede tidligt i sen Boreal tid.

Den postglaciale transgressions begyndelse i Store Bælt-området er dateret til ca. 7.110 B.C. (Krog 1973). Transgressionen synes ikke at være foregået kontinuerligt. Som tidligere nævnt viser de seismiske registreringer flere steder på flakket tegn på abrasionsflader, strandvolde og kystklinter mellem kote  $\div 30$  m og  $\div 20$  m. Strandvoldskomplekserne synes at være særligt veludviklede omkring kote  $\div 20$  m. Ved Grenå er et havniveau på ca.  $\div 16$  m dateret til omkring 8500 B.P. (Krog 1979a).

En strandlinieforskydningskurve fra det centrale Store Bælt (Krog 1979b) antyder en kontinuerlig transgression, mens Mørner (1969) postulerer et tidligt transgressionsmaksimum, ALV-2, svarende til et havniveau i Århus Bugt omkring

kote  $\div 18$  m. Dette maksimum, der er dateret til ca. 6900 B.C. skulle medføre en havdækning af de dybe render omkring Mejl Flak.

Eksistensen af veludviklede strandvoldskomplekser, især omkring kote  $\div 20$  m, synes klart at vise, at der periodisk har været ophold i transgressionen. Sammenholdt med undersøgelserne fra Store Bælt (Krog 1973) må man konkludere, at havniveau under ALV-2 har været væsentligt lavere end foreslået af Mørner (1969), eller at opholdet er sket senere end først antaget.

De senere faser af transgressionen synes at udvise et jævnt forløb. Akkumulationsflak og mindre strandvoldsdannelser mellem kote  $\div 10$  m og  $\div 15$  m afspejler formodentlig kun den senere generelle aftagen i transgressionshastighed. Jacobsen (1982) beskriver et transgressionsmaksimum i Trundholm Mose omkring kote  $\div 4$ , dateret til  $7030 \pm 105$  B.P. (Jacobsen, 1983), og de små kystklinter på flakket mellem kote  $\div 6$  og  $\div 10$  kan have relation til dette maksimum.

#### Tak

Fredningsstyrelsen takkes for tilladelse til at publicere det indsamlede materiale. Tak til Ole Bertelsen, Geologisk Institut, for reproduktion af figurer.

#### Litteratur

- Harder, P. 1908: En østjysk israndslinie og dens indflydelse på vandløbene. *Dann. geol. Unders.* II rk. nr. 19, 227 p.
- Houmark-Nielsen, M. 1980: *Glacialstratigrafien omkring det nordlige Bælthav*. Upubl. lic. afhandling, Institut for almen Geologi, Københavns Univ. 190 p.
- Houmark-Nielsen, M. 1981: Glacialstratigrafi i Danmark øst for Hovedopholdslinien. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1980*, 61-76.
- Jacobsen, E. M. 1982: Litorinatransgressioner i Trundholm mose, NV-Sjælland, en foreløbig undersøgelse. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1981*, 109-117.
- Jacobsen, E. M. 1983: Litorinatransgressioner i Trundholm Mose, supplerende undersøgelser. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1982*, 59-65.
- Krog, H. 1973: The early Post-glacial development of the Store Belt as reflected in former fresh water basin. *Dann. geol. Unders., Årbog 1972*, 37-47.
- Krog, H. 1979a: The Quaternary History of the Baltic. Denmark. I: Gudelis, V. & Königsson, L.-K. (eds.) *The Quaternary History of the Baltic*. Acta Univ. Ups. Symp. Univ. Ups. Ann. Quing. Cel.: 1, 1979, 207-217.
- Krog, H. 1979b: Late Pleistocene and Holocene Shorelines in Western Denmark. I: Oele, E., Schüttenhelm, R. T. E. & Wiggers, A. J. (eds.), *The Quaternary History of the North Sea*. Acta Univ. Ups. Symp. Univ. Ups. Ann. Quing. Cel.: 2, 1979, 75-83.

- Krog, H. & Tauber, H. 1974: C-14 chronology of Late- and Postglacial marine deposits in North Jutland. *Danm. geol. Unders., Årbog 1973*, 95–105.
- Larsen, G., Jørgensen, F. H. & Priisholm, S. 1977: The stratigraphy, structure and origin of glacial deposits in the Randers area, eastern Jutland. *Danm. geol. Unders. II rk. 111*, 23–36.
- Milthers, K. 1942: Ledeblokke og landskabsformer i Danmark. *Danm. geol. Unders. II rk. 69*, 137 p.
- Mörner, N.-A. 1969: The Late Quarternary history of the Kattegat Sea and the Swedish west coast. *Sver. Geol. Unders., C, 640*, 487 p.
- Rasmussen, H. W. 1977: Geologi på Mols. *Danm. geol. Unders. Ser. A, 4*, 22 p.
- Thamdrup, K. 1970: Klinten ved Mols Hoved. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1969*, 2–8.
- Ussing, N. V. 1907: Om Floddale og Randmøræner i Jylland. *Overs. K. danske Vidensk. Selsk. Forh.*, 1907, No. 4, 161–213.