

Den postglaciale transgression og molluskfaunaen i Tude Å-området, Store Bælt, Danmark

Kaj Strand Petersen

Petersen, Kaj Strand: Den postglaciale transgression og molluskfaunaen i Tude Å-området, Store Bælt, Danmark. *Danm. geol. Unders.*, Årbog 1977, pp. 39–52. København, 23. oktober 1978.

The Tude Å valley is part of a glacial melt water complex formed in the last part of the Weichselian during the retreat of the Belt glacier. The area was in Preboreal times situated above sea level as shown by fresh water deposits. The lower part of the Tude Å valley was 5240 ± 100 B.C. in the Early Atlantic transgressed by the Littorina sea at 9 m below present sea level and existed as a fiord up to the Subatlantic. The marine deposits are characterized by the occurrence of juvenile *Ostrea edulis* during the main part of this period. The open fiord conditions were subsequently changed by the building up of beach ridges in the mouth of the river Tude Å and by dam building in the lower part of the river valley in the Iron Age.

Nærværende undersøgelse blev startet på initiativ af Tage E. Christiansen ved Nationalmuseet som led i studiet af det danske vikingefort Trelleborg, der ligger ved Tude Å og Vårby Å's sammenløb nord for Korsør, Sjælland. Danmarks Geologiske Undersøgelse blev anmodet om at undersøge de marine stadier i den nedre del af Tude Å dalen, gennem hvilken vikingerne på Trelleborg skulle have sejlet ud til Store Bælt i Jernalderen. Undersøgelsen har været koncentreret om området ved Pine Mølle beliggende i engene vest for Trelleborg, og der er udover nærværende arbejde blevet udført studier over diatomer, pollen og arkæologi (Christiansen *et al.* 1978).

Området mellem Storebælt og Trelleborg

Udbredelsen af de postglaciale ferske og marine dannelser fra Næsby Fed og op langs Tude Å – Vårby Å dalføret er undersøgt som et led i Danmarks Geologiske Undersøgelses kartering af kortbladet Korsør, der blev forestået af nu afdøde statsgeolog, Dr. Sigurd Hansen (fig. 1).

Det fremgår heraf, at Næsby Fed er et marint forland opbygget af postglacielt marint sand med systemer af strandvolde. I det gamle åløbs ydre del findes marine gyteafsnitninger; lignende dannelser ses også at forekomme i

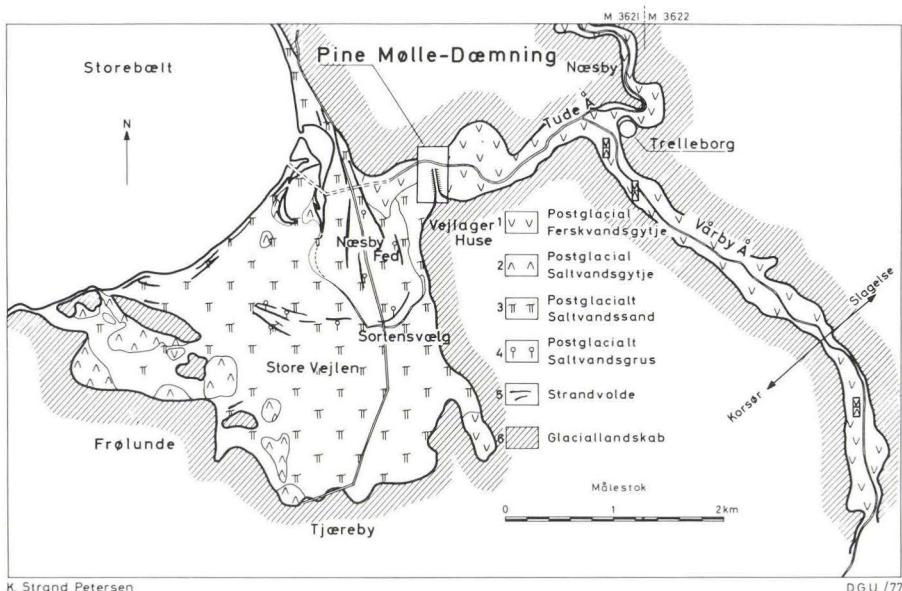


Fig. 1. De postglaciale marine og ferske aflejringer i Trelleborg området som de fremtræder i DGU's geologiske kortlægning. De marine afsætninger kan følges ind i land til sydøst for Korsør-Slagelse vejen, i dette område dækket af ferskvandsdannelser.

The Postglacial marine and freshwater deposits in the Trelleborg area as they appear on the maps of the Geological Survey of Denmark. The marine deposits can be traced inland to southeast of the Korsør-Slagelse road; in this area they are covered by freshwater sediments.

1: Postglacial freshwater gyttja. 2: Postglacial marine gyttja. 3: Postglacial marine sand. 4: Postglacial marine gravel. 5: Postglacial beach ridges. 6: Glacial landscape.

områdets sydlige del. I Store Vejlets sydøstlige del ind imod Tude Ås dalføre, og op gennem dette mod Trelleborg er de marine dannelser overlejret af yngre ferskvandsgytje. Ved Trelleborg findes, som den ældre undersøgelse viste (Jessen 1948, s. 164), marin gytje i et op til 4 m mægtigt lag i engen nord for Trelleborg, karakteriseret ved marine mollusker som *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Peringia ulvae* og *Scrobicularia plana*. I Vårby Ås øvre løb, sydøst for sammenløbet med Tude Å, er der til sydøst for Korsør-Slagelse Landevejen neden for Bjergby Mark konstateret marin gytje underlejrende ferskvandsgytje. Det marine indslag består her af sand med mange *Cardium edule* fra kote - 1 m, opad gående over i brakvandsgytje i kote ± 0 m. Dette viser, at på tidspunktet for højeste marine niveau nåede den marine indflydelse langt forbi Trelleborg. Engstrækningens overflade ligger her i kote + 1 m, og højden over havet er således ikke meget forskellig for koten ved dalførets nedre del omkring Pine Mølle.

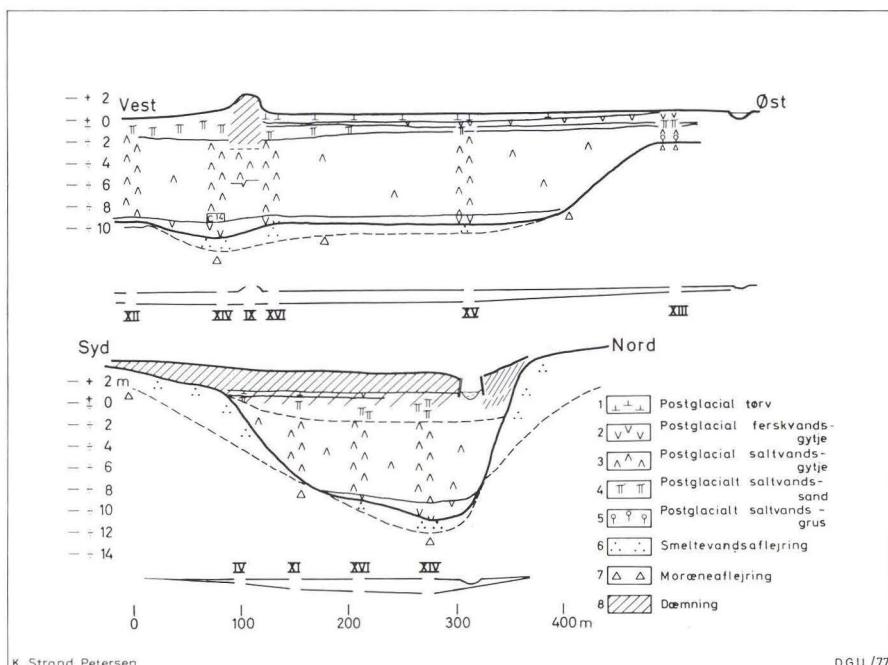


Fig. 2. To snit af Tude Å dalfør ved Pine Mølle. Et øst-vest gående på langs af dalen, og et nord-syd gående, skærende denne, parallelt med dæmningen. Boringerne, som danner basis for udtegningen, er angivet i de ikke-overhøjede silhuetter.

Two sections of the Tude Å valley at Pine Mølle: one running east-west along the valley, and one running north-south, parallel to the dam and intersecting the N-S section. The borings forming the basis for the sections are indicated in the silhouette diagrams, in which the vertical scale is non-magnified.

1: Postglacial peat. 2: Postglacial freshwater gyttja. 3: Postglacial marine gyttja. 4: Postglacial marine sand. 5: Postglacial marine gravel. 6: Meltwater deposits. 7: Till. 8: Dam.

I Tude Åens dal, der fra Næsby ved Trelleborg går mod nordøst, er der ikke påvist marine dannelser nord for Næsby. Ferskvandsgytjen hviler her på ferskvandssand og glaciale sedimenter.

For strækningen Trelleborg–Næsby Fed, hvor marine dannelser, som ovenfor nævnt, flere steder træffes under ferskvandsgytjen, vil udviklingen blive gennemgået i Pine Mølle-området, hvor de marine dannelser når en mægtighed af 10 m.

I det marine forland ved Næsby Fed er der siden tiden for de første undersøgelser omkring Trelleborg udført en del borer. Selv om disse ikke kan danne basis for en nøjere vurdering af de marine dannelser, viser de, at der under Næsby Fed ikke findes højtliggende glaciale dannelser. Udformningen

af dette landskab skyldes alene strandvoldskompleksernes dannelse oven på sandede marine gytjeaflejringer, og ålbøets ændring mod syd til det såkaldte Sortensvælg kan tilskrives, at materialevandringen er foregået fra nord mod syd, som skildret af Axel Schou (1945, fig. 68). Man må antage, at på tids punktet for havets indtrængen i Tude Å-området har denne nedre del af løbet ligget åbent ud mod Storebælt.

Boringerne i Pine-Mølle området

Den detaljerede undersøgelse omkring Pine Mølle-dæmningen er baseret på en række boringer udført af DGU, og materiale er tillige fremkommet ved Nationalmuseets gennemgravnning af den middelalderlige dæmning, hvor man overraskende fandt to ældre grenlag, hvorfaf det ældste gik tilbage til Germansk Jernalder og det yngre til Vikingetid. DGU's boringer er for en dels vedkommende blevet ført igennem til de underliggende glaciale dannelser på begge sider af dæmningen ude i dalføret.

På basis af disse i alt 16 boringer er de på fig. 2 fremstillede snit tegnet. Boring IX er placeret oven på dæmningen og går gennem denne til underliggende lag af marin gytje. Den viser, at der ikke, som antaget af Knud Jessen, forekommer strandvoldsdannelser i dette område, der efter hans opfattelse havde dannet underlaget for den middelalderlige dæmning (Jessen 1948, s. 170). Det fremgår af fig. 2, at de glaciale dannelser, som ses i et øst-vestligt snit (dalens længderetning) 400–500 m mod øst for dæmningen, findes $2\frac{1}{2}$ m under terræn og således her ligger 8 m højere end i området under Pine Mølle dæmningen. De glaciale dannelser består af moræneler dækket af smeltevandssand og grus, samt mod vest af glacialt ler (ikke gennemboret). Smeltevandsdannelserne, som også er fundet ved karteringen på dalens sider, har en stor udbredelse inden for området, og den glaciale reliefudvikling må sættes i forbindelse med smeltevandserosion under isens afsmeltnings.

I tre af de dybere boringer: XIV, XV og XVI (se fig. 2) indledes den postpleistocæne sedimentation af ferskvandsafsætninger, hvilket fremgår af indholdet af molluskarter som: *Valvata cristata*, *Valvata piscinalis*, *Bethynia tentaculata*, *Lymnaea pereger*, *Gyraulus crista*, *Valvata macrostoma* og *Acroloxus lacustris*.

Den faunistiske udvikling vil blive gennemgået ud fra boringen umiddelbart vest for Pine Mølle-dæmningen (nr. XIV, se fig. 2). De sedimentologiske data, som ses på diagram fig. 3, er baseret på analyser udført af Henner Bahnsen, DGU. De viser en gradvis udvikling opefter til mere sandholdigt materiale med mindre organisk indhold. Dette antages at afspejle en kontinuerlig sedimentation. Kun i den øverste meter findes grovere sand- og grusmateriale, der fremtræder som dannet ved havrendinger. Dette materiale

overlejrer en stærkt planteholdig aflejring, som bærer præg af at være sammenskyldet. Dens alder kan ikke fastslås på grund af et manglende indhold af mollusker. Ind mod dæmningen beskrives den stærkt planteholdige aflejring som sumptørv og tilhører tiden efter Vikingetid. Herpå er den middelalderlige dæmning opført (Pine Mølle dæmningen). Af det ovenfor stående ses at havrendingerne er subrecente.

Lagene fra kote – 1 meter og opefter vil blive vurderet ud fra prøvetagning i Nationalmuseets gennemgravning af dæmningen svarende til HG-prøverne på fig. 4.

Med hensyn til DGU-boringerne må det bemærkes, at boreprøverne hver omfatter 1/2 m lagpakker. Det er ikke intakte prøver, men prøver optaget med sandspand. Dette til forklaring af, at der, som det fremgår af skemaet fig. 3, er fundet enkelte saltvandsmollusker i de nederste molluskførende prøver, hvilket viser nogen opblanding mellem marine og ferske horionter i overgangszonerne.

De faunistiske forhold

Molluskselskabet nederst på fig. 3 fra kote – 9,5 m afspejler en søaflejring, som havd antallet af individer angår domineres af *Valvata macrostoma* og *Gyraulus crista*. Der er også mange Pisidier; disse er ikke henført til art i skemaet. *Theodoxus fluviatilis* er ikke fundet i de ældre aflejringer i boring nr. XIV, men er påvist sammen med ferskvandsmollusker i de andre, dybere boringer fra området, underlejrende den marine gyte.

Den nedre del af Tude Å-dalen blev transgraderet af Littorinahavet 5240 ± 100 f.kr. (prøve nr. K-2382) i nuværende kote – 9 meter. *Cardium edule* og *Macoma balthica* er her hyppige, og de er benyttet til C14-dateringen. Endvidere findes *Scrobicularia plana*, der er velkendt fra de tidligere i Bælt-området beskrevne Littorina-aflejringer (Rørdam og Milthers 1900, Madsen 1902). I nutiden forekommer arten kun sporadisk i Storebælt og i det sydvestlige Baltikum (Spärck 1942). Denne nedre del af serien er tydelig marin, som det ses dels af molluskindholdet, dels af at skalmaterialet er boret af *Cliona* sp. – og *Polydora* sp. Som saltholdigheds-indikatorer kan blandt sneglene fremhæves *Bittium reticulatum*, der forekommer i store mængder, og blandt Hydrobierne *Peringia ulvae*, der dominerer i den typiske skalform, hvor vindingerne er flade og suturen lav. Denne form foretrækker eksponerede lokaliteter. Blandt muslingerne kan af saltkrævende former fremhæves: *Corbula gibba*, *Abra alba* og *Venerupis aurea*.

Juvenile *Ostrea edulis* optræder jævnt i hovedparten af serien og er også fundet i andre boringer inden for området. Ifølge undersøgelser af V. Nordmann (1903 og 1906) over Østersens subfossile udbredelse, dannede det

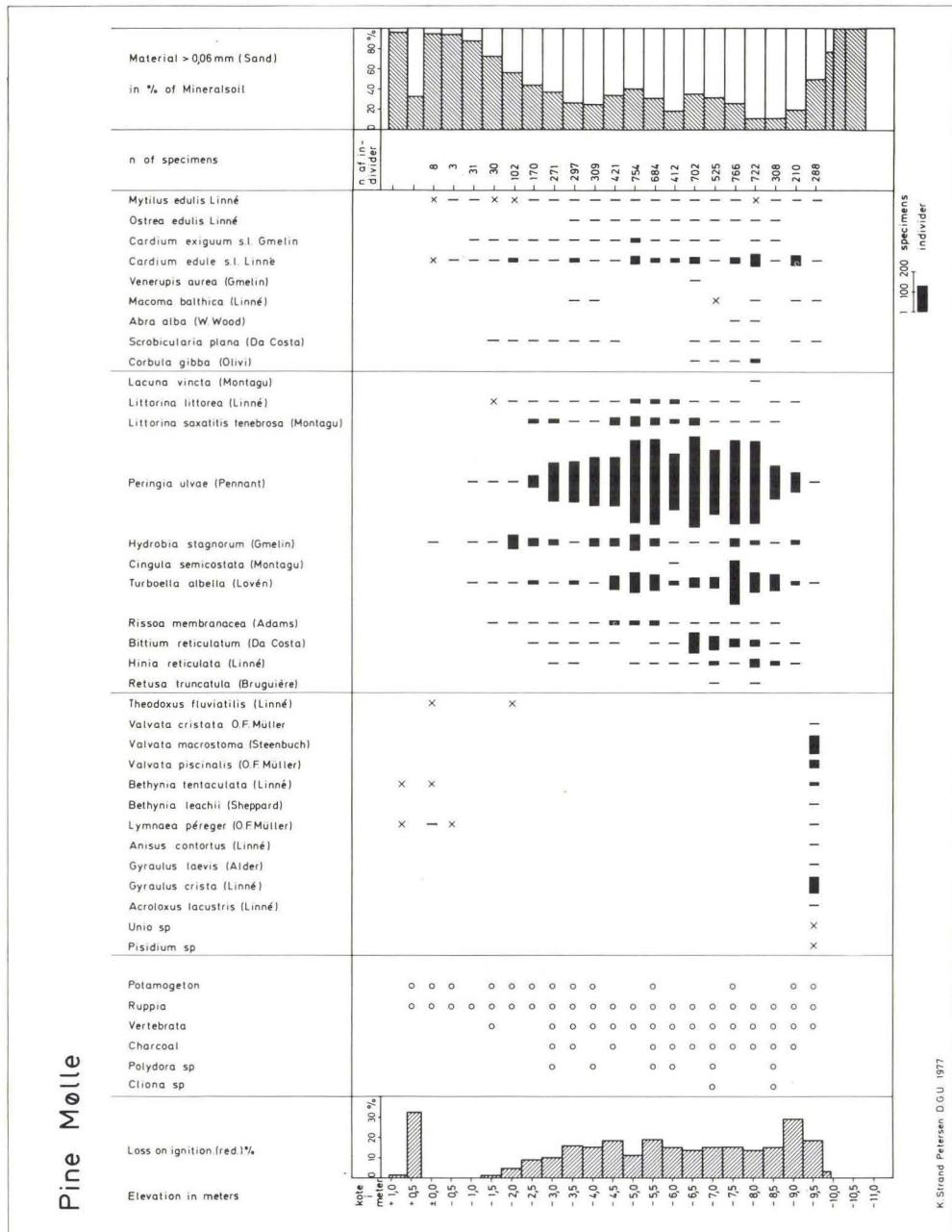


Fig. 3. Diagram, der viser antallet af individer af de molluskarter, der forekommer i de enkelte prøver af ca. 2 kg. sediment taget i boring XIV (se fig. 2). Med × er markeret såvel til art henførte fragmenter, som fund af ikke arts-bestemte mollusker. Fund iøvrigt, der omtales i

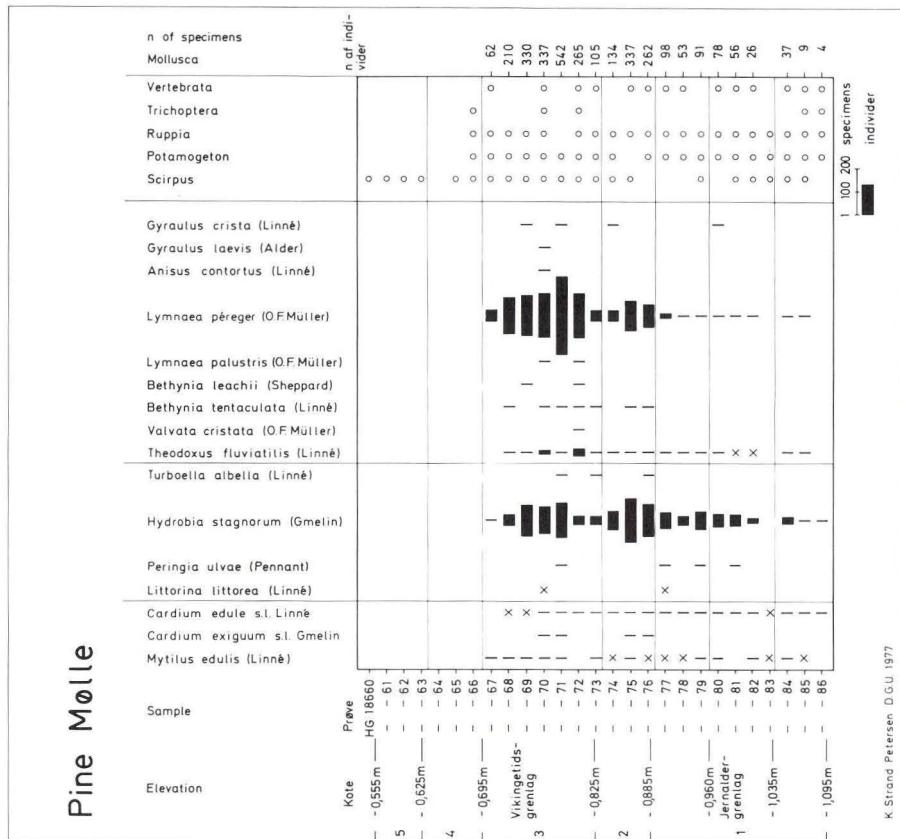


Fig. 4. Dette diagram er opbygget som diagrammet på fig. 3. Prøvemægtigheden er her 2 cm (NB skala!) og hver prøve er på ca. $\frac{1}{4}$ kg.

This diagram is constructed similarly to fig. 3. The sample thickness here is 2 cm (note the different scale), and each sample weighs about $\frac{1}{4}$ kg.

teksten, er angivet med o. Mineraljord af kornstørrelse $> 0,06$ mm er angivet med skråskravering. Glødetabs-analyse findes i diagrammets venstre side, reduceret for kalk.

Diagram showing the number of individuals of each mollusc species occurring in each sample of about 2 kg. of sediment taken from boring XIV (see fig. 2). × Indicates both fragments assignable to species and mollusc finds discussed in the text are indicated by o. Mineral soil of grain size > 0.06 mm is indicated by hatching. The loss on ignition analysis on the left of the diagram has been reduced to correct for lime.

sydlige Storebælt-område den sydøstlige begrænsning for artens udbredelse i Littorinatiden. Det fremgår af nærværende undersøgelse at østersen fra tidlig Atlantikum igennem længere tid fandtes som en population inden for området, selv om den formodentlig ikke trivedes i sit voksenstadium inden for det her behandlede Tude Å-område. Det kan tilføjes, at frø af *Ruppia* findes gennem hele serien; arterne i denne slægt kræver en saltholdighed $\geq 3\%$. Fund af hvirveldyrrester er, som det fremgår af skemaet fig. 3, til stede i alle dele af aflejringen. Det drejer sig alt overvejende om fiskerester, som er gennemgået af Rosenlund (1976, s. 66). Et enkelt fund af Rødmus (*Clethrionomys glareolus m₁ dextra*), bestemt af lektor Ella Hoch, Geologisk Museum, er fra kote $\div 8$ m. *Theodoxus fluviatilis*, der også optræder et par steder i den marine serie, er almindelig i søer og åer. Den findes i strandzonen i Baltikum i områder med op til 13 % salt.

I seriens øvre del ses (fig. 3) såvel en aftagen i antal af arter som af individer med een undtagelse: *Hydrobia stagnorum*. Dette forhold kan tolkes ud fra undersøgelser udført af Bent Muus (1976) over de forskellige *Hydrobia*-arters forhold til saltholdighed og vandudveksling, (anf.arb. fig. 71). Det fremgår at et skift fra dominans af *Peringia ulvae* til dominans af *Hydrobia stagnorum* svarer til et skift i miljøet til mere lukkede bugtforhold. Dette kan i nærværende undersøgelse sættes i forbindelse med opbygningen af strandvoldskomplekser ude vest for dæmningen i det førstnævnte Næsby Fed-område.

Det skift i biotopen, som har kunnet følges gennem macrofossilindholdet, er i diagram fig. 4, som er baseret på en gennemgang af prøverne, udtaget i et profil på østsiden af Pine Mølle-dæmningen, sat i relation til tiden efter år 0 og op til Vikingetid. Det omhandlede tidsrum strækker sig fra tiden før nedlæggelse af det første grenlag i Jernalderen, til tiden efter det andet grenlag blev nedlagt i Vikingetiden. Begge er dateret ved C14-metoden. Det er konstateret ud fra boring XVI, jfr. kortet (fig. 2), at der også er fundet marine aflejringer af sand og gytje på østsiden af dæmningen i umiddelbar nærhed af profilet. Disse kan på basis af molluskindhold paralleliseres med den ovenfor gennemgåede boring XIV på vestsiden af dæmningen.

De nederste prøver i diagrammet over HG prøverne (fig. 4) er fra en aflejring, der nedadtil er rent sandet med kun få mollusker: enkelte *Cardium edule* og *Mytilius edulis*, samt *Lymnaea peregrina*. Over disse lag findes det nederste af de to ovenfor nævnte grenlag; diagrammet viser tilstedeværelsen af *Hydrobia stagnorum*, juvenil *Mytilus edulis* og *Cardium edule*, samt *Lymnaea peregrina*, der ligesom *Theodoxus fluviatilis* tolererer saltholdigheden op mod 12–15 %; *Hydrobia stagnorum* findes ikke i ferskvand. Heraf fremgår det, at der ved tiden for Jernalder-grenlaget var en brakvandsfauna på østsiden af dæmningen, hvilket klart vidner om havets indflydelse.

I tidsrummet omkring nedlæggelsen af det andet grenlag, i Vikingetid, bliver *Lymnaea peregrina* den dominerende art, og der findes lag med mange *Theodoxus fluviatilis*, men stadig sammen med *Hydrobia stagnorum*. I denne del af prøveserien er gjort spredte fund af *Anisus contortus* og *Valvata cristata*, der kun tolererer ringe saltindhold (op til 2 %). De må, deres ringe antal taget i betragtning, antages at være tilført området, i lighed med de terrestiske gastropoder: *Vallonia pulchella*, som er fundet i HG 18671, men ikke indføjet i skemaet, da de med sikkerhed kan siges at være allochton.

Til besvarelse af spørgsmålet om disse afsætninger kunne være betinget blot af indtrufne højvande, således at miljøet kun temporært har været marint påvirket kan siges, at en sådan forklaring ikke støttes af molluskundersøgelserne. Som fremhævet findes *Hydrobia stagnorum* i hele profilet. Af ferskvandsarter findes kun de i nogen mængde, som tolererer brakvand, medens rene ferskvandsarter kun er fundet spredt og her kun i den yngste/øverste del af serien. Hvis området kun temporært blev overskyllet og altså normalt var fersk, måtte man forvente, at ferskvandsarter var langt overvejende, i hvert fald i en del af prøverne.

I fig. 4, diagrammets højre del, er der i lighed med forholdene i det foregående diagram gjort rede for prøvernes indhold af frø af *Ruppia* og *Potamogeton*. Tilstedeværelsen af *Ruppia*, jfr. denne slægts saltkrav omtalt ovenfor, gennem hele den omtalte del af lagserien understreger det resultat, som har kunnet udledes af de tilstedeværende mollusker. Der er enkelte fund af *Tricopera* (vårfluelarvehylster). Rester af *Vertebrata* forekommer hele serien igennem; det drejer sig her udelukkende om *Pisces* (fisk), hvoraf kun enkelte har kunnet bestemmes, herunder i HG 18675 *Vertebra* af *Perca fluviatilis* (Aboren), der trives både i ferskvand og svagt saltholdigt havvand.

I dette diagram indgår også frø af slægten *Scirpus*. Inden for denne slægt kendes karakteristiske rørsumpplanter (frøene er venligst bestemt af mag. scient Grethe Jørgensen, Nationalmuseet). Betragter man den øvre del af prøveserien, fra over Vikingetidsgrenlaget, ses lagene her at være ganske uden mollusker. Dette fravær kunne tænkes at have sin forklaring i en senere oplosning af skallerne, men også frø af vandplanter af slægterne *Potamogeton* og *Ruppia* og rester af fisk mangler i denne del af serien, hvorfor området mere sandsynligt, udfra frøene af slægten *Scirpus* fortsatte tilstedeværelse, må tænkes at være blevet en rørsump.

Transgressionsforløbet

Følger man inddelingen som er angivet i venstre side af fig. 4, ses det, at det første dæmningsbyggeri ingen indflydelse har haft på forbindelsen med havet.

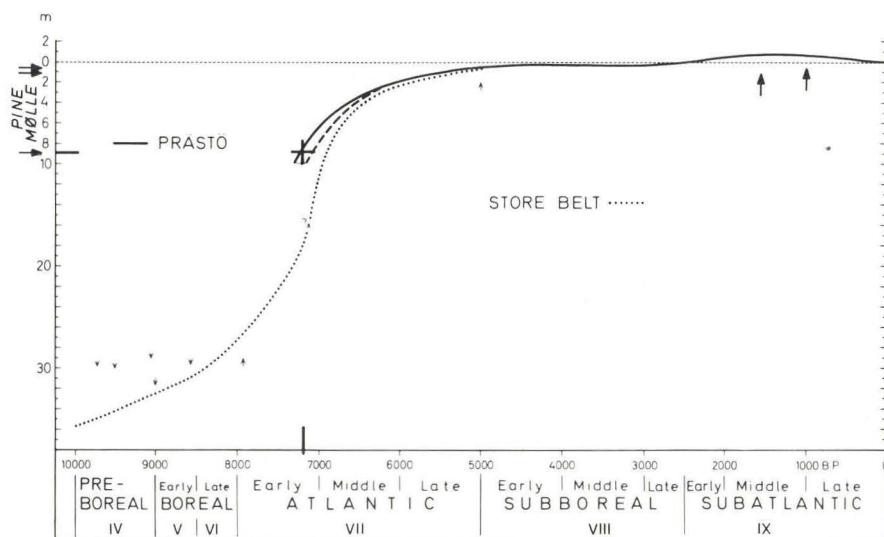


Fig. 5. Kurverne for kystliniens forskydning ved Store Bælt og Præstø Bugt, efter Harald Krog (1978), med tilføjelse af den C^{14} daterede transgression i Pine Mølle området. Transgressionsmaximet skulle ifølge Mikkelsen (1949) nås i Præstø Bugt i Subatlantikum; fra denne tid er de 2 højestliggende daterede brakvandsgytter fra Pine Mølle angivet.

Curves showing the displacement of the coastline at Præstø Bugt and the Store Bælt, from Harald Krog (1978), with the addition of the C^{14} -dated transgression in the Pine Mølle area. The transgression maximum in Præstø Bugt was reached in the Sub-Atlantic according to Mikkelsen (1949), and the two highest-placed brackish-water gyttja deposits from Pine Mølle have also been dated to this period and are indicated in the figure.

Derimod er der efter opførelsen af Vikingetidsgrenlaget opnået en afspærring fra havet.

Sammenfattende kan siges om områdets udvikling gennem den her omhandlede tid, at ved transgression i tidlig Atlantikum dannedes et æstuarium, der udvikledes til en beskyttet bugt som sluttelig, forud for de ældste fundne spor af menneskelig aktivitet inden for området, var tilsandet og næsten uden marine mollusker. Fra begyndelsen af Germansk Jernalder etableredes en brakvandsfauna øst for dæmningen, hvis opræden kan forklares ved en stigning af havniveauet. For at afgøre dette sidste punkt må forholdene omkring transgressionsforløbet i Postglacialtid nærmere gennemgås.

Ud fra undersøgelser udført af Harald Krog i Store Bælt (Krog 1973) kan transgressionen følges fra nuværende kote $\div 29$ m i slutningen af Boreal tid fra de dybere dele af bæltet. Sammenholdt med transgressionen i Tude Å-området giver dette en kraftig stigning af havspejlet igennem tidlig Atlantikum på omkring 20 m.

De af Ellen Louise Mertz udarbejdede isobaser for Littorinahavets største højder (Mertz 1924) viser, at Tude Å-området og Præstø Bugt, som er undersøgt af V. Mikkelsen 1949, begge findes omkring 1 m isobasen. Følgelig kan der forventes lige store størrelser for havspejlets stigning, således at kurven for kystliniens forskydning – udtegnet inden for de to områder – kan sættes sammen som gjort af Harald Krog (1978), hvorfra fig. 5 er hentet.

Når dateringen af transgressionen i Tude Å-området indarbejdes i dette skema (fig. 5) ses den gode overensstemmelse de to områder imellem med hensyn til relativ stigning af havspejlet igennem Atlantikum. Det er herudfra et spørgsmål, om den stigning til kote + 1 m, som fremgår af Mikkelsens kurve fra Præstø Bugt-området i Subatlantikum, kan genfindes i Tude Å-området og tages til indtægt for, at der dér findes en brakvandsfauna i Jernalderen. Den i indledningen omtalte i Vårby Å-dalføret beliggende marine lokalitet i kote \pm 0 m er ikke blevet bestemt tidsmæssigt – men for profilerne omkring Trelleborg viser nyere undersøgelser ved Svend Jørgensen (pers. medd.) samstemmende med Knud Jessens ældre, at de højestliggende marine aflejringer – også dér i kote \pm 0 m, må henføres til tiden før Bøgetid, altså inden Jernalderen. Pine Mølle-området bliver således det østligste undersøgelsesområde, hvor brakvandsafsætninger er konstateret i Jernalderen og her kun til kote \div 0,7 m.

Det skal anføres, at man i nyere undersøgelser over havspejlets bevægelser generelt har fundet stigninger inden for Jernalderen, Menke (1969) og Behre (1977). Faunaen i Jernalder-skaldyngerne fra dette tidsrum, først og fremmest indholdet af arter som *Venerupis aurea* og *Ostrea edulis* i det nordtyske område (Voss 1968) samt i sydøst Jylland (Poulsen 1976), tyder på en større saltholdighed i det vestlige Baltikum end i dag. Dette forhold kunne forklares ved, at det vestlige Baltikum havde en større udveksling med havområderne nord for Bælthavet end i dag.

Sammendrag

Ved gennemgangen af de marine aflejringer i Pine Mølle-området har den faunistiske udvikling kunnet følges fra tidlig Atlantisk til Subatlantisk tid. Det påviste transgressionsforløb ses at være gennemløbet i Atlantisk tid. I forbindelse med den påviste marine indflydelse i Subatlantikum i Pine Mølle-området må det konstateres, at der ikke er påvist højstliggende marine afsætninger længere inde i Tude Å dalsystemet fra dette tidsrum.

English summary

The Postglacial marine transgressions and the molluscan fauna of the Tude Å area, Store Bælt, Denmark.

The present investigation was initiated by Tage Christiansen at the Danish National Museum as part of a study of the Danish Viking forts. The well known Trelleborg fort is situated at the confluence of the two streams Tude Å and Vårby Å in Western Zealand north of Korsør. The Geological Survey of Denmark was asked to supply information on the history of the marine stages of the lower part of the Tude Å valley through which the Viking settlement could have had navigable access to the Great Belt during the Iron Age. The investigations have been concentrated on the area around a dam associated with a Water-mill in the meadows west of Trelleborg. In this project are also involved workers on diatoms, pollen, archaeology (Christiansen *et al.* 1978) – The following account will deal with the geology.

The geological map (fig. 1) shows that Næsby Fed is a marine foreland built up of marine sand and beach ridges. Deposits of gyttja are found in the old river bed. In the Tude Å valley east of the dam and towards Trelleborg the marine deposits are covered by younger freshwater gyttja and peat. In the Trelleborg area the marine deposits reach a thickness of 4 m and are characterized by *Cardium edule*, *Ostrea edulis*, and some *Scrobicularia plana*.

In the upper part of the Vårby Å valley marine deposits are found up to where the old road from Slagelse to Korsør crosses the valley. The series consists of marine sand with many shells of *Cardium edule* 1 m below present sea level, upwards changing into brackishwater gyttja at sea level. This shows that during the period of maximum sea level the marine influence passed beyond the Trelleborg area and reached 4 km inland from the present Belt coast.

In the Pine Mølle Dam area (fig. 2) marine deposits reach a thickness of up to 10 m, as seen in several borings. The Tude Å valley is considered to be part of a glacial meltwater complex. During the Boreal the valley was situated above sea level, as shown by freshwater deposits and C¹⁴ dating of the hanging marine gyttja. In the east-west section along the valley it is seen that the surface of the glacial deposits rises towards the east.

The fauna development is described from well no. XIV on the west side of the dam (fig. 2), supplemented by samples from the excavation which cuts through the dam, showing the younger deposits dated by C¹⁴ analyses.

The sedimentological data, shown diagrammatically in fig. 3, indicates a gradual change upwards to more sandy material and to a lower organic content. This is believed to reflect uninterrupted sedimentation. The lowermost part of the column shows the glacial melt-water sand and gravel underlying the freshwater deposits. The molluscan assemblages depict a lake deposit dominated numerically by *Valvata macrostoma* and *Gyraulus crista*.

The lower part of the Tude Å valley was transgressed by the Littorina Sea at 5240 ± 100 BC. The transgression level is found at 9 m. below present sea level. *Cardium edule* and *Macoma balthica* are well represented and have been used for the C¹⁴ dating. Furthermore, well-known species from the Littorina Sea are found from this early time, for example *Scrobicularia plana*. This species is often found in the deposits of the former fjords but nowadays occurs only sparsely in the Belt area and the southwestern Baltic. This lower part of the series is well documented as a marine sequence by the molluscan fauna and associated traces such as borings by *Cliona* sp. and *Polydora* sp. in the shell material.

Marine conditions are indicated in the gastropod fauna by the high representation of *Bittium reticulatum*, and the dominance among the *Hydrobia* of *Peringia ulvae* in the typical shell form, with flat whorls and low sutures – a form which prefers exposed localities – and, among the bivalvia, by the occurrence of *Corbula gibba*, *Abra alba* and *Venerupis aurea*.

Juvenile *Ostrea edulis* occurs commonly in the main part of the series, and is also found in the

other borings. According to V. Nordmann, the southern Belt area was the southeastern boundary of the range of the oyster. It is seen from the present investigation that an oyster population was found within this area over a rather long timespan, even though the adult oysters probably did not thrive in this particular place.

Upwards in the series a steady decline in number of species and specimens is seen, with one exception, *Hydrobia stagnorum*. This species indicates a change in the environment, according to the investigations by Bent Muus in the dependence of various *Hydrobia* species on salinity and water renewal. This change in biotope is placed chronologically in the period leading up to the Viking Age in fig. 4, which is based on samples from the excavation through the Pine Mølle Dam. In the diagram (fig. 4) the dating is based on C¹⁴ analyses of tree branches from the dam construction, where the first one, surprisingly, is found to be from the Germanic Iron Age, while the second one belongs to the late Viking Age. The bottom layer of branches most probably represents a path across this area, and the construction may have caused some damming up of the water in Tude Å. But as seen in the diagram, the molluscan assemblage with *Hydrobia stagnorum* and juvenile forms of *Mytilus edulis* and *Cardium edule* indicates that the connection with the sea was not interrupted.

Lymnaea peregrina is the dominant species higher up in the series, but still together with *Hydrobia stagnorum*. The occurrence in small numbers of freshwater species such as *Anisus contortus* and *Valvata cristata* which only tolerate low salinities may be explained by the nearby presence of freshwater localities. Terrestrial gastropods also occur in the samples.

The abrupt cessation of the molluscan record might be thought to be a result of secondary disintegration. But since the seeds of *Scirpus* are found higher up in the series but no traces of *Ruppia* and *Potamogeton*, the area may have changed into a reed swamp.

The development of the biotope through time can thus be summed up as follows: the fjord, which was transgressed in the Early Atlantic, changed from an estuary to a sheltered bay, and finally, before the outset of human activities in the Iron Age, the water became so shallow that it was almost bare of molluscan life. From the beginning of the German Iron Age into the time of the Vikings a brackishwater fauna is found east of the dam, and this might be explained by a slight rise in sea level.

The dating of the transgression, in connection with the investigations in Store Bælt by Harald Krog (fig. 5), indicates a relatively rapid rise in sea level in the Early Atlantic. This shoreline displacement in the Store Bælt is in good accordance with the relatively rapid rise in sea level during the Atlantic demonstrated by V. Mikkelsen (1949) in the Præstø Bugt area in the Baltic.

The question thus remains as to whether the rise in sea level to 1 m. above the present sea level in the Sub-Atlantic period, shown in Mikkelsen's curve from the Præstø Bugt area, can also be found in the Tude Å area, thus helping to explain the presence there of a brackish-water fauna in the Iron Age. The marine locality in the Vårby Å valley, mentioned above, lies at present sea level, but its age has not been determined. However, Svend Jørgensen's recent examination of profiles from around Trelleborg agree with older studies by Knud Jessen in showing that the highest marine deposits, also here occurring at present sea level, can be assigned to a date prior to the Beech period, i.e. before the Iron Age. Thus the Pine Mølle area is the most easterly site at which brackish-water deposits of Iron Age date have been found, and here only at heights of 1 m. and 0.7 m. below present sea level, as shown in fig. 5.

Conclusion

In the Pine Mølle area the development of the marine molluscs fauna has been demonstrated from the Early Atlantic to the Subatlantic. The Transgression took place mainly in the Atlantic. In connection with the marine influence during the Subatlantic demonstrated in the Pine Mølle area no highlaying marine deposits are found farther up the Tude Å valley.

References

- Behre, Darl-Ernst 1977: The history of the German part of the North Sea and the reaction of man to the sea-level changes during the last 4000 years. – Uppsala symposium 7–12, 3 1977.
- Christiansen, T. E., Foged, N., Jørgensen, S. og Petersen, K. Strand 1978: Trelleborg – Pine Mølle. – Nationalmuseet, København.
- Jessen, Knud 1948. In: Poul Nørlund: Trelleborg. – Nordiske Fortidsminder IV, i, pp. 163–179. København.
- Krog, Harald 1973: The early Post-glacial development of the Store Belt as reflected in a former fresh water basin. – Danm. geol. Unders., Årbog 1972, pp. 37–47.
- Krog, H. 1978: Denmark. In: The Quaternary History of the Baltic. – Acta Univ. Ups., Symp. Univ. Ups. Annum Quingentesimum Celebrantis: 2, Uppsala.
- Madsen, Victor 1902: Kortbladet Nyborg. – Danm. geol. Unders., I. række, 9, 182 p.
- Menke, B. 1969: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen und Radiocarbon-Datierungen zur holozänen Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste. – Eiszeitalter u. Gegenwart Band 20, pp. 35–43.
- Mertz, E. Louise 1924: Oversigt over de sen- og postglaciale Niveauforandringer i Danmark. – Danm. geol. Unders., II række, 41, 49 p.
- Mikkelsen, V. M. 1949: Præstø Fjord. – Dansk Botanisk Arkiv 13. 5. 171 p.
- Muus, F. J. 1967: The fauna of Danish estuaries and Lagoons; distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. – Meddelelser fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri og Havundersøgelser, Ny serie, 5, 316 p.
- Nordmann, V. 1903: Østersens (*Ostrea edulis* L.) Udbredelse i Nutiden og Fortiden i Havet omkring Danmark. – Meddr dansk geol. Foren. 2. 9, pp. 45–60.
- Nordmann, V. 1906: Yderligere Bemærkninger om Østersens (*Ostrea edulis* L.) Udbredelse i Nutiden og Fortiden i Havet omkring Danmark. – Meddr dansk geol. Foren. 2. 12, pp. 35–40.
- Poulsen, K. Løkkegaard 1976 (MS): Ældre Jernalders Skaldynger i Danmark og beslægtede bopladsfund. – Københavns Universitets Specialebibliotek.
- Rosenlund, K. 1976: Catalogue of subfossil Danish Vertebrates. Fishes. – Zoological Museum Copenhagen. 108 p.
- Rørdam, K., og V. Milthers 1900: Kortbladene Sejrø, Nykøbing, Kalundborg og Holbæk. – Danm. geol. Unders., I række, 8, 143 p.
- Schou, Axel 1945: Det marine Forland. – Folia Geographica Danica. IV, 236 p.
- Spärck, Ragnar 1942: Den danske Dyreverden dyregeografisk og indvandringshistorisk belyst. – København 116 p.
- Voss, Frithjof 1968: Junge Erdkrustenbewegungen im Raume der Eckernförder Bucht. – Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg. Bd. 57. pp. 95–189.