

Litorinatransgressioner i Trundholm mose, NV-Sjælland, en foreløbig undersøgelse

ERIK MAAGAARD JACOBSEN



Jacobsen, E. M.: Litorinatransgressioner i Trundholm mose, NV-Sjælland, en foreløbig undersøgelse. *Dansk geol. Foren., Arsskrift for 1981*, side 109–117, København 15. juli 1982.

An investigation for a road project have produced 247 borings in marine sediments from the Litorina Sea in the Trundholm bog, NV-Sealand. The geological description of the sediments shows a series of 5 transgressions into the bog. The highest sea level from each transgression is reflected in erosion of wave cuts and beach sand layers. The regressions is reflected in layers of shells mainly fragmented and rolled, sandy with some gravel grains. A late transgression (6) in the area are postulated due to the peat layer on top of the section. The only dates available is a pollen date of the bottom marine layer as atlantic, and a archaeological date of the top peat as sub-boreal. The correlation with earlier investigations in Denmark and south Sweden are summarised in a diagram showing the shore line displacement of the Litorina Sea in Trundholm bog.

Erik Maagaard Jacobsen, Geokon A/S, Rustenborgvej 7, DK 2800 Lyngby. 22 Februar 1982.

Der er foretaget en geoteknisk undersøgelse i forbindelse med et vejprojekt fra Vig til Lumsås i Odsherred. Der gives en foreløbig geologisk tolkning af de marine aflejringer, som er truffet i 247 boringer i Trundholm moses vestlige del. Undersøgelsen er udført af firmaet Geokon A/S for Vestsjællands Amtskommune.

Trundholm mose er beskrevet af Rørdam og Milthers (1900) i forbindelse med DGU's systematiske geologiske kortlægning af Danmark, og senere af Milthers (1943). Her beskrives mosen, som en indbugtning af Sejrø bugt i Litorinatiden. Denne bugt er senere blevet afsnørret af strandvolde, hvorved en ferskvandssø dannedes. På grundlag af de udførte boringer og gravninger i mosen, mener forfatterne, at havet transgrederede ind over et mosedækket område, idet der en del steder er truffet lag af ferskvandstørv under de marine aflejringer. Endvidere mener de, at der kun har været en transgression, som aflejrede saltvandsdynd (gytje) i mosen. Fra ferskvandssøen, som opstod efter afsnøringen, er den dækkende tørv aflejret, og mange steder er der observeret et skallag af *Cardium* på grænsen mellem de marine og ferske aflejringer.

Schou (1945) beskriver den samme udvikling af mosen, og fortsætter med en redegørelse for den senere udvikling af kysten, som bevæger sig længere og længere ud. Strandvoldssystemet

dækkes senere af flyvesand, hvilket også er beskrevet af Rørdam og Milthers (1900). Faunaen i saltvandsdyndet består væsentligst af *Cardium*, *Mytilus* og *Hydrobia*, samt færre eksemplarer af *Litorina*, *Ceritium (Buccium)* og *Scrobicularia*. Det bemærkes iøvrigt, at der ikke er truffet østers i forbindelse med kortlægningen.

Med fundet af Solvognen Müller (1903) er den øverste ferskvandstørv arkæologisk dateret til sub-boreal tid, nærmere bestemt til yngre stenalder – ældre bronzealder.

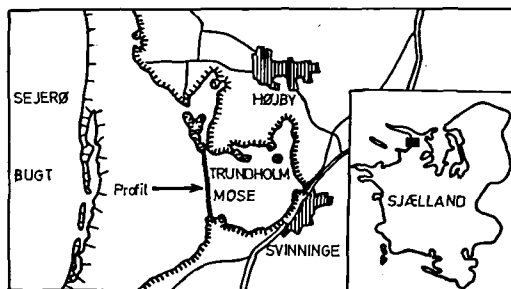


Fig. 1. Kort med profils beliggenhed. De tætliggende tværstriber viser kystens beliggenhed under litorinahavets maximum. De åbne tværstreger viser den nuværende kystlinje. Kortet er tegnet på grundlag af morfologien.

Map showing the situation of the investigated section. The close spaced stria shows the position of the coast of the highest level of the Litorina sea. The open spaced stria shows the present coast line. The map is drawn on the basis of morphology.

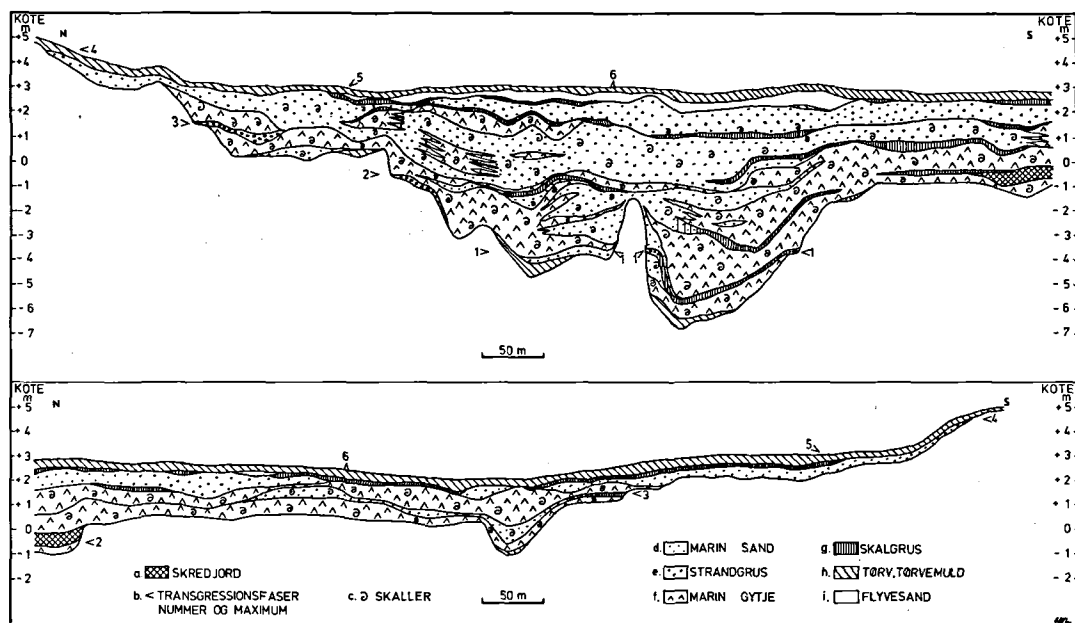


Fig. 2. Profil gennem Trundholm mose, udtegnet på basis af 247 boringer. Den nedre del af profilet er beliggende syd for den øvre.

Section across the Trundholm bog, drawn on basis of 247 borings. The lower part is situated to the south of the upper part. The signs are: a. Scree, b. Transgressionsfases, number and maximum, c. shells, d. marine sand, e. beach gravel, f. marine gyttja, g. gravelly shell layer, h. peat and peaty soil, and i. aolin sand.

Beskrivelse af profilet

Det undersøgte profil er 1600 m langt, og forløber over Trundholm moses vestlige del, se fig. 1. Materialet er frembragt på grundlag af 2 typer boringer: 1) geotekniske boringer med hjemtagning af prøver og 2) blødbundsboringer, hvis formål er at finde dybden til dæmningsfast bund; herfra hjemtages ikke prøver. Der er udført 17 geotekniske boringer og 230 blødbundsboringer i 3 rækker med 20 m's afstand og med 20 m's mellemrum. Alle boringer er ført gennem de postglaciale lag og ned i sen-glaciale eller glacielle lag.

Forfatteren har deltaget i udførelsen af de 247 boringer i Trundholm mose, og disse er detaljeret geologisk beskrevet. På denne baggrund er længdeprofilen fig. 2 fremstillet. Den marine udvikling synes at kunne deles i 2 afsnit, nederst marint *Cardium*gyttje og øverst marint skalførende sand. De marine aflejringer er i den nordlige ende dækket af flyvesand, og øverst ses overalt en formludet ferskvandstørve. De marine aflejringer har for det meste en tykkelse på 2–3 m, med undtagelse af et ca. 300 m bredt område i den nordlige del, hvor tykkelserne ligger på 5–10 m.

Ved en detaljeret gennemgang af profilet ses det, at *Cardium*gytjen i det dybe parti kan deles i 3 afdelinger adskilt af et skalgruslag og et sandlag med mange skaller og skalstykker, tydeligt rullede. Endvidere ses også, at *Cardium*gytjen i det dybe parti ikke er samtidigt med det øverste gytjelag på det lave område. Også det marine sandlag over det dybe område er todelt, med en nedre del med mange tynde gytje- og tørvelag og et øvre homogent sandlag med meget få skaller. Grænsen mellem dem udgøres af et lag af skaller og skalgrus. Flere steder i profilet og i flere niveauer ses lave klinger, dannet ved at havet har stået i dette niveau i længere tid. Når alle disse oplysninger sammenstilles, kan der beskrives en detaljeret udviklingshistorie med 5 (6) transgressionsfaser adskilt af mindre regressionsfaser. De enkelte faser gennemgås mere detaljeret nedenfor.

Fase 1

Tørven i bunden af den dybeste del af profilet kote ca. -6,8 m er muligvis det første tegn på en stigning af havniveau. Derefter stiger havniveau yderligere, og transgredere ind over de laveste

dele af området, på profilet de dybe partiet i den nordlige ende. Denne transgression foregik i atlantisk tid ud fra pollentællingen på en prøve fra laget umiddelbart over denne grænse, venligst udført af Dr. Scient. Else Kolstrup, DGU:

Pollen	Antal	%
Fyr	20	3,4
Birk	136	23,1
Pil	2	0,3
Elm	36	6,1
Eg	145	24,6
El	117	19,8
Hassel/porse	118	20,0
Lind	16	2,6
Træpollen ialt	590	
Græsser	139	23,6
Halvgræsser	6	1,0
Skærmbloster	7	1,0
Nælde	3	
Carophylla	1	
Artemisia	2	
Lyng	1	
Mjødurt	2	
Talictum	2	
Dunhammer	2	
Sporetyper	9	

Ødelagte ikke identificerbare pollen: 64.

Alle pollen var delvis koroderet, hvilket besværliggjorde tællingen og dateringen. Prøven viste sig at stamme fra en lokalpræget egeblandingsskov, hvori der ikke fandtes bøg, kulturplanter eller -elementer. Dette placerer prøven i den atlantiske periode.

Havniveauet steg indtil det stagnerede i kote -3,7 m i længere tid. Dette havniveau eroderede en lav kystklint i den sydlige brink, og aflejrede et gruset sandlag med rullede skaller nedenfor. Midt i indløbet lå en lille holm, som eroderedes af havet og derfor gav ophav til sandlag nær bredden, medens der i selve bassinet blev aflejret leret *Cardium* gytje. I toppen af denne gytje findes et stort indhold af ålegræs, som ofte danner tynde tørv-lag. Nord for holmen er der så lavvandet i denne fase, at tidevands erosion og aflejring dominerer, hvorfor der her træffes en gruset sandaflejring med enkelte rullede skalfragmenter.

På sydsiden af holmen findes i kote -3,9 til -3,6 m en aflejring af strandsand, svagt gruset med mange planterester og trækulsstykker samt

skaller og skalfragmenter, som viser at dette er aflejret i tidevandszonen. På dette sted er der også truffet et tyndt muldrag med en 0,5 cm tyk græstørv på toppen (kote 3,7 m), hvilket viser, at dette niveau i dannelsesøjeblikket har ligget over højvandsmærket. Dette medfører, at havniveau nu må være faldet minimum 0,5 m i forhold til landet. Denne regression går derfor ned til mindst kote -4,1 m, og har efterladt en tør havbund med et tyndt lag skaller. I dette lag er følgende fauna fundet:

<i>Bittium reticulatum</i>	mange
<i>Rissoa membranacea</i>	dominerende
<i>Hydrobia Ulvae</i>	dominerende
<i>Turboella albeta</i>	enkelte
<i>Litorina litorea</i>	en del
<i>Cardium edule</i>	mange
<i>Macoma baltica</i>	fragmenter
<i>Mytilus edulis</i>	fragmenter
<i>Ostrea edulis</i>	fragmenter

Faunaen synes at bestå af 2 elementer, en ålegræsfauna, der er brakvandspræget og dele af *Macoma* samfundet, hvilket peger på en lavvandet bugt eller fjord med beskyttede forhold. Fundet af enkelte eksemplarer af fuldvoksne og tykskallede østers kunne dog tyde på, at der har været en rigelig vandudskiftning. Der er dog også den mulighed, at de er sammenskyttet fra andre områder. Der er endvidere fundet ryghvirvler (ca. 1 mm) af små fisk, kitinrester af insekter, frø, enkelte ostracoder samt en enkelt foraminifer. Denne fauna adskiller sig meget fra den, der findes i den underliggende gytje, hvor *Cardium edule* og *Hydrobia ulvae* dominerer, medens der findes enkelte skaller af *Scrobicularia plana* og *Mytilus edulis*.

I den øverste del af gytjen begynder *Rissoa membranacea* og *Bittium reticulatum* at optræde i rigelige mængder.

Da havniveau i denne fase 1 stod højest, var der opstået et ca. 200 m bredt indløb til mosen. Det er dog næppe sandsynligt, at havet trængte ret langt ind bag profilinien, idet det transgrederede op i en ådal.

Fase 2

Efter regressionen stiger havniveauet igen og transgrederer atter ind i indløbet, og aflejrer et lag svagt sandet, gruset skalgrus. Dette lag ligger

umiddelbart ovenpå skallaget i toppen af fase 1 laget, men er meget grovere.

Der er truffet følgende fauna i transgressionslaget:

<i>Bittium reticulatum</i>	få
<i>Turritella communis</i>	få
<i>Litorina litorea</i>	en del
<i>Litorina saxatilis</i>	enkelte
<i>Hinia reticulata</i>	få
<i>Rissoa membranacea</i>	enkelte (oparbejdet?)
<i>Hydrobia ulvae</i>	få
<i>Cardium edule</i>	dominerende (skønnet ca. 60%)
<i>Macoma baltica</i>	fragmenter
<i>Mytilus edulis</i>	fragmenter
<i>Ostrea edulis</i>	fragmenter
<i>Pisces</i>	

Denne fauna adskiller sig fra den i det underliggende skallag ved nærmest at mangle ålegræs-faunaen. De få eksemplarer der er truffet er sandsynligvis oparbejdet fra underlaget. Ydermere er skallerne væsentlig større i transgressionslaget, f.eks. er diameteren for *Cardium* 14 mm i fase 1, medens den er 31 mm i transgressionslaget fra fase 2. De tilsvarende tal for østersen er ca. 48 mm og ca. 73 mm.

Havniveauet fortsætter med at stige indtil det når kote $-0,5$ m, hvor det stagnerer en tid. Ved dette stabile vandspejl dannes lave kystklinger i begge sider af indløbet, og holmen dækkes helt af vand. Ved den nordlige kyst aflejres gruset strandsand med rullede skaller, medens der ved den sydlige kyst aflejres gytje helt ind til klinten. Ude i bassinet aflejres leret *Cardium* gytje undtagen lige omkring holmen, hvor erosion af dennes sider giver sandlag ud i gytjen. På toppen af holmen aflejres i denne fase 2 kun sand, da tidevandsforskellen her har medført, at der har været næsten tørt ved lavvande.

Den sydlige del har været et ca. 200 m bredt meget lavvandet område, som har været næsten tørlagt ved ebbe. Der må have været ret rolige forhold her, da der kun er aflejret gytje. Faunaen i gytjen er mere sparsom end i transgressionslaget, idet der hovedsagelig er fundet *Cardium edule*, som den alt dominerende, der er dog også fundet en hel del *Litorina litorea*. Der er yderligere fundet *Turritella communis*, *Hydrobia ulvae*,

Rissoa membranacea (hyppigere opefter) og få fragmenter af *Mytilus edulis*. Opefter træffes færre arter, *Cardium* og *Rissoa* samt en enkelt skal af *Macoma baltica* ind imellem. Overalt træffes rester af fisk, især ryghvirvler.

Indløbet er nu blevet ca. 600 m bredt i profillinen, og store dele af mosen synes at have været havdækket i denne fase 2.

Fasen afsluttes af en regression, som aflejrer dels et sandlag med skaller og dels endnu et skalgruslag.

Faunaen i dette lag udgøres af *Litorina litorea*, *Cardium edule*, *Macoma baltica*, *Mytilus edulis*, *Ostrea edulis*, alle eksemplarer er tykskallede individer.

Ved klinten mod syd træffes et lag af nedskredet materiale fra klinten ovenpå gytjen, dannet, da havet trak sig tilbage og ikke længere eroderede i klinten. Denne regression nåede ned til et sted mellem kote $-1,0$ og $-1,5$ m, da der i dette niveau synes at være en erosion af skalgruslaget på den sydlige side.

Fase 3

Havniveau steg igen og transgrederede ind over de tidligere fasers aflejringer. Det er ikke lykkedes, at adskille skalgruslaget mellem fase 2 og 3 i to dele, men det er sandsynligt, at der ligger en grænse et sted i dette lag. Stigningen standsede ved et havniveau omkring kote $+1,5$ m, hvilket kan ses af de 2 lave klinger. Igen synes der at være forskel på den nordlige strand, med aflejring af gruset strandsand med rullede skaller, og den sydlige strand med en gytjeaflejring. Det er de samme forhold som under fase 2, denne gang med et ca. 600 m bredt lavvandet område mod syd, og en hurtigere stigning af vanddybden ved den nordlige kyst.

I de kystnære områder er der blevet aflejret gytje, som mod midten af bassinet har flere og flere sandlag. I den dybe del er der først aflejret gytje med sandlag, og senere sand med færre og færre gytjelag opefter, hvilket tyder på, at den tidevandsbetingede udskiftning af vandet i fjorden bagved har foregået i dette indløb. Endvidere er der truffet mange tynde ålegræs-tørvelag, som viser, at der har været roligere perioder.

Faunaen er blevet mere artsfattig, med *Cardium edule* som den alt dominerende, herudover træffes *Bittium reticulatum*, *Hydrobia ulvae*, *Litorina litorea* (få eksemplarer), *Cardium ecina-*

tum, *Macoma baltica* (fragmenter) og *Mytilus edulis* (fragmenter).

I tørvelagene findes også *Rissoa membranacea* og *Litorina saxatilis*. Indløbet til mosen er nu blevet 1200 m bredt, og langt størstedelen af mosen har været havdækket.

Også denne fase afsluttes af et skalgruslag, som består af rullede skaller, sand og gruskorn. Heri er kun fundet *Cardium* (dominerende), *Mytilus*, *Macoma* og *Litorina*. Dette skalgruslag, som dog kun træffes i den sydlige ende og helt kystnært mod nord, afspejler en regression. Det forhold, at regressionen for det meste genfindes, hvor der har været lavvandet fortæller, at der sandsynligvis kun har været tale om en ganske lille sænkning, til omkring kote ca. +1,0 m.

Fase 4

I denne fase når Litorinahavet sin højeste vandstand i kote +4,5 m i området. Indløbet til mosen er blevet 1600 m bredt, hvorved der opstår langt mere bevægelse i vandet i bugten. Dette kan ses i aflejringerne, idet der hovedsagelig er aflejret sand med mange gytje/tørvelag med ålegræs (op til 12 lag pr. m). I den sydlige del af profilet ses også i denne fase et bredt, grundt område, hvor der har været mere stillestående vand, afspejlet i et sandet gytjelag fra begyndelsen af denne fase. Dette gytjelag går gradvist over i sand, som beskrevet ovenfor. I begge ender findes en bred (150–200 m) kystzone med en ren sand-grus aflejring, hvilket muligvis kan skyldes et kraftigt tidevand, da niveauforskellen indenfor denne zone er ca. 1,5 m.

Faunaen i sand og gytjelagene er artsfattig med *Cardium edule* og *Litorina litorea*, som de alt dominerende. Herudover er der fundet enkelte fragmenter af *Mytilus*, *Macoma* og *Scrobicularia*, samt nogle få eksemplarer af *Bittium reticulata*.

I slutningen af denne fase begynder kystudligningen at lukke bugten af fra den nordlige ende, idet der her er truffet strandvoldsaflejringer op til 400 m fra den højeste kystlinje. Denne krummedannelse hjælpes på vej af en regression af havet som efterlader en gruset sandaflejring, som flere steder indeholder så mange skaller, at det må betegnes som et skalgruslag. I dette lag træffes hovedsagelig *Cardium edule* samt nogle få eksemplarer af *Hinia reticulata*, *Litorina litorea*, *Macoma baltica* og *Mytilus edulis*. Havniveauet

ved regressionens minimum skønnes at have stået omkring kote +1,5 m.

Fase 5

Efter denne regression stiger havniveauet endnu engang, men ikke så højt som før, og transgredere ind over de lavestliggende dele af området. Stigningen når op til kote +2,5 m. Aflejringerne består hovedsageligt af mellemkornet sand med et svagt indhold af organisk materiale, samt enkelte rullede skaller af *Cardium* og *Litorina*. I det dybeste område træffes enkelte lag af ålegræs-tørv i bunden af sandlaget, umiddelbart over regressionslager fra fase 4.

Disse forhold viser, at umiddelbart efter, at havet er trængt ind over området, begynder tilsandingen at lukke indløbet til mosen. Den øverste del af sandet er tolket som strandsand, dette betyder at indløbet til mosen sander til og lukker helt under fase 5. Også på dette tidspunkt har den sydlige del af profilet været dækket af meget grundt vand, det kan højst have været 0,5 m dybt under højvande. Der har sandsynligvis været lave tørre sandbanker med lave strandsøer inde bagved.

Denne transgressionsfase efterlader et meget markant og gennemgående skalgruslag, som tiltager i tykkelse sydpå gennem profilet, fra 10 cm til ca. 30 cm. Skallerne er hovedsagelig *Cardium edule*, med få spredte eksemplarer af *Litorina* og *Macoma*.

I slutningen af denne fase, medens indløbet til mosen lå i den sydlige del af profilet, begyndte flyvesand at dække områdets nordlige del. Perioden med flyvesand fortsætter efter regressionen af havet, da det alle steder er truffet ovenpå skalgruslaget.

Ved gravninger i flyvesandet er en fin lagdeling med tynde muldlag observeret, hvilket tyder på, at det er aflejret på tørt land.

Fase 6

Efter aflejringen af flyvesandet sker der en forsumpning af moseområdet, som medfører en tørvdannelse også over flyvesandet. Tykkelsen af den nu formuldede tørv er 30–40 cm, hvilket oprindeligt må have været et ca. 1,5 m tykt tørvelag. Tykkelsen er formindsket dels gennem naturlig dræning forårsaget af landhævningen og dels gennem kunstig dræning i forbindelse med opdyrkningen.

Denne forsumpning kan skyldes en øget nedbør og en dermed forbundet grundvandsstigning. En pollenanalyse af tørven i forbindelse med fundet af Solvognen (Müller 1903) var negativ, men tørven må hovedsagelig være dannet umiddelbart før Solvognens tid, omkring 1500 B.C. Dette tidsrum opfattes som både varmt og tørt, og derfor må forsumpningen sandsynligvis forklares på en anden måde end en øgning af nedbøren.

En sandsynlig forklaring kan være, at grundvandsstigningen skyldes en stigning af havniveauet, som dog ikke var høj nok til, at havet endnu engang transgrederede ind i moseområdet. Den nuværende tærskel mellem havet og mosen ligger i kote +2,0 m, hvorfor højeste havniveau for denne fase (6) må have ligget lavere. Ved en gravning i forbindelse med et byggeri ca. 700 m vest for profillininen fandtes efter mundtlig oplysning følgende lagserie:

Tørvemuld: 0,4 m.

Sand med skaller: 0,3 m.

Dynd med skaller: 0,2 m.

Sand meget fint og lyst: 0,3 m.

Sand gruset og stenet ned til ca. 2 m.

Stedet ligger i ca. kote 2,5 m, så det omtalte lag af dynd med skaller ligger i kote +1,7 m, og synes at være underlejret af flyvesand. Hvis denne tolkning er korrekt, så har vi her et bevis for en transgression efter flyvesandsfasen, og den kan sandsynligvis korreleres med fase 6 i Trundholmprofilen. Den højeste vandstand under fase 6 synes at have stået mellem kote +1,8 og +2,0 m.

Diskussion

De ovenfor beskrevne 6 transgressionsfaser er ikke dateret på anden måde end en pollendatering af nederste marine lag til atlantisk tid, og en omtrentlig arkæologisk datering af tørven fra fase 6 til sub-boreal tid, dog før 1500 B.C. Den eneste mulighed for korrelation er derfor en sammenligning med de bedre daterede resultater fra tidligere undersøgelser over litorinatransgressionerne i Danmark og Sydsverige.

I sin klassiske undersøgelse fra Søborg sø, beskriver Iversen (1937) 4 fjordperioder, som sidestilles med transgressioner: en tidlig-, en høj- og en todelt sen-atlantisk. Den sidste IV er senere (Troels-Smith 1942) kaldt den sub-boreale.

Disse 4 faser kan dog ikke henføres til bestemte niveauer udover, »at den tidlig-atlantiske når til betydelig mindre højde end de følgende«. Både i fjordperiode II og IV er diatomékurverne totoppe, hvilket åbner mulighed for at opstille 6 faser. Starten af periode IV falder umiddelbart før faldet i elmekurven, hvorfor størstedelen af denne transgression falder i den sub-boreale periode (se fig. 3).

Undersøgelserne fra Korup sø (Iversen 1937) resulterer i en opstilling af 4 faser, hvor II og III er svære at adskille. Igen ligger fase IV omkring elmefaldet, og disse faser korreleres af Iversen med Søborg sø's 4 fjordperioder.

I en beskrivelse af Tengslemark mose, kun 4 km nord for Trundholm mose viser Jessen (1937), at mosen 2 gange har været en fjord, og disse 2 perioder pollendateres til zone VIIb og VIIa. Den anden periode starter med elmefaldet, hvorfor den korreleres med Iversens periode IV. Da tærskelen mellem mosen og Klintesø ligger i kote +1,7 m og strandvolden i kote +5,7 m, må de 2 transgressioner have haft havniveau højere end kote +1,7 m. Det øverste lag *Cardium*gytje må stamme fra den samme transgression, som efterlod strandvolden, og på dette sted udgjorde højeste vandstand under litorinatransgressionerne. Dette niveau modsvares af Iversens periode IV i Søborg sø.

Fra et profil ved Klintesø lidt nord for Tengslemark mose beskriver Jessen (1937) også 2 transgressioner, som begge når et niveau omkring ca. 5 m. Jessen korrelerer disse 2 faser med de 2 fjordfaser ved Tengslemark og dermed med Søborg sø III og IV. De fundne oldsager i skaldyngen henføres til sen Ertebølle og tidlig neolitisk tid, hvilket medfører, at dette 5 m niveau må ligge omkring elmefaldet. Det er derfor mere sandsynligt, at de to transgressioner skal korreleres med den todeling som ses i Iversens fase IV i Søborg sø. Det passer fint sammen med strandvolden i kote +5,7 m og det øverste gytjelag i Tengslemark mose, og det kan samtidig antyde, at dette niveau udgøres af en todelt transgression.

I en undersøgelse fra Amager (Troels-Smith 1939) opstilles også 4 niveauer, som korreleres med Iversens (1937) 4 faser, men materialet, der bygges på, er kystbundne bopladser, som tidsmæssigt ikke nødvendigvis behøver at falde sammen med transgressionsmaxima.

Ved beskrivelsen af Dyrholmen (Troels-Smith

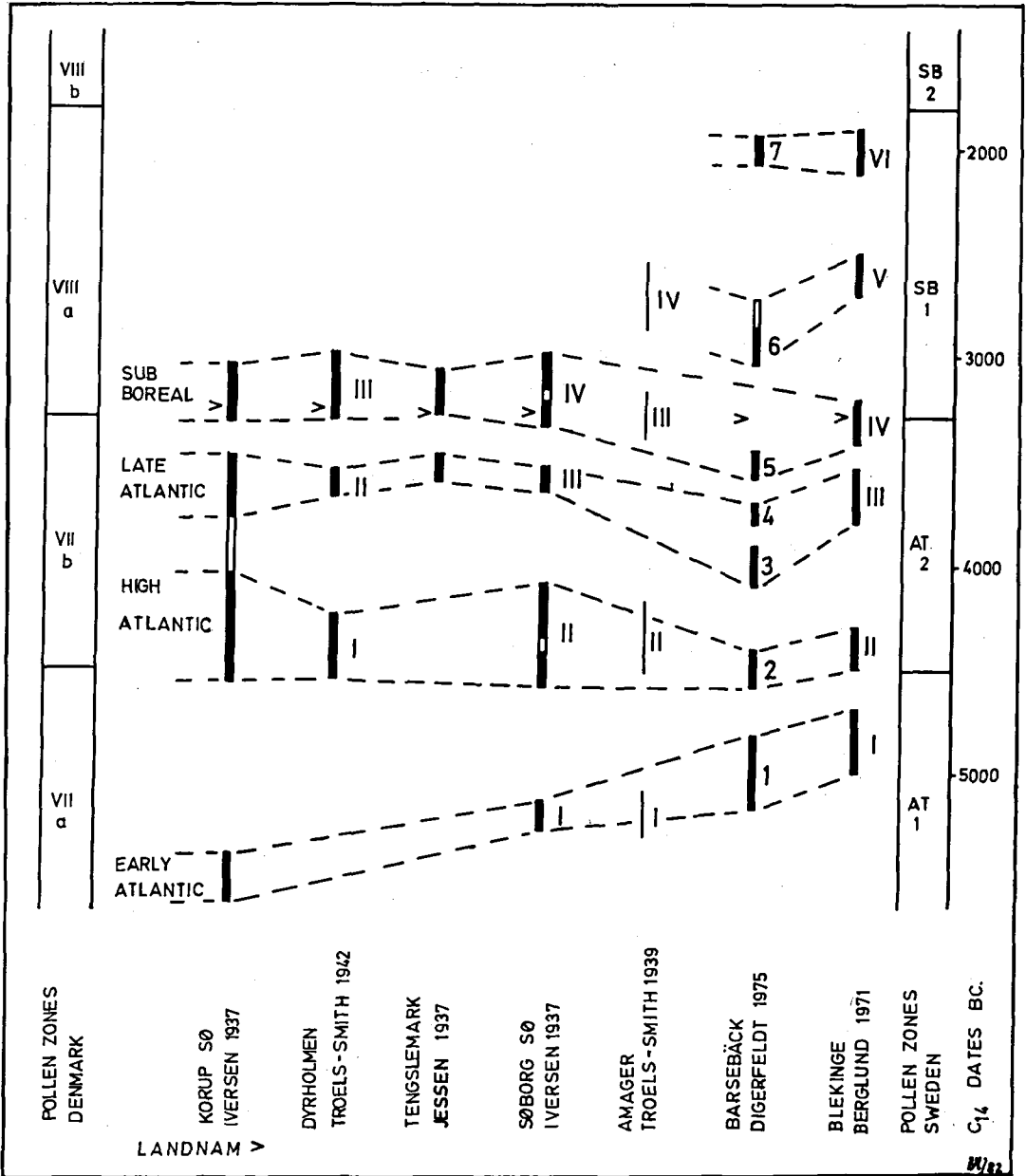


Fig. 3. Diagram som viser en sammenstilling af litorinatransgressionerne i forskellige profiler i Danmark og Sydsverige, korreleret på baggrund af de publicerede pollendiagrammer.

Diagram showing the connection between the Litorina-transgressions in various profiles in Denmark and Southern Sweden, correlated on the basis of pollendiagrams published.

1942) opstilles 3 faser, pollendateret og korreleret med de sidste 3 af Iversen's Søborg sø faser. I en undersøgelse fra Stavns fjord (Troels-Smith 1937) beskrives igen 3 faser, som dog er afhængige af kystbundne bopladsers placering, hvorfor niveauet kan variere meget.

I en beskrivelse af Barsebäck mose (Digerfeldt 1975) opstilles 7 fjordfaser, hvoraf de første 5 falder i den atlantiske periode, og de sidste 2 i den sub-boreale periode. Her falder elmefaldet midt mellem fjordfase 5 og 6. Højeste vandstand indtraf på dette sted i den sub-boreale periode

under fase 6. Digerfeldt korrelerer de fundne fjordfaser på følgende måde: 1 er den tidlig-atlantiske, 2 er den høj-atlantiske, 3, 4 og 5 er den komplekse sen-atlantiske, 6 er den sub-boreale og 7 er den midt-sub-boreale. Denne korrelation bygger på en hel serie C_{14} dateringer fra de enkelte perioder. Det er det eneste sted hvor elmefaldet ikke falder i en transgressiv fase, men i en regressiv.

I Blekinge har Berglund (1971) beskrevet transgressionerne i en række moser, som en eller flere gange har været havdækket. Alle moserne ligger på samme isobase, så transgressionerne i de forskellige moser er direkte korreleable. Berglund opstiller 6 transgressioner, således at I = tidlig-, II = høj-, III og IV = den komplekse sen-atlantiske, V = sub-boreale, VI = midt sub-boreale. Alle faserne er C_{14} dateret ved siden af pollen-dateringerne. I disse profiler falder elmefaldet i slutningen af fase IV, hvorfor den nok nærmere skal korreleres med den sub-boreale eller Søborg sø fase IV.

På baggrund af de ovennævnte undersøgelser er der sammenstillet et diagram fig. 3. Her er de 4 traditionelle transgressioner forsøgt korreleret med de forskellige profiler ud fra pollendiamgrammerne.

Det er vanskeligt at korrelere de forskellige profiler, da der er tale om en ikke helt synkron transgression, ydermere er tidsinddelingen (ved hjælp af pollen) heller ikke synkron.

På trods af dette synes der at være en rimelig sammenhæng mellem tidspunktet for transgressionerne i de forskellige profiler (se fig. 3).

Korrelationen mellem Berglunds (1971) fase IV og den sub-boreale transgression bygger på det faktum, at elmefaldet, som i de danske profiler ligger i begyndelsen af transgressionen, i Blekinge ligger i den sidste del af fase IV.

Indpasningen af Trundholmprofilen i dette system (fig. 3) baseres på niveauet af fase 4. Denne kote +4,5 m svarer til den højeste vandstand af Litorinahavet ved Tengslemark mose, som her er dateret til den sub-boreale transgression. Når Trundholmprofilens fase 4 falder i den sub-boreale periode, er den bedst tænkelige korrelation af de første 4 faser med Søborg søs fase I-IV. De resterende 2 faser 5 og 6 i Trundholmprofilen må derfor falde i den sub-boreale periode, og skal sandsynligvis korreleres med Berglund's (1971) fase V og VI.

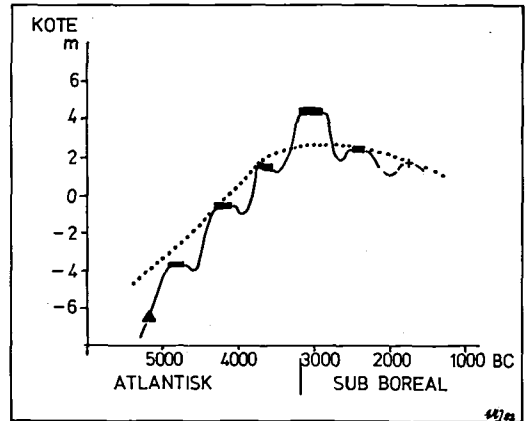


Fig. 4. Strandforskydningskurve for Trundholm mose. De sorte rektangler markerer koten for strandaflejringer og klintfod, krydset markerer koten for fase 6. Trekanten viser første transgressionstidspunkt. Kronologien bygger på dateringen af de tilsvarende transgressioner i Blekinge (Berglund 1971). Den prikgede linie er Mörners strandforskydningskurve for området (Mörner 1969).

Diagram showing the shore line displacement of the Litorina Sea in Trundholm bog. The solid rectangles marks the level of beach sands and wave cuts, the cross marks the level of the last postulated phase 6. The triangle indicates the level of the first transgression. The chronology are based upon the dating of the corresponding transgressions in Blekinge (Berglund 1971). The dotted line are the shore line displacement curve for this area by Mörner (1969).

Med baggrund i korrelationen af Trundholmprofilens 6 faser med Berglund's 6 fra Blekinge, er der fremstillet en strandforskydningskurve for Trundholm mose (fig. 4). Den tidsmæssige ramme, der forefindes for Trundholmprofilens transgressioner, er ikke i uoverensstemmelse med denne fremstilling (fig. 4).

I undersøgelser over litorinatransgressionerne i Danmark, Præstø fjord (Mikkelsen 1949), Kattegat og Øresund (Mörner 1969), Storebælt (Krog 1960 og 1973), Pine Mølle (Petersen 1977) og Roskilde fjord (Bondesen et al. 1979 og 1980), har det ikke været muligt, at udskille flere faser. Derimod har det været muligt, at vise transgressionsforløbet i store træk. Det er bemærkelsesværdigt, at resultaterne fra Trundholmprofilens transgressionsmaxima passer godt overens med disse kurver, når man ser bort fra fase 4 (se fig. 4). Fase 4 maximet ligger væsentlig højere end kurverne, men passer overordentlig godt sammen med niveauet for Litorinahavets højeste vandstand (Mertz 1924).

I en undersøgelse fra Kyholm, Christiansen et

al. (1981), beskrives et ildsted i kote +2,8 m i en strandvold, som menes at stamme fra den sub-boreale transgression. Korrigeres dette niveau for niveauforandringerne (Mertz 1924), svarer det til kote + 4,1 m ved Trundholm, hvorfor det kan korreleres med fase 4. Niveaet på Kyholm korreleres også med Stavns fjord's niveau A1.: AIII (Troels-Smith 1942), hvilket tyder på, at strandforskydningskurven fra Trundholm kan benyttes andre steder.

Faunaen fra Trundholm viser en klar aftagen i antallet af arter op gennem de forskellige faser, hvilket samstemmende med sedimenterne viser, at der er sket en stigende tilsanding indenfor området. Den stigende vandstand giver en øget erosion ved kysterne, som samtidigt også er bedre eksponeret, dette giver et øget indhold af minerogent materiale i sedimenterne. Østersen optræder kun i de første 2 faser, og kun i det dybe område, hvilket tolkes som et udtryk for, at der kun her har været den fornødne vandudskiftning. Dette svarer godt til de forhold der er fundet i Roskilde fjord, hvor østersen hyppigst træffes ved skælmesterne Bondesen et al. (1980). Tidevandsbevægelsen til og fra litorinatidens Trundholm fjord må hovedsagelig være foregået gennem dette dybe område.

Konklusion

Den ovenstående beskrivelse af den marine udvikling af Trundholm mose viser, at transgressionen kan deles i 4 faser adskilt af mindre regressioner. Efter højeste havniveau i fase 4 indtræffer en generel regression afbrudt af 2 mindre transgressioner. Disse 6 transgressionsfaser korreleres med Berglund's (1971) faser fra Blekinge. De første falder i den atlantiske periode, 1. tidlig-, 2. høj-, 3. sen-atlantisk, 4. på overgangen mellem atlantisk og sub-boreal tid (omkring elmefaldet), de 2 sidste falder i den sub-boreale periode før ca. 1500 BC. Den 4. fase, overgangen atlantisk/sub-boreal tid, er den højeste vandstand i litorinatiden indenfor dette område. De 2 mindre sub-boreale faser er ikke tidligere beskrevet fra Danmark, hvilket sikkert skyldes, at de er udformet i de tidligere fasers aflejringer, og derfor svære at erkende.

Tidligst dannedes et smalt æstuarium, da havet transgrederede op i en ådal, herefter udvikles en fjord med et smalt indløb. Efterhånden bliver

indløbet bredere, og en beskyttet bugt udvikles frem til højeste vandstand, hvorefter indløbet lukkes af et strandvoldssystem, som hovedsagelig opbygges fra nord. Efter lukningen dannes et stadium under den sidste transgression.

De her fremlagte resultater vil forhåbentlig gennem videre undersøgelser blive bedre underbygget, især vil nærmere dateringer af de enkelte faser være ønskelige.

Literatur

- Berglund, B. E. 1971: Littorina transgressions in Blekinge, South Sweden. A preliminary survey. *Geol. För. Stockh. Förh.* 93: 625-652.
- Bondesen, E. et al. 1979: Roskilde fjord-Geofysiske og geologiske undersøgelser 1979. *Roskilde Universitetscenter*. 77 p.
- Bondesen, E. et al. 1980: Roskilde fjord-Marine strømsteder og skalforekomster. *Roskilde Universitetscenter*. 59 p.
- Christiansen, C. et al. 1980: Coastal and near-shore changes correlated with die-back in eel-grass (*Zostera marina*, L.). *Sediment. Geol.*, 28: 163-173.
- Digerfledt, G. 1975: A standard profile for Littorina transgressions in western Skåne, South Sweden. *Boreas*, vol. 4, pp. 125-142.
- Iversen, J. 1937: Undersøgelser over Litorinatransgressioner i Danmark. *Medd. Dansk geol. Foren.* Bd. 9. pp. 223-232.
- Jessen, K. 1937: Litorinasænkningen ved Klintesø i pollenfloristisk Belysning. *Medd. Dansk geol. Foren.* Bd. 9. pp. 232-236.
- Krog, H. 1960: Post-glacial submergence of the great Belt dated by pollen-analysis and radiocarbon. Report Intern. Geol. Congress, XXI Sess. Norden 1960, ptIV, *Chronology and Climatology of the Quaternary*, pp. 127-133.
- Krog, H. 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.
- Mertz, E. L. 1924: Oversigt over de sen- og postglaciale niveauforandringer i Danmark. *Danm. geol. Unders. II rk nr. 41*. 49 p.
- Mikkelsen, V. M. 1949: Præstø fjord. *Dansk Botanisk Arkiv*, 13,5. 171 p.
- Milthers, V. 1943: Nordvestsjælland's geologi. *Danm. geol. Unders. V rk. nr. 6*, 185 p.
- Mörner, N. A. 1969: The late Quaternary history of the Kattegat sea and the swedish west coast. *S.G.U. Årsbok 63*, no. 3. 478 p.
- Müller, S. 1903: Solbilledet fra Trundholm. *Nordiske Fortidsminder 1*, 303-322.
- Petersen, K. S. 1978: Den postglaciale transgression og molluskfaunaen i Tude å-området, Store Bælt, Danmark. *Danm. geol. Unders., Årbog 1977*, pp. 39-52.
- Rørdam, K. og Milthers, V. 1900: Kortbladene Sejro, Nykjøbing, Kalundborg og Holbæk. *Danm. geol. Unders. I rk. nr. 8*, 143 p.
- Schou, A. 1945: Det marine forland. *Folia Geogr. Dan.*, 4: 236 pp.
- Troels-Smith, J. 1937: Datering af Ertebøllebopladsver med hjælp af Litorina-Transgressioner og pollenanalyse. *Medd. Dansk geol. Foren. Bd. 9*, pp. 253-255.
- Troels-Smith, J. 1939: Stenalderbopladsver og Strandlinier på Amager. *Medd. Dansk geol. Foren. Bd. 9*, pp. 489-508.
- Troels-Smith, J. 1942: Geologisk datering af Dyrholmfundet. *Arkæol. Kunsthist., Skr.*, pp. 139-201.