

DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

Serie A, Nr. 4

Geological Survey of Denmark. Series A, No. 4

Geologi på Mols

*Rapport udarbejdet for Fredningsplanudvalget
for Århus amt*

AF

H. Wienberg Rasmussen

ABSTRACT:

Geology of the Mols area
Report for the Nature Conservancy Committee of Århus Amt, Denmark,
by *H. Wienberg Rasmussen*

I kommission hos C. A. Reitzels Forlag . København 1977

Geologi på Mols

*Rapport udarbejdet for Fredningsplanudvalget
for Århus amt*

af

H. Wienberg Rasmussen

Abstract

Geology of the Mols area

Report for the Nature Conservancy Committee of Århus Amt, Denmark

by H. Wienberg Rasmussen

D.G.U. Serie A, nr. 4
er sat med Linotype Times
og trykt i offset i 1000 eksemplarer
hos Andelsbogtrykkeriet i Odense.
Bogen er trykt på Thai-Cote, 115 g
fra a/s De forenede Papirfabrikker.
ISBN 87-421-0710-5

Publikationsdato: 1977-12-16

Med 6 tavler i lomme

Forfatterens adresse:

Dr. phil. H. Wienberg Rasmussen
Geologisk Museum
Øster Voldgade 5-7
1350 København K

Indhold

Abstract	4
Forord	4
Undergrunden	5
Undergrund og overflade	5
Dybdeboringen ved Rønde	5
Undergrundskortet	5
Danien-kalkstenen	6
Den paleocæne mergel	6
Det nedre-eocæne plastiske ler	7
Den øvre-eocæne Søvind-mergel	8
Overfladen, istidens jordarter	8
Isens og smeltevandets aflejringer	8
Jordarterne på Mols	9
Stenene i isens og smeltevandets aflejringer	10
Landskabets udformning i istiden	10
Den nordlige og den sydlige is	10
Den østjyske israndslinie	11
Tirstrup flodsletten og Hoed-Hallendrup da- len	11
Moræne-landskabet i det sydlige Djursland	12
Isens randzone og dødis-landskaberne	13
Israndsbakker af smeltevandssand	13
Israndsbakkerne bag den østjyske israndslin- ie	14
Mols Bjerge, Basballe sletten og yngre smel- tevandsdale	15
Landskabets ændringer efter istiden	16
Landskabets udjævning	16
Kilder og regnkløfter	16
Fårestier og større skred-terrasser	16
Kystlandskabet og de marine aflejringer ...	17
Ferskvandsaflejringer og moser	18
Litteratur om det sydlige Djurslands geologi .	20
Tillæg. Fossiler fra undergrundens aflejringer	21
Bilag:	
Tavle 1. Dybdeboringen ved Rønde	
Tavle 2. Kort over undergrunden i det syd- lige Djursland 1:100.000	
Tavle 3. Kort over jordarterne på Mols Bjerge halvøen 1:50.000	
Tavle 4. Israndslinier og smeltevandsfloder i Danmark	
Tavle 5. Stadier af isens afsmeltning på Djursland	
Tavle 6. Kort over landskabet i det syd- lige Djursland 1:100.000	

Abstract

Geology og the Mols area

The geology of the Mols Bjerger peninsula and landscapes in the southern part of Djursland are reviewed on a basis of published information and new observations. A map of the prequaternary formations, a soil map and a geomorphological map of the area are presented.

Numerous inclusions of Lower Eocene clay in the ground moraine indicate that the Lower Eocene (Ypresian) constitutes the Prequaternary surface of the Mols Bjerger peninsula and areas north of Kalø Vig.

Prominent hills and ridges of glaciofluvial sand along the East Jutland ice margin and in Mols Bjerger were previously interpreted as push moraines in front of an ice advancing from the south. They are now interpreted as more or less undisturbed sediments deposited by melt-water in marginal and interlobate areas covered by remains of stagnant ice during the gradual retreat of the ice shield from East Jutland. They appear not to have been transported or pushed in any significant way by the ice.

Forord

Denne oversigt over geologien og landskabets udvikling på Mols og i tilstødende dele af det sydlige Djursland er udarbejdet for Fredningsplanudvalget for Århus amt på grundlag af forfatterens undersøgelser på Mols og i Tirstrup området samt egne og medarbejderes iagttagelser i det sydlige Djursland sammenstillet med en tolkning af Geodætisk Instituts kort og luftfotografier og af tidligere publicerede iagttagelser.

Forskellige sider af geologien i Djursland er behandlet i en række arbejder udgivet af Danmarks Geologiske Undersøgelse og af Dansk Geologisk Forening. Blandt disse må fremhæves P. Harders beskrivelse af landskabets tilblivelse (Harder, 1908).

I forbindelse med undervisning af geologi-studerende på korte feltkursus har forfatteren i årene 1949 til 1969 kortlagt jordarterne på Mols Bjerger halvøen og foretaget geologiske undersøgelser overalt på Mols og i Tirstrup området.

På de geologiske kursus i 1967 og 1968 har H. J. Hansen ledet undersøgelser af foraminiferer i de tertiære aflejringer, med deltagelse af flere elever, og her må navnlig fremhæves B. B. Andersen.

I en upubliceret rapport om Tirstrup områdets geologi udarbejdet af E. Bondesen 1962 for Forsvarets Forskningsråd beskrives borer, jordarter og grundvandsforhold omkring Tirstrup lufthavn.

En kortlægning af det marine forland i den nordlige og vestlige del af Tved halvøen og i den nordlige del af Helgenæs er udført af R. Friborg.

Danmarks Geologiske Undersøgelse har stillet oplysninger om jordlagene i borer i det sydlige Djursland til rådighed.

De geologiske kort er udarbejdet af forfatteren og rentegnet af Christian Rasmussen.

Forfatteren og fredningsplanudvalget takker de nævnte personer og institutioner for den hjælp, de har ydet under rapportens udarbejdelse, og ikke mindst takkes de mange beboere på Mols, som har tilladt forfatterens færden på deres jord.

H. Wienberg Rasmussen

Undergrunden

Undergrund og overflade

I istiden, som begyndte for 2–3 millioner år siden og sluttede for omkring 13.000 år siden, bredte indlandsis fra Skandinavien sig ud over Danmark og Nordtyskland i flere nedisninger adskilt af mildere afsnit. Sten, sand og ler, som indlandsisen rev løs fra underlaget og førte med sig, blev efterladt ved isens afsmeltning og danner nu overfladens lag af istidsaflejringer, som skjuler undergrundens aflejringer fra tidligere jordperioder.

Undergrundens øverste aflejringer kan ses hist og her som blotninger i kystklinter og udgravninger eller som boreprøver fra vandboringer. Desuden er løsrevne flager af underlaget aflejret sammen med isens øvrige, mere sammenæltede materiale. De egentlige dybdeboringer giver os en pletvis viden om undergrundens sammensætning på større dybde.

Dybdeboringen ved Rønde

Dybdeboringen i Følle 2 km vest for Rønde er udført af Dansk Undergrunds Consortium i årene 1965–1966 som led i efterforskningen efter olie i Danmarks undergrund. Det er den dybeste boring udført i Danmark, idet den nåede en dybde af 5.279 m under overfladen.

Den gennemborede lagserie omfatter lag fra Jordens geologiske oldtid (perioderne silur og perm), Jordens middelalder (perioderne trias, jura og kridt) og begyndelsen af Jordens nyere tid (tertiær-periodens ældste afsnit: danien, paleocæn og eocæn) foruden 27 m af ler og sand fra istiden. Det er overvejende havaflejringer af kalksten, lersten og sandsten, stedvis med rester af fossiler, som danner grundlag for en bestemmelse af jordlagenes alder. Temperaturen i de dybest liggende lag er målt til 138° C.

En geologisk beskrivelse af boringen er udgivet af Danmarks Geologiske Undersøgelse (Rasmussen et al. 1971).

Undergrundskortet

De lag, som ligger umiddelbart under istidens jordlag, har en særlig interesse, fordi man mange steder, hvor istidslagene har ringe tykkelse, kan nå ned til undergrunden ved gravning og eventuelt udnytte aflejringerne som råstoffer (ler, mergel, kalk). Ligeledes når mange vandboringer ned i de øverste lag af undergrunden, og lagenes sammensætning har betydning for grundvandets kvalitet og for mængden af vand, som kan indvindes. Endelig har de øverste lag af undergrunden dannet underlag for istidens indlandsis og har sat deres præg på sammensætningen af isens og smeltevandets aflejringer.

Da indlandsisen bredte sig over Danmark og afhøvede sit underlag til lidt varierende dybde, blev brudstykker af undergrundens bjergarter revet løs og ført med af isen. De temmelig faste kalksten fra øvre-danien blev hurtigt slidt og afrundet ved transport med is eller smeltevand, og selv om de lejlighedsvis er transporteret temmelig langt, findes store mængder af denne kalksten kun i nærheden af områder, hvor den udgør undergrundens øverste lag. Skrivekridt og løse jordarter som mergel, ler og sand er hurtigt blevet sammenæltet og blandet med de sten, som isen medførte, for siden at aflejres af isen som moræne. Nogle steder kan man dog i morænen finde store, sammenhængende flager af undergrundens løse aflejringer, ofte som 10–20 m tykke lag med en udstrækning på flere hundrede meter. Sådanne løsrevne flager af undergrundens løse aflejringer kan ikke være transporteret over større afstande. De hidrører alle fra undergrunden på det sted, hvor de nu er indlejret i isens aflejringer, og giver således vigtige oplysninger om undergrundens sammensætning i området.

Undergrundskortet viser ikke den totale udbredelse af de forskellige lag i undergrunden, men alene de områder, hvor lagene danner basis for istidens aflejringer. Undergrundskortet er baseret på oplysninger om boringer og blotninger af undergrundens lag inden for området, herunder også de større flager af undergrundens lag, som indgår i istidens aflejringer.

På de undergrundskort, som er udarbejdet af Ravn

1922 og Sorgenfrei 1939, angives undergrunden i den nordlige del af Grenå halvøen som kalksten fra danien, mens det sydlige Djursland og Mols Bjerger halvøen er angivet som mergel og grønsand fra paleocæn, og Helgenæs som plastisk ler fra eocæn. Grundlaget for denne grænsedragning mellem lag fra paleocæn og eocæn var dels nogle forekomster af plastisk ler som flager i morænen og i kystklinter på Helgenæs, dels forekomster af paleocæn mergel i 2 borerer ved Ommestrup og Ebeltoft, samt mergelgrave eller kystklinter med paleocæn mergel ved Korup, Tåstrup, Rugård, Holme, Jernhatten, Vrinner og Basballe.

Ved jordbundskortlægning og undersøgelser i forbindelse med geologiske kursur på Mols i årene 1949–1969 er fundet mere end 50 hidtil ukendte blotninger af det eocæne plastiske ler som sammenhængende flager i morænen på Mols Bjerger halvøen, Tved halvøen, Helgenæs og omkring Følle og Ugelbølle. På baggrund af disse blotninger er grænsen mellem paleocæn og eocæn på undergrundskortet nu placeret nord om Strandkær, gården Tyrisborg i Grønfeld Mark, Vrinner Hoved, Rønde, Følle og Ugelbølle, men syd om de paleocæne forekomster ved Basballe, Grønfeld og Ommestrup.

Danien-kalkstenen

I den nordlige del af området består undergrundens øverste lag overalt af den hårde, lyse kalksten fra øvre-danien, som træder frem i Bredstrup Klint ved Grenå og de mange kalkbrud omkring Skader, Ristrup, Voldum, Clausholm, Mygind, Lime, Tustrup, Fløjstrup og Krogsager, og som tykke lag af løse, rullede blokke i smeltevandssedimenternes grusaflejringer omkring Glatved, Balle, Hoed, Rosmus og flere nu nedlagte grave nord for Rugård.

I borerer ved Katholm, Ålsrode, Homå, Trustrup og Kolind ligger kalken i dybder fra 3–10 m under havniveau, og syd herfor ved Nødager, Trustrup, S. Homå, Katholm Skov, Glatved, Balle, Hoed, Rosmus og Hyllested ligger kalken omkring 15–30 m under havniveau. Under et dække af paleocæne lag fortsætter kalken videre sydpå. Ved Skovgårde og Møllerup er den fundet i 20–30 m, på Ebeltoft halvøen i 40–60 m, ved Mørke i 50–60 m, ved Handrup og Grønfeld i 60–70 m, ved Følle Vig og i dybdeboringen i Følle i en dybde af 80–87 m under havniveau.

I enkelte borerer er kalken angivet i mindre dybde end i de omliggende områder, således i en boring ved Nøruplund nordvest for Tistrup og ved Søby nord for Hallendrup, hvor kalken angives at nå

op til 5 m over havniveau. Disse angivelser kan muligvis skyldes et ikke nøjere kendt område med højtliggende lag i undergrunden.

I skarp modsætning til den dybtliggende kalk ved Rønde og Mørke står den højtliggende kalk omkring havniveau i borerer ved Hornslet og de højtliggende blotninger i kalkbrud længere mod nordvest. Denne markante ændring i kalkoverfladens højde vest for Mørke skyldes ikke isens afhøvling, som ikke nåede ned i de faststående lag af kalk dækket af den paleocæne mergel. Den må derfor være et resultat af brud og forskydninger i undergrundens lag.

Glatved-kalken er den mest betydelige forekomst af den hårde, finkornede kalk fra øvre-danien, som stadig er tilgængelig. De talrige store kalkblokke udnyttes i forbindelse med grusgravning omkring Glatved, Balle, Hoed og Rosmus. Langs stranden ved Glatved indgår disse kalksten i stor mængde i strandvoldene, og her er deres overflade ofte forsynet med talrige små borehuller fremkaldt af den nu levende hav-børsteorm *Polydora*. Disse let kendelige kalksten fra stranden omkring Glatved har været udnyttet fra gammel tid. Ved udgravninger af Dannevirke fandt man dem anvendt til fremstilling af mørtel ved opførelse af Valdemar den Stores mur i 1100-tallet. Geologisk er kalken interessant ved at indeholde sjældent bevarede aftryk af snegle, muslinger og nautiler foruden de bevarede skaller af andre fossiler, som indgik i den ret fattige fauna på den jævne kalkbund i modsætning til den langt rigere fauna, som var knyttet til banker af bryozoer og koraller i ældre lag af danien-kalken.

Den paleocæne mergel

De paleocæne aflejringer af grønsand og mergel i det sydlige Djursland blev fundet af Harder 1902 i kystskrænterne syd for Rugård og er beskrevet af Grönwall & Harder 1907. Ved en undersøgelse af mergel i Djursland foretaget af Danmarks Geologiske Undersøgelse i årene 1915–1917 (V. Milthers 1919) fandtes andre forekomster af paleocæn mergel ved Korup, Tåstrup, Holme, Jernhatten og Basballe. Desuden blev paleocæn mergel angivet fra Vrinner på Mols, men denne forekomst har ikke kunnet spores, og en forekomst ved Esby på Helgenæs har vist sig at være en ubetydelig smøre i lag af smeltevandssand. Siden er mergelen påvist ved Ommestrup, Smøgen og Egsmark (Gry 1935). Alle disse forekomster er store, løsrevne og oppressede flager i isens aflejringer. De undersøgte forekomster viser stejltstillede eller foldede lag, presset op af isen sydfra. Ved gennem-boring af mergelen på stranden ved Rugård har B. B.

Andersen i 1967 (personlig oplysning) fundet moræner i en dybde af 27 m under overfladen.

De paleocæne lag overlejrer danien-kalkstenen og udgør undergrundens øverste bevarede aflejring i et bælte syd for en linie fra Rugård over Tistrup, Thorsager og Mørke. Lagenes højde er dog meget varierende fra sted til sted, fordi istidens indlandsis har revet flager løs fra det bløde underlag og indlejret dem i morænen på et højere niveau end de faststående lag. Syd for Rugård og ved Jernhatten, hvor oppressede flager af de paleocæne lag er blottet i mergelgrave og kystklinter, ligger paleocænet i boreriger nær havniveau og følger i de fleste boreriger kalkens hældning mod syd til dybder omkring 35–55 m under havniveau på Ebeltoft halvøen. Længere vestpå angives paleocæne lag i meget varierende højde, ved Handrup 29 m over havniveau, mens danien-kalk i samme boring ligger næsten 100 m dybere, ved Grønfeld 55 m under havniveau, mens danien-kalken ligger 10 m dybere, og en anden boring i Grønfeld viser paleocæn kun 23 m under havniveau, mens store flager med mergelgrave mellem Basballe og Grønfeld når op til 80 m over havniveau. Ved Møllerup ligger paleocænet 22 m og i dybdeboringen ved Følle mindst 22 m under havniveau, mens det ved Ugelbølle er fundet 5 m og ved Ommestrup 30 m over havniveau. Den paleocæne lagseries tykkelse i dybdeboringen ved Rønde er højst 65 m.

De paleocæne lags sammensætning er undersøgt af Gry (1935). De omfatter fint sandet mergel og enkelte lag af mørkt ler. Stedvis findes lag sammenkittet af kalk eller kisel. Mergelen har i frisk tilstand en grønlig-grå farve, som skyldes et vekslende indhold af det mørkt grønlig mineral glaukonit. Ved forvitring ændres farven til lysere gullig. Kalkindholdet varierer fra 25 til 60 %. Bjergarten består overvejende af mineralkorn, som er mindre end 0,02 mm, især kalk og lermineraller, men med et vekslende indhold af lidt større partikler, hovedsagelig kalkskaller af foraminiferer og korn af kvarts og glaukonit, som giver den et fint sandet præg. Desuden findes spor af kiselalger og kiselnåle af svampe, og i nogle lag er skaller af snegle og muslinger almindelige.

Opadtil aftager hyppigheden af de finsandede komponenter og bjergarten får mere karakter af en leret mergel (»Kerteminde-ler«), og øverst i lagserien kan man finde lag af kalkfrit ler næsten uden fossiler. Undersøgelser af det kalkfrie ler i skrænterne syd for Rugård (Hansen & Andersen 1969) har vist, at der også i disse lag findes paleocæne foraminiferer, men kalkskallerne er her omdannet til et vandholdigt silicat-mineral, clinoptilolit. Sådanne omdannelser kendes fra lag, som indeholder vulkansk

aske, og er i de paleocæne lag tolket som en omdannelse betinget af de vulkanske askelag ved basis af det overliggende eocæne plastiske ler.

Mergelen i skrænterne ved Teglgård syd for Rugård indeholder stedvis en rig fauna af snegle, muslinger, søtænder og foraminiferer, som er beskrevet af Grönwall & Harder (1907) og af Franke (1927). En tilsvarende fauna er fundet ved Egsmark og ved Basballe. Faunaens sammensætning svarer til de rige fund, som er beskrevet af von Koenen (1885) og af Ravn (1939) fra udgravninger i København, men bevaringstilstanden er ikke lige så god, idet de fleste skaller af snegle og muslinger er mere eller mindre knust. I kystskrænterne langs skoven syd for Teglgård er lagene mere lerede og danner skred og terrasser ud mod kysten (»Hullerne«), og i enkelte blotninger er her fundet det kalkfrie ler fra toppen af den paleocæne lagserie.

Den paleocæne mergel har tidligere været gravet på alle de steder i det sydlige Djursland, hvor den er blottet. De store mergellejer ved Egsmark og Basballe var endnu i drift i årene efter 2. verdenskrig.

Små stumper af de hårde lag, som indgår i den paleocæne mergel, er hyppige i isens og smeltevandets aflejringer overalt på Mols Bjerger halvøen.

Det nedre-eocæne plastiske ler

Det eocæne plastiske ler blev fundet af V. Madsen 1897 på flere steder langs kysten af Helgenæs, men har ikke været kendt på Mols Bjerger halvøen eller længere nordpå. I forbindelse med de geologiske kursur på Mols i årene 1949 til 1969 er fundet mere end 50 blotninger af det plastiske ler som oppressede flager i morænen på Mols Bjerger halvøen, Tved halvøen og omkring Ugelbølle. De største blotninger af det plastiske ler findes i morænerne ved Ugelbølle, Følle, Vrinneres Hoved, Andrup, Rolsø Gård, omkring gården Kongelund øst for Knebel, omkring Søballe Gård ved Fuglsø, ved Vistoft, Strands, Begtrup, syd for Isgård på Tved halvøen og flere steder langs vestkysten af Helgenæs. Det er desuden iagttaget ved udgravning på Molslaboratoriet i Strandkær.

Det plastiske ler er ikke egnet til transport med isen, og de mange store flager i morænen må alle stamme fra den lokale undergrund. Mindre indlejringer ses stedvis tværet ud i morænen, hvor de stærke, oftest grønlig farver er iøjnefaldende, således i klinten ved Mols Hoved og i nypløjede marker nord for Rolsø Gård. Selv i smeltevandets grusaflejringer på Mols Bjerger halvøen kan man flere steder finde plastisk ler i form af afrundede klumper, op til

0,5 m store og med småsten indpresset i overfladen, åbenbart transporteret som rullesten af smelte-vandsfloder. Ved blotning i grusgravene smuldrer leret hurtigt bort.

Det plastiske ler er usædvanligt fedt, d.v.s. det består næsten udelukkende af lerminerale med en kornstørrelse mindre end 0,001 mm. En speciel egenskab ved nogle af disse lerminerale er deres evne til at binde vand, ikke kun i porerum i jorden, men tillige adsorberet til mineralerne. Samtidig er porerummene så små, at fri passage af vand gennem porerne er næsten udelukket, og leret er nærmest vandstandsende. Derfor er mange forekomster af plastisk ler langs skrænter i morænen på Mols ledsaget af kildevæld, hvor leret danner tungeformede udskridninger. Plastisk ler kan optage op til 4 gange sit eget rumfang af vand, før det mister sin sammenhæng. Ved udtørring skrumper det kraftigt. Disse egenskaber bevirker, at jordoverfladen ved udtørring gennemsættes af et net af dybe revner. I tørre somre kan revner op til 5 cm brede og omkring 0,5 m dybe således ses i det plastiske ler ved Kongelund Gård. I fugtige perioder kan den opblødte overflade på skrån timer komme i langsomt skred, så vegetationslaget danner lange, vandrette revner og ofte små, trappeformede skredterrasser (>fårestier<). Mest typisk ses det ved Søballe Gård ved Fuglsø. Langs høje, stejle kystskrænter med plastisk ler kan dannes skredterrasser af et langt større format, således langs vestkysten af Helgenæs, hvor de store skredterrasser har givet kysten en karakteristisk profil.

Det plastiske ler på Mols har kraftige lysegrå eller stærkt grønne, sjældnere røde farver. Disse brogede grå og grønne lag hører til i den nederste del af det plastiske ler. De nederste 12–15 m af det plastiske ler indeholder en serie af omkring 180 vulkanske askelag, de samme askelag, som indgår i moler-klinterne ved Limfjorden. De vulkanske askelag blev fundet af Bøggild (1918) i oppressede flager af plastisk ler ved Ørby Strand på Helgenæs, og er nøjere beskrevet af S. A. Andersen (1937). Nu ses lagene bedst i strandkanten, når de ikke er dækket af sand og sten. I forbindelse med de geologiske kursus på Mols er andre blotninger af askelagene fundet på Helgenæs også nord for Ørby Strand og på Mols Bjerger halvøen øst for Begtrup, ved Vrinners Hoved og ved gården Tyrisborg i Grønfeld Mark. Askelagenes hældning i disse blotninger viser, at det overalt drejer sig om flager presset op af isen fra syd eller syd-øst.

I borerer findes det plastiske ler i stærkt varierende dybde, og de højest beliggende forekomster er flager indlejret i morænen. På Helgenæs varierer

dybdeangivelserne i borerer mellem 10 m over og 20 m under havniveau, og ved Strands er det fundet 20 m under havniveau, mens det ved Fuglsø Lejren er fundet 5 m under havniveau og som flage i morænen op til 47 m over havniveau. Ved Svampedam er det fundet i 26 m, og ved Grønfeld 46 m under havniveau. Syd og øst for Følle varierer dybden fra 2 til 33 m under havniveau, og i dybdeboringen ved Følle strækker den bevarede del af leret sig fra 8 m over til mindst 22 m under havniveau. Fra Følle mod vest til Balskov Gård varierer overfladen af det plastiske ler i borerer fra 8 m til 75 m over havniveau. I egnen mellem Hornslet og Studstrup har istidens aflejringer stor tykkelse, og der foreligger kun få oplysninger om borerer i undergrundens aflejringer. Ved Vosnæs Pynt og Studstrup angives plastisk ler i varierende dybde fra 13 til 46 m under havniveau.

Askelagene er fundet i borerer ved Strands 20 m under havniveau, ved Følle 9 m over og i dybdeboringen i Følle 7 m under havniveau, ved Balskov 25 m over havniveau.

Den øvre-eocæne Søvind-mergel

I havbunden langs stranden ud for Ørby på Helgenæs findes det plastiske ler med askelag blottet, og umiddelbart nord for disse lag findes blotninger af fedt, lysegråt, kalkholdigt ler eller mergel, som ved mikroskopisk undersøgelse har vist sig at indeholde en rig fauna af øvre-eocæne foraminiferer og enkelte andre mikroskopiske fossiler, deriblandt en bryozo (Stichoporina reussi) som også kendes fra øvre-eocæn i Nordtyskland.

Det er en flage af den øvre-eocæne Søvind-mergel, som kendes fra Århus-egnen og længere sydpå i Østjylland, men ikke tidligere har været kendt på Helgenæs.

Overfladen, istidens jordarter

Isens og smeltevandets aflejringer

Sten, grus, sand og ler er ført med af istidens indlandsis og aflejret dels af isen, dels af smeltevandet.

Den sammenældede og usorterede blanding af sten, sand og ler, som er transporteret og aflejret af isen, betegnes moræne. Hvor indholdet af ler i blandingen når op omkring 15 % eller mere, præges morænen af lerets egenskaber. Den kan æltes og formes

i fugtig tilstand, men er fast og sammenhængende, når den er tør. Den betegnes da moræneler. Er lerindholdet mindre, bliver morænen usammenhængende og betegnes morænesand eller, hvis indholdet af sten er meget stort, morænegrus.

Strømme af smeltevand har medført og aflejret grus, sand og ler i isens randzone, dels i tunneler og spalter i isen, dels i opdæmmede søer eller hen over rester af dødis langs indlandsisens rand. Desuden har smeltevandsfloder fra isen strømmet ud over det isfri landskab og aflejret sand som jævne flodsletter (hedesletter). I modsætning til de usorterede moræneaflejringer er smeltevandets aflejringer lagdelt og sorteret af strømmen. Trods denne sortering finder man ofte enkelte større sten, som kan være gledet ned fra isranden eller fra isflager eller kan være rullet langs bunden af smeltevandsstrømmen.

Under isfremstød kan smeltevandsflodernes aflejringer påny medføres af isen og aflejres i morænen, eventuelt som frosne flager med tilfældig udbredelse og lagstilling.

Jordarterne på Mols

Landskabet omkring Kalø Vig er hovedsageligt opbygget af moræneler. Det gælder også den vestlige del af Mols Bjerger halvøen, Tved halvøen og områder langs Begtrup Vig. Morænesand og morænegrus har ingen væsentlig udbredelse på Mols.

De høje kystklinter, som gennemskærer landskabet ved Mols Hoved på Tved halvøen, er det betydeligste snit gennem istidens aflejringer på Mols. Man kan her se et nedre lag af moræneler, som er blottet i en tykkelse af mere end 8 m og overlejres af smeltevandsaflejringer, samt et øvre lag af moræneler med stærkt varierende tykkelse, stedvis op til 15 m, som ligeledes er overlejret af smeltevandsaflejringer. Smeltevandsgrus og store sten findes i enkelte lag, fortrinsvis i tilknytning til morænerne, mens de tykke lag af smeltevandsaflejringer næsten udelukkende består af sand og silt uden større variation i kornstørrelse.

Morænemateriale, som i indlandsisens randzone er smeltet frem eller skubbet op på isens overflade, kan ved tøbrud glide ned fra isranden og lægge sig foran isen. Det drejer sig almindeligvis om aflejringer med ringe udstrækning og vil kun sjældent blive bemærket, med mindre det er blottet i profiler eller kystskrænter. Det fremtræder oftest som sandet moræneler og meget ofte med en svag lagdeling. Det kan ses på smeltevands-sletten syd for Basballe. Her findes en lille mergelgrav med profiler i groft smeltevandsler og silt dækket af morænemateriale. Under

indlandsisens afsmeltning har her ligget en lille smeltevandssø, hvor ler og silt er aflejret. Fra overfladen af den tilgrænsende indlandsis er morænematerialet gledet ud over søen som flydejord.

På vestsiden af næsset ved Rolsø Gård og i kystskrænterne øst for Fuglsø er fundet profiler i moræne-lignende, sandet ler med spor af lagdeling og vekslede med lag af smeltevandssand. Det er sandsynligt, at også disse moræne-lignende lag er gledet ned fra indlandsisens overflade som flydejord. Flere steder, hvor der lokalt optræder stærkt sandet og stenet moræner, gør den manglende blotning det vanskeligt, at drage sikre slutninger om aflejningsmåden. Det gælder på næsset ved Rolsø Gård og andre steder i landskabet langs Kalø Vig og Begtrup Vig.

Bag den østjyske israndslinie, nord for Kalø Vig og Ebeltoft Vig, findes et rigt varieret landskab, hvor moræneler, hyppigt med indlejringer af ler og mergel fra undergrunden, veksler med sandede aflejringer, som er afsat af smeltevandet. Stedvis er overfladen præget af store sten. Disse stenbestrøninger har især været udbredt langs den østjyske israndslinie nord for Århus, mellem Søften og Roedskov. Nu er stenene dog fjernet næsten overalt. På Mols findes den eneste betydelige stenbestrøning på bakkeryggen Låddenbjerg-Langbjerg syd for Agri. Det må antages, at disse meget store sten er smeltet frem på isens overflade og herfra er gledet ned på moræner og smeltevandsaflejringer langs isens rand.

Smeltevandsgrus med tykke lag af store sten, ofte op til 0,5 m i diameter, findes i de dybere lag i grusgravene omkring Rosmus, Hoed og Glatved, hvor den smeltevandsflod, som dannede Tirstrup-flodsletten, havde sit udspring fra indlandsisens. De tykke lag af sten veksler her med grus og sand, mens de højere liggende lag og flodslettens overflade består af sand.

Grus og sten af mere beskeden størrelse indgår som underordnede lag i andre smeltevandsaflejringer, men spiller en yderst ringe rolle i opbygningen af Mols Bjerger. Der findes en del grus og sten i grusgrave mellem Agri og Knebel og i Bisgyde Høj syd-øst for Agri. Stenmaterialet er her rigt på flint og på brudstykker af de hårde lag, som indgår i den paleocæne mergel, men også rullede blokke af det eocæne plastiske ler er fundet her.

Smeltevandssand er den helt dominerende aflejring i flodsletterne omkring Tirstrup og i de israndsbakker, som udgør de egentlige Mols Bjerger. Desuden indgår smeltevandssand pletvis som en underordnet, men ikke sjældent bestanddel af morænelandskabet.

Smeltevandsaflejringer, som i kornstørrelse varierer fra fint sand til silt, har en usædvanlig stor udbredelse i morænelandskabet på Mols omkring Kalø Vig og Begtrup Vig. De gør sig ofte bemærket ved at danne et net af ganske fine sprækker på jordoverfladen. I klinten ved Mols Hoved udgør fint sand og silt en betydelig del af smeltevandets tykke lagserie og vidner om aflejring i opstemmede søer med roligt strømmende smeltevand langs isranden. I sydkanten af Strands har tidligere ligget et lille teglværk, som udnyttede magert smeltevandsler og silt fra området syd for Strands. Desuden er smeltevandsaflejringer af fint sand og silt almindelige i morænelandskabet vest for Agri omkring Uglemose Gård og Grovle Gård. Denne store udbredelse syd og vest for Mols Bjerge tyder på, at smeltevandet stedvis har været opstemmet som søer i randen af den istunge, som under afsmeltningen dækkede Kalø Vig.

Smeltevandsaflejringer af fint sand og silt kan også forekomme enkelte steder i de sandede flodsletter, navnlig hvor rester af dødis har ligget tilbage, således ved den lille mergelgrav syd for Basballe, men det er sjældent at finde det i de store og jævne, sandede flodsletter (hedesletter). Det findes dog pletvis i en lille udbugtning af Tirstrup flodsletten nord for Stabrand.

Udnyttelsen af smeltevandsaflejringerens sand, grus og sten er meget intensiv i området omkring Rosmus, Hoed og Glatved, men yderst beskeden i Mols Bjerge, hvor der kun lejlighedsvis hentes sand og grus til lokalt brug i de få grusgrave.

Stenene i isens og smeltevandets aflejringer

De sten, som indlandsisen har medført, er en blanding af hårde, modstandsdygtige bjergarter, som tåler transport over store afstande, og bløde bjergarter, som hurtigt nedbrydes og derfor helt overvejende stammer fra den lokale undergrund.

De hårde sten omfatter granit, gnejs, porfyr og andre krystalline bjergarter samt enkelte sandsten og kalksten fra den skandinaviske halvø, men også flint og de hårde danien-kalksten fra Danmarks undergrund. De bløde bjergarter er især den paleocæne grønsandskalk og grønsandsmergel, i sjældne tilfælde også eocæne cementsten og lerjernsten eller plastisk ler fra den lokale undergrund.

I Glatved-områdets store grusgrave domineres stenmaterialet af store rullede og afrundede blokke af kalksten fra øvre-danien, som også udgør den lokale undergrund. De udnyttes til kalkbrænding.

En række tællinger omfattende flere tusinde

strandsten på Helgenæs gav som resultat, at danske bjergarter, hovedsagelig flint, udgør langt over halvdelen af stenene. Den is, som formede overfladen på Mols i slutningen af sidste nedisning, har hentet størsteparten af sit materiale fra det lokale underlag, ikke kun fra undergrunden, men tillige fra de moræner og smeltevandsaflejringer, som er afsat i tidligere stadier af nedisningen eller under forudgående nedisninger. Det viser sig da også, at man blandt de fjernttransporterede sten finder en blanding af sten fra Oslo-området, Väster Götland, Sydsverige, Dalarna, Ålandsøerne og Østersøens bund. I den nordlige del af Djursland dominerer sten fra Oslo-området, mens man i det sydlige Djursland, syd for Tirstrup flodsletten finder flere sten fra Dalarna, Ålandsøerne og Østersøens bund.

Landskabets udformning i istiden

Den nordlige og den sydlige is

Landskabet i det sydlige Djursland er udformet under sidste nedisning i grænseområdet mellem en nordfra, efterhånden nordøstfra kommende is i den nordlige del af Jylland og en østfra, efterhånden sydøstfra kommende is i den sydlige del af Østjylland.

Vest for Djursland og Kalø Vig findes et storbakket morænelandskab med en tendens til højdedrag og bakkerygge adskilt af dalstrøg med nordvest-sydøstlig retning, aflejret af den nordøstlige is og overskåret af tunneldale, hvortil hører Randers-Bjerringbro dalen, Vejerslev-Hinge dalen og Hamme-Gjern-Silkeborg dalen.

Dette storbakkede landskab ændrer brat karakter ved den østjyske israndslinie vest for Kalø Vig. Ganske vist kan de højtliggende bakkeområder følges videre østpå mod Kalø Vig, men overfladen får nu et mere uroligt, småkuperet relief, og lavningerne mellem de høje bakkestrøg er udfyldt af nye moræneaflejringer afsat af den is, som dækkede Mols-området frem til den østjyske israndslinie. Efterhånden som afsmeltningen gjorde sig gældende, blev isen i Mols-området delt op i to tunger, som dækkede Kalø Vig og Ebeltoft Vig.

Morænelandskabet i det sydlige Djursland er hovedsageligt udformet af den is, som fra sydøst nåede frem til den østjyske israndslinie, men det er dannet ved modifikation af et ældre, storbakket landskab, skabt af isen fra nordøst. En væsentlig del af istidslandskabet på Mols, navnlig Tirstrup sletten og Mols

Bjerge er imidlertid udformet af smeltevandssfloderne under isens endelige afsmeltning.

Lagserien i klinten ved Mols Hoved med de to tykke lag af moræner kan være opstået ved at den ældre is fra nordøst afsatte den nedre moræne og efterfulgtes af en afsmeltning. Den øvre moræne er derefter afsat under et isfremstød fra sydøst til den østjyske israndslinie, og den øvre sandserie er dannet af smeltevand under den endelige afsmeltning af den sydøstlige is på Mols.

Den østjyske israndslinie

Den østjyske israndslinie markerer grænsen for indlandsisen under et langvarigt ophold i isens afsmeltning ledsaget af et fremstød af is fra sydøst ind over Østjylland og det sydlige Djursland i et sent afsnit af sidste nedisning. På dette tidspunkt var Himmerland og dele af Vensyssel isfrit og dækket af hav, mens Grenå halvøens østrand fra Hoed til nord for Grenå endnu var dækket af isen.

Vældige smeltevandssfloder dannede et system af flodsletter og floddale, som førte smeltevand fra isen i Østjylland og det sydlige Djursland ud til havet ved Randers Fjord. Det er især disse smeltevandssfloders forløb, som har dannet grundlag for Harders kortlægning af den østjyske israndslinie i 1908. Den vigtigste smeltevandssflod havde sit udspring fra isens rand nord for Vejle Fjord, hvor den opbyggede Løsning flodsletten af smeltevandssand. Derfra fortsatte smeltevandssfloden gennem Gudenå dalen til Randers Fjord med mindre tilløb fra isranden ved Tamdrup, Østbirk, Skanderborg, Århusdalen og Søften.

Nord for Århus dannede smeltevand langs isranden en flodslette og smeltevandssø i Rosenholm lavningen og fortsatte herfra sit løb gennem Skørting-Mygind dalen til Allingå dalen for til sidst at udmunde ved Allingåbro i Randers Fjord.

En anden meget stor smeltevandssflod havde sit udspring fra isranden ved Rosmus-Hoed og strømede vestpå langs isens rand, hvor den opbyggede Tirstrup flodsletten med små tilløb fra isens rand ved Fuglslev, nord for Skramsø Mølle, nord for Feldballe og ved Thorsager, for siden at løbe mod nord til Auning, hvor den forenede sig med smeltevandssfloden i Allingå dalen.

Tirstrup flodsletten og Hoed-Hallendrup dalen

Det glaciæle landskab i det sydlige Djursland begrænses mod nord af Tirstrup flodsletten, som er dannet af smeltevandssfloder fra den is, som dækkede det sydlige Djursland. Det største flodløb udsprang fra isen mellem Hoed og Rosmus, hvor sletten danner en ujævn flade i en højde af op til 38 m, og består af smeltevandssand med grus og store sten. Herfra strækker flodsletten sig som en jævn, oprindelig sammenhængende flade mod vest og falder i højde fra omkring 30 m ved Rosmus til omkring 25 m ved Tirstrup og 10 m ved Auning, hvorfra vandet fortsatte nordpå til Randers Fjord. Flodsletten er dog flere steder gennemskåret af smeltevandssdale, som er eroderet senere under afsmeltningen, da smeltevandssfloder sydfra banede sig vej tværs over Tirstrup sletten til Kolindsund.

Flodslettens overflade består af smeltevandssand med svagt grusede strøg længst mod øst mellem Rosmus og Tirstrup og langs nordranden forbi Stabrand, Krarup og Mårup, hvor den kraftigste strøm har løbet. En bred udbugning af sletten nordpå fra Stabrand op mod Horstved har ligget i læ for strømmen, og her findes foruden smeltevandssand også områder med silt og smeltevandssler. Boringer i flodsletten omkring flyvepladsen viser ifølge E. Bondesens undersøgelser, at sandaflejringerne nedtil går over i grus, som overlejrer moræner i dybder varierende fra 7 til mere end 25 m. Længere mod vest stikker underlaget af moræne op over flodsletten i et stort område omkring Ebdrup og mindre områder ved Kolind og Thorsager. Disse højere liggende områder og de senere nedskårne dale og regnkløfter giver overfladen en mindre jævn karakter i de gennemskårne rester af Tirstrup slettens fortsættelse mod vest.

Tirstrup slettens nordgrænse fra Rosmus til Kolind er en simpel overskylningsgrænse, og der er ingen vidnesbyrd om samtidig is eller om tilløb af smeltevand nordfra. Det må derfor antages, at størsteparten af Grenå halvøens nordligere del var isfri. Dog må halvøens østrand endnu have været dækket af indlandsisen, som hindrede smeltevand i at benytte den kortere vej til havet gennem Kolindsund eller direkte til Glatved kysten.

Tirstrup slettens sydgrænse fra Rosmus til nord for Korupsø dannes af et lavere liggende, uregelmæssigt landskab med mange, tildels store og dybe huller opfyldt af søer og moser. Israndens beliggenhed langs Tirstrup slettens sydgrænse har hindret smeltevandssfloderne i at brede sig ud over disse lavere liggende områder. Gennemgående ligger flod-

slettens sydrand en smule højere end nordranden, fordi der har været en række mindre tilløb af smeltevand fra isen syd for Tirstrup sletten. Disse tilløb markeres af aflejringskegler, der nu ses som lave forhøjninger af sand og grus, således tæt vest for Fuglslev, nord for Skramsø Mølle og ved Kongsbakke nord for Feldballe.

Ved indlandsisens afsmeltning langs Grenå halvøens østrand åbnedes en ny og kortere vej for smeltevand til havet gennem Kolindsund. Smeltevandets floder løb nu ikke længere vestpå over Tirstrup sletten; men fra isranden ved Fuglslev og syd for Rosmus og Hoed eroderede smeltevandets nye floddale tværs over Tirstrup sletten og gennem Hoed-Hallendrup dalen og ud i Kolindsund. Senere under afsmeltningen har yngre smeltevandets floder gennemskåret Tirstrup sletten ved Thorsager og Ebdrup.

Moræne-landskabet i det sydlige Djursland

Morænelandskabet, som er udformet under indlandsisen, præger hele området omkring Kalø Vig, mens det er mindre blottet omkring Ebeltoft Vig, og i de egentlige Mols Bjerge er morænen helt skjult under bakker af sand og grus, afsat af smeltevand i isens randzone.

Moræne-landskabet er overvejende opbygget af morænelerets usorterede sammenblanding af ler, sand og sten, men har overalt i det sydlige Djursland et stort indhold af ler. Hvor der er is, er der også smeltevand, og selv om morænen er afsat af isen, indgår partier med smeltevandets aflejringer, hovedsagelig smeltevandssand, pletvis ganske almindeligt i moræne-landskabet. Indlejringer af tertiært ler og mergel ses talrige steder i moræne-aflejringerne på Mols, mens de ikke forekommer i tilknytning til de bakker af smeltevandssand, som udgør de egentlige Mols Bjerge.

Det ældre, storbakkede moræne-landskab, som isen fra nordøst har udformet mellem Randers og Århus, omfatter flere højtliggende områder, mere eller mindre adskilt af lavninger, og det må antages, at dette landskab fortsatte i det sydlige Djursland. Det højtliggende område, som strækker sig fra egnen øst for Randers mod sydøst til Mørke, fortsætter i bakkerne nord for Kalø Vig. Sydvest for dette højdeområde følger den lavning, som rummer Rosenholm sletten, og det er muligt, at Egens lavningen og Tømmerkær er de spredte rester af denne lavnings fortsættelse mod sydøst. De højtliggende områder fra egnen syd for Randers mod sydøst til Skødstrup har muligvis haft deres fortsættelse i morænen omkring Agri, mens de lavtliggende områder fra Had-

sten til Spørring og Todbjerg kan have haft en fortsættelse i Knebel Vig og Skellerup lavningen.

Landskabet i det sydlige Djursland er dannet ved en modifikation af dette ældre landskab og har fået sin endelige udformning i nedisningens sidste stadium, da isen fra sydøst nåede frem til den østjyske israndslinie og under den efterfølgende afsmeltning lå som to istunger, der dækkede Kalø Vig og Ebeltoft Vig med omliggende bakkedrag.

De to vige er uddybet af isens erosion, og erosionsmaterialet er atter aflejret af isen og af smeltevand, navnlig i isens randzone. Man finder rundt om Kalø Vig en krans af store morænebakker, som skræner ned mod vigen. Moræneoverfladen har her fået et mere ujævnt kuperet relief end længere mod vest og nord, og en rig variation af jordarter. Morænen veksler med sandede aflejringer dannet af smeltevand, og mange steder findes stenbestrøninger på overfladen eller indeslutninger af tertiært ler i morænen. Til disse aflejringer langs isranden hører de sandede og lerede aflejringer med stenbestrøninger langs den østjyske israndslinie nord for Århus mellem Søften og Fårup og med flager af plastisk ler ved Todbjerg og af paleocæn mergel ved Ommestrup.

I isens randområde rundt om Kalø Vig udfylder de nye moræne-aflejringer mellemrummene mellem det ældre storbakkede moræne-landskabs højderygge. Mest tydelig ses det i form af de højtliggende moræner mellem Rodskov og Mørke og ligeledes den randmoræne (Krogryggen), der strækker sig som en ryg af moræneler fra Grønfeldt forbi Kejlstrup til Møllerup. Længere sydpå på Mols finder vi det stærkt stigende moræne-landskab op mod Agri, mens selve randmorænerne her er mere eller mindre skjult af smeltevandets sandaflejringer i isens randzone. Det må antages, at stenbestrøningerne og de spredte blotninger af moræneler i Låddenbjerg og Langbjerg er vidnesbyrd om Kalø Vigs istungens rand.

Også i randområdet omkring Ebeltoft Vig findes en del blotninger af moræneler, men her er overfladen mere domineret af smeltevandets sandede aflejringer.

Flager af paleocæn mergel findes indlejret i morænen på flere steder i områdets nordlige del, hvor disse lag udgør den lokale undergrund. Det gælder ved Ommestrup, Smouen, Korup, Essig, Basballe, Egsmark, Holme, Jernhatten og Rugård. Ved Ommestrup er lagene ifølge Gry (1935) foldet og oppresset af isen fra syd, og ved Rugård hælder lagene mod syd eller sydvest, ligeledes svarende til oppresning af den sydlige is. Ved Basballe er lagene foldet af en is fra sydøst. Ved Egsmark kunne man tidligere iagt-

tage en nedre flage med hældning mod sydøst og en øvre flage, som hælder mod sydvest og danner en fold, som er overskudt fra sydvest mod nordøst. Disse oppresninger ved Egsmark kan meget vel have fundet sted ad to gange, idet isen fra sydøst trængte frem til den østjyske israndslinie og pressede den nedre flage op, og senere under tilbagesmeltningen, da isen lå som en tunge i Ebeltoft Vig, kan den øvre flage være presset op fra sydvest af istungens højre flanke. Længere sydpå, hvor det eocæne plastiske ler udgør undergrunden, findes talrige store flager af dette ler i morænen, stedvis med stejltstillede lag af vulkansk aske. Askelagenes hældning i de oppresede flager ved Ørby Strand, Begtrup, Vrinneres Hoved og Grønfeld Mark vidner overalt om oppresning fra syd eller sydøst. Der er intetsteds fundet vidnesbyrd om tryk fra sydvest fra Kalø Vig istungen ind mod Mols Bjerger halvøen eller Helgenæs.

Isens randzone og dødis-landskaberne

Hvis indlandsisens tykkelse i større områder bag isranden aftager til omkring 50 m, kan den ikke længere skubbes frem over underlaget uden at gå itu. Der dannes da brudzoner og forskydninger i området bag isens rand, og isen i randzonen bliver liggende som en ubevægelig ismasse eller dødis, mens den bagved liggende tykkere indlandsis fortsat glider langsomt frem over underlaget, eventuelt over sin egen randbræmme af dødis.

I dødis-områderne bliver isens revner og sprækker ikke lukket ved tryk eller bevægelse i isen, men opdannes til smeltevandssøer. Ofte strømmer smeltevandssloder fra indlandsisen ud over områder med dødis og kan da opfylde disse søer og spalter med smeltevandssand eller smeltevandssler, afhængig af strømhastigheden. Efter isens afsmeltning finder vi da et uregelmæssigt kuperet landskab med bakketoppe af smeltevandssaflejringer, hvor der tidligere var søer i dødisen. Et karakteristisk landskab af denne type med talrige små, ofte stejle bakketoppe af sand, finder vi mellem Egsmark og Stubbe Sø.

Efterhånden som afsmeltningen fortsatte, er kun isolerede, større eller mindre rester af dødis blevet tilbage. Hvis området i dette stadium er overskyttet af smeltevandssloder og dækket af sand, finder vi efter afsmeltningen et småkuperet landskab med søer og afløbsløse lavninger eller dybe huller, dødishuller, der hvor de sidste rester af is lå. Denne landskabstype er meget udbredt i det sydlige Djursland. Mest markant ses det umiddelbart vest for Stubbe Sø, hvor dybe, afløbsløse dødishuller og moseshuller er meget talrige, mens man andre steder

finder uregelmæssige, småkuperede dødislandskaber med en kombination af dødisbakker og dødishuller. Landskabet, som begrænser Tirstrup sletten mod syd fra Rosmus til Korupsø er et sådant dødisområde, hvor Stubbe Sø, Langsø, Øjesø og Korupsø er de største dødishuller. I Mols Bjerger ses mange dødishuller, især nord for Femmøller, i sletten syd og vest for Basballe og i Århus Plantage nord for Toggerbo.

Israndsbakker af smeltevandssand

I Mols Bjerger og flere steder i det lerede morænelandskab bag den østjyske israndslinie udgør langstrakte, markante bakkerygge af smeltevandssand og grus, adskilt af dødishuller eller af langstrakte lavninger med moser et karakteristisk landskab. Skønt bakkerne udelukkende består af lagdelte aflejringer af sand og grus aflejret af smeltevandet og er skarpt afgrænset fra det lerede morænelandskab, blev de dog af Harder benævnt randmoræner, idet deres udbredelse er nøje knyttet til isens randzone. Da betegnelsen moræne oprindeligt blev brugt om materiale transporteret og aflejret af isen, men senere har været brugt om israndslandskaber af vidt forskellig oprindelse, har jeg her foretrukket betegnelsen israndsbakker.

Ud fra undersøgelse af ledeblokkene på Djursland fremsatte V. Milthers (1931) den opfattelse, at is fra Østersøen nåede frem til det sydlige Djursland fra syd, ikke fra sydøst eller øst. Denne tolkning blev videre udbygget af K. Milthers (1942), som mente, at den østjyske israndslinie ikke markerede noget egentligt isfremstød, men blot et langvarigt ophold i afsmeltningen af den is, som var trængt frem fra øst mod vest til hovedopholdslinien i Midtjylland. Efter at denne østlige is var smeltet bort fra Østjylland og det sydlige Kattegat, fulgte et stort nyt isfremstød fra Østersøen som to isstrømme fra syd mod nord gennem Lillebælt og Storebælt til det sydlige Djursland, hvor de udgravede Kalø Vig og Ebeltoft Vig ved isens erosion, og hvor Mols Bjerger og randmorænerne bag den østjyske israndslinie blev skudt op som resultat af det voldsomme isfremstød.

Også Gripp (ref. Bahnson 1964) tolkede randmorænerne på Mols som materiale presset op af isen, og K. Thamdrup (1970) fandt ved undersøgelse af klinten ved Mols Hoved, at lagserien afsluttes med vældige lag af smeltevandssand, som er aflejret foran den bortsmeltende is, men derefter, under en ny kuldeperiode, er de frosne smeltevandssaflejringer og moræner skubbet op af den fremtrængende is som oppresede flager.

Disse tolkninger af israndsbakkerne og Mols Bjerger som materiale presset op ved et voldsomt tryk foran en fremtrængende isrand og i forbindelse med en helt ny strøm af is sydfra, har ikke fundet støtte i forfatterens undersøgelser af jordarter og landskabsformer på Mols. Der findes ikke i morænelandskabet bag isranden vidnesbyrd om tidligere flodsletter, som ved oppresning kunne have dannet randmorænebakker. Tværtimod strækker den lerede moræne sig på flere steder vest for Kalø Vig helt frem til israndslinien. Oppressede flager af andre aflejringer, blandt andet det tertiære ler og mergel, indgår talrige steder i morænelandskabet, men ikke i disse israndsbakker, som udelukkende består af smeltevandssand og grus. Israndsbakkerne findes udelukkende bag den østjyske israndslinie i områder, hvor dødishuller eller smeltevandsaflejringer af silt eller ler også forekommer og viser, at landskabet er udformet i områder med dødis eller med opdæmmede søer og vandløb i isens randzone og mellem rester af dødis. Der er kun få profiler, som viser lagstillingen i israndsbakkerne, og de viser stærkt vekslende forhold, nogle steder uforstyrret vandret, andre steder lag som hælder i tilfældig retning, hvilket kan skyldes sammensynkning ved isens bortsmelten. Der er ikke fundet regelmæssigt hældende eller foldede lag, som kan forklares ved et tryk fra indlandsisen i Kalø Vig eller Ebeltoft Vig, og der er intet som tyder på, at israndsbakkerne er presset op eller at de i almindelighed har været udsat for et tryk af indlandsisen. En undersøgelse af klinten ved Mols Hoved viser, at den øvre smeltevandsserie her består af sand, silt og ler afsat i en smeltevandssø. Lagene er nogle steder uforstyrrede, andre steder lidt foldede og forskudte som følge af sammensynkning eller stedvis som følge af et lokalt istryk fra sydøst, men der er ikke fundet vidnesbyrd om, at større dele af lagserien skulle være presset op som flager eller transporteret af isen.

Israndsbakkerne i Mols Bjerger og bag den østjyske israndslinie må således tolkes som smeltevandslodernes aflejringer i sprækker og søer, som under den gradvise afsmeltning opstod i dødisbæltet eller mellem rester af dødis og indlandsisens randzone. Navnlig i grænseområdet mellem de to istunger, som dækkede Kalø Vig og Ebeltoft Vig, har smeltevandet gennemstrømmet områder med udbredte rester af dødis. Almindeligvis er disse smeltevandsaflejringer uforstyrret af isens tryk, men lagene kan hælde i tilfældige retninger som følge af sammensynkning i forbindelse med isens bortsmeltning, mens større oppresninger og nye fremstød af indlandsisen efter tilbagesmeltningen fra den østjyske israndslinie ikke kan påvises i landskabet på Mols.

Israndsbakkerne bag den østjyske israndslinie

I området mellem Søften og Hornslet nord for Århus viser den østjyske israndslinie sig kun utydeligt i form af højtliggende moræneaflejringer, som afskærer lavningerne nordvest for Todbjerg og danner grænsen mellem det storbakkede landskab uden for israndslinien og en mere småkuperet overflade bag israndslinien. Moræneaflejringerne langs grænsen er rige på sten, og flere steder har man fundet talrige store sten på overfladen, således ved Thrige og Benstrup. Nu er disse stenbestrøninger dog næsten overalt fjernet. Bag israndslinien findes issø-aflejringer øst for Todbjerg.

Fra Hestehave syd for Hornslet til Gl. Mørke ses israndslinien som bakkelandets grænse mod den lavere liggende flodslette syd for Hornslet og de mosedækkede aflejringer i en smeltevandssø øst for Rosenholm. Bag isranden sydøst for Hornslet ligger flere rækker af stejle, langstrakte bakkerygge parallelle med isranden. De er dannet som israndsbakker af smeltevandssand og grus, mens det lerede morænelandskab når helt frem til grænsen langs den østlige ende af Rosenholm lavningen.

Mellem Mørke og Fårup markeres isens randzone påny af flere rækker af stejle, langstrakte bakker af smeltevandssand og grus, adskilt af dybe lavninger og dødishuller. Syd for grusbakkerne findes ved Ommestrup teglværk store forekomster af smeltevandsler, som viser, at smeltevandet har dannet søer begrænset af dødis i israndszonen og af indlandsisen syd for denne zone.

Mellem Fårup og Korupsø er den østjyske israndslinies beliggenhed ikke tydeligt markeret, men derefter fortsætter bæltet med israndsbakker af smeltevandssand og grus forbi Rostved til Korup, og ved Korup findes tillige mergelgrave med smeltevandsler. Dette bælte markerer ikke den yderste israndszone, idet Korupsø og landskabet langs sydsiden af Tirstrup sletten hører med til dødis-området. Muligvis har Tirstrup flodsletten fortsat ud over dødisen og dækket dødisen i området mellem Feldballe og Hyllested, hvor jordbunden overalt består af smeltevandssand.

Fra Feldballe til området mellem Grønfeld og Krakær løber flere rækker af regelmæssige grusrygge adskilt af smalle lavninger og moser i retningen nord-syd. De er dannet af smeltevandet i dødiszonen foran indlandsisens rand, mens Krogryggen tæt øst for Grønfeld og dens fortsættelse op mod Møllerup består af moræneler og er dannet som en egentlig randmoræne under indlandsisen.

Mellem Grønfeld og Femmøller afbrydes de

nord-syd gående israndsbakker af andre israndsbakker med retning sydvest-nordøst, som hører til et system af bakkerækker nord for Ebeltoft Vig. I grænseområdet mellem de to tunger af indlandsisen findes mange store og dybe dødishuller. De bakkerækker, som danner en bue nord for Ebeltoft Vig forbi Krakær og Lyngsbæk, ender nord for Dråby, hvor sammenstødet med en ny tunge af indlandsisens rand markeres af en vifte af israndsbakker, hvis østlige fløj fortsætter op mod Stubbe og videre fra Gravlev forbi Gratbjerg til de ender brat sydøst for Hyllested.

Efterhånden som afsmeltningen langs indlandsisens rand fortsatte, dannedes dødisområderne og israndsbakkerne i de centrale dele af Mols Bjerger og på Ebeltoft halvøen.

Mols Bjerger, Basballe sletten og yngre smeltevandssdale

Den gradvise afsmeltning langs randen af de istunger, som strakte sig op gennem Kalø Vig og Ebeltoft Vig medførte stedvis en opstemning af smeltevand mellem indlandsisens rand og de foranliggende dødisbælter eller højtliggende moræner og israndsbakker.

Den betydeligste smeltevandssdal fra Kalø Vig istungen er eroderet ned i morænelandskabet fra Følle Vig mod nordøst til de lavtliggende områder nord for Rostved. Det højeste punkt i denne dybe erosionsdal ligger ved Dippelsbro i en højde af kun 12 m. Uden for den østjyske israndslinie har smelte vandet fra denne dal eroderet flere dale tværs gennem Tirstrup sletten til Kolindsund.

Fra isranden nord for Ebeltoft Vig er smelte vand søgt mod nord til dødisbæltet i Skramsø Plantage og derfra ud mod Kattegat.

Ved afsmeltningen på grænsen mellem de to istunger, syd for Basballe, dannedes en flodslette eller sø, som fra Basballe og Jullingevejene strakte sig sydpå langs østsiden af israndsbakkerne Agri Bavnehøj, Låddenbjerg og Langbjerg. Mod sydøst har sletten været begrænset af Ebeltoft Vig istungen, hvis rand fra Femmøller fortsatte langs en række toppe øst for Basballe sletten til Bisgyde Høj. Basballe sletten fremtræder som en ujævn, sandet flade med flere store dødishuller, især langs nordranden, og pletvis med lag af silt, især i den laveste nordøstlige del, hvor en mergelgrav med smelte vandssler og silt dækket af flydejord vidner om isens beliggenhed langs slettens østlige rand. De sandede aflejringer i Basballe sletten vidner om en ret kraftig gennemstrømning af smelte vand. Det allerførste udløb her-

fra har antagelig ligget i en højde af 80 m ved Basballe. I en stor grusgrav i den nordøstlige ende af Basballe ses meget tykke lag af smelte vandssand med ganske regelmæssige vandrette lag, antagelig dannet som en terrasse eller et delta fra dette udløb, men der kan meget vel have været flere mindre afløb i samme højde ved Tykær Gård samt øst og vest for Jullingevej til Kalø Vig istungens randzone. Det næste udløb er antagelig de korte, men kraftige erosionsdale tæt øst for Basballe, som fra en højde af 75 m fører ned mod Femmøller lavningen.

Ved afsmeltningen langs randen af Ebeltoft Vig istungen til en grænse langs Bisgyde Høj, Tyvelhøj, Stenhøj, Brunhøj, Flintehøj og videre syd for Krakær til Tinghøj og Stolpehøj, aftappedes smelte vandet fra Basballe sletten gennem en dyb erosionsdal, som fra slettens sydlige spids mellem Låddenbjerg og Bisgyde Høj løber mod nordøst til Femmøller og videre forbi Svampedam til Krakær og forbi Ulstrup til Stubbesø og herfra ud i Kattegat.

Også Kalø Vig istungen smeltede tilbage, og de mange forekomster af fint smelte vandssand og silt i morænelandskabet vest for Agri kan være aflejret af smelte vandet i istungens randzone. Fra den sydlige del af Mols Bjerger dannedes en række dybe erosionsdale og kløfter, som fra en højde af 90 m løber mod sydvest gennem Hulbæk kløften, Dåleren med Tinghule og kløften med Troidhul. Disse dales størrelse tyder på, at de må have ført smelte vand fra Mols Bjerger ned mod Knebel lavningen, hvor kløfterne ender i en højde af ca. 25 m. Fra Kalø Vig istungens rand har Følle Vig-Rønde erosionsdalen med dens tærskel i en højde af 12 m tilsyneladende været det eneste udløb.

Efterhånden som Ebeltoft Vig istungen smeltede tilbage, dannedes dødishullerne, dødisbakkerne og israndsbakkerne i Mols Bjerger, først israndsbakkerne langs den omtalte grænse fra Bisgyde Høj forbi Stenhøj og Flinthøj, siden blandt andet en række israndsbakker fra Trehøj forbi Toggerbo, Rævebakke, Havrebjerg og syd for Lyngsbæk Gård til Handrup, mens smelte vandet antagelig løb gennem vestenden af Tømmerkær og Lyngsbæk lavningen til Krakær.

Landskabets ændring efter istiden

Landskabets udjævning

Det landskab, som dukkede frem, da isen smeltede bort i det sydlige Djursland, var præget af stejle bakker og dybe huller. Allerede i afsmeltningstiden har nedbør og vandløb medvirket til en udjævning af landskabet. Den sparsomme vegetation har ikke i begyndelsen kunnet yde en effektiv beskyttelse af jordoverfladen, og ler og sand er skyllet ned ad skråningerne og aflejret i lavninger, hvor man finder det i bunden af søer og moser, undertiden sammen med sparsomme rester af en arktisk vegetation. Disse lag, som siden er dækket af tørv, er på Mols kun blottet i et lille profil ved Fuglsø Strand, men den almindelige udjævning af landskabet, som hovedsagelig har fundet sted i afsmeltningstiden og påny efter agerbrugets udbredelse, ses overalt i landskabet i form af udjævnede dalbunde. Den del af udjævningen, som er foranlediget af overfladens blotning for vegetation og bearbejdelse af jorden i forbindelse med agerbrug, har et betydeligt omfang. Det ses bedst, hvor diger langs markskel forløber på tværs af overfladens hældning. Der er her sket en nedpløjning, nedskylning og jordkrybning, som har forhøjet overfladen oven for diget og tilsvarende sænket overfladen neden for diget, så dette efterhånden danner et terrassehak. Højdeforskelle på en halv meter mellem de to sider af et markskel ses mange steder. Større forskelle kan ses på stejle skrænter, således på skrænten syd for Knebel-Skel-lerup lavningen.

Kilder og regnkløfter

Kilder, som udspringer på skrænter eller ved foden af skrænter, kan give anledning til erosion i skrænten og aflejring af det eroderede materiale neden for kilden, så der dannes halvrunde flader eller terrasser foran kilden. Smukkest ses det ved de 6 kilder nord for Strandkær ved den vestlige ende af Tømmerkær, samt nord for Lyngsbæk, hvor en kilde har dannet et imponerende ar i en græsklædt bakkeside.

Flager af tertiært plastisk ler findes i mange skrænter i morænelandskabet og er her næsten altid ledsaget af kilder, som har fremkaldt tungeformede udskridninger i leret. Det ses langs stranden mod Kalø Vig særlig veludviklet ved Vrinners Hoved, men desuden på en række punkter sydpå til Knebel, på Tved halvøen syd for Isgård og langs vestsiden af

Helgenæs. Desuden ses det nord for Andrup i en bakkeside langs vejen mod Agri.

Almindeligvis yder vegetationen en effektiv beskyttelse af jordoverfladen mod erosion i forbindelse med regnskyl, men i løs og sandet jord kan regnbække under et voldsomt uvejr bryde hul på vegetationslaget og i løbet af ganske kort tid erodere stejle, smalle kløfter, som skærer sig dybt ned i bakke-skrænterne. De mange stejle skrænter i Mols Bjerge frembyder alle betingelser for dannelsen af sådanne regnkløfter. Tre veludviklede regnkløfter ses syd for Agri, hvor de skærer sig dybt ned i skrænten oven for Uglemose Gård og Birkemose Gård. Langt større og mere imponerende er partiet Ridehesten nord for Agri Bavnehøj, hvor et par meget dybe og stejle kløfter adskilt af en smal kam skærer sig ned i den 20 m høje skrænt mod den foranliggende Basballe slette. Hålen mellem Strandkær og Bogens er en stor regnkløft, som gennemskærer stenalderhavets kystskrænt. Tilsvarende men mindre regnkløfter ses overalt langs stejle skrænter, ikke mindst langs randen af de dybt nederoderede smeltevandsdale.

Fårestier og større skred-terrasser

Små terrasser, oftest med regelmæssige mellemrum på 1 m eller mindre, kan ses hist og her i stejle skrænter, således flere steder i de sandede områder øst for Basballe og langs dybe kløfter i plantagen øst for Knebel og i de stejle skrænter af plastisk ler vest for Søballe Gård i Fuglsø. De betegnes fårestier, fordi man tidligere antog, at de var dannet af får og kreaturer, som færdes på stejle skrænter. Fårestier dannes ved skred i jordoverfladen. Almindeligvis binder planterødderne overfladen sammen og hindrer den i at skride, selv på stejle skrænter. Ved overmætning med vand kan sammenhængen dog mindskes betydeligt. En sådan overmætning kan forekomme i overfladen af det plastiske ler og andre meget fede lerarter, som virker vandstandsende. Dette fede ler har så ringe gennemtrængelighed for vand, at de øverste jordlag gennem lang tids regn eller snesmeltning kan opblødes, mens fugtigheden ikke når at trænge dybere ned. På stejle skrænter kan den opblødte overflade skride så meget, at vegetationslaget brister og gennemsættes af lange revner med regelmæssige mellemrum på langs af skrænten, og partier mellem revnerne synker ned til næsten vandret stilling.

I finsandede og sandede lag er der almindeligvis intet, som hindrer vandets nedsivning, men i frostperioder kan der, navnlig i silt og ler, dannes lag af is

nede i jorden, så langt som frosten når. Ved tøbrud kan overfladen blive overmættet af smeltevand, som ikke kan synke ned før smeltningen er nået helt igennem grundisen. Virkningen af de øverste jordlags overmætning med vand ved tøbrud er bedst kendt i form af frostskeer på veje, men en anden virkning er dannelsen af fårestier på stejle skrænter.

Langs de høje kystskrænter med plastisk ler kan man finde terrassedannelser af langt større dimensioner, flere meter høje og ofte med en bredde op til 100 m og en længde på flere hundrede meter. Sådanne terrasser præger landskabet langs vestsiden af Helgenæs. De vældige skredterrasser skyldes det plastiske lers evne til at binde store vandmængder og at skrumpes ved udtørring. Dette medfører ustabile forhold ved ændring af vandindholdet, således især på grænsen mellem grundvandsmættet ler og periodisk udtørrede lag over grundvandet.

Kystlandskabet og de marine aflejringer

Ved indlandsisens afsmeltning i de nedisede områder førtes store mængder vand tilbage til havet, og der skete en øjeblikkelig stigning af oceanerne i takt med afsmeltningen. Ved afsmeltningen skete tillige en lokal aflastning af underlaget i de tidligere nedisede områder og dermed begyndte en langsom, gradvis landhævning, som med aftagende hastighed kan spores helt op til nutiden. De væsentligste ændringer i kysternes beliggenhed i Danmark siden istiden er resultatet af disse øjeblikkelige havstigninger og den langsomme, gradvise landhævning.

I stenalderen, for omkring 7000 til 4000 år siden, nåede havet sin største udbredelse i forhold til landjorden i Danmark. Det stod 3–4 m højere langs Djurslands kyster end i nutiden og forbandt således Kolindsund med Randers Fjord. Store kyststrækninger blev overskyllet, og Helgenæs lå som en ø adskilt fra Mols.

Hvor brændingen slog ind mod istidslandskabets bakker, er eroderet stejle kystskrænter. Erosionsmaterialet af sten, grus og sand er transporteret af brændingen langs stranden og aflejret som strandvolde langs kystens indbugtninger, ofte den ene strandvold uden for den anden som lange volde adskilt af lavninger eller vokset sammen til brede strandvolds-sletter. Foran større indbugtninger er dannet odder med strandvolde, mens sand, ler eller gytje med en bundfauna af marine muslinger og snegle gradvis udfyldte bugterne i læ af strandvolde og næs.

Mens Kalø Vig har en stærkt indskåret kyst med beskeden erosion af fremspringende punkter og ufuldstændig udjævning af kysten ved opbygning af strandvolde, er der sket en noget kraftigere kystudjævning i Ebeltøft Vig, som er mere åben og ubeskyttet mod bølger sydfra. En fuldstændig udjævning finder vi langs Djurslands ubeskyttede kyster mod øst og nord.

Denne udjævning af kysten og udvikling af et marint forland er hovedsagelig foregået ved stenalderens højere vandstand, men erosion af klinte langs kystens fremspringende punkter og aflejring af odder og strandvolde langs de jævne kyster foregår stadig langs Mols Bjerger halvøen. En opmåling af kysten neden for Strandkær i 1965 og sammenligning med tidligere fotografier, viste at stranden i løbet af de forudgående 10 år var forskudt næsten 20 m ud efter. I løbet af disse 10 år var der også dannet et nyt system af odder og strandvolde nord for Vrinner Hoved og en betydelig tilvækst af Rønnen syd for Begtrup.

Strandvolde og kystskrænter dannes af brændingen og markerer den højeste vandstand. De ligger væsentlig højere på åbne, ubeskyttede kyster end i rolige bugter og fjorde. På Djurslands ubeskyttede østkyst finder vi nutidige strandvolde ved Rugård i en højde af 2,5–2,8 m, mens de i Ebeltøft Vig og Kalø Vig kun når op til en højde af 1 m eller mindre. Stenalderens højeste strandvolde når op til en højde af 6,9 m ved Rugård, omkring 5,5 m ved Jernhatten og langs østsiden af Ebeltøft halvøen, omkring 5 m ved Ahl Hage, 4–5 m på Helgenæs, 4 m ved Begtrup Vig, Skøds Hoved og Lyngsbæk Strand, og 3–3,5 m ved Knebel Vig og Egens.

Mens strandvolde og kystskrænter markerer havets niveau ved højvande, er det marine ler med skaller aflejret i bugter med roligt vand, på steder, som ikke tørlægges ved lavvande, og disse aflejringer når derfor ikke op over havets niveau ved lavvande. De findes i Kolkær ved Egens og i Krakær ved Vrinner Hoved i en højde af ca. 1 m og ved Skjersø nord for Dråby i en højde af 2,4 m. Ud fra disse tal for stenalderhavets højeste og laveste vandstand kan man anslå, at middelvandstanden langs det sydlige Djursland i stenalderen har været op til 3 m højere end i nutiden.

Strandvoldene på Mols hæver sig sjældent mere end 30–40 cm over den omgivende overflade, og er oftest betydeligt lavere. Alligevel ses de sandede eller stenede, lave volde tydeligt og fremhæves stærkt af vegetationen. I de udyrkede strandflader øst for Strandkær er de sandede strandvolde dækket af lyng

eller en tørbunds-vegetation af græs, mens de fugtige mellemrum har en rig græs- og engvegetation. På dyrkede marker ved Skellerup står kornet kort og tyndt på strandvoldene og modnes tidligere end kornet på de mellemliggende flader. Ikke mindst i sensommeren aftegner strandvoldene sig derfor tydeligt i vegetationen.

Marine aflejringer af grus og sten træffes kun i strandvolde og strandvoldssletter på de ubeskyttede kyster, især langs Djurslands østkyst. Stenmaterialet har på alle tilgængelige steder været gravet og udnyttet. Vældige forekomster af sten og grus har været udnyttet ved Sletterhage på Helgenæs og udnyttet stadig ved Ebeltoft halvøens sydspids. På Mols Bjerger halvøen findes kun beskedne forekomster af marint grus og sten, således i strandvoldene vest for Vrinnars og langs en del af stranden ved Begtrup Vig. Begge steder har man tidligere hentet sten til lokalt brug.

Det marine sand udgør hovedparten af stenalderhavets aflejringer, både som udfyldning af afspærrede bugter og som strandvolde og odder langs kysten af Mols Bjerger halvøen, hvor brændingens styrke er for beskeden til transport af grovere materiale. Rester af opskyllede skaller er kun sjældent bevaret i strandvoldenes aflejringer af sand, grus og sten.

Det marine ler findes kun pletvis i rolige bugter og i læ af strandvolde. Hvor det er blandet med rester af havplanter, betegnes det ofte gytje. I lag af marint ler og gytje fra rolige bugter findes hyppigt skaller af snegle og muslinger. Det ses i drængrøfter i Kolkær ved Egers, Skærsø nord for Dråby og i Knebel lavningen, hvor de talrige skaller har givet anledning til landsbynavnet Skellerup (skalle-torp). Endvidere er disse skalførende havaflejringer fundet i Kolindsund fjordsystemet helt ned til engene mellem Thorsager, Ebdrup og den indtørrede Korupsø. De marine lag ligger her 0,5–3 m over havniveau og er dækket af 2–5 m tørv. De skaller, man finder, er almindelige i stenalderhavets aflejringer overalt i Danmark, men skaller af østers er sjældne, hvilket antagelig skyldes, at den ikke tåler brakvand.

De marine flader med sand, ler og gytje omkring Kolkær ved Egers, Krakær ved Vrinnars Hoved og i Knebel-Skellerup lavningen er de fleste steder dækket af ferskvandsaflejringer af gytje og stedvis tørv, afsat efter at stenalderhavet havde trukket sig tilbage. De ligger nu som dyrkede arealer med korn eller græs. De sandede strandvoldssletter har ligeledes på mange steder været dyrket med korn, men ligger nu næsten overalt som græsning. Store dele af de kyst-

nære, sandede områder er bebygget med sommerhuse.

Ferskvandsaflejringer og moser

Efter skovens indvandring for godt 10.000 år siden er mange søer efterhånden vokset til som mose og udfyldt med tørv, mens fugtige lavninger mellem bakkerne og lavtliggende flader mellem stenalderhavets strandvolde er opfyldt med ferskvandsaflejringer af gytje, som er en blanding af sand og eventuelt ler med rester af en engvegetation. Der er ikke nogen helt skarp grænse mellem ferskvandsaflejringer af gytje og de egentlige tørv, og de er ikke adskilt på det ledsagende kort.

Moserne findes spredt i morænelandskabets lavninger og især i dødislandskaberne. De danner langstrakte strøg mellem israndsbakkerne sydvest for Strandkær samt nord og øst for Femmøller. Desuden findes moser i de dybeste dele af erosionsdalen mellem Basballe og Femmøller og i Tømmerkær sydøst for Femmøller. Alle tørvemoserne har været udnyttet til tørvegravning, navnlig før og under 1. verdenskrig. Siden er mange udgravede moser drænet eller opfyldt eller er vokset til med en hængesæk af tørvemos (Sphagnum). Langemosen syd for Strandkær er et typisk eksempel på sådanne udgravede moser med en hængesæk af Sphagnum, som nu næsten skjuler de gamle graves omrids.

På stenalderhavets hævede og tørlagte aflejringer er de afspærrede lavninger bag strandvoldene og ofte tillige mellemrummene mellem de enkelte strandvolde dækket af ferskvandsgytje med større eller mindre tykkelse, og enkelte steder findes tillige tørv. I engene øst for Skellerup består det øverste lag således af en sandet ferskvandsgytje med snegle. I engene vest for Vrinnars er de marine aflejringer dækket af lerholdig og kalkholdig gytje med snegle, og i Skærsø engene nord for Dråby er de marine lag dækket af 0,5–1 m ferskvandsgytje og tørv.

Også omkring kilder findes ofte lag af gytje og i enkelte tilfælde tørv. Ved gården Karensminde syd for Andrup findes således et stort område med ferskvandsgytje, som strækker sig højt op i bakkesiden og er betinget af kilder. De store områder med gytje og tørv ved Tornholm øst for Vrinnars er betinget af kilder langs foden af det højere landskab mod øst.

Mosekalk (kalkgytje) er uden tvivl almindelig i de nederste lag af mange moser. I engene øst for Basballe ligger kalken i en dybde af 0,5–1 m under tørvens overflade. Desuden er mosekalk fundet øst for

Strands og i drænggrøfter vest for Vrinner. Mange steder ses stumper af mosekalk eller kildekalk sammen med ferskvandsgytje eller tørv i opgravede klumper eller i muldvarpeskud, således ved Tornholm øst for Vrinner samt øst og syd for Strands og vest for Begtrup. Kildekalk er fundet ved Torup Gård nordøst for Knebel, men er især iøjnefaldende ved de store kilder langs vestranden af Tømmerkær, sydøst for Femmøller, hvor tilgroede grave og opgravede blokke vidner om tidligere udnyttelse af kalken. Andre forekomster af mosekalk og kildekalk i det sydlige Djursland er omtalt af V. Milthers (1919).

Myremalm er til stede i mange moser, og små stumper af myremalm kan her ses i muldvarpeskud. Det er således fundet ved Uglemosegård sydvest for Agri, Tornholm øst for Vrinner, Karensminde syd for Andrup, i Torup, syd for Strands og syd for Fuglsø.

Tømmerkær er en mose, som udfylder lavningen mellem Femmøller og Lyngsbæk Strand. Selve lavningen er muligvis blot en rest af et dalstrøg i det gamle morænelandskab i fortsættelse af Rosenholm sletten og Egens lavningen. I stenalderen har havet afspærret dalen med strandvolde, hvoraf de inderste

og dermed ældste udgår fra kystskrænten ved Parcelgård på dalens nordside og fra bakkelandets østlige rand på dalens sydside. Mosens overflade ligger i en højde af 5 m, og flere steder er underlaget af sand påvist i en dybde af 1 m eller mindre under tørvens overflade, 3–4 m over nuværende havniveau. Det svarer til højeste vandstand i stenalderen. Det er derfor udelukket, at havet kan have eroderet de stejle skrænter, som begrænser dalen. Fra Femmøller og fra 6 store kilder ved vestenden af Tømmerkær har rigt forgrenede vandløb dannet slyngede render gennem mosen ud til Lyngsbæk Strand. Sand fra kilderne og fra Mølleåen er aflejret på bunden af disse vandløb. Efter at vandet i forrige århundrede er ført gennem gravede grøfter, og mosen er drænet, er grundvandet sænket og tørv er sunket sammen, dels på grund af udtørring, dels på grund af en langsom iltning. Nu ligger overfladen af den sammen-sunkne tørv lavere end sandaflejringerne i de gamle vandløb, og det rigt forgrenede vandløb ses som ganske lave, slyngede volde af sand. Mest tydeligt ses det i sensommeren, når korn og græs gulner på de sandede volde, mens det endnu står grønt på tørv.

Litteratur om det sydlige Djurslands geologi

- Andersen, S. A., 1937: De vulkanske Askelag i Vejgennemskæringen ved Ølst og deres Udbredelse i Danmark. – Danm. geol. Unders. II. række, 59, 53 p.
- Bahnson, H., 1964: Ekskursion til Djursland, Mariager-, Viborg- og Silkeborgområdet. – Meddr dansk geol. Foren. 15. pp. 411–420.
- Bøggild, O. B., 1918: Den vulkanske Aske i Moleret. – Danm. geol. Unders. II. række, 33, 84 p.
- Franke, A., 1927: Die Foraminiferen und Ostracoden des Palaeocæns von Rugaard in Jütland und Sundkrogen bei Kopenhagen. – Danm. geol. Unders. II. række, 46, 49 p.
- Gry, H., 1935: Petrology of the Paleocene Sedimentary Rocks of Denmark. – Danm. geol. Unders. II. række, 61, 172 p.
- Grönwall, K. A. & Harder, P., 1907: Paleocæn ved Rugaard i Jydland og dets Fauna. – Danm. geol. Unders. II. række, 18, 102 p.
- Hansen, H. J. & Andersen, B. B., 1969: The occurrence of clinoptilolite-replaced foraminifera in the Danish Upper Selandian non-calcareous greensand. – Meddr dansk geol. Foren. 19, pp. 197–203.
- Harder, P., 1908: En østjydsk Israndslinje og dens Indflydelse paa Vandløbene. – Danm. geol. Unders. II. række, 19, 262 p.
- Jessen, A., 1920: Stenalderhavets Udbredelse i det nordlige Jylland. – Danm. geol. Unders. II. række, 35, 112 p.
- Madsen, V., 1897: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Samsø. – Danm. geol. Unders. I. række, 5, 87 p.
- Milthers, K., 1942: Ledeblokke og Landskabsformer i Danmark. – Danm. geol. Unders. II. række, 69, 137 p.
- Milthers, K. & Rasmussen, H. W., 1956: Ekskursion til Mols og Djursland. – Meddr dansk geol. Foren. 13, pp. 130–132.
- Milthers, V., 1919: Mergelen i Djursland. – Danm. geol. Unders. III. række, 18, 41 p.
- Milthers, V., 1932: Israndens Tilbagerykning fra Østjylland til Sjælland-Fyn, belyst ved Ledeblokke. – Danm. geol. Unders. IV. række, 2 (9) & Meddr dansk geol. Foren. 8, pp. 1–70.
- Milthers, V., 1948: Det danske Istidslandskabs Terrænformer og deres Opstaaen. – Danm. geol. Unders. III. række, 28, 234 p.
- Norin, R., 1940: Problems concerning the volcanic ash layers of the Lower Tertiary of Denmark. – Geol. Fören. Stockh. Förh. 62, pp. 31–44.
- Rasmussen, L. B., 1960: Geology of North-Eastern Jylland, Denmark. – XXI Int. Geol. Congr. Guidebook A 42 & C 37, pt. 2. 38 p. Copenhagen.
- Rasmussen, L. B. et al., 1971: Dydbeyningen Rønde nr. 1 på Djursland. – Danm. geol. Unders. III. række, 39, 123 p.
- Ravn, J. P. J., 1922: Geologisk Kort over Danmark, dybere liggende Dannelser. – Danm. geol. Unders. III. række, 22, 79 p.
- Schou, A., 1949: Atlas over Danmark, I Landskabsformerne. – K. danske Geogr. Selsk. 160 p.
- Schou, A., 1960: The Coastline of Djursland. – Geogr. Tidsskr. 59, pp. 10–27.
- Schou, A., 1963: Landskaber, i J. P. Trap: Danmark. 5. udg. 7 (2), Randers Amt, pp. 523–545.
- Thamdrup, K., 1970: Klinten ved Mols Hoved. – Dansk geol. Foren. Årsskrift 1969, pp. 2–8.
- Ødum, H., 1926: Studier over Daniet i Jylland og på Fyn. – Danm. geol. Unders. II. række, 45, 306 p.

Tillæg

Fossiler fra undergrundens aflejringer

Faunaen i danien -blokke fra Rosmus-Glatved området er ikke nøjere undersøgt, men ved lejligheds-
vise besøg i Rosmus er følgende fossiler fundet:

Kiselsvampe	Muslinger
<i>Ventriculites</i> sp.	<i>Cucullaea</i> sp.
Koraller	<i>Lucina</i> sp.
<i>Discotrochus</i> sp.	<i>Pecten monotiformis</i>
<i>Flabellum</i> sp.	<i>Pycnodonte vescicularis</i>
<i>Parasmilia</i> sp.	<i>Spondylus</i> sp.
Ormerør	Snegle
<i>Ditrupa schlotheimi</i>	<i>Cerithium</i> sp.
Krebsdyr	<i>Pleurotomaria niloticiformis</i>
<i>Calianassa</i>	<i>Solarium</i> sp.
<i>Linuparus</i> n. sp.	<i>Tylostoma</i> sp.
Bryozoer	<i>Volutomorpha</i> sp.
<i>Coscinopleura angusta</i>	Nautiler
Brakiopoder	<i>Eutrephoceras bellerophon</i>
<i>Carneithyris incisa</i>	<i>Hercoglossa danica</i>
<i>Carneithyris lens</i>	Haj-tæner
<i>Gryphus fallax</i>	<i>Notidanus</i>
<i>Terebratulina chrysalis</i>	<i>Odontaspis</i>
Sølliljer	Sporfossiler, gravegange
<i>Bourgueticrinus danicus</i>	<i>Chondrites</i>
<i>Isselocrinus paucicirrhus</i>	<i>Ophiomorpha</i>
Søpindsvin	
<i>Echinocorys obliquus</i>	
<i>Echinocorys sulcatus</i>	

Paleocæne fossiler fra Basballe og Egsmark

	Andre forekomster				
	Rugård	København	Lellinge	Kerteminde	Klintebjerg
Koraller					
<i>Caryophyllia calcitrata</i> (v. Koenen, 1885)	..	×	×	×	..
Bryozoer					
<i>Lunulites</i> sp.	.....	×	..	..	..
Krebsdyr					
<i>Scalpellum</i> sp.	.....	×	..	..	..
Sølliljer					
<i>Bourgueticrinus danicus</i> Nielsen, 1913	.....	..	..	..	..
<i>Democrinus maximus</i> (Nielsen, 1915)	.....	..	..	..	..
<i>Isselocrinus paucicirrhus</i> (Nielsen, 1913)	.....	×	..	..	..

Andre forekomster

	Rugård	København	Lellinge	Kerteminde	Klintebjerg
Muslinger					
<i>Nucula densistria</i> v. Koenen, 1885	.....	×	×	..	..
<i>Nucula subaequilatera</i> v. Koenen, 1885	.....	..	×	..	..
<i>Nuculana</i> sp.	.....	..	..	..	..
<i>Arcopsis limopsis</i> v. Koenen, 1885	.....	×	×	..	..
<i>Protocardia semidecussata</i> (v. Koenen, 1885)	.....	×	×	×	..
<i>Pholadomya margaritacea</i> (Sowerby, 1823)	.....	×	×	×	×
<i>Corbula koeneni</i> Cossmann, 1908	.....	..	×	..	..
<i>Pinna</i> sp.	.....	×	×	×	×
<i>Lima testis</i> Grönwall, 1907	.....	×	×	×	×
<i>Chlamys palaeocaenica</i> (Staesche, 1937)	...	×	×	×	×
Søtænder					
<i>Dentalium rugiferum</i> v. Koenen, 1885	.....	×	×	..	..
Snegle					
<i>Discohelix groenwalli</i> Ravn, 1939	.....	..	×	..	..
<i>Discohelix pingeli</i> (Mörch, 1874)	.....	×	×	..	..
<i>Cyclostrema denselineatum</i> Ravn, 1939	.....	..	×	..	..
<i>Solarium koeneni</i> Ravn, 1939	.....	×	×	..	..
<i>Lacuna ovalis</i> v. Koenen, 1885	.....	..	×	..	..
<i>Natica detrita</i> v. Koenen, 1885	.....	×	×	..	..
<i>Natica lindstroemi</i> v. Koenen, 1885	.....	..	×	..	..
<i>Turritella nana</i> v. Koenen, 1885	.....	×	×	..	..
<i>Mathilda obtusa</i> v. Koenen, 1885	.....	..	×	..	..
<i>Melania pavlowi</i> v. Koenen, 1885	.....	×	×	..	..
<i>Cerithium zigzag</i> Grönwall, 1907	.....	×	..	..	..
<i>Metacerithium hauniensis</i> (v. Koenen, 1885)	.....	×	×	..	..
<i>Chenopus gracilis</i> (v. Koenen, 1885)	.....	×	×	×	..
<i>Chenopus</i> aff. <i>sowerbyi</i> (Mantell, 1823)	.....	..	×	..	..
<i>Cassidaria elongata</i> v. Koenen, 1885	.....	..	×	×	..
<i>Urosalpinx pyruloides</i> (v. Koenen, 1885)	...	×	×	×	..
<i>Fusus cimbricus</i> Grönwall, 1907	.....	×	×	..	..
<i>Ancilla flexuosa</i> (v. Koenen, 1885)	.....	×	×	..	..
<i>Admete conoidea</i> (v. Koenen, 1885)	.....	..	×	..	..
<i>Admete curta</i> (v. Koenen)	.....	..	×	..	..
<i>Sveltia angulifera</i> (v. Koenen, 1885)	.....	..	×	..	..
<i>Surcula rosenkrantzi</i> Ravn, 1939	.....	..	×	..	..
<i>Surcula torelli</i> (v. Koenen, 1885)	.....	..	×	..	..
<i>Borsonia binodosa</i> v. Koenen, 1885	.....	×	×	..	..
<i>Tornatellaea regularis</i> (v. Koenen, 1885)	...	×	×	×	×
<i>Tornatina plicatella</i> v. Koenen, 1885	.....	×	×	..	×
<i>Actaeonidea elata</i> (v. Koenen, 1885)	.....	×	×	..	×
<i>Gilbertina ultima</i> (v. Koenen, 1885)	.....	×	×	×	×
<i>Ringicula erratica</i> Roedel, 1937	.....	..	×	..	..
<i>Cylichna discifera</i> v. Koenen, 1885	.....	×	×	..	..

En første primitiv beskrivelse af de paleocæne foraminiferer fra Rugård er givet af A. Franke (1927). En fortegnelse over de hyppigste foraminiferer fra mergelen ved Egsmark er givet af I. Bang (L. B. Rasmussen, 1960). Foraminiferer fra det kalkfri ler ved Rugård er anført af H. J. Hansen & B. B. Andersen (1969). De vigtigste foraminiferer i de paleocæne og eocæne prøver fra dybdeboringen ved Rønde er anført af I. Bang og A. Dinesen (L. B. Rasmussen et al., 1971). I forbindelse med de geologiske kursus på Mols har H. J. Hansen i 1967 og 1968 ledet undersøgelser af foraminiferer fra den paleocæne mergel ved Egsmark, Basballe og Rugård og fra den øvre-eocæne Søvind-mergel ved Ørby på Helgenæs. Heri deltog flere studerende, hvoriblandt B. B. Andersen, som har bestemt en meget stor del af foraminifererne. De to dominerende arter af foraminiferer i den paleocæne mergel, *Cibicidoides proprius* og *Bulimina trigonalis* udgør mere end 50 % af eksemplarerne i de undersøgte prøver. Eksemplarer mindre end 0,1 mm, herunder størsteparten af de planktoniske arter, er udeladt af undersøgelsen. I prøverne af plastisk ler fra askelagserien ved Ørby er ikke fundet foraminiferer og kun ganske få andre fossiler. Der er en del svovlkis-imprægnerede diatoméer (*Coscinodiscus*, *Triceratium*) og der er desuden fundet flere hvirvler af fisk, en hajtand og en del gravegange (*Ophiomorpha*, *Chondrites* og *Helicolithus atavus*). I prøver af Søvind-mergel er foruden foraminiferer også fundet en bryozo, *Stichoporina reussi*.

Foraminiferer fra paleocæn mergel

	Basballe	Egsmark	Rugård
<i>Cibicidoides proprius</i>	×	×	×
<i>Bulimina trigonalis</i>	×	×	×
<i>Bulimina midwayensis</i>	×	×	×
<i>Melonis nobilis</i>	×	×	×
<i>Nodosaria latejugata</i>	×	×	×
<i>Gyroidinoides octocamerata</i>	×	×	.
<i>Allomorphina halli</i>	×	×	×
<i>Pullenia americana</i>	×	×	×
<i>Osangularia lens</i>	×	×	.
<i>Trochammina inflata</i>	×	.	×
<i>Anomalinoidea acuta</i>	×	.	.
<i>Bulimina ovata</i>	×	×	×
<i>Ceratobulimina tuberculata</i>	×	×	×
<i>Alabamina midwayensis</i>	×	.	.
<i>Anomalinoidea danica</i>	×	×	×
<i>Allomorphina macrostoma</i>	×	×	×
<i>Nonionella ovata</i>	×	×	×
<i>Citharina plummoides</i>	×	×	×
<i>Hoeglundina scalaris</i>	×	×	.
<i>Pseudoclavulina anglica</i>	×	×	×
<i>Lenticulina alabamensis</i>	×	.	.
<i>Globigerina triloculinoides</i>	×	.	.
<i>Tappania selmensis</i>	×	.	.
<i>Spiroplectammina laevis</i>	×	.	.
<i>Pleurostomella paleocenica</i>	×	.	.
<i>Elphidiella prima</i>	×	.	.
<i>Epistominoides midwayensis</i>	×	.	.
<i>Lagena hispida</i>	×	.	.
<i>Lagena sulcata</i>	×	.	.
<i>Lagena hexagona</i>	×	.	.

Foraminiferer fra øvre-eocæn Søvind-mergel ved Ørby Strand.

Spiroplectammina carinata

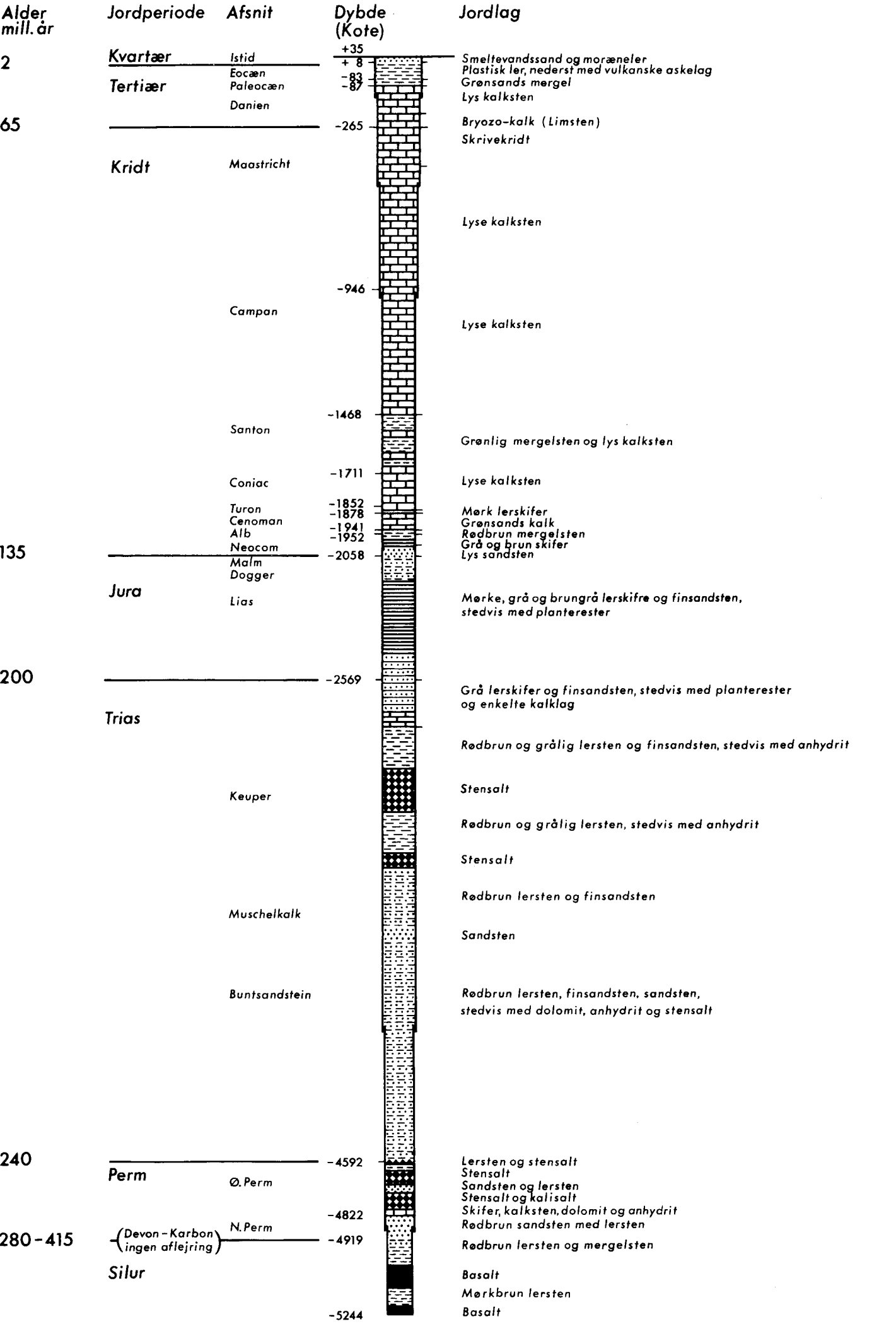
Bulimina truncanella *Dentalina* cf. *adolphina*

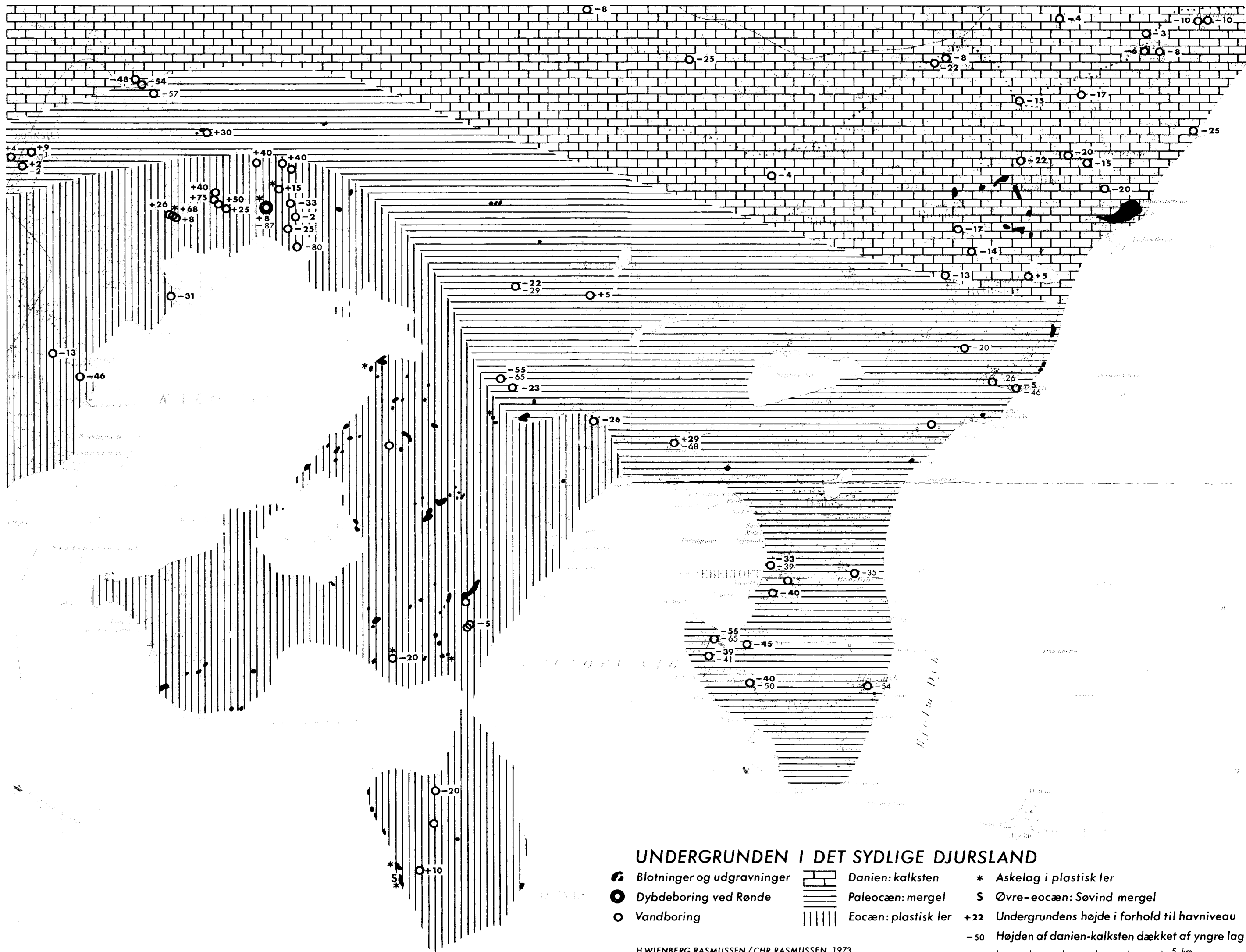
Lenticulina decorata *Alabamina* cf. *wilcoxensis*

Eponides umbonata *Bulimina* cf. *barbata*

DYBDEBORINGEN VED RØNDE

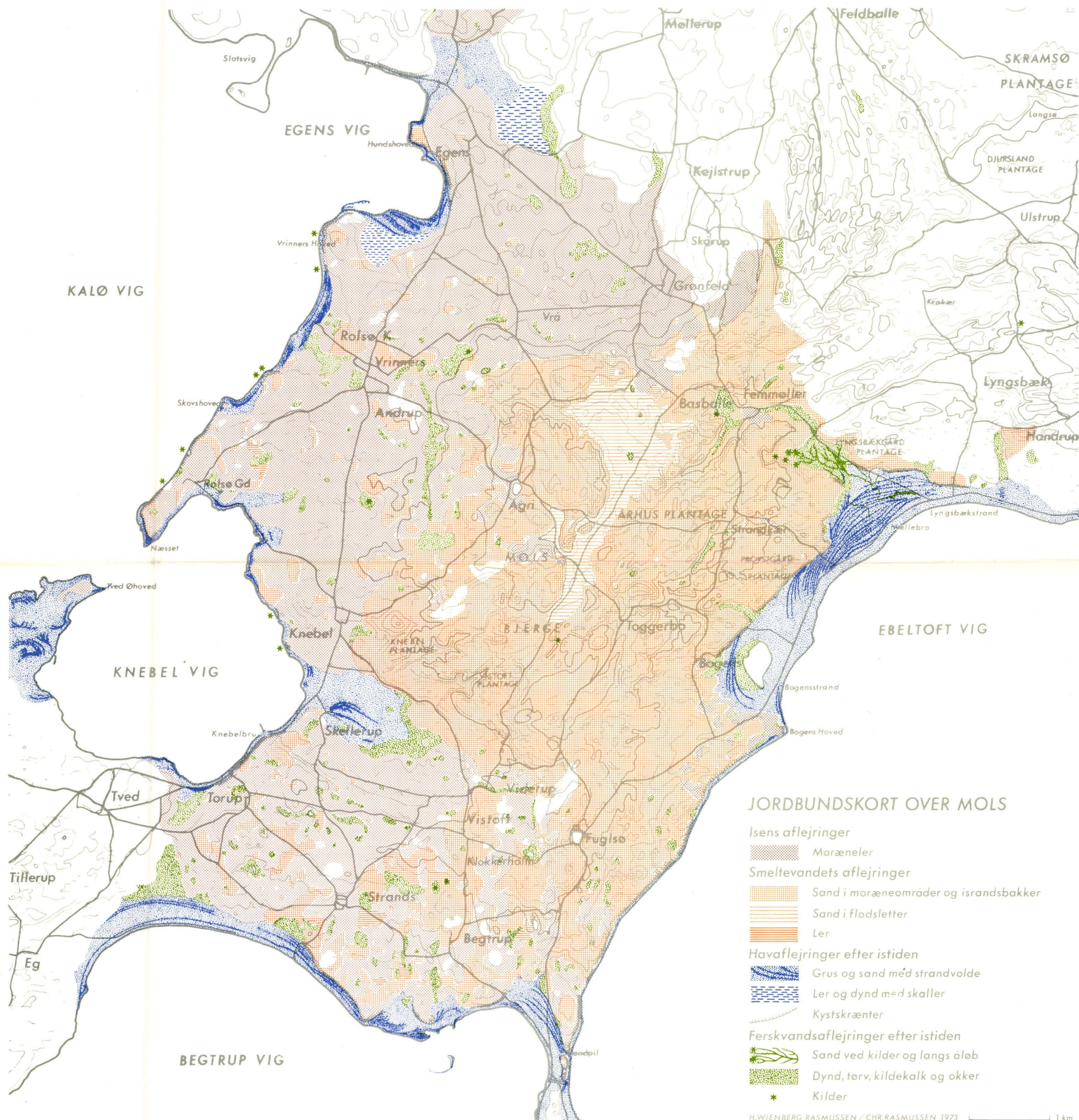
Boreprofil, forenklet efter Danmarks Geologiske Undersøgelse
(D.G.U. III Rk. 39, 1971)

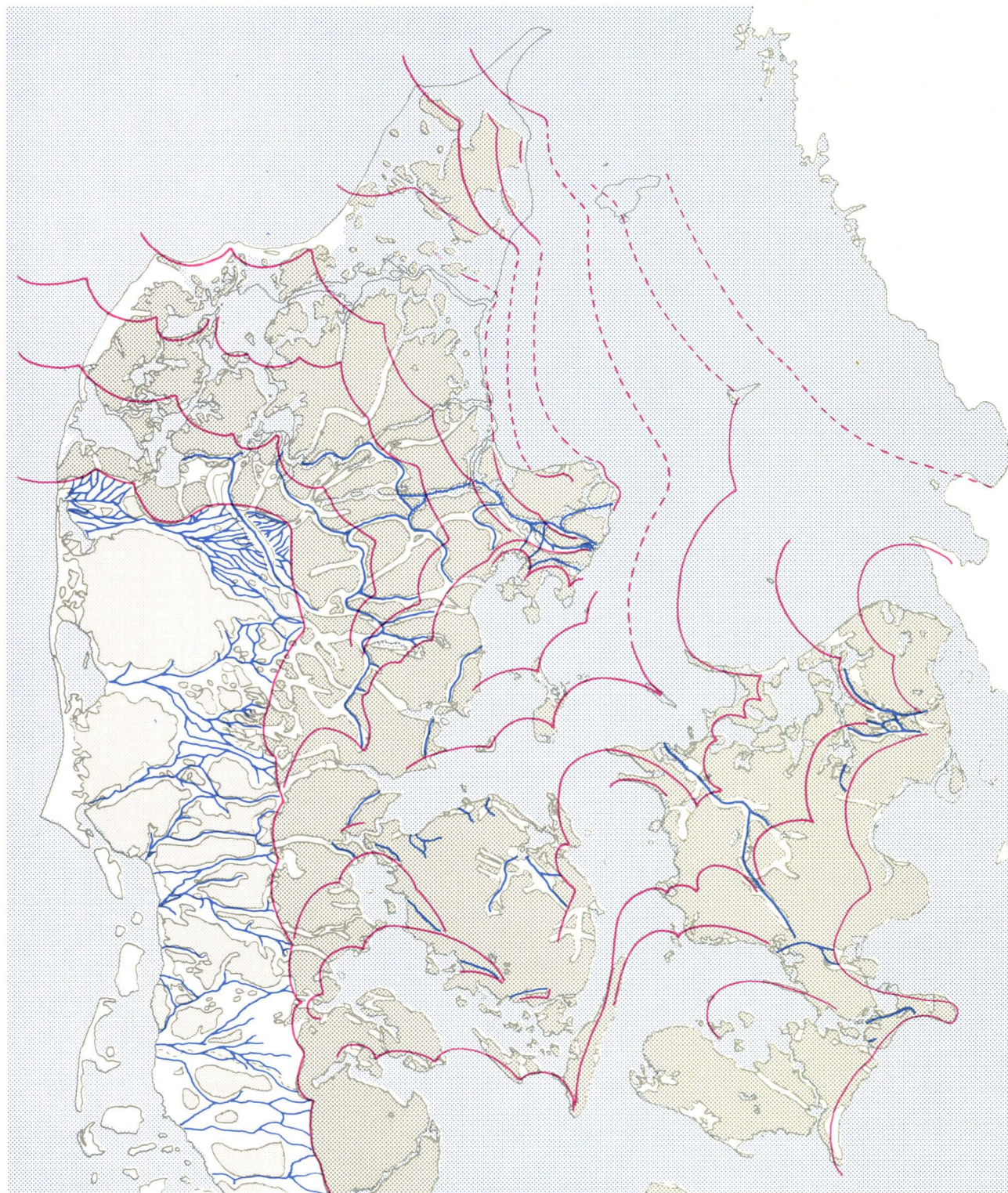




UNDERGRUNDEN I DET SYDLIGE DJURS LAND

- | | | |
|------------------------------|---------------------|---|
| ● Blotninger og udgravninger | Danien: kalksten | * Askelag i plastisk ler |
| ⊙ Dybdeboring ved Rønde | Paleocæn: mergel | S Øvre-eocæn: Søvind mergel |
| ○ Vandboring | Eocæn: plastisk ler | +22 Undergrundens højde i forhold til havniveau |
| | | -50 Højden af danien-kalksten dækket af yngre lag |
- H.WIENBERG RASMUSSEN/CHR.RASMUSSEN 1973
- 5 km





De vigtigste smeltevandsfloders forløb fra indlandsisen til havet under stadier af isens afsmeltning ved slutningen af istiden

— Indlandsisens rand — Smeltevandsflod

H.WIENBERG RASMUSSEN / CHR. RASMUSSEN 1973

50 km



Stadier af isens afsmeltning og smeltevandsflodernes forløb på Djursland
(Figur 1 og 2 efter Harder 1908)

