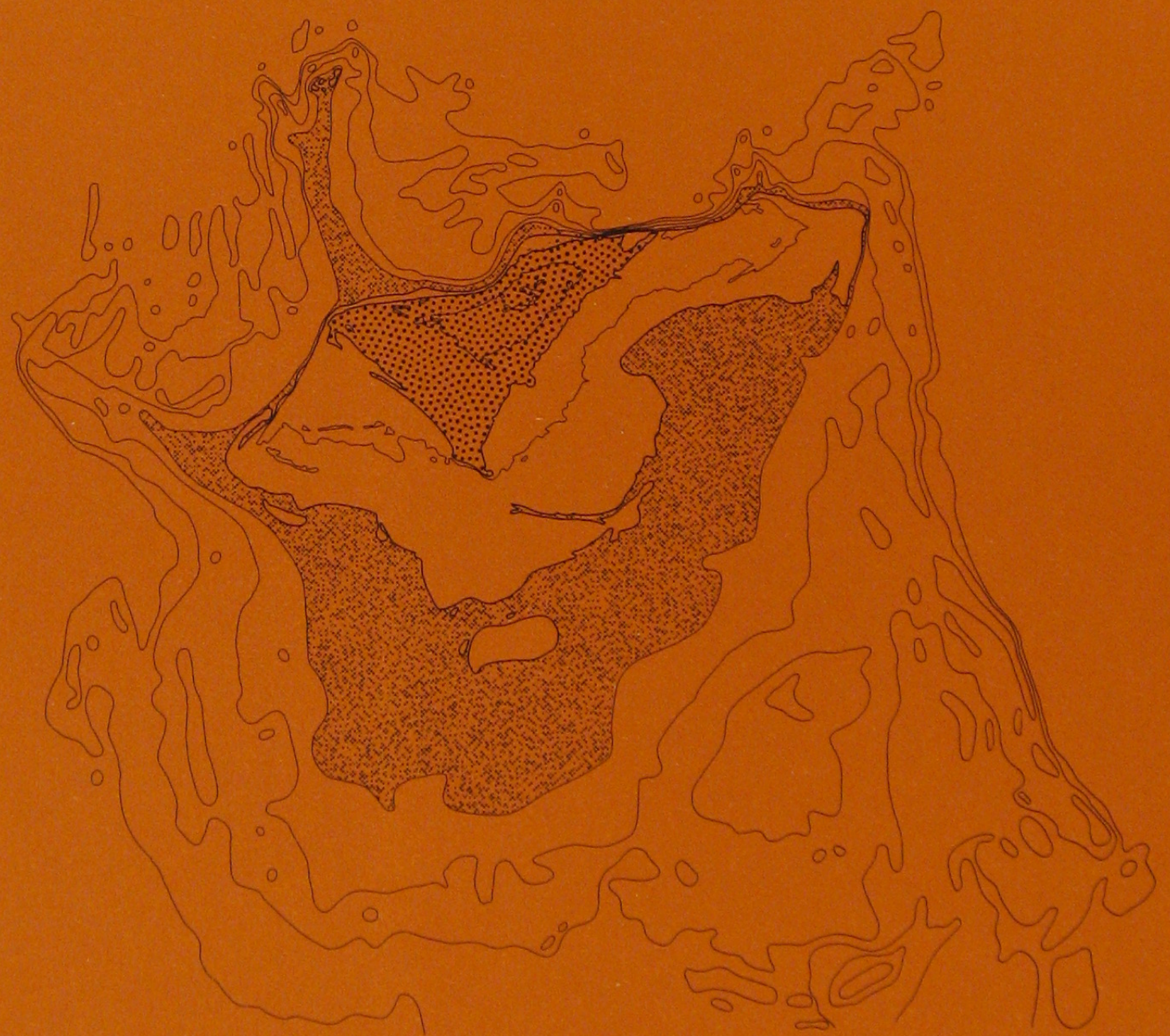


# Bidrag til Læsøs geologi

Lithologi, Biostratigrafi og Geofysik



**DGU**

Danmarks Geologiske Undersøgelse  
Miljøministeriet

1986



# Bidrag til Læsøs geologi

Lithologi, Biostratigrafi og Geofysik

Af Henner Bahnson,  
Karen Luise Knudsen og  
Jens Morten Hansen

August 1986

DGU serie D nr. 6

**DGU**

Danmarks Geologiske Undersøgelse  
Miljøministeriet

## Nøgleord:

Skarumhedeserien, Det yngre Yoldialer,  
Strandvold, Foraminifer, Georadar, Neotektonik og  
Den Fennoskandiske Randzone

## Vignet:

Kurveplan over Læsø og de omgivende havområder

DGU serie D nr. 6

ISBN 87 88640 32 9

ISSN 0900-6257

Trykt i 750 eksemplarer

Tryk: DGU, offset

Tegninger: Henner Bahnson, Torben Friis Jensen,  
Jette Gissel Nielsen og Flemming Dyhr Krog

DGU 1986 09 01

Henner Bahnson,

Danmarks Geologiske Undersøgelse

Karen Luise Knudsen,

Laboratoriet for Palæontologi og stratigrafi,

Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 8000 Aarhus C

Jens Morten Hansen, Nuværende adresse:

Undervisningsministeriet, Forskningssekretariatet,

Holmens Kanal 7, 1060 København K

Redaktør: Ole Valdemar Vejbæk

© Danmarks Geologiske Undersøgelse

Thoravej 31, DK-2400 København NV.

---

 INDHOLD
 

---

ABSTRACT.....	5
LITHOLOGISK UNDERSØGELSE AF MATERIALE FRA	
SEKS BORINGER PÅ LÆSØ (Henner Bahnson).....	7
Indledning.....	9
Undersøgelsens formål og metode.....	15
Boreprofiler.....	17
Korrelation og konklusion.....	25
FORAMINIFER-STRATIGRAFISK UNDERSØGELSE AF	
MARINT WEICHSEL PÅ LÆSØ (Karen Luise Knudsen).....	29
Sammendrag.....	31
Indledning.....	33
Zonation, palæoøkologi og korrelation.....	35
Alsdybgård 1.....	35
Rullegårdsvej 1.....	37
Rullegårdsvej 2.....	40
Rullegårdsvej 3A.....	40
Rullegårdsvej 4.....	41
Rullegårdsvej 5.....	41
Foraminiferer.....	43
Konklusion.....	45
LÆSØ: ET RESULTAT AF FORKASTNINGSBEVÆGELSER,	
JORDSKÆLV OG NIVEAUFORANDRINGER (Jens Morten Hansen)...	47
Indledning.....	49
Øens underlag.....	51
Underlagets indre opbygning.....	53
Øens opståen.....	57
LITTERATUR.....	69



---

**ABSTRACT**

---

Seven wells have been performed on the island of Læsø in the Northern Kattegat Sea in order to clarify the Quaternary stratigraphy and structure of the island. All wells have been gamma-logged and five wells have been test-pumped. In addition geoelectrical and electromagnetic (georadar) profiles have been measured.

The lithostratigraphy and biostratigraphy of the seven wells show, that the late Quaternary of Læsø can be divided into four units: 1) a lower clay unit, which biostratigraphically is nearly identical with the type-section of the marine late Eemian - early Weichselian Skærumhede Series of Vendsyssel, 2) a sandy unit, which on the basis of reworked Foraminifera is believed to be a Weichselian melt-water deposit, 3) a clayey and silty unit, which biostratigraphically and lithologically corresponds to the marine so-called Younger Yoldia Clay of Vendsyssel, and 4) Holocene, marine sands and beachridges.

Unit 3 and 4 is separated by an almost horizontal abrasion surface, which in three wells is developed into a soil profile demonstrating that Læsø was elevated above sea level before the onset of the Flandrian transgressions. In other wells and outcrops the boundary between unit 3 and 4 is covered by a conglomerate of boulders derived from the underlying deposits of various age.

Six of the wells have been performed within a distance of a few hundred meter enabling a structural interpretation of the area of investigation. A correlation of the six wells demonstrate, that the pre-Holocene of Læsø is disturbed by tectonic events, since the same stratigraphical units are found at surprisingly different levels. In three wells the Younger Yoldia Clay is even missing. Thus, the pre-Holocene, including the late Weich-

selian, marine deposits, may be dipping as much as 4 percent towards the north or northeast. A glacio-tectonical interpretation of this structure would anticipate a new glaciation of Læsø after the deposition of the Younger Yoldia Clay. However, more likely the northward tilting of late Weichselian and older strata is related to a Fennoscandian Border Zone fault, which is crossing Læsø in northwest-southeasterly direction immediately south of the area of investigation. Normal faulting in this fault during late Weichselian and Holocene times would cause northeastwards tilting of the strata within the magnitude as actually found.

Moreover, from the georadar profiles the same fault is seen also to affect the almost horizontal boundary between unit 3 and 4, since a four meter jump in the level of the abrasion surface is coincident with the above mentioned fault and an app. 3000 years old sea cliff parallel with the fault.

This may explain previous observations on the topography of Læsø, which showed that Læsø is divided in 8 shore-terraces, which after their formation during the last app. 3000 years have been slightly tilted, sometimes slowly towards southwest, and sometimes comparatively rapid towards northeast. Since the general late Weichselian and Holocene isostatic recovery of Scandinavia in this area would result in gradual southwesterly tilting of ancient shore-lines, it is reasonable to suggest the southwestwards tilting of the shore-terraces to be caused by the general isostatic upheaval of Denmark, while the north or northeastwards tilting phases may be caused by normal faulting activity.

---

LITHOLOGISK UNDERSØGELSE AF MATERIALE FRA  
SEKS BORINGER PÅ LÆSØ

---

Henner Bahnson ·





---

 INDLEDNING
 

---

Kattegatøen Læsø består ifølge ældre geologiske iagttagelser af marine sedimenter afsat i Sen-Weichsel og Holocæn i regelmæssige lagserier, som afsluttes øverst med Subatlantiske strandvoldsdannelser og ganske unge flyvesandsklitter (Jessen 1897, 1920 og 1936) (Fig. 1). Øens basis er en flad lerbanke, som er

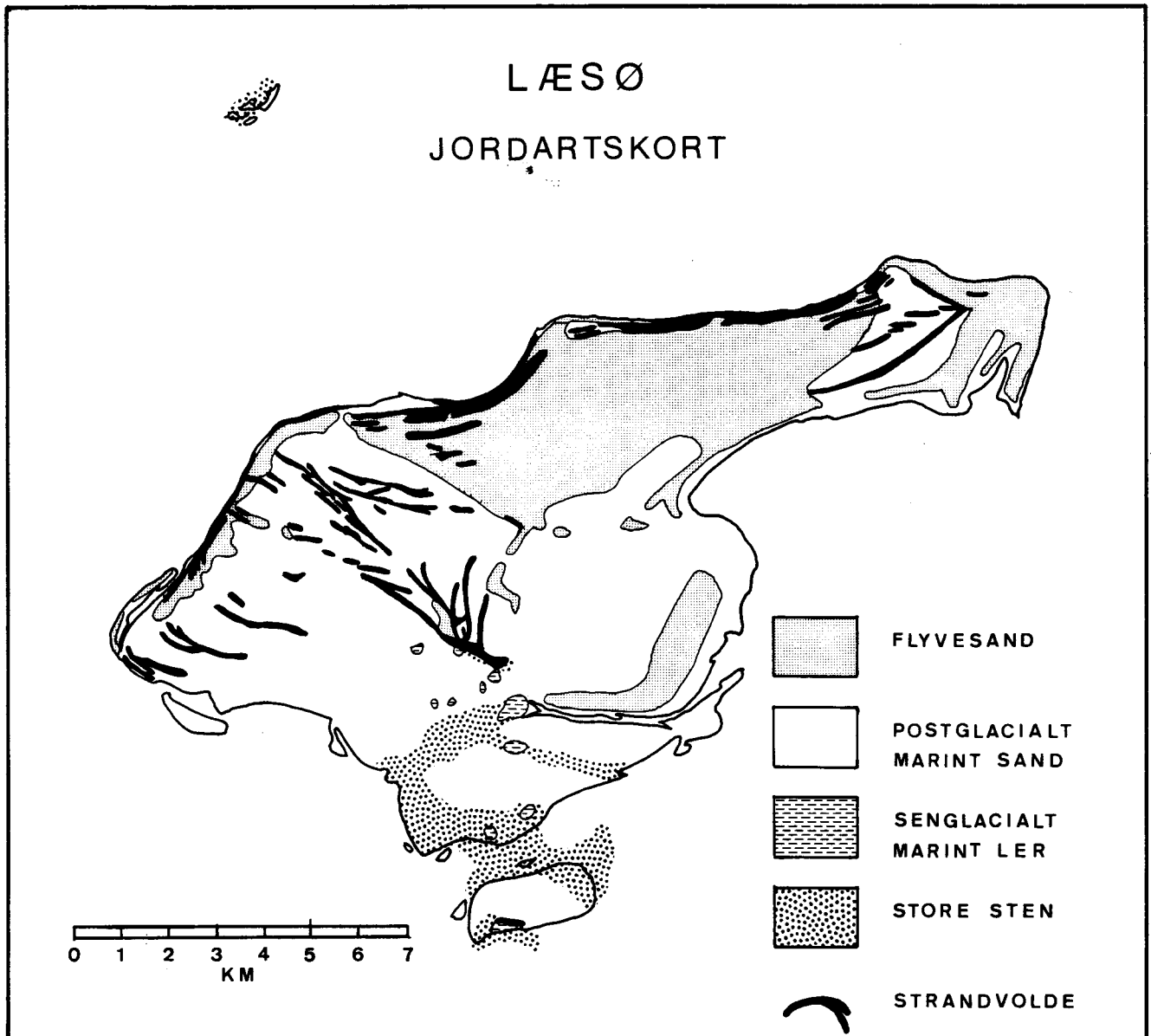


Fig. 1: Jordartskort over Læsø (efter Jessen 1897).



afsat i det arktiske hav, der i Senglaciertid bredte sig over store dele af det nordlige Jylland og det sydlige Sverige. Leret kendes fra mergelgrave og vandboringer, og flere steder på det marine forland findes det under et tyndt lag strandsand (Michelsen 1967). Lerbanken strækker sig desuden langt ud i det fladvandede område syd for øen.

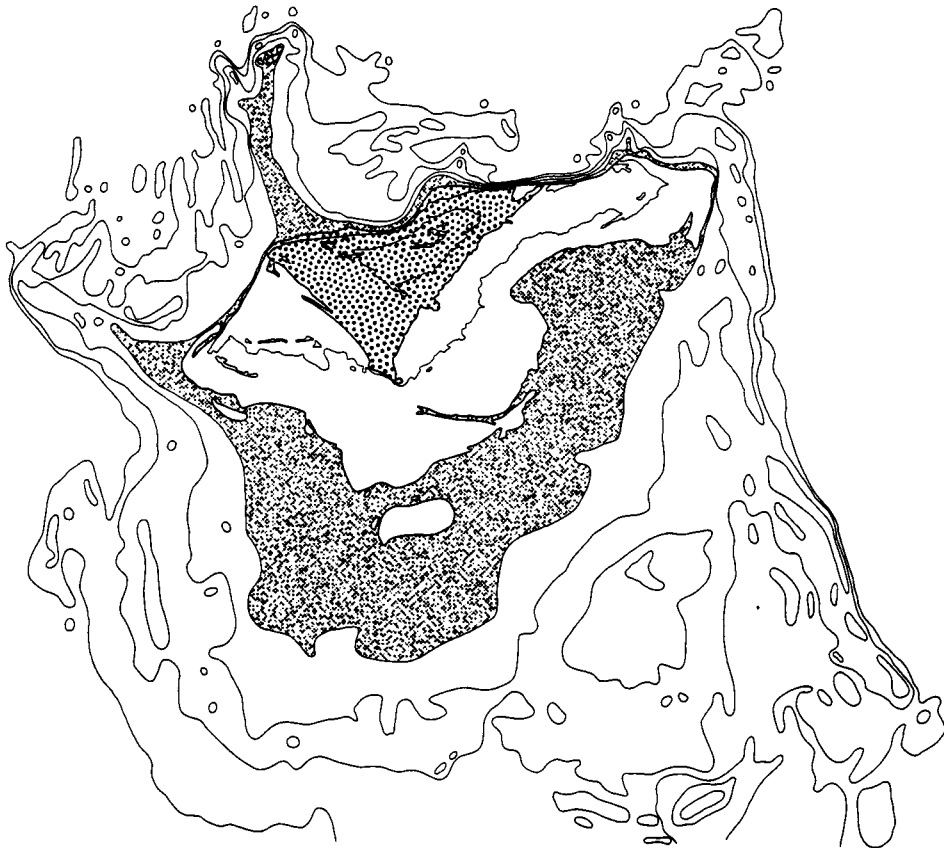


Fig. 2: Kurveplan over Læsø og de omgivende havområder. Det grovprikkede område er den høje, sandede del af Læsø. De lavvandede arealer omkring øen er angivet med småprikkede raster. Syd for øen ser man det udstrakte fladvand, hvor lerbanken kun er dækket af et ganske tyndt sandlag. Mod nord og vest viser figuren, at kyststrømmen opbygger lange krum-odder (forenklet efter Jessen 1897).

Ved den isostatistiske landhævning, som efterfulgte Weichsel-isens bortsmeltning, mindskedes havdybden i Kattegat. Lerbanken kom herved op i bølgeerosionszonen, hvorved de højestliggende lag blev opslæmmet og borttransporteret. De mange store sten, som idag hviler på leret, kan være udvasket af dette, men mest sandsynligt er de transporteret til stedet af isbjerge, som strandede på den lavvandede banke.

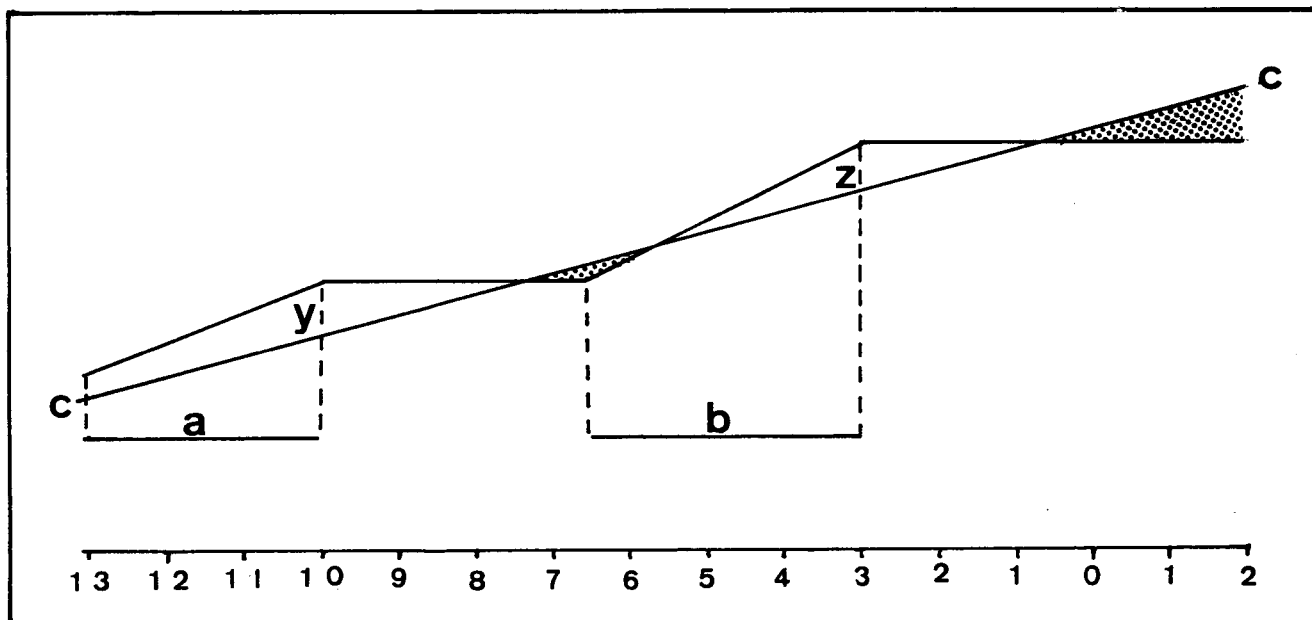


Fig. 3: Principskitse, som viser dannelsen af Det Senglaciale Yoldiahav (y) og Littorinahavet (z). Linien c-c angiver landhævningen siden isafsmeltningen. a og b er de to havstigningsperioder. Skalaen angiver årtusinder før og efter Kristus.

I den følgende periode dukkede Læsø for første gang op af havet og blev efterhånden landfast med Jylland, Fyn og Sjælland. Store åer fra Midt- og Østjylland forenedes med vandstrømme fra Limfjordsområdet til en flod, som inden sit udløb i havet nord for Læsø udgravede den dybe floddal, Læsø Rende, mellem Læsø og Vendsyssel. Man har imidlertid ikke før nærværende undersøgelser fundet endelige beviser for Læsøs eksistens i denne periode (Fig. 3).

Ligesom store dele af Vendsyssel druknede Læsø atter ved transgressionen i Atlantisk Tid, og på den lavvandede banke opbyggedes en fem til otte meter tyk lagserie af marint sand og grus. Forskellige sporfossiler tyder på meget skiftende havdybder i sedimentationsperioden (Hansen 1977, 1980), Forskellene kan tænkes at stå i forbindelse med holocæne bevægelser af blokke i Læsøs undergrund (Claus Andersen, pers.medd. 1986).

Omkring år 1000 BC hævedes Læsø atter op af havet, denne gang som en trekantet sandbanke med nordkysten som den ene side og med området omkring Byrum som det sydlige trekanthjørne. Under



hævningen dannedes systemer af flere meter høje grusede strandvolde parallelt med de daværende kyster.

Strandliniernes højde synes imidlertid ikke at stemme overens med højden på tilsvarende strandlinier i Sverige og i Jylland (Mörner 1969).

Den fortsatte landhævning, hvorved Læsøs østlige, vestlige og sydlige dele er dannet, har ikke givet anledning til opbygning af et sådant kraftigt strandvoldsrelief. Årsagen hertil er antagelig, at meget store havområder omtrent samtidigt er blevet ganske lavvandede, hvorved der ikke længere har været tilstrækkelig bølgeenergi til stede til, at sand og grus kunne opslæmnes og transporteres.

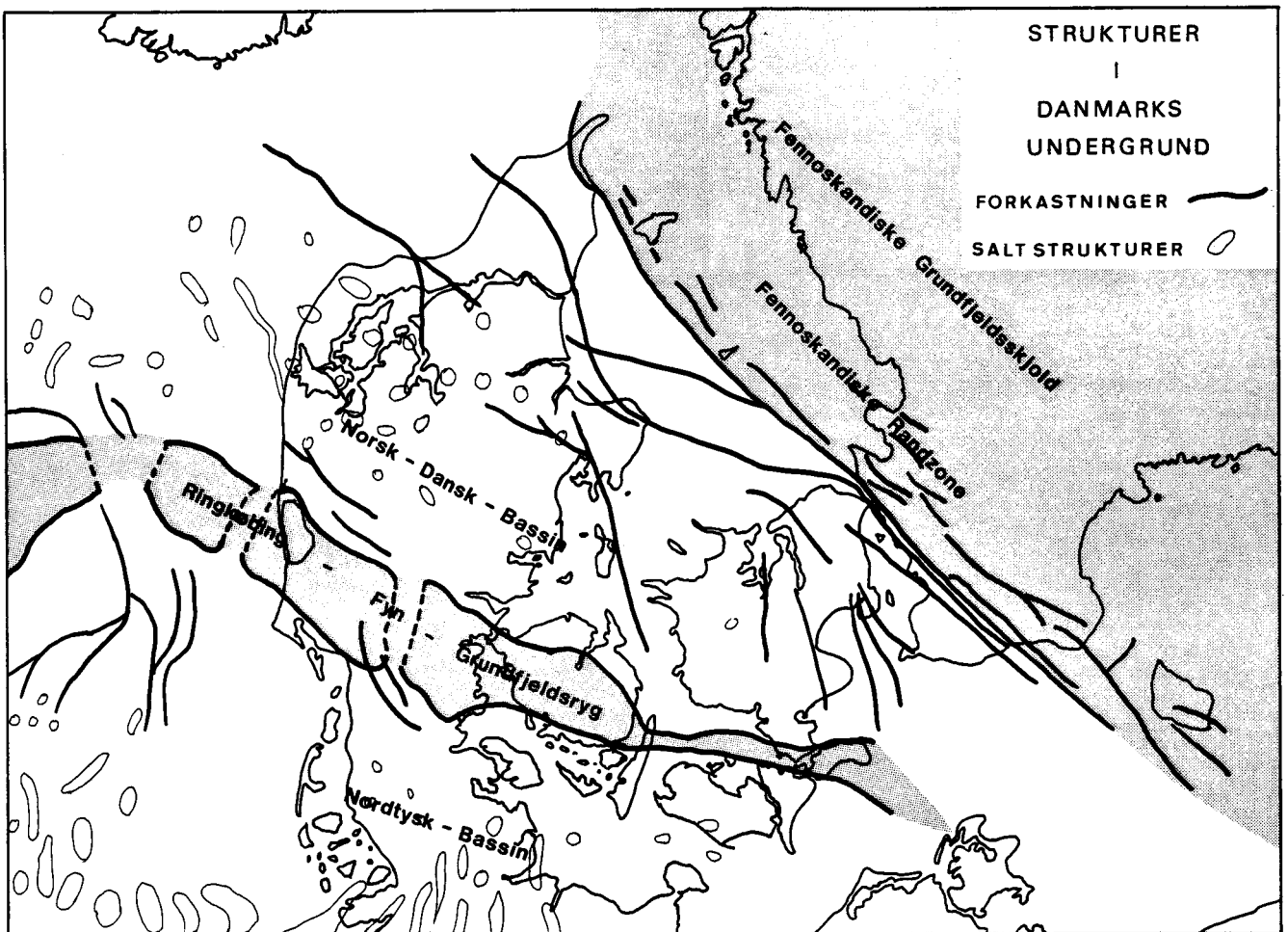


Fig. 4: Strukturer i Danmarks undergrund (efter Baartmann 1976 og Claus Andersen: mundtlig information 1985).

Endelig er store dele af Læsø i historisk tid blevet dækket af flyvesand. Hovedårsagen til sandflugten var den hensynsløse fældning af skovtræer for at skaffe brændsel til saltsydning. De træløse sandflader blev lyngbevoksede, og nedsvivende, aggressivt overfladevand opløste de subfossile molluskskaller, som befandt sig i lagene over det sen-glaciale ler. Gravegange fra forskellige havdyr viser dog sandseriens marine oprindelse.

På basis af geofysiske målinger påviste Danish American Prospecting Co. i årene efter Anden Verdenskrig en række uregelmæssigheder i Kattegats dybere undergrund. Uregelmæssighederne tolkedes opstået ved bevægelser langs brudflader i Den Fennoskandiske Randzone. (Sorgenfrei & Buch 1964). Nyere seismiske undersøgelser har stort set bekræftet denne opfattelse og antyder, at en brudzone gennemskærer Læsø i nordvest-sydøstlig retning (Claus Andersen, pers. medd. 1986) (Fig. 4). Øens beliggenhed i denne brudzone kan derfor muligvis også forklare karakteristiske træk i landskabsdannelsen og uregelmæssigheder i de kvartære sedimentationsforhold.





---

## UNDERSØGELSENS FORMÅL OG METODER

---

Denne undersøgelse er foretaget først og fremmest for at give en beskrivelse af Læsøs kvartære opbygning, men desuden har det været målet at dokumentere, i hvilken udstrækning de dybtgående forkastninger har haft indflydelse på lejringsforholdene i de kvartære sedimentserier.

Materialet til undersøgelsen er bragt til veje ved seks boringer, udført af DGU's boresektion i årene 1981 og 1982. Boringerne Rullegårdsvej nr. 1 til nr. 5 er placeret på et højtliggende område (kote ca. +6 m) i Byrum, mens Alsdybgård nr. 1 er udført i de lave arealer (kote ca. +2 m) syd for landevejen. For at fremskaffe tilstrækkeligt skalmateriale til C-14 datering og mollusk-stratigrafisk inddeling af eventuelle skalførende lag, blev de to første boringer udført som 12"(8")-boringer. Det viste sig imidlertid, at mængden af skalmateriale til trods for den store bore-diameter var helt utilstrækkelig til de nævnte formål, som derfor måtte opgives. De øvrige fire boringer blev derefter udført som 8"(6")-boringer med det lettere "Pilcon"-boregrej.

I en afstand af ca. 10 m fra boringen Rullegårdsvej 3 A udføres endnu en boring, Rullegårdsvej 3 B. Da den kun blev ført ned til 11,5 m's dybde og stort set var identisk med Rullegårdsvej 3 A, er den ikke medtaget i den lithologiske beskrivelse.

Ialt gennemboredes 325 m, og ca. 600 prøver, hver repræsenterende en halv meter af boreprofilen, blev udtaget til analyse. I alle seks boringer foregik prøvetagningen enten med "sandspand" eller med "snegl". Alle prøver blev beskrevet og analyseret for glødetab, kalkindhold og kornstørrelsesfordeling på DGU's Sedimentlaboratorium. Hveranden prøve er foraminiferanalyseret af Karen Luise Knudsen på "Laboratoriet for palæon-

tologi og stratigrafi" på Aarhus Universitet. I forbindelse med borearbejdet udførtes en temperatur-log og to gamma-logs samt en prøvepumpning. Desuden blev der omkring den dybeste boring, Rullegårdsvej nr. 1, udført en række geoelektriske sonderinger. Dette forsøgte også udført omkring den sydlige boring, Alsdybgård nr. 1, men uden held, da grundvandet er salt i de lave områder.

For sandprøvernes vedkommende er kornstørrelsesfordelingen bestemt ved tørsigtning, mens de silt- og lerholdige prøver desuden er analyseret ved hydrometer-slæmning. Glødetabet som er et udtryk for prøvens indhold af organisk materiale, er bestemt ved vægttabet efter tre timers glødning ved  $550^{\circ}\text{C}$ . Ved at gløde ved denne lave temperatur undgås influens af et eventuelt indhold af kalk, men i lerede prøver undgår man ikke at få registreret et tab, som hidrører fra fordampet krystalvand. Prøvernes indhold af kalk er bestemt ved kogning med HCl og tilbagetitrering med NaOH.





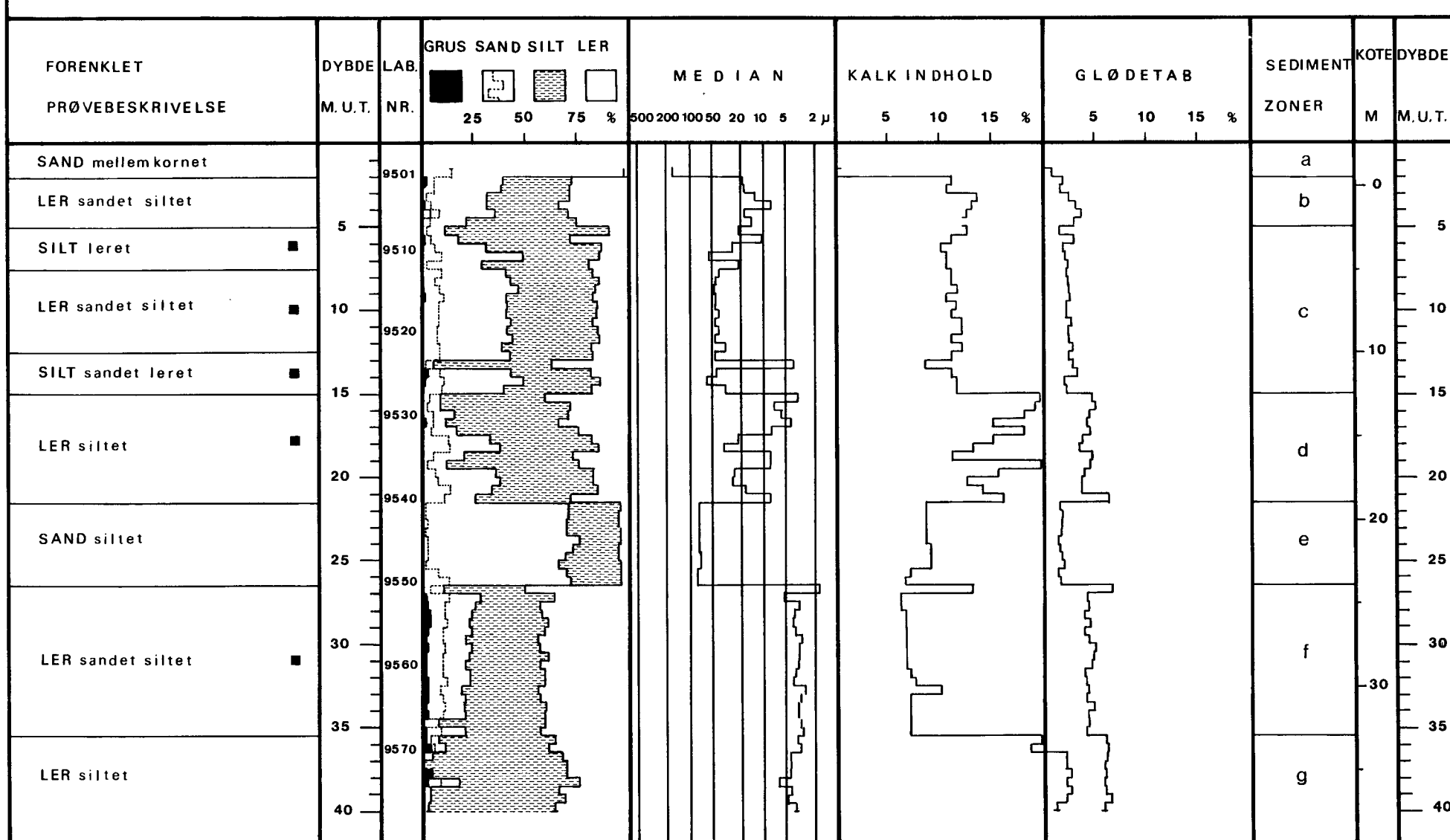


Fig. 5

RULLEGÅRDSVEJ boring nr 5

D G U 12.177

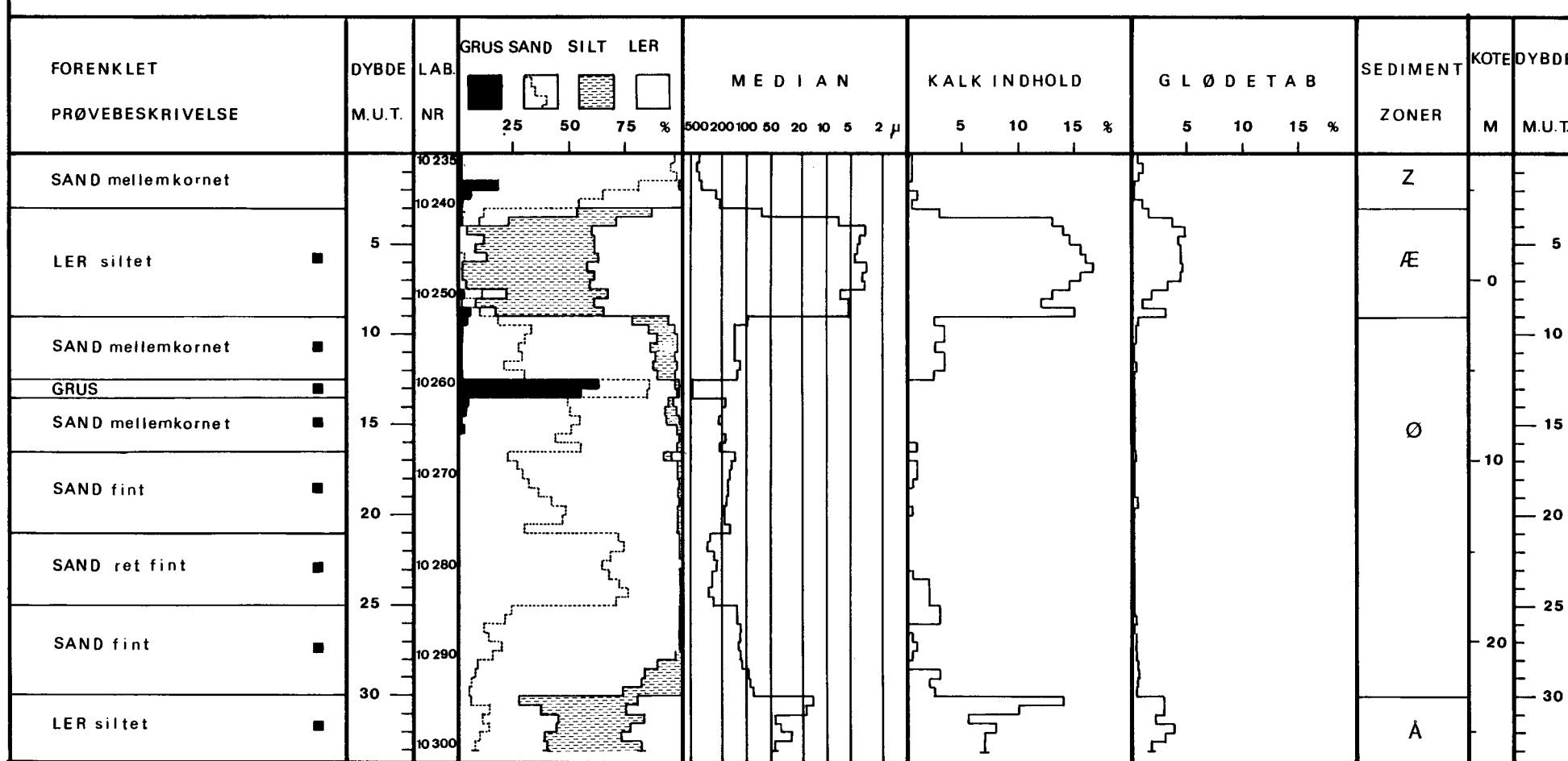


Fig. 6

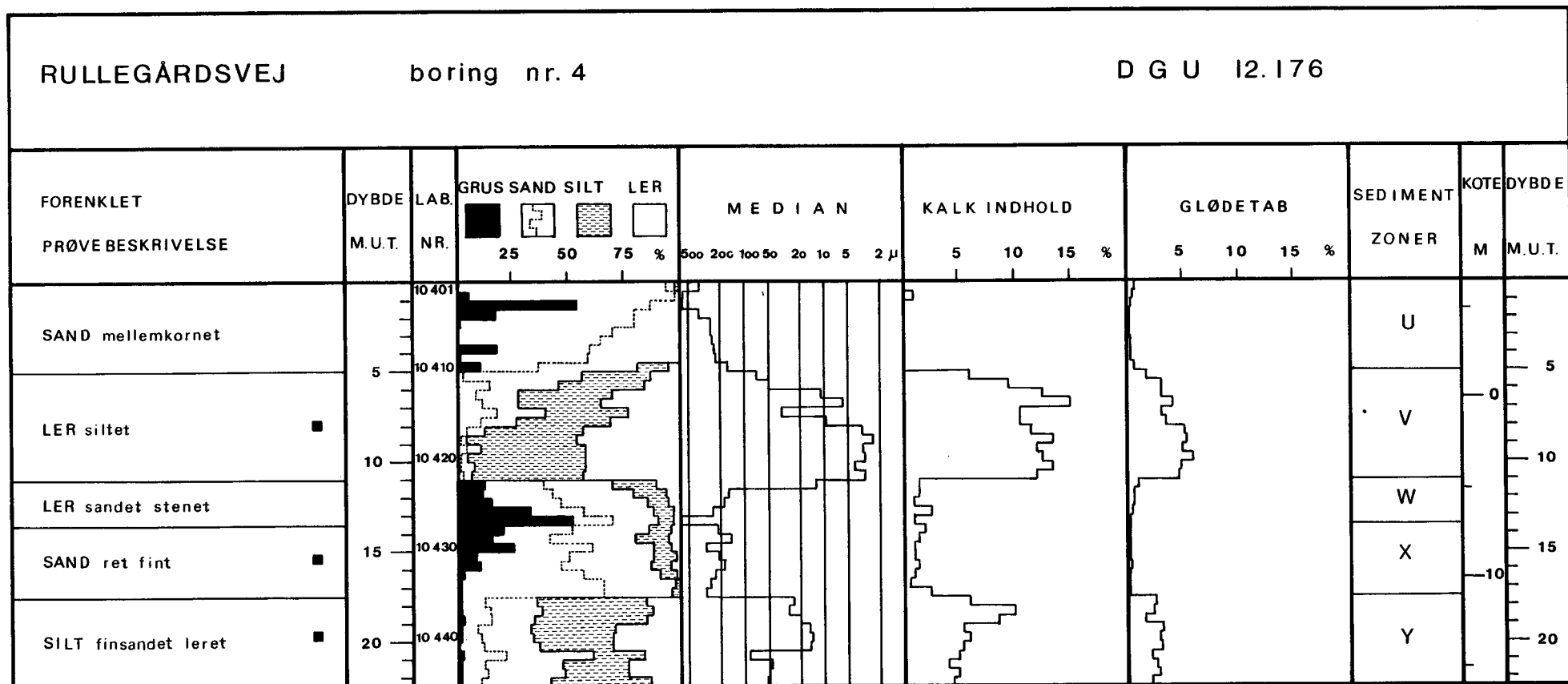
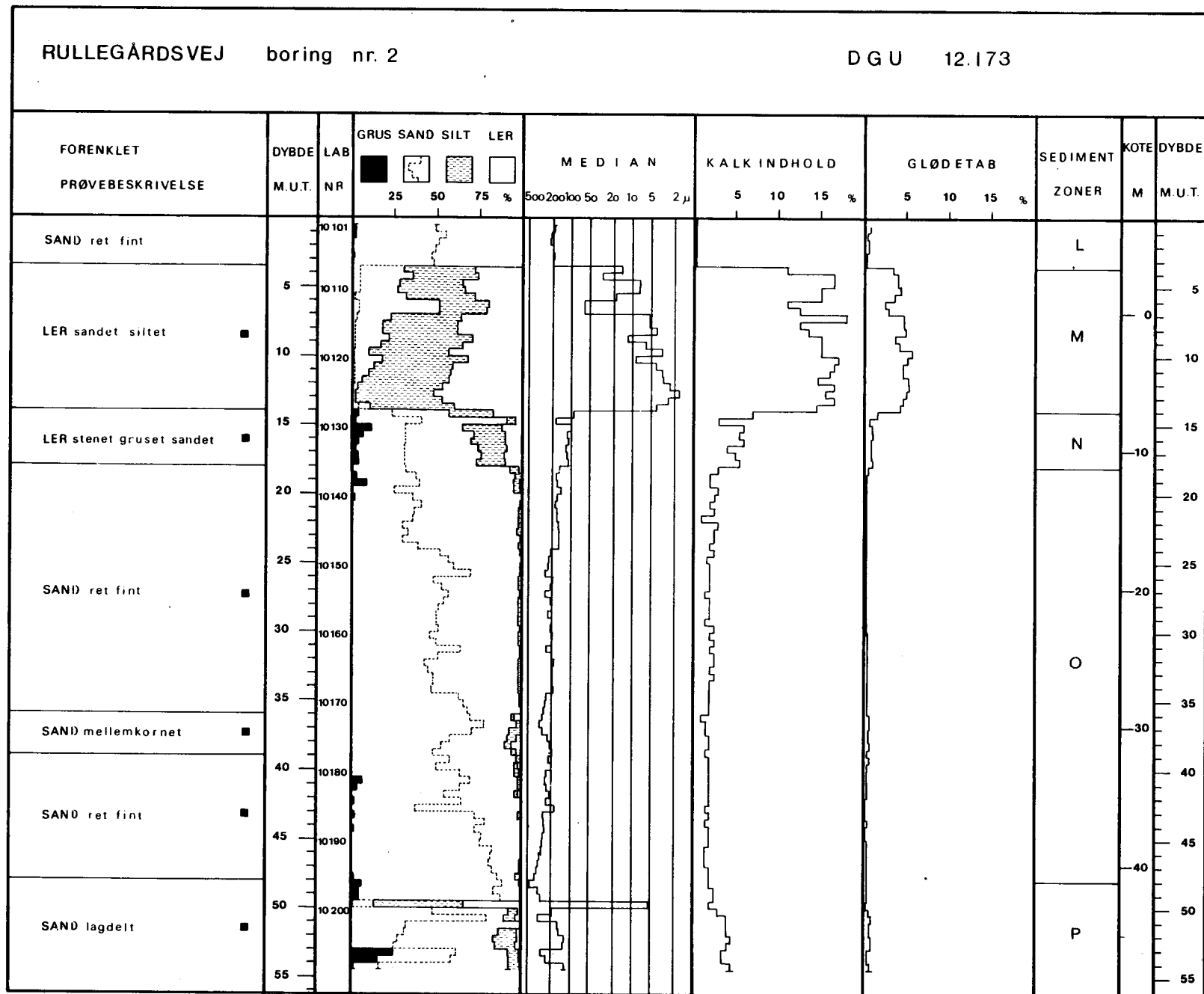


Fig. 7

Fig. 8





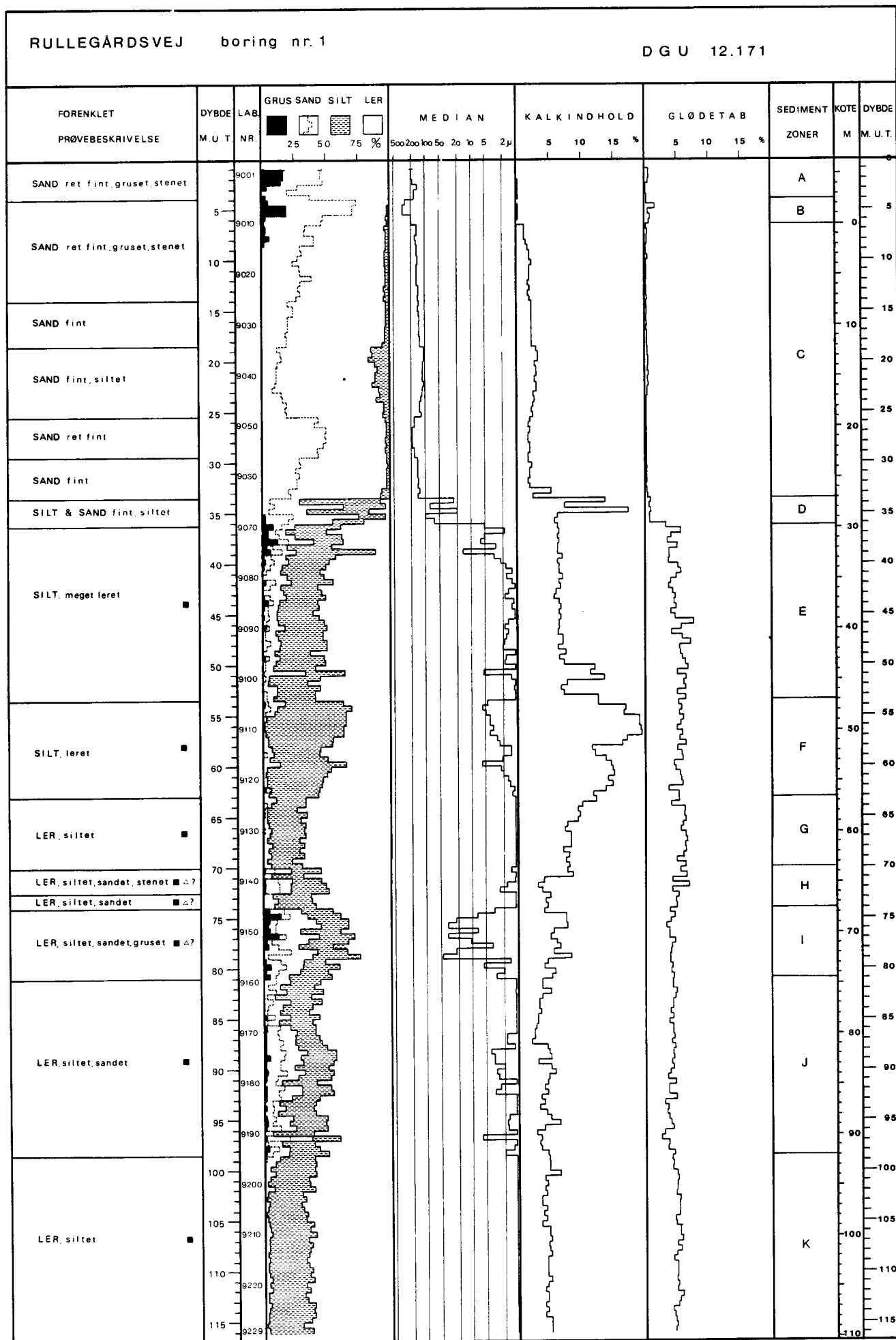
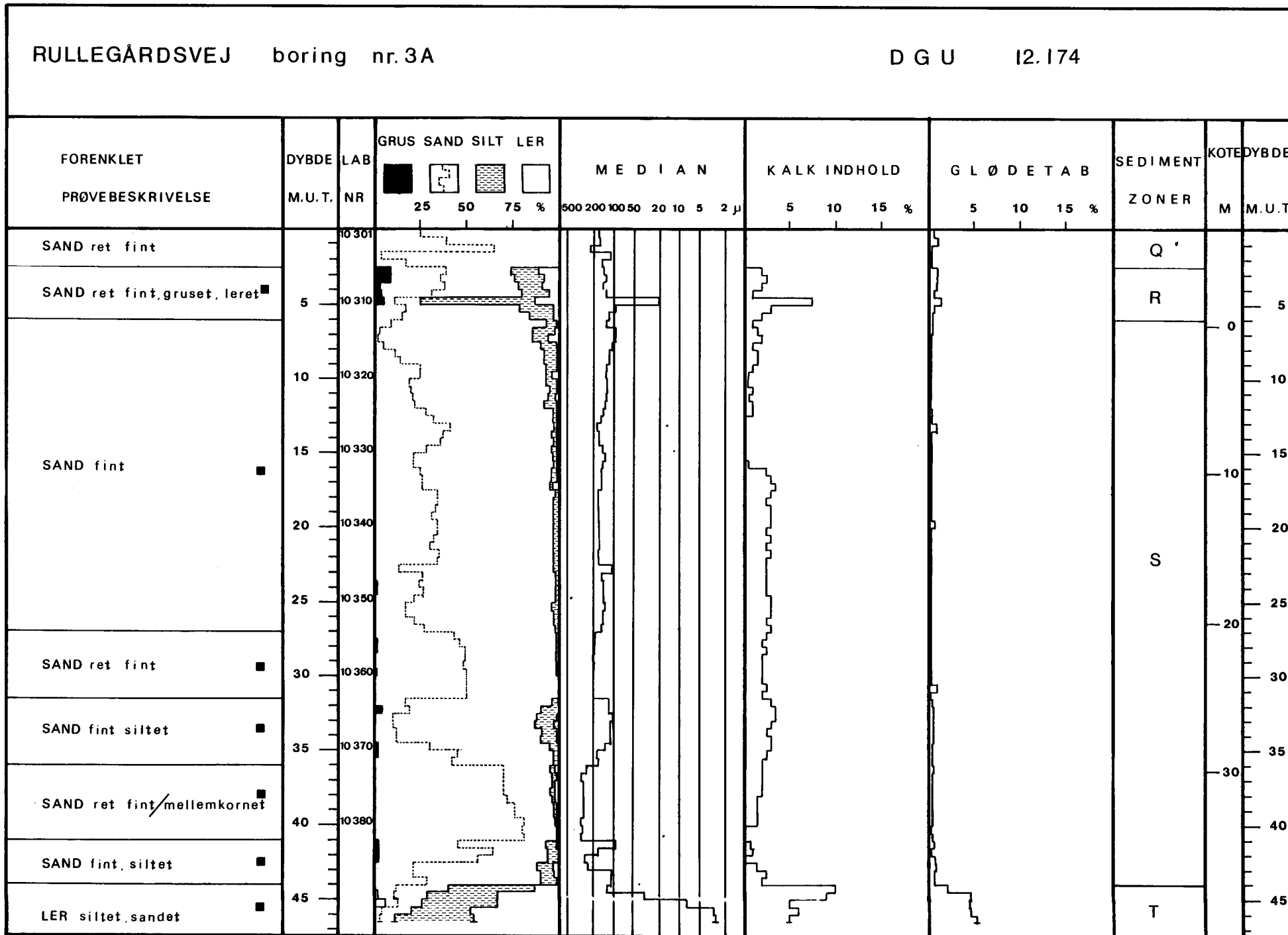


Fig. 9

Fig. 10





---

## KORRELATION OG KONKLUSION

---

I fig. 11 er de seks boreprofiler projiceret ind på en linie, som er vinkelret på de formodede dybtgående brudlinier og en korrelation mellem ensartede sedimenter i boringerne er antydet.

Grænsen mellem post- og sen-glaciale sedimenter kan i de fire boringer til venstre i tegningen (A 1, R 5, R 4 og R 2) fastlægges meget præcist som en grænse mellem på den ene side flyve- og strandsand og på den anden marint silt og ler, "Yngre Yoldialer". I boringerne R 1 og R 3A er grænsen mere diffus, idet de postglaciale sedimenter her hviler på usortet sand med indhold af grus og sten. I begge disse boringer kunne man under de postglaciale sedimenter konstatere udviklingen af en jordbundshorisont. Jordbundsdannelsen, som er overlejret af marint sand, ligger i ca. 6 m's dybde omkring kote 0, og den er derfor tolket som en reminescens fra den periode, 6-7000 år B.C., hvor Læsø var landfast med Jylland.

Grænsen mellem post- og sen-glaciale aflejringer er desuden karakteriseret ved forekomsten af sten, som enten kan være udvasket af de sen-glaciale sedimenter eller afsat af strandede isbjerge.

Under de sen-glaciale sedimenter i A 1, R 5, R 4 og R 2 og under jordbundsdannelserne i R 1 og R 3A finder man en enskornet sandaflejring af meget vekslende mægtighed. Selvom der stedvis forekommer enkelte rullede skalfragmenter, er dette sediment tolket som smeltevandssand fra Midt- og Sen-Weichsel. Sandlagets variation i tykkelse og placering kan skyldes vertikale forskydninger i Sen-Weichsel eller måske senere og står sandsynligvis i forbindelse med dybtgående bruddannelser i Den Fennoskandiske Randzone.



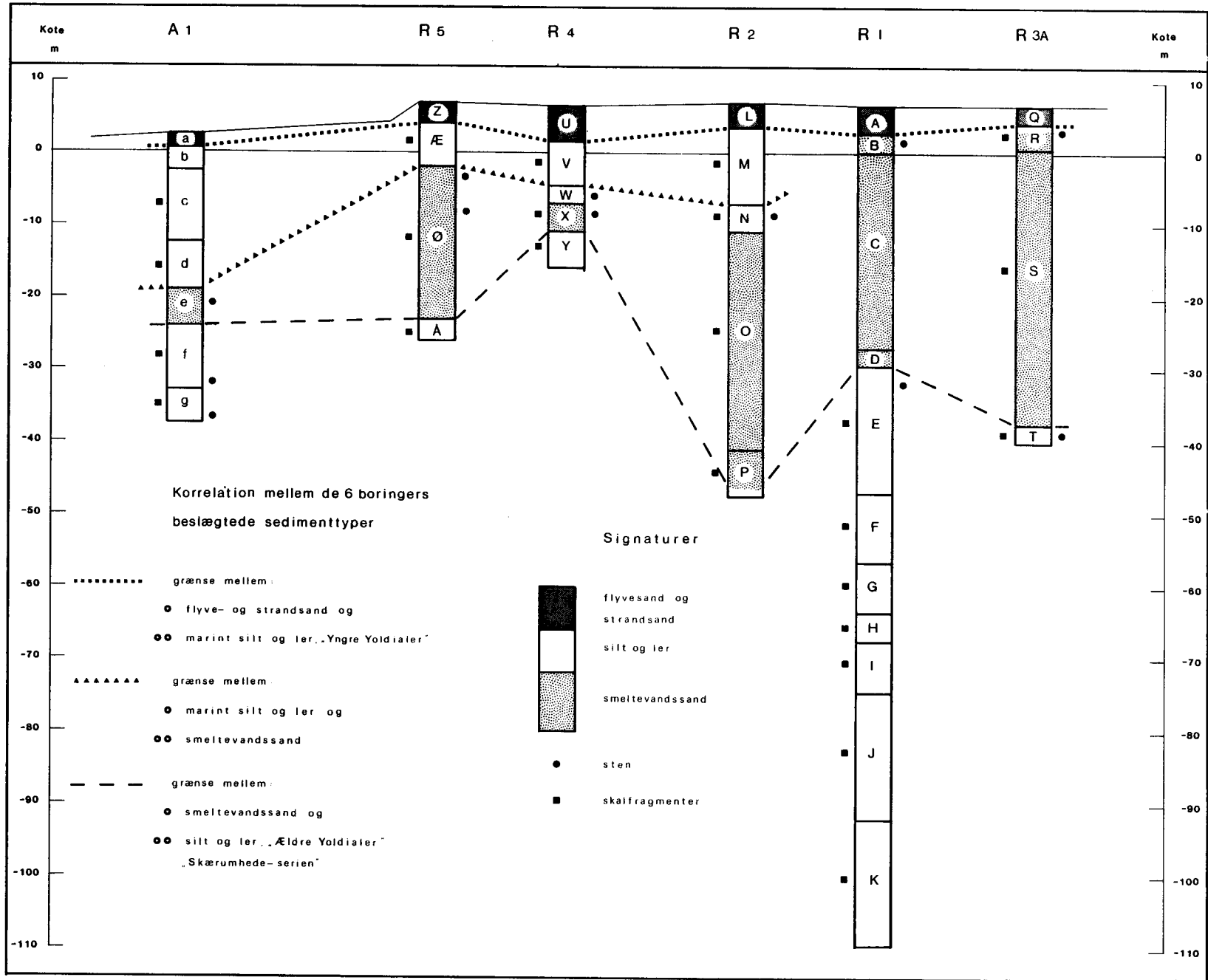


Fig. 11: De seks beskrevne borerings er på figuren afbildet på en linie vinkelret på de formodede dybtgående brudlinier.

I samtlige boringer hviler smeltevandssandet på finkornede, marine sedimenter. Disse er imidlertid ikke gennemboret, og man kan derfor ikke udfra boringerne udtale sig om denne lagpakkes mægtighed.

I den dybeste boring, R 1, minder de stratigrafiske forhold i de finkornede sedimenter meget om forholdene i "Ældre Yoldialer" i boringen "Skærumhede II". Man må derfor antage, at disse ler- og siltlag er afsat i slutningen af Eem-interglacialtiden og begyndelsen af sidste istid.

I afsnittet fra ca. 70 m til ca. 90 m under terræn er sedimentet stedvis stenet og gruset, men egentlige morænale aflejringer savnes helt.



---

FORAMINIFER-STRATIGRAFISK UNDERSØGELSE  
AF MARINT WEICHSEL PÅ LÆSØ

---

Karen Luise Knudsen



---

**SAMMENDRAG**

---

Der er foretaget en foraminifer-stratigrafisk undersøgelse af materiale fra 6 boringer (22,5-116,0 m dyb) gennem marine og ikke-marine aflejringer ved Byrum på Læsø. De marine enheder er udskilt og inddelt i faunazoner. I fire af boringerne forekommer en øvre marin senglacial lagserie (zone L.YY). Ældre marine aflejringer er fundet i tre af boringerne. Disse er inddelt i faunazonerne L.A. til L.E, og der er foretaget en korrelation med tilsvarende foraminiferzoner fra Skærumhede II boringen. Alle de undersøgte marine zoner er henført til Weichsel istiden.



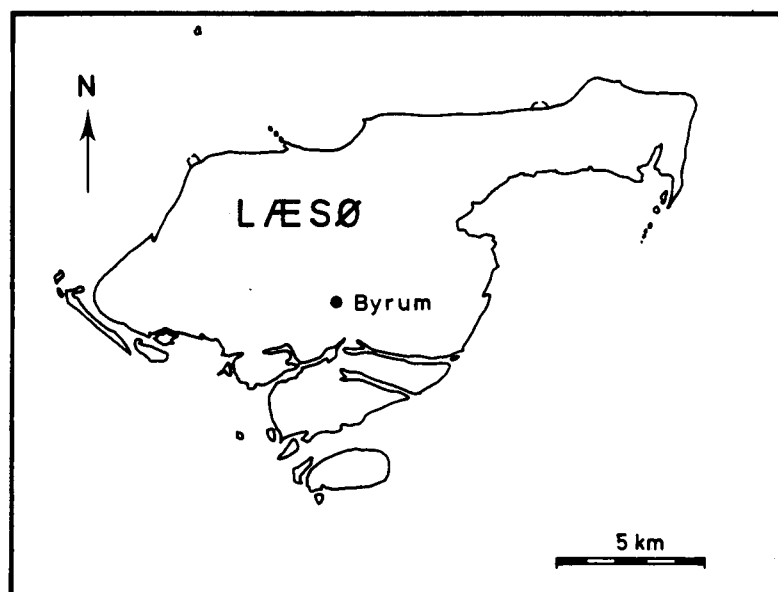


---

**INDLEDNING**

---

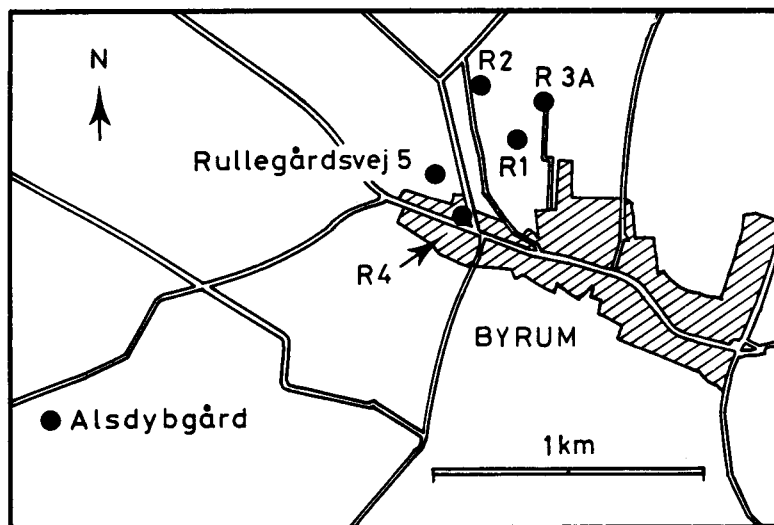
Prøver fra 6 boringer ved Byrum på Læsø (figur 1 og 2) er undersøgt for indhold af foraminiferer. Boringernes dybde varierer fra 22,5 til 116,0 m. Selve boremetoden og en detaljeret lithologisk beskrivelse er givet af Bahnson (heri), og i det følgende vil derfor kun foraminiferindholdet og faunazonerne blive behandlet. En kort oversigt over foreløbige resultater af foraminiferanalyser fra to af boringerne er tidligere publiceret af Bahnson (1983).



Figur 1. Kort over Læsø. Den nærmere placering af boringerne ved Byrum er vist på figur 2.

Materialet til foraminiferanalyser er oparbejdet i laboratoriet efter de metoder, som er beskrevet af Meldgaard & Knudsen (1979). Der er normalt undersøgt foraminiferer fra 100 g sediment, men for nogle prøvers vedkommende er kun 50 g oparbejdet. Der er kun foretaget egentlige kvantitative analyser af enkelte prøver fra hver af de marine enheder. De øvrige faunaer er gennemset, artsindholdet er registreret, og et skøn over frekvensfordelingen er foretaget.

Figur 3 viser frekvensfordelingen af foraminiferer i udvalgte prøver fra de enkelte zoner, samt en række parametre, som kan være til hjælp ved



Figur 2. Placering af de 6 boringer ved Byrum.

tolkningen af aflejringsforholdene: antal arter, faunistisk spredning, faunistisk dominans, borealt indhold, antal kvartære foraminiferer pr 100 g sediment og antal prækvartære foraminiferer pr 100 g. Faunistisk spredning og dominans er anvendt ifølge definitioner af Walton (1964) (se også Feyling-Hanssen, 1983).

Følgende arter er indregnet i det boreale indhold: *Ammonia batavus*, *Bolivina* cf. *robusta*, *Buccella frigida*, var. *calida*, *Bulimina marginata*, *Cassidulina laevigata*, *Elphidium albiumbilicatum*, *E. gerthi*, *E. incertum*, *E. magellanicum*, *E. margaritaceum*, *E. voorthuysen*, *E. williamsoni*, *Hyalinea balthica*, *Nonion barleeanum*, *N. depressulum*, *N. germanicum*, *N. niveum*, *Nonionella turgida*, *Sigmoilopsis schlumbergeri*, *S. tenuis* og *Uvigerina peregrina*.

---

## ZONATION, PALÆOØKOLOGI OG KORRELATION

---

De marine enheder og faunazonerne i hver af de 6 undersøgte boringer på Læsø er vist på figur 4, der desuden viser korrelationen mellem de enkelte zoner. I det følgende gives en oversigt over karakteristiske faunaer og deres palæoøkologiske indikation. For hver af zonerne gives den formodede korrelation med tilsvarende foraminiferzoner beskrevet fra Læsø (Michelsen, 1967) og fra Nordjylland (Lykke-Andersen, 1971; Bahnson et al., 1974; Knudsen, 1984).

### Alsdybgård

Boringen Alsdybgård (figur 2 og 4) er 40,0 m dyb, og borelokaliteten ligger i kote +2,5 m. Der er foretaget foraminiferanalyser med en prøveafstand på 1 m. To marine lagserier kan udskilles i boringen.

Den øvre marine enhed (kote +2,5 til +1,5 m) er karakteriseret af stor dominans af *Elphidium excavatum*, der forekommer som den arktiske forma *clavata* (se Feyling-Hanssen, 1972). *Cassidulina reniforme* er den næsthyppestede art, og der er kun få accessoriske arter i faunaen. Antallet af eksemplarer er lavt i den allerøverste prøve, men er i øvrigt omkring 2000 pr 100 g sediment, og foraminifererne er velbevarede i alle prøver fra denne zone. Den høje faunistiske dominans og lave faunistiske spredning indikerer ekstreme økologiske forhold, og artssammensætningen viser, at aflejringen er foregået under arktiske marin-klimatiske betingelser (Nagy, 1965; Elverhøi et al., 1980).

Denne øvre marine enhed, zone L.YY, henføres til den senglaciale marine transgression efter Weichsel glaciationen og svarer således til det Yngre Yoldia Ler. Foraminiferer fra denne aflejring er tidligere beskrevet fra Læsø (Michelsen, 1967) og fra Vendsyssel (Feyling-Hanssen et al., 1971; Knudsen, 1978).

Lagserien fra kote +1,5 til +25,5 m indeholder foraminiferer i et antal varierende fra < 20 til omkring 300 eksemplarer pr 100 g sediment. De største af skallerne er ofte dårligt bevarede og bærer præg af transport, men i visse niveauer er de fleste skaller velbevarede. Da "faunaerne" oftest

LÆSØ BORINGER	RULLE- GÅRDSVEJ 2	ALSDYB- GÅRD	RULLEGÅRDSVEJ 1					
			Prøve no. Kote (m)	111 -0,8	9563 -30,5	9071 -30,5	9146 -68,0	9148 -69,0
ELPHIDIUM EXCAVATUM	85	43	47	43	41	39	87	42
CASSIDULINA RENIFORME	10	31	33	13	10	3	10	21
ISLANDIELLA NORCROSSI	°	8	7	°	1	°	°	1
ISLANDIELLA HELENÆ	°	5	3					
NONION LABRADORICUM	1	2	2		2	°	°	°
STAINFORTHIA LOEBLICH	°	2	1				°	
BUCCELLA FRIGIDA	°	°	2	1	3	2	1	3
NONION ORBICULARE	°	°	°	32	3	1	°	1
ELPHIDIUM ASKLUNDI	1	1	°	9	°	°	°	°
ELPHIDIUM HALLANDENSE	°		°	1				
ELPHIDIUM GROENLANDICUM		1	°		°			
ANGULOGERINA FLUENS	1	1	1		1			°
CIBICIDES LOBATULUS	°	1	1					2
ASTRONONION GALLOWAYI			1			°		
BUCCELLA FRIGIDA, v. CALIDA					1			°
BULIMINA MARGINATA	°	1	°		15	5	°	6
ELPHIDIUM ALBIUMBILICATUM	1	°	°	1	16	47	1	6
AMMONIA BATAVUS					2	°		1
ELPHIDIUM MAGELLANICUM					°	°	°	3
ELPHIDIUM WILLIAMSONI					1	°		
ELPHIDIUM MAGARITACEUM					1			2
NONION DEPRESSULUM								2
ELPHIDIUM GERTHI			°		°		°	
ELPHIDIUM VOORTHUYSENI								1
<b>Antal arter</b>	15	24	25	10	22	18	15	29
<b>Faunistisk spredning</b>	2	11	8	4	11	5	2	19
<b>Faunistisk dominans</b>	85	43	47	62	41	47	87	82
<b>% Borealt indhold</b>	1	4	1	2	37	53	2	25
<b>Antal kvartære / 100g</b>	1020	2690	3630	506	386	442	2480	208
<b>Prækvartære / 100g</b>	20	45	41	18	750	200	26	300
<b>FORAMINIFER ZONATION</b>	L. YY		L. A	L. B	L. C	L. D	L. E	
<b>KORRELATION TIL SKÆRUMHEDE II</b>			I - II		IV	V	VIII	
<b>ALDER</b>	M / SEN WEICH.		MELLEM WEICHSEL			←	TIDLIG	

Figur 3. Den procentvise fordeling af de mest almindelige foraminiferarter i udvalgte prøver fra hver af de marine enheder. En ring i diagrammet betyder, at arten optræder med < 0,5% af faunaen. Desuden er vist forskellige parametre, som er anvendt til tolkning af aflejringsforholdene, samt korrelation og kronostratigrafisk indplacering.

består af en blanding af arter fra vidt forskelligt miljø, og da der samtidig er et vist indhold af prækvartære former, skønnes aflejringen at være af ikke-marin oprindelse. Der er formodentlig tale om en smeltevandsaflejring. En stor del af udgangsmaterialet for denne lagserie må stamme fra ældre marine aflejringer i området, og det kan derfor ofte være meget vanskeligt at afgøre, hvornår der er tale om en ikke-marin aflejring, og hvornår den er marin. Som kriterier for bedømmelsen er her dels anvendt bevaringsform, dels artssammensætning. En blanding af boreale og arktiske former samtidig med forekomst af både lavtvandsarter og dybvandsindikatorer tyder på, at "faunaerne" er omlejrrede, og at aflejringen kan være en ikke-marin dannelse. I det her undersøgte materiale fra Låsø er det prækvartære indhold næsten altid lavt i forhold til det kvartære. Dette gælder både for smeltevandsaflejringerne og for de marine enheder. I mange andre områder i Danmark er det derimod karakteristisk, at moræner og smeltevandsaflejringer indeholder langt flere prækvartære end kvartære former.

Prøverne fra intervallet mellem kote +25,5 og +32,5 m er henført til den marine zone L.A. Foraminifererne er her velbevarede, og der er et indhold på ca 2-3000 eksemplarer pr 100 g. En typisk faunasammensætning fra denne zone er vist på figur 3. *Elphidium excavatum*, forma *clavata* og *Cassidulina reniforme* er dominerende, og almindelige accessoriske arter er *Islandiella norcrossi*, *I. helenae*, *Nonion labradoricum* og *Stainforthia loeblichii*. Arts-sammensætningen i zone L.A er hovedsagelig arktisk, men der er et mindre borealt indhold i faunaerne. Den faunistiske spredning er større end i zone L.YY, hvilket også tyder på mindre ekstreme aflejringsforhold. Zone L.A er korreleret med zone I i Skærumhede II boringen (Konradi & Knudsen, 1974; Knudsen, 1976) og henregnes til en interstadial periode i Mellem Weichsel.

I den dybeste del af Alsdybgård boringen (kote +32,5 til +37,5 m) indeholder prøverne maksimalt 100 foraminiferer pr 100 g sediment. Ligesom i prøverne mellem de marine zoner L.YY og L.A består "faunaerne" af en blanding af arter fra forskellige miljøer, og bevaringstilstanden er dårlig. Denne del af lagserien anses derfor som ikke-marin.

### Rullegårdsvej 1

Boringen Rullegårdsvej 1 (figur 2 og 4) er 116,0 m dyb, og koten ved borestedet er +6,5 m. Foraminiferindholdet er undersøgt i hveranden prøve, d.v.s. med en prøveafstand på 1 m.

De øverste 6 m i boringen er fossilfri, mens de følgende 23 m indeholder

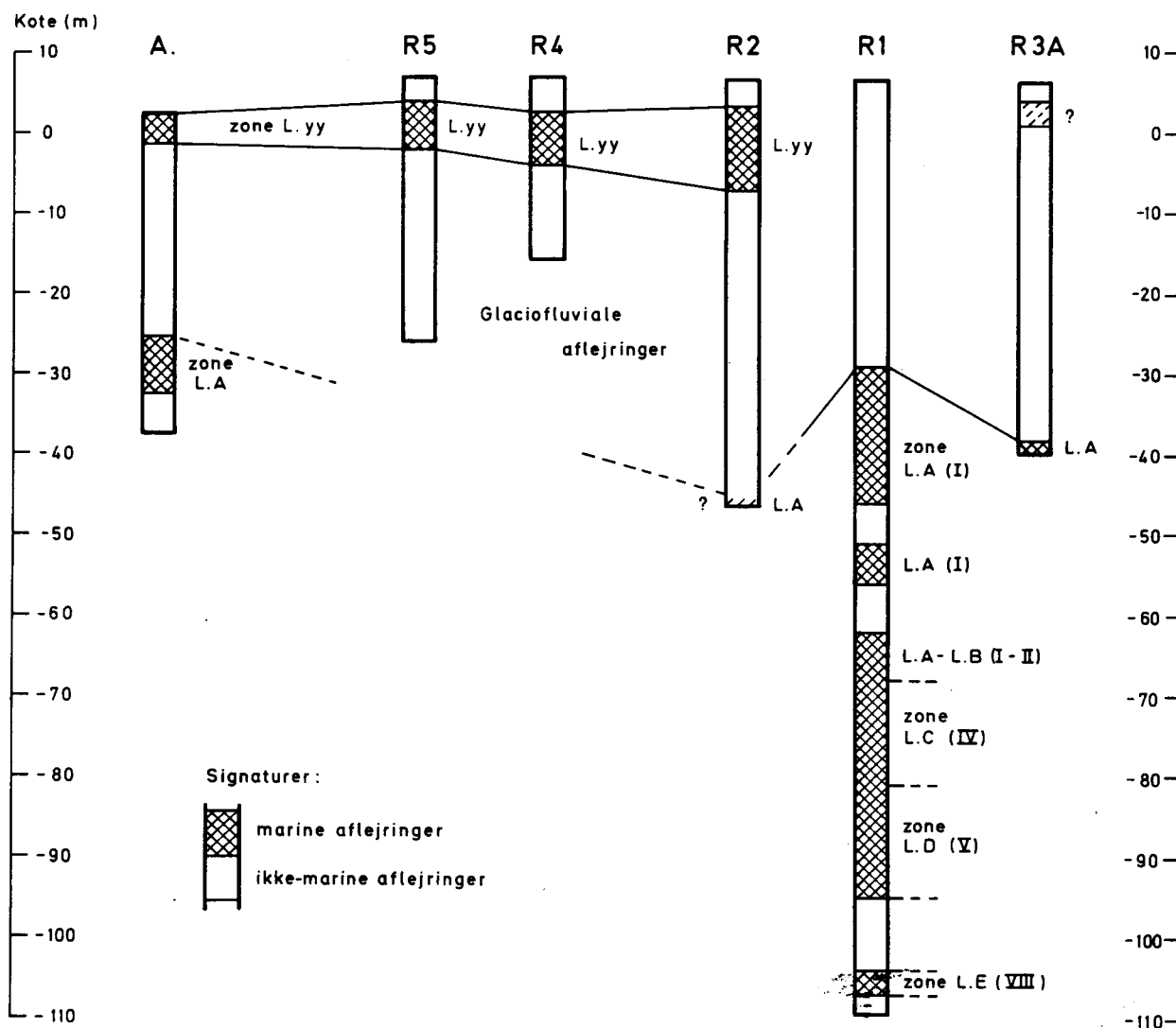
en "blandingsfauna" med op til ca 300 eksemplarer pr 100 g sediment. Arts-sammensætning og bevaringsform svarer til foraminifererne i den ikke-marine del af Alsdybgård boringen, og hele lagserien anses som ikke-marin. Størstedelen af lagserien er formodentlig en glaciofluvial dannelse (se også Bahnson, heri).

Lagserien mellem kote +29 og +46 m indeholder en hovedsagelig arktisk fauna, som i artssammensætning svarer nøje til faunaerne fra zone L.A i Alsdybgård boringen. Et eksempel på en fauna fra denne marine enhed er vist på figur 3. De fleste prøver indeholder omkring 2-3000 eksemplarer pr 100 g, men indholdet er lavere i den øvre og nedre del af den marine enhed. Zone L.A er som nævnt korreleret med zone I i Skærumhede II boringen.

Efter 5 m ikke-marine sedimenter (kote +46 til +51 m) med fattige blandede "faunaer" følger en ny marin lagserie (kote +51 til +56 m). Foraminiferindholdet er noget lavere end i den øvre marine enhed, men artssammensætningen er den samme som i zone L.A. Herefter følger atter 6 m ikke-marine sedimenter (figur 4).

Lagserien mellem kote +62 og +95 m består af marine aflejringer, der på grundlag af ændringer i faunasammensætningerne kan inddeles i 4 zoner (L.A, L.B, L.C og L.D). Zone L.A-L.B (se figur 4) indeholder øverst faunaer, som svarer til L.A-faunaer. Der er en gradvis overgang til faunaer med større indhold af arktiske lavtvandsarter som *Elphidium asklundi* og *Nonion orbiculare*. En fauna fra zone L.B er vist på figur 3. Denne repræsenterer en højarktisk lavtvandsfauna, og zonen kan korreleres med zone II i Skærumhede II (Konradi & Knudsen, 1974) og med zone C i Hirtshals (Lykke-Andersen, 1971).

Faunaerne i zone L.C (kote +68 til +81 m) er karakteriseret af et stort borealt indhold (se figur 3). Det boreale element består hovedsagelig af de to arter *Bulimina marginata* og *Elphidium albiumbilicatum*. *Elphidium excavatum* er normalt den hyppigste art, og *Cassidulina reniforme*, *Buccella frigida* og *Nonion orbiculare* er almindeligt forekommende. *E. excavatum* optræder her ofte som den boreale forma *selseyensis*. Antallet af foraminiferer i zone L.C varierer normalt fra 300 til 700 pr 100 g sediment, men i den øvre del forekommer faunaer med op til 2-3000 pr 100 g. Zonen er desuden karakteriseret af et stort indhold af planterester, samt et prækvartært foraminiferindhold, der er større end i de fleste andre prøver fra de marine enheder i området. Zone L.C er aflejret under mildere marin-klimatiske forhold end de over- og underliggende zoner. Faunasammensætningen viser, at zone L.C kan korreleres med zone IV i Skærumhede II, med zone APl<sub>1</sub> i Apholm (Knudsen, 1984) og med zonerne E og F i Hirtshals. Nyere dateringer fra zone E i Hirtshals (Lykke-Andersen, 1981 og 1982) tyder på, at denne zone kunne repræsentere Moershoofd Interstadial komplekset i Mellem Weichsel.



Figur 4. Korrelation mellem de marine zoner i borerne (A=Alsdybgård, R=Rullegårdsvej). Korrelationen med foraminiferzoner i Skårumhede II boringen er angivet i parentes ud for zonerne L.A til L.E i Rullegårdsvej 1.

Zone L.D (kote +81 til +95 m) indeholder højarktiske faunaer med meget stor dominans af *Elphidium excavatum*, forma *clavata*. *Cassidulina reniforme* er den næsthyppigste art, og der er meget få accessoriske arter i faunaen (figur 3). En høj faunistisk dominans og lav faunistisk spredning indikerer ekstreme marin-økologiske forhold. Antallet af foraminiferer er normalt omkring 2-3000 pr 100 g, og kun i de nederste 2 m af zonen er det lavere, nemlig 4-500 pr 100 g. Zone L.D kan korreleres med zone V i Skårumhede II boringen og en del af zone AP1b i Apholm. Den repræsenterer en højarktisk periode i Weichsel.

Under den marine zone L.D i Rullegårdsvej 1 følger 9 m ikke-marine sedimenter med meget få og ret dårligt bevarede foraminiferer. Lagserien fra kote +104 til +107 m indeholder derimod 2-300 velbevarede kvartære foramini-



ferer pr 100 g. Faunasammensætningen er hovedsagelig arktisk, men den er karakteriseret af et ret stort borealt indhold. En del af de boreale arter består af små former af slægterne *Elphidium* og *Nonion* (figur 3). Denne marine zone L.E kan korreleres med zone VIII i Skærumhede II, samt med den øvre del af zonerne AP2 i Apholm og N2 i Skærumhede I (Knudsen & Lykke-Andersen, 1982). Zonen formodes således at repræsentere den klimatiske overgangszone i tidlig Weichsel (se Knudsen, 1984).

De dybeste 2,5 m af Rullegårdsvej 1 boringen indeholder kun enkelte ret dårligt bevarede eksemplarer af kvartære foraminiferer, og denne enhed formodes derfor at repræsentere en ikke-marin aflejring.

### Rullegårdsvej 2

Borelokaliteten er vist på figur 2, koten ved borestedet er +6,8 m, og boringen er 54,5 m dyb (figur 4). Der er undersøgt foraminiferindhold i prøver med 1-3 m mellemrum.

Efter en øvre fossilfri lagserie på 3,5 m tykkelse følger 10,5 m marine aflejringer, karakteriseret af en høj dominans af *Elphidium excavatum*, forma *clavata*, og med *Cassidulina reniforme* som den næsthyppigste art. En typisk fauna fra denne marine zone er vist på figur 3. Artssammensætningen er den samme som i de faunaer, der er beskrevet fra zone L.YY i Alsdybgård boringen, og lagserien repræsenterer det senglaciale Yngre Yoldia Ler.

"Foraminiferfaunaerne" fra prøver mellem kote +7 m og bunden af boringen er blandede og tildels ret dårligt bevarede, ligesom i de tilsvarende lagserier fra Alsdybgård og Rullegårdsvej 1 borerne (figur 4). Lagserien tolkes således også her som en ikke-marin glaciofluvial aflejring. Kun i den allerdybeste prøve (kote +47 m) er bevaringstilstanden lidt bedre og foraminiferindholdet større end i resten af lagserien (ca 400 pr 100 g). Denne kunne eventuelt repræsentere den allerøverste del af den marine zone L.A.

### Rullegårdsvej 3A

Boringen Rullegårdsvej 3A (figur 2) er 46,5 m dyb (figur 4), og koten ved borestedet er +6,4 m. Foraminiferindholdet er undersøgt i prøver med afstande på 1 til 2 m.

Efter en øvre 2,5 m tyk fossilfri lagserie følger et interval på 3 m med enkelte ret velbevarede foraminiferer. Faunasammensætningen svarer til den, som er beskrevet fra zone L.YY, men på grund af det meget lave fossilindhold

tolkes lagserien her som en ikke-marine aflejring med omlejrede senglaciale foraminiferer.

Lagserien mellem kote +1 m og kote +38 m indeholder ret dårligt bevarede "blandingsfaunaer" og svarer til de glaciofluviale sedimenter, som er beskrevet f.eks. fra Alsdybgård boringen.

De nederste 2 m af Rullegårdsvej 3 A boringen indeholder forholdsvis rige faunaer (500-1000 eksemplarer pr 100 g). Faunaerne er hovedsagelig arktiske og svarer i sammensætning til zone L.A faunaer. Der er dog samtidig et vist indhold af store omlejrede kvartære former. Disse prøver synes således at kunne repræsentere den allerøverste del af zone L.A i området.

#### Rullegårdsvej 4

Rullegårdsvej 4 boringen (figur 2) ligger i kote +7,0 m og er 22,5 m dyb (figur 4). Afstanden mellem de undersøgte prøver er fra 1,0 til 1,5 m.

Foraminiferanalyserne viser, at den marine senglaciale zone L.YY er repræsenteret fra kote +2,5 til kote +4,0 m i denne boring. Denne marine enhed er overlejret af 4,5 m fossilfrit sediment og underlejret af en ikke-marin aflejring med omlejrede "blandingsfaunaer", svarende til de glaciofluviale aflejringer, som er beskrevet tidligere.

#### Rullegårdsvej 5

Denne boring (figur 2) er 33,0 m dyb (figur 4), og koten ved borestedet er +6,9 m. Der er undersøgt foraminiferindhold i prøver med 1 til 2 m afstand.

Under en øverste fossilfri enhed på 3,0 m tykkelse følger en 6,0 m tyk marin lagserie, som kan henføres til zone L.YY. Resten af boringen repræsenterer smeltevandsaflejringer med et vekslende indhold af omlejrede "blandingsfaunaer". I de allerdybeste prøver er "faunaerne" en smule rigere og bedre bevarede. Dette kunne indikere, at man her er i nærheden af den marine zone L.A.



---

**FORAMINIFERER**

---

Den følgende artsliste omfatter dels de foraminiferer, som er inkluderet i figur 3, og dels de arter, som i øvrigt er nævnt i teksten. Der er desu- registreret et stort antal accessoriske arter, som kun forekommer med lave frekvenser i faunaerne. Disse er ikke opført i listen.

- Ammonia batavus* (Hofker, 1951)  
*Angulogerina fluens* Todd, 1947  
*Astrononion gallowayi* Loeblich & Tappan, 1953  
*Bolivina* cf. *robusta* Brady, 1884  
*Buccella frigida* (Cushman, 1922)  
*Buccella frigida* (Cushman), var. *calida* (Cushman & Cole, 1930)  
*Bulimina marginata* d'Orbigny, 1826  
*Cassidulina laevigata* d'Orbigny, 1826  
*Cassidulina reniforme* Nørvang, 1945  
*Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob, 1798)  
*Elphidium albiumbilicatum* (Weiss, 1954)  
*Elphidium asklundi* Brotzen, 1943  
*Elphidium excavatum* (Terquem), forma *clavata* Cushman, 1930  
*Elphidium excavatum* (Terquem), forma *selseyensis* (Heron-Allen & Earland, 1911)  
*Elphidium gerthi* van Voorthuysen, 1957  
*Elphidium groenlandicum* Cushman, 1933  
*Elphidium hallandense* Brotzen, 1943  
*Elphidium incertum* (Williamson, 1858)  
*Elphidium magellanicum* Heron-Allen & Earland, 1932  
*Elphidium margaritaceum* Cushman, 1930  
*Elphidium voorthuyseni* Haake, 1962  
*Elphidium williamsoni* Haynes, 1973  
*Hyalinea balthica* (Schroeter, 1783)  
*Islandiella helenae* Feyling-Hanssen & Buzas, 1976  
*Islandiella norcrossi* (Cushman, 1933)  
*Nonion barleeianum* (Williamson, 1858)  
*Nonion depressulum* (Walker & Jacob, 1798)  
*Nonion germanicum* (Ehrenberg, 1940)

*Nonion labradoricum* (Dawson, 1960)  
*Nonion niveum* Lafrenz, 1963  
*Nonion orbiculare* (Brady, 1881)  
*Nonionella turgida* (Williamson, 1858)  
*Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri, 1904)  
*Sigmoilopsis tenuis* (Czjzek, 1848)  
*Stainforthia loeblichii* (Feyling-Hanssen, 1954)  
*Uvigerina peregrina* Cushman, 1923

---

**KONKLUSION**

---

En korrelation mellem de yngre marine zoner i 6 undersøgte borerer fra Læsø er vist på figur 4. Ældre marine zoner er kun repræsenteret i én af borererne, nemlig i Rullegårdsvej 1, og korrelationen mellem disse, og foraminiferzoner fra Skærumhede II boreren er vist i parentes ud for de marine zoner i R1 (figur 4).

Den ældste marine enhed, **zone L.E**, er korreleret med zone VIII i Skærumhede II og med den øvre del af zone AP2 i Apholm. Faunaen er boreo-arktisk, og denne zone formodes at repræsentere den klimatiske overgangszone i tidlig Weichsel.

**Zone L.D** repræsenterer en højarktisk periode og er korreleret med zone V i Skærumhede II og med den øvre del af zone AP1b i Apholm boreren.

Faunaerne i **zone L.C** er karakteriseret af et markant borealt indslag. De svarer i artssammensætning til zone IV i Skærumhede II, zone APl a i Apholm og zonerne E og F i Hirtshals. Disse zoner kan muligvis repræsentere Moershoofd Interstadialen fra Mellem Weichsel.

Efter denne mildere periode følger en **zone L.B** med højarktiske lavtvandsfaunaer, som kan korreleres med faunaerne i zone II fra Skærumhede II og zone C fra Hirtshals.

Der er en gradvis faunaændring fra zone L.B faunaer til zone L.A faunaer i Rullegårdsvej 1. **Zone L.A** er aflejret under arktiske marin-klimatiske betingelser, men der er et mindre borealt indslag i faunaerne, som viser, at forholdene ikke var højarktiske. Zone L.A er i boring R1 afbrudt af to ikke-marine intervaller (figur 4). I borererne Alsdybgård og R3A er kun den øvre del af den marine zone L.A repræsenteret, og "faunaerne" i bunden af R2 og R5 tyder på, at man her er tæt på denne marine enhed. Zone L.A er korreleret med zone I i Skærumhede II boreren og med zone A i Hirtshals.

I alle de undersøgte borerer forekommer en op til 45 m tyk ikke-marin lagserie med omlejlrede "blandingsfaunaer". Denne enhed tolkes som en smeltvandsaflejringslag, hvor en stor del af udgangsmaterialet må stamme fra underliggende marine zoner af Eem og Weichsel alder.

Den yngste marine enhed, **zone L.YY**, er repræsenteret i 4 af borererne fra området (figur 4), og i boring R3A forekommer i et vist interval foraminiferer, der tolkes som omlejlrede zone L.YY "faunaer". Zone L.YY henføres

til det sen-glaciale Yngre Yoldia Ler, som kendes både fra Læsø og fra Vendsyssel, og denne zone formodes således at være af Mellem-Sen Weichsel alder.



---

LÆSØ: ET RESULTAT AF FORKASTNINGSBEVÆGELSER, JORDSKÆLV  
OG NIVEAUFORANDRINGER

---

Jens Morten Hansen



---

## INDLEDNING

---

Set under eet er det danske øhavs hundreder af små og mellemstore øer udtryk for et landskab under omdannelse - et landskab, hvor samspillet mellem undergrundens, havets og klimaets kræfter stadig har stor indflydelse på fordelingen af hav og land.

Fælles for de fleste danske øer er deres kerne af istidsdannelser, der som sammenhængende eller mangedelte højdedrag har været udgangspunkt for tilvækst gennem de sidste 4-7 årtusinder. I de nordøstlige dele af landet består den typiske ø af en "moræneknold" omgivet af marint forland (Schou, 1945), ofte således at der på grænsen mellem moræneknolden og det marine forland er dannet en stenalderkystskrænt, som kan ligge kilometerlangt fra den nuværende kystlinie.

Således er den typiske nordøstdanske ø, hvadenten den er på Sjællands størrelse (7440 km<sup>2</sup>) eller på størrelse med Hjelm (0.6 km<sup>2</sup>), opbygget af en centralt beliggende, hævet kerne, der helt eller delvist omgives af marint forland.

Kun ganske få af de beboede øer er opstået uden en sådan "hård kerne" som udgangspunkt og leverandør af materialer til det marine forland. Til disse hører Vadehavets øer - og Læsø. Vadehavsøerne er opstået på grund af tidevandet, hvis aflejringer har formået at holde trit med landsænkningen i det sydvestlige Danmark. I Kattegat er tidevandet uden væsentlig betydning for kystdannelsen (Schou, 1945), og det kan derfor nok give anledning til undren, at Læsø - der med sine 116 km<sup>2</sup> er Kattegats største ø - på så grundlæggende vis adskiller sig fra alle andre beboede øer i de indre danske farvande.

Ser man nærmere på Læsøs geologiske placering vil man opdage, at øen mod syd omgives af et vidtstrakt lavvand, som ved tør-

lægning nogle gange om året forvandler Læsø til en omtrent dobbelt så stor, mere kompakt og nærmest firkantet ø. Omridset af denne ø svarer meget godt til retningen af nogle af Den Fennoskandiske Randzones større forkastninger. Inde på selve øen findes ligeledes strukturer, der er sammenfaldende med Den Fennoskandiske Ranszones forkastninger og retninger. Således forløber en gammel kystklint og veludviklede strandvolde fra øens nordvestligste punkt i sydøstlig retning mod øens midte, præcis i forlængelse af en af randzonens forkastninger, der indtil videre kun er kortlagt på søterritoriet.

---

## ØENS UNDERLAG

---

Overalt på Læsø finder man senglaciale, glaciale eller interglaciale aflejringer i kote  $0\pm 4$  m (Fredericia, 1985). Denne "platform", der i overvejende grad består af ler, findes også uden for Læsø, f.eks. i Læsø Rende, hvor den i et stort område ligger i kote  $-10\pm 2$  m (Larsen, Bauman & Bjørn, 1986).

Syv boringer udført af DGU (1981-1982) viser, at den lerplatform, hvorpå Læsø blev aflejret, har en kompliceret indre struktur. Selve platformen består af tre stratigrafiske enheder, som både før og efter, at platformen blev eroderet ned til en omtrent plan flade, er blevet forstyrret af tektoniske begivenheder. Platformens omtrent vandrette overflade er overalt, hvor den er blottet eller gennemboret, dækket af et konglomerat af sten, grus og skaller fra de underliggende aflejringer. Stenene kan være af betydelige dimensioner og rager på Læsøs sydlige del (Rønnerne) og i fladvandet syd for Læsø op gennem yngre sedimenter (Jessen, 1897). De største af stenene har navne (Pigestenen, Blå Sten, Lerstenen, Halvfarstenen, Banstenen, Skidestenen (Espegaard, 1978)) og har gennen tiderne været brugt som sømærker (Grüner Nielsen, 1924). Andre undersøiske sten og stenrev har - ligesom det lavvandede områdes yderkant, hvorfra selve øen næppe kan skimtes - givet anledning til talløse skibbrud (Bing, 1802), hvilket også antydes af nogle af navnene (Engelskmanden, Friises Sten, Blak, Borfelt, Pallen, Brændevinshagen, Trindelen m.v.).

Georadarundersøgelser udført af Fredningsstyrelsen (Andreasen, 1986) viser, at sådanne store sten og stenrøser også findes på overfladen af lerplatformen under de ældre og tykkere dele af de postglaciale havaflejringer.

Ved Banstenen på nordkysten, hvor lerplatformens overflade af og til er blottet, ses en mængde gravegange efter jomfruummer

(Nephrops) i leroverfladen. Jomfruhummer lever idag nedgravet i lerede partier i Kattegat på vanddybder mellem 20 og 60 meter. Under betydeligt yngre (subrecente) aflejringer på øens sydside findes ofte boregange med skaller af boremuslingen Zirphaea crispata i leroverfladen.

---

## UNDERLAGETS INDRE OPBYGNING

---

Seismiske undersøgelser nord og syd for Læsø tyder på, at grundfjeldet under Læsø ligger i en dybde mellem 800 og 1000 m, og at de kvartære aflejringer ligger på lag af ældre kretacisk alder. Læsø ligger ligeledes efter de seismiske undersøgelser at dømmes klart uden for Zechstein-salt området.

Gravimetrisk målinger viser, at Læsø præges af en positiv gravimetrisk anomali, mens areomagnetiske målinger viser kraftige anomalier, især nord for Læsø. (Disse geofysiske oplysninger beror på frigivne data fra DGU). (fig. 1)

Den nederste kendte enhed i platformen består af Skærumhede Serien, der i Vendsyssel er aflejret i slutningen af Eem interglacialtid og i begyndelsen af Weichsel nedisningen. Skærumhede Serien er på Læsø mere end 84 m tyk. Den er ikke gennemboret af DGU, men da alle de velkendte biozoner er repræsenteret i boringen Læsø nr. 1 (DGU 12.171) (Knudsen, heri), må man regne med, at tykkelsen næppe er meget større end de gennemborede 84 m. Skærumhede Serien består på Læsø overvejende af fedt ler, der stedvis kan indeholde store sten (Bahnson, heri).

En datering af seriens gasindhold gav en alder på ca. 30.000 år. Denne alder kan dog være en blandingsalder, idet der kan være tale om påvirkning af recent methan opløst i grundvandet. Hvor serien er blottet, kan man se, at leret er brudt op i cm-store brokker, hvilket antyder, at i hvert fald seriens øverste del er forstyrret under sidste istids gletschertryk.

Over Skærumhede Serien følger en overvejende finsandet, stedvist leret, siltet og stenet smeltevandsaflejring. Aflejrings relativt store indhold af skalfragmenter og foraminiferer menes at være omlejrrede (Knudsen, heri). Enhedens tykkelse varierer betydeligt fra ca. 6 m (boringen Læsø nr. 2, DGU 12.172) i



Læsø no. 2  
(Alsdybgård 1)  
22/7 - 1981  
2.6 m a.m.s.l.

Læsø no. 5  
(Rullegårdsvej 4)  
22/9 - 1982  
7.2 m a.m.s.l.

Læsø no. 6  
(Rullegårdsvej 5)  
27/9 - 1982  
7.1 m a.m.s.l.

Læsø no. 1  
(Rullegårdsvej 1)  
16/6 - 1981  
8.2 m a.m.s.l.

Læsø no. 4B  
(Rullegårdsvej 3B)  
27/9 - 1982  
7.1 m a.m.s.l.

Læsø no. 4A  
(Rullegårdsvej 3A)  
13/9 - 1982  
7.1 m a.m.s.l.

Læsø no. 3  
(Rullegårdsvej 2)  
1/9 - 1982  
7.1 m a.m.s.l.

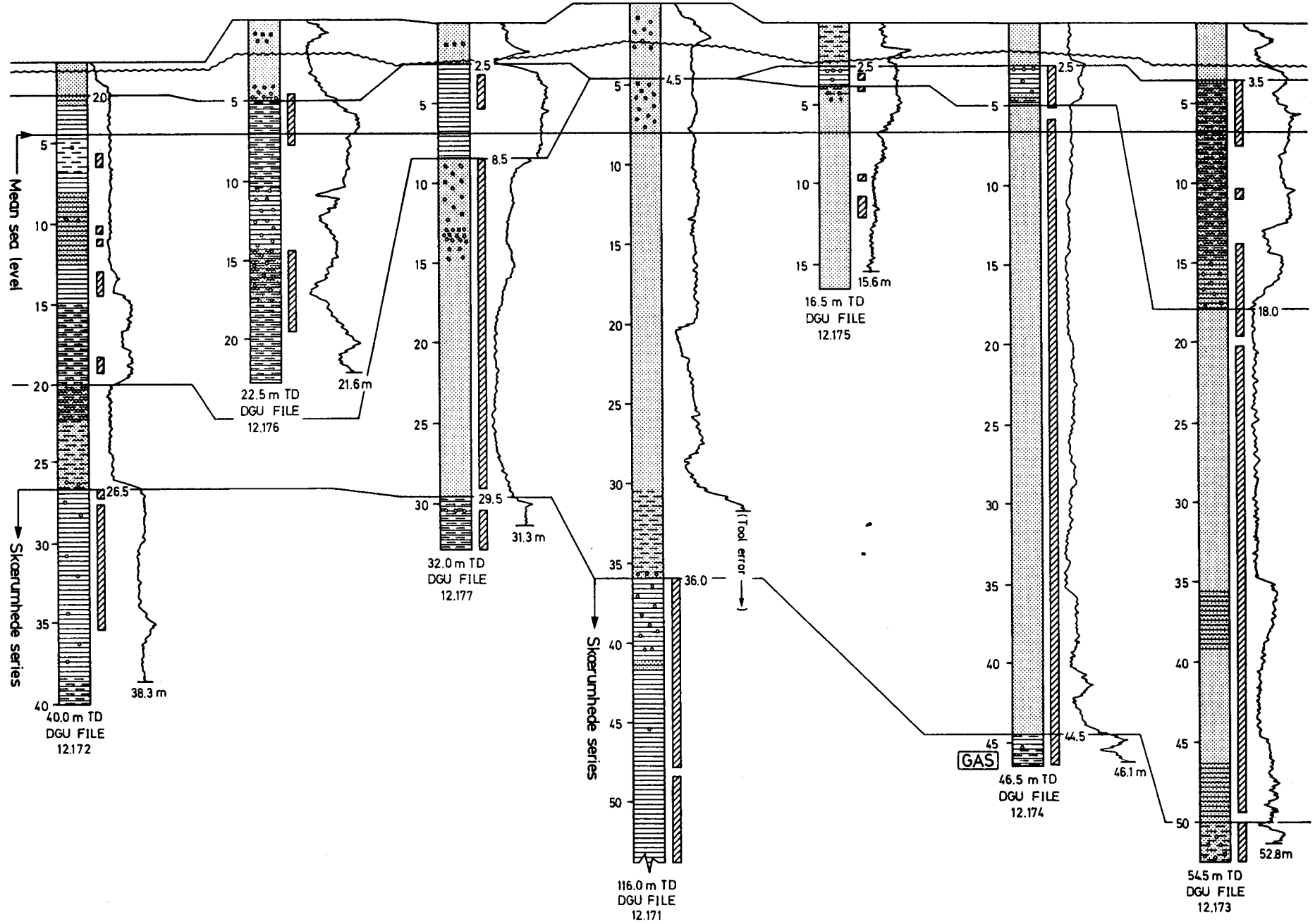


Fig. 1. Korrelationskema over DGUs boringer på Læsø. Gam-  
malogs målt af Nils Bull. Se supplerende forklaring  
side 68.

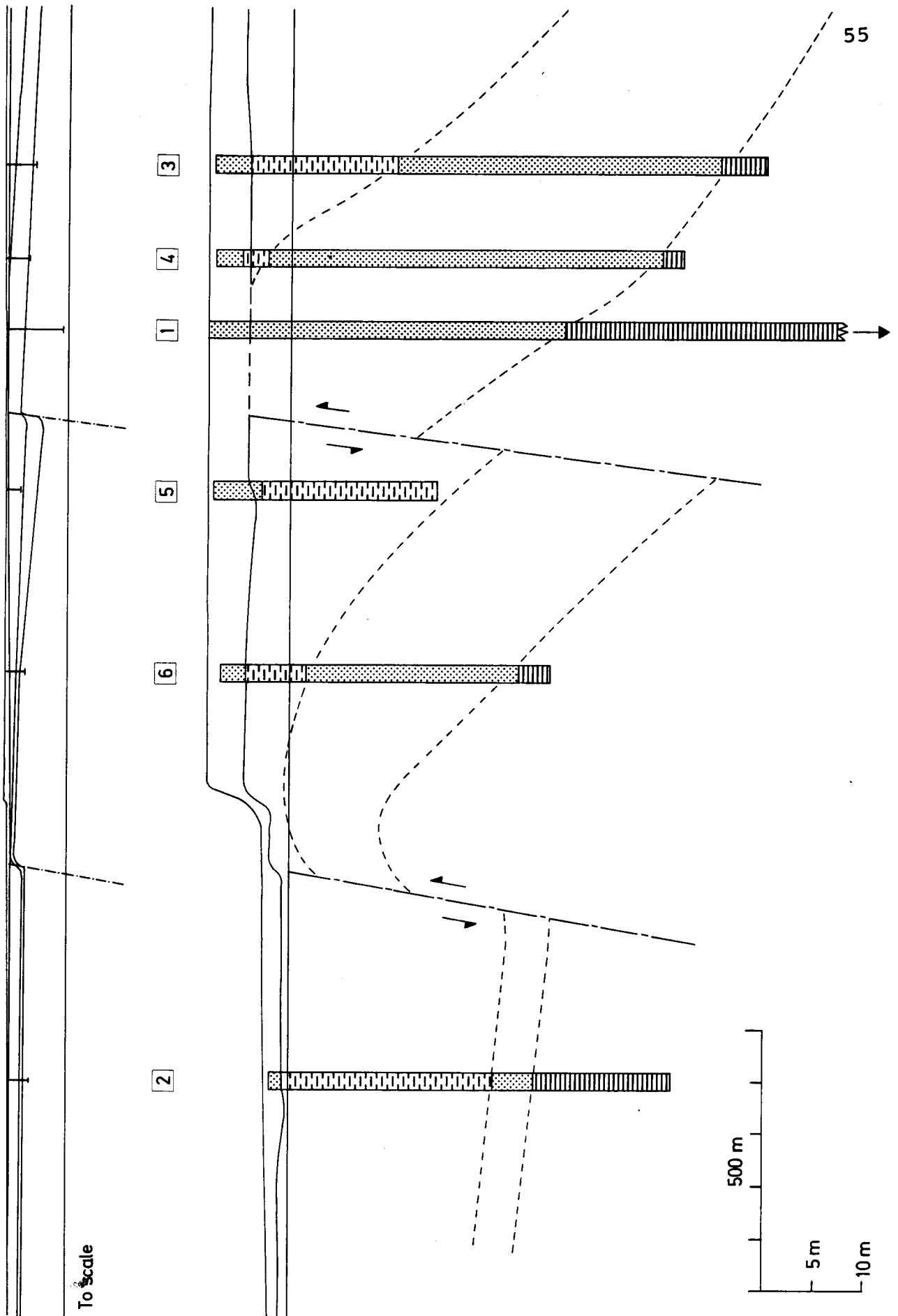


Fig. 2. Projicering af DGUs boringer ind på georadarprofil over platformens overflade. Boringerne er projiceret ind på linien parallelt med terrænoverfladens strukturer. Øverst profilet gengivet uden overhøjning.

undersøgelsesområdet sydlige del til ca. 40 m i den nordlige del. Enheden er ikke blottet noget sted.

Platformens yngste del består af det Yngre Yoldialer, der på Læsø er dateret til ca. 14.000-12.000 år før nu (Tauber, 1966). Enheden består overvejende af silt, ofte med et stort ler-, sand- og stenindhold. Enheden er de fleste steder eroderet ned til en gange ringe tykkelse. I boringen Læsø nr. 1 mangler yoldialeret helt. I boringen Læsø nr. 2 (DGU 12.172) er tykkelsen målt til 18 m, hvilket på Læsø er den hidtil største målte tykkelse.

En projicering af de syv boringer ind på en N-Sgående linie viser, at de tre enheder hælder ca. 4% mod N eller NØ, og at dette formentlig skyldes forkastninger, der er sammenfaldende med de ovennævnte gamle kystklinter og veludviklede strandvolde på øens midte (fig. 2).

En anden tolkningsmulighed er, at de glaciale og interglaciale lag er stærkt forstyrrede af gletschertryk før aflejringen af yoldialeret, og at yoldialeret derpå primært har udfyldt det kraftige relief, som stod frem ved isens bortsmeltning (cf. Larsen & al, 1986 fig. 5).

Det er dog vanskeligt at knytte samtlige oplysninger sammen i et meningsfuldt billede uden at antage en vis ikke ubetydelig bevægelse efter yoldialerets aflejring samt både før og efter platformens dannelse.

---

 ØENS OPSTÅEN
 

---

Øens tilvækstlinier (fig. 3) viser, at Læsø gennem de sidste 3.000 år helt overvejende er vokset mod syd, mens nordkysten gennemgående har været under nedbrydning (Hansen, 1977 og 1986). Det lavvandede område syd for Læsø består af senglaciale og ældre aflejringer, der kun er dækket af et ganske tyndt lag sand, mens selve øen - især mod nord - består af et betydeligt tykkere lag postglacialt sand. Således kan øen beskrives som et kileformet sandlegeme, som aftager i tykkelse mod syd, og som hviler på en overvejende leret platform af væsentlig højere alder.

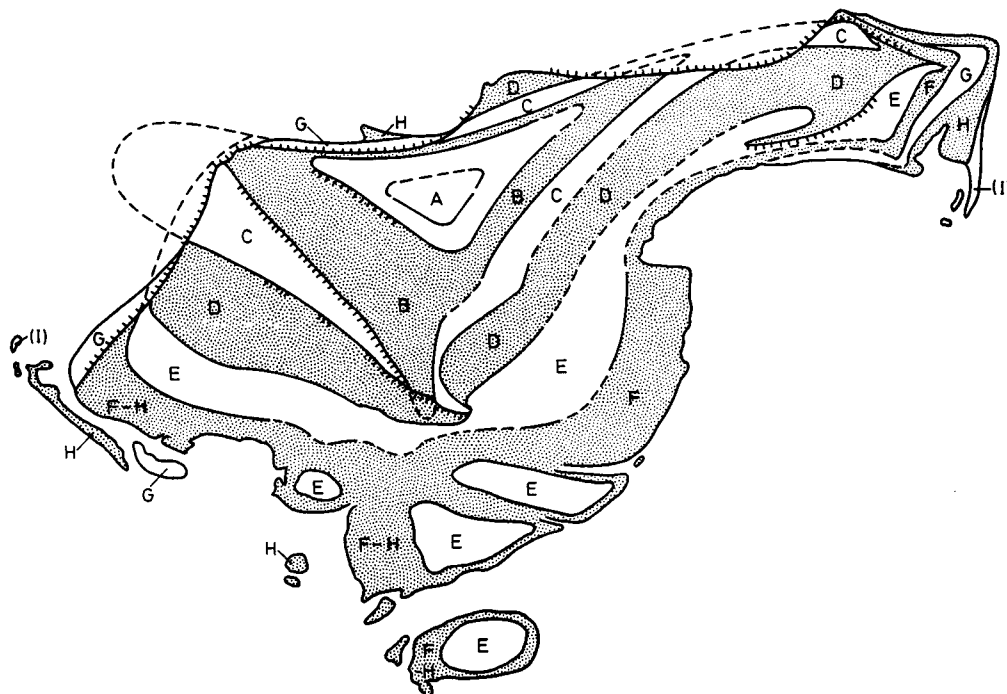


Fig. 3. Læsøs tilvækstlinier. Efter Hansen (1977) med tilføjelser i overensstemmelse med senere georadar undersøgelser.

Denne platform skulle, såfremt Læsø udelukkende var et resultat af den almindelige postglaciale landhævning (Jessen, 1897, 1920, 1936; Mörner, 1969), ligge højst mod nord, hvor landhævningen skulle være ca. 4 m større end mod syd (Mertz, 1924). Men nyere boringer (cf. Michelsen, 1967, 1968), udgravninger, georadar- og geoelektriske undersøgelser viser, at lerplatformens overflade med lokale afvigelser ligger omtrent i niveau med havets overflade.

Dette kan enklest forklares med, at der samtidig med den almindelige postglaciale landhævning er sket en relativ hævnning af den sydlige del af platformen og en relativ sænkning af den nordlige del (fig. 4). En sådan bevægelsesmåde er typisk for forkastningsblokkene i Den Fennoskandiske Randzone (Baartman, 1975).

Mere detaljerede undersøgelser af Læsøs opbygning bekræfter i en række enkeltheder tanken om, at Læsø er et resultat ikke blot af bevægelse i den større forkastningsblok, hvorpå Læsø med omkringliggende lavvandede arealer ligger, men at denne blok er opdelt i flere mindre blokke, der i postglacial tid har været i indbyrdes bevægelse.

Et georadarprofil (fig. 5) henover den førømtalte gamle kystklint på øens midte, der i NV-SØlig retning løber tværs over øen, viser et markant spring i platformens overflade. Herved er leroverfladen kommet til at ligge godt 4 m højere NØ for skrænten end SV for den. Samtidig viser såvel strandvoldsmønsteret (fig. 6) som georadarprofilet, at platformen på dette sted er hævet, efter at den ældste del af Læsø var dannet, d.v.s. for ca. 3.000 år siden (Hansen, 1980).

En kortlægning af platformens højdeforhold (fig. 7) viser en nøje sammenhæng med kystliniens beliggenhed, efter at forkastningsbevægelsen fandt sted (fig. 3). Således er denne mindre forkastningsbloks SØ-hjørne vippet opad, mens resten af blokken har sænket sig. Dette har bl.a. givet sig udtryk i dannelsen af den gamle kystklint midt på øen og i druknede strandvoldslandskaber længere mod NV. Her viser GI's målebordsblade (fig. 6) såvel som terrænet, at strandvoldene er blevet gennembrudt af

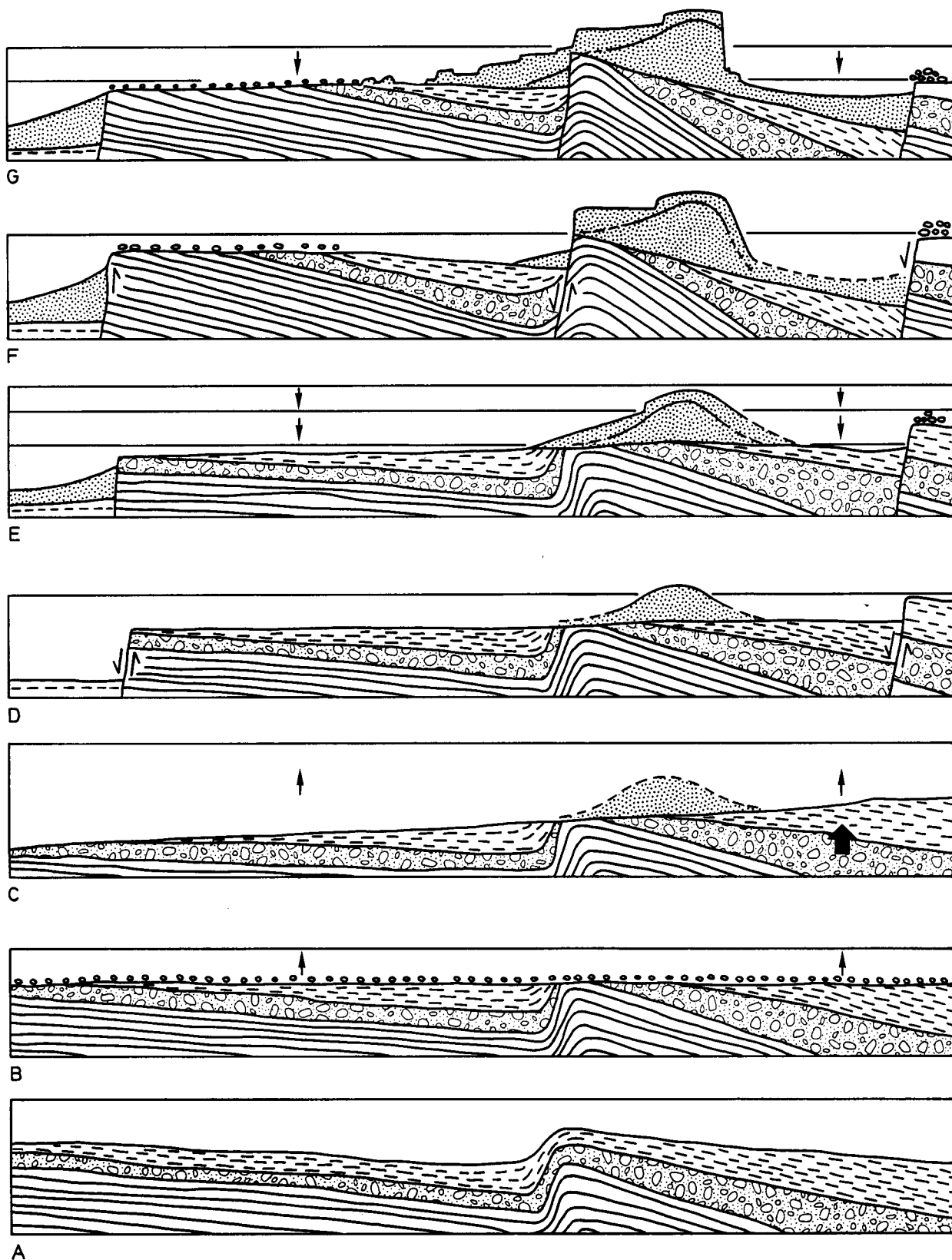


Fig. 4. Samspillet mellem den regionale isostatisk landhævning og lokale forkastningsbevægelser. Fed pil: Isostatisk vipning. Halve pile: Forkastninger. Små pile: Strandniveau-forskydninger.

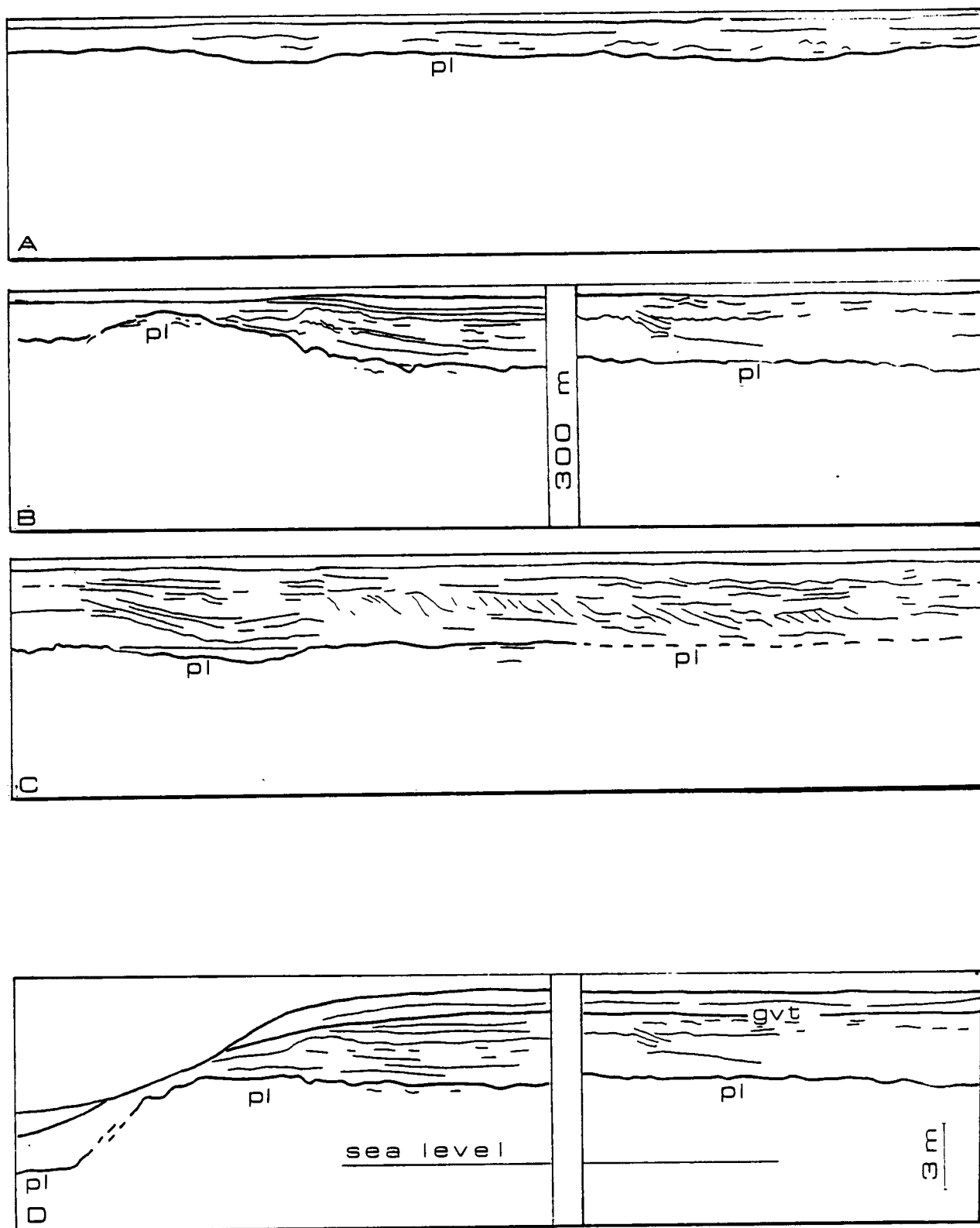
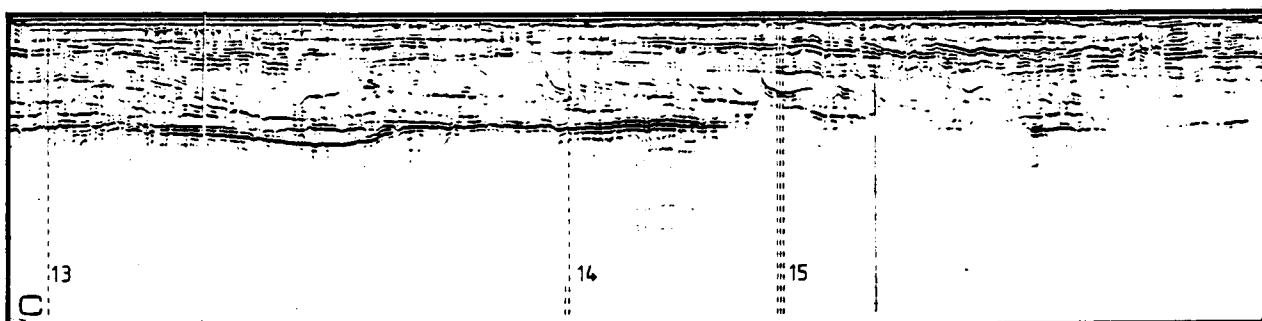
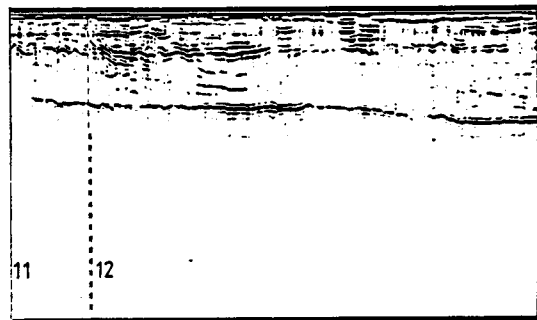
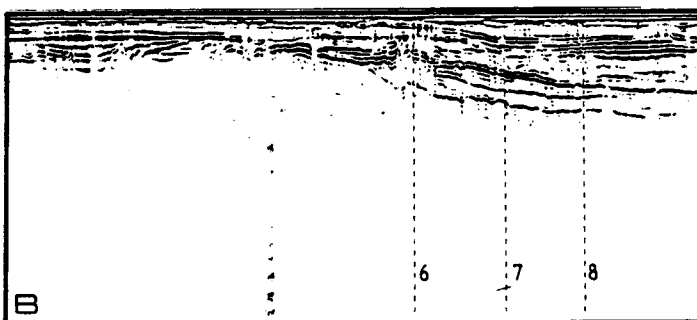
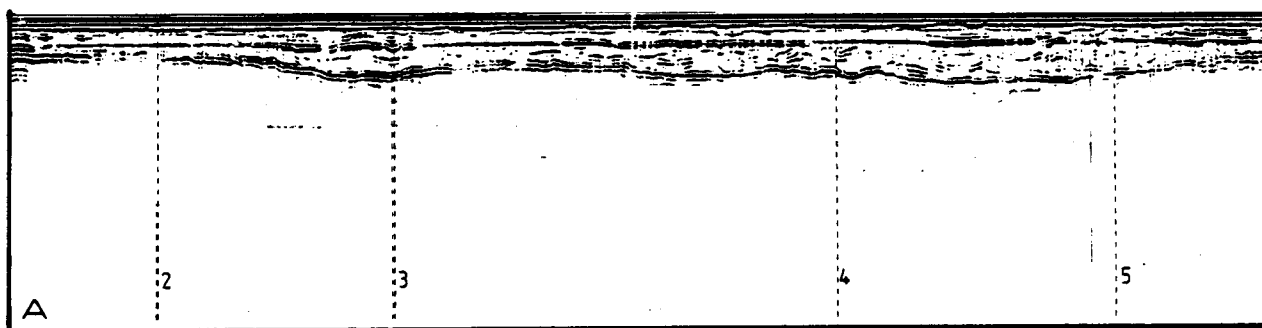


Fig. 5. Georadarprofil hen over gammel kystklint ved Byrum. Herover: Utolkede målinger. Dybden af profilet ca. 12 m, afhængig af dybden til grundvandsspejlet. Det målte profil svarer til den anvendte profilinie i fig. 2. Til venstre, foroven: Tolkning af samme profil. PL - platformens overflade, fuldt optrukket - ler; stiptet - sand. Til venstre, forneden: Terræn- og dybde-korrigeret tolkning af området omkring selve den gamle klint. PL - platformens overflade, gvt - grundvandsspejlet.





havet, og at erosionsrester af strandvoldene har stået tilbage som småøer og vestvendte næs (Hansen, 1986).

Denne tektoniske begivenhed forklarer et bemærkelsesværdigt arkæologisk forhold. Det kan undre, at der mellem den grubekeramiske kultur (yngre stenalder), hvorfra talrige fund er gjort på Læsøs nordlige del (Johannsen, 1984), og germansk jernalder (Lysdal, 1985) (fund af havneanlæg fra ca. 650 år e. Kr.) ikke foreligger fund af et eneste artefakt. Man må forestille sig, at forkastningsbevægelsen har sat sig så store spor i Læsøs fysiske forhold (bl.a. øens størrelse), at der ikke har været basis for bosættelse i bronzealderen.

Dette bekræftes af georadarundersøgelserne, der viser, at hele den oprindelige ø, som var beboet af den grubekeramiske kultur (Lysdahl, 1985 fig. 5.9) er blevet dækket af et 1-3 meter tykt lag af marint sand (fig. 8). Under dette lag findes strandvoldslignende opbygninger omkring et trekantet område midt på øens nordlige del. Dette viser, at et område svarende til beliggenheden af de grubekeramiske bopladser dukkede frem af havet, formentlig umiddelbart før bosættelsen fandt sted, og at havet atter trængte ind over hele øen, formentlig før bronzealderen (Hansen, in prep.).

En datering af en gytjeprøve, der er domineret af brakvandsformer (Stockmarr, pers. medd.), viser at øen endnu ca. 1710 år før Kr. var marint influeret, mens egentlige tørvedannelser først opstod ca. 700 år senere (Hansen, 1980).

Når grubekeramiske bopladser idag findes umiddelbart under overfladen, må det tilskrives sandflugten i 1700-tallet, hvorved det marine sand over de grubekeramiske bopladser stedvist er afblæst.

At disse bopladser har været dækket af havet i en længere periode bekræftes også af det forhold, at langt de fleste flinteredskaber har en opaliseret skorpe. Dette omdannelsesfænomen tilskrives almindeligvis marin påvirkning.

Detaljerede undersøgelser af øens overfladeforhold (Hansen, 1980) viser, at Læsø består af 8 strandterrasser, som udgør ganske jævne flader adskilt af veludviklede strandvolde eller gamle kystklinter. Højdeforskellen mellem strandterrasserne er gennemgående ringe, men tydeligt markeret i terrænet. Sådanne strandterrasser er ikke beskrevet fra andre strandvoldssletter og marine forlande i Danmark og har heller ikke af forfatteren kunnet påvises på Skagens Odde eller i Østvendssyssel. Der er derfor grund til at tro, at der er tale om et lokalt fænomen, som skal ses i sammenhæng med Læsøs strukturgeologiske beliggenhed.



Fig. 6. Terrænforholdene omkring Byrum. Hvidt: Vand (mod nord søer, mod syd havet). Lyseste raster: 0-10 fod over havet, mellemtonet raster: 10-20 fod over havet, mørkeste raster: 20-30 fod over havet.

Et nærmere studium af disse strandterrassers hældningsretninger (Hansen, 1980 fig. 5 og 6) viser ved hjælp af "back-stripping" metoden, at Læsø i nogle perioder er vippet mod sydøst og i andre perioder mod nord og nordøst. Det er derfor nærliggende at antage at sydøstvipningerne skyldes den almindelige isostatiske landhævning, der overalt i Kattegat-området er resulteret i sydøsthældende gamle strandlinier (Mörner, 1969), mens de

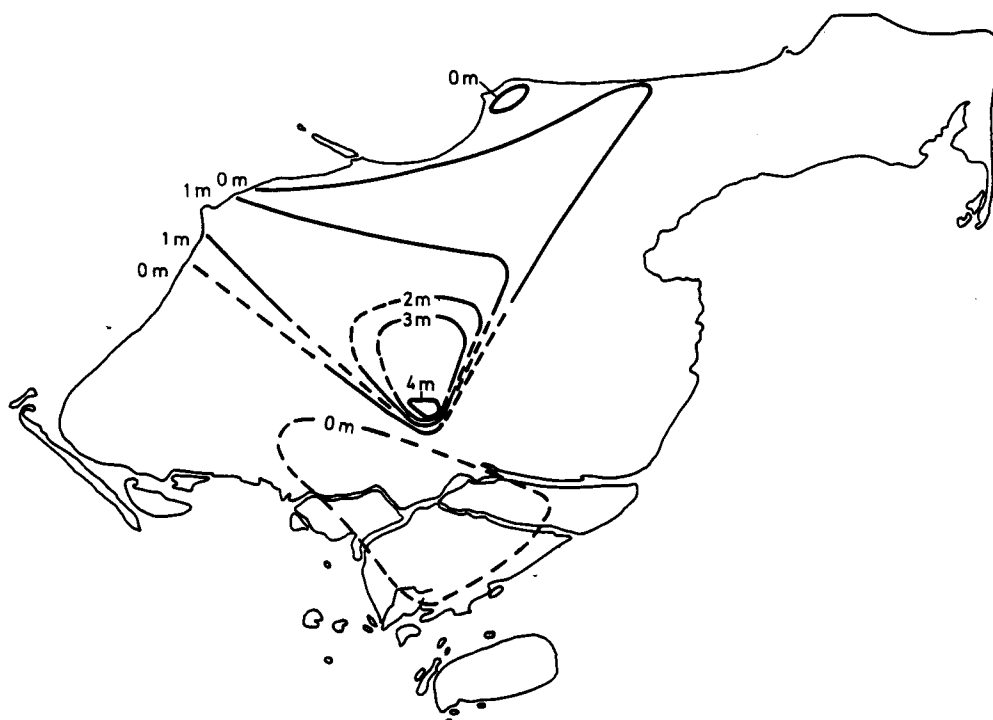


Fig. 7. Platformens højdeforhold på øens centrale og vestlige del.

nord- og nordøstvippede strandlinier må tilskrives normalforkastninger i Den Fennoskandiske Randzone.

Ligeledes viser vekslende lag med gravegange efter henholdsvis sandorm og sømus i klinerne langs Læsøs nordkyst (Hansen, 1977), at havbunden for ca. 3.000 år siden skiftevis var beboet af en lavvandsfauna (sandorm) og en fauna (sømus), som normalt lever på mindst 6 m vand.

Såvel strandterrasserne som de vekslende lag med gravegange efter dyr med forskellige krav til vanddybde peger derfor i samme retning som alle andre geologiske og arkæologiske forhold: Læsø er adskillige gange påvirket mærkbart af tektoniske forstyrrelser i Den Fennoskandiske Randzone, og disse forstyrrelser har såvel i de store linier som i enkelthederne været den afgørende faktor for Læsøs opståen og nuværende udformning. Dette bekræftes af jordskælvene den 15. juni 1985 og 1. april 1986, der med en styrke på henholdsvis 4.3 og 4.0 på Richterskalaen er de første direkte indikationer på recent tektonisk aktivitet i Den Fennoskandiske Randzones Kattegat-del.

At disse terrænudformende forkastningsbevægelser har givet sig udslag i betydelige jordskælv gennem de sidste 3000 år kan næppe afvises. De jordskælv, der er målt i Danmark siden opstillingen af seismiske måleposter, har ikke givet anledning til iøjnefaldende niveauforandringer eller strandlinieforskydninger. De terrænudformende forkastningsbevægelser, der har præget Læsøs udvikling både før og efter bronzealderen, har derfor sandsynligvis givet sig udslag i jordskælv, hvis styrke vi endnu ikke har oplevet herhjemme i den nærmeste historiske fortid, og hvis eventuelle fremtidige virkninger på menneskeskabte installationer, vi kun kan gisne om.



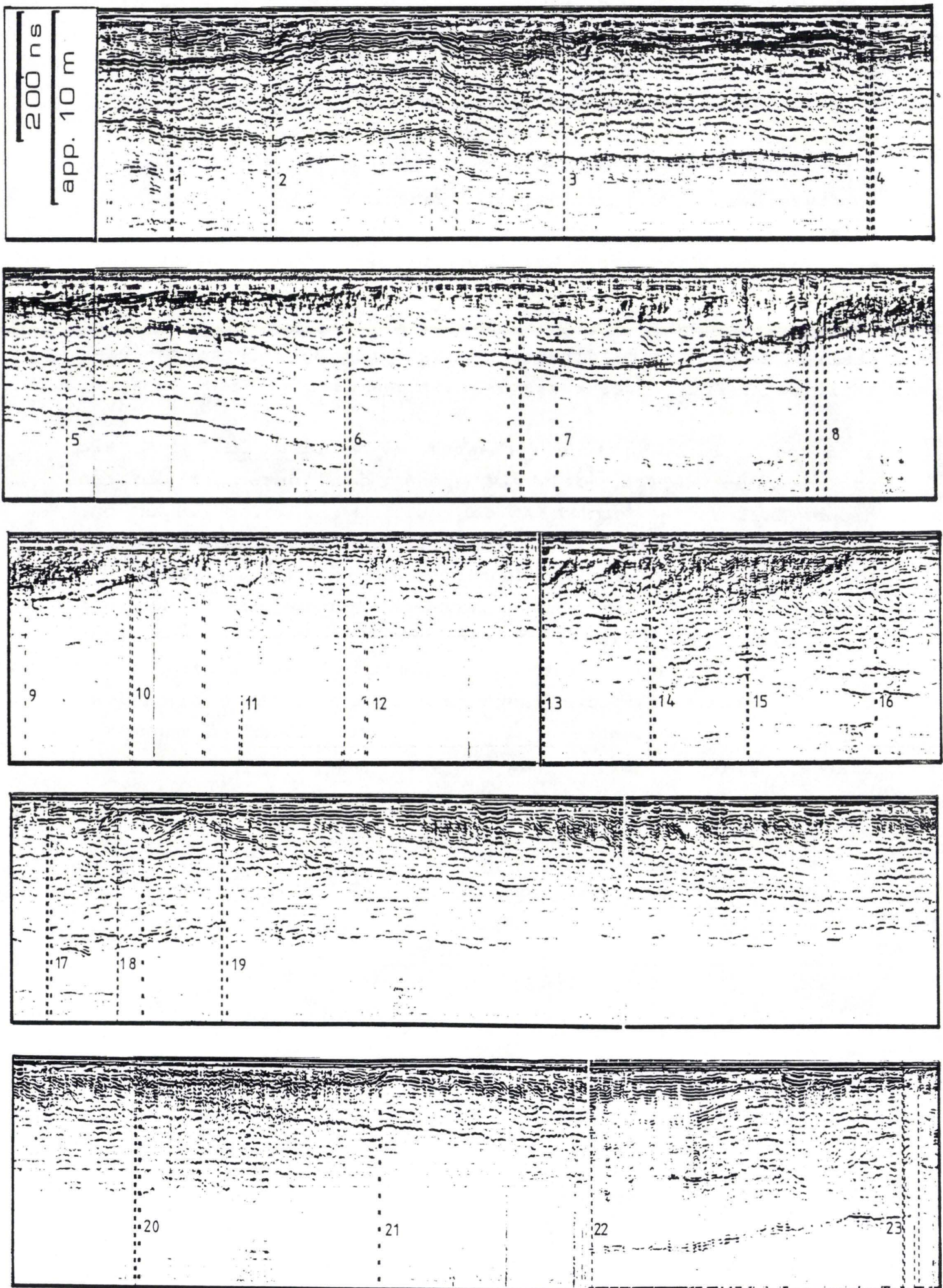
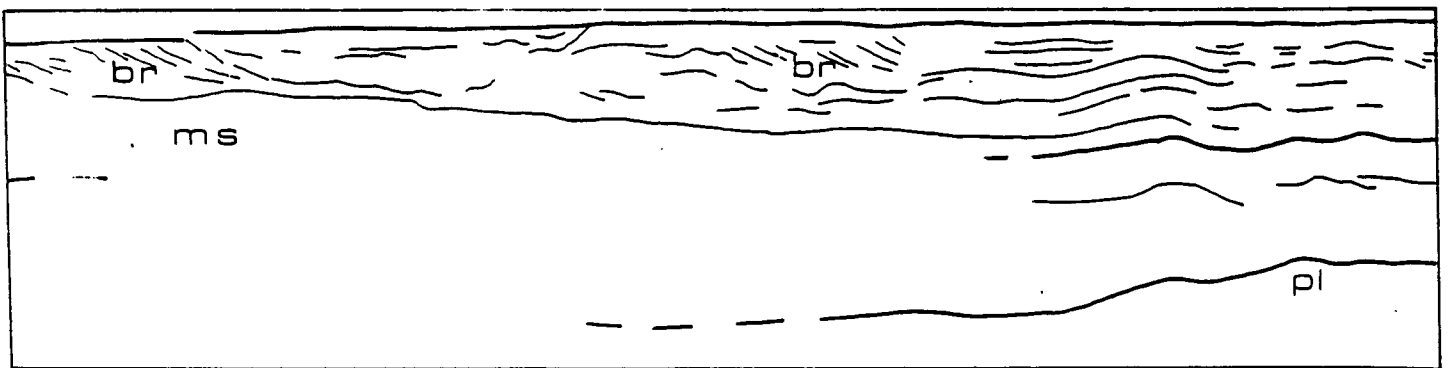
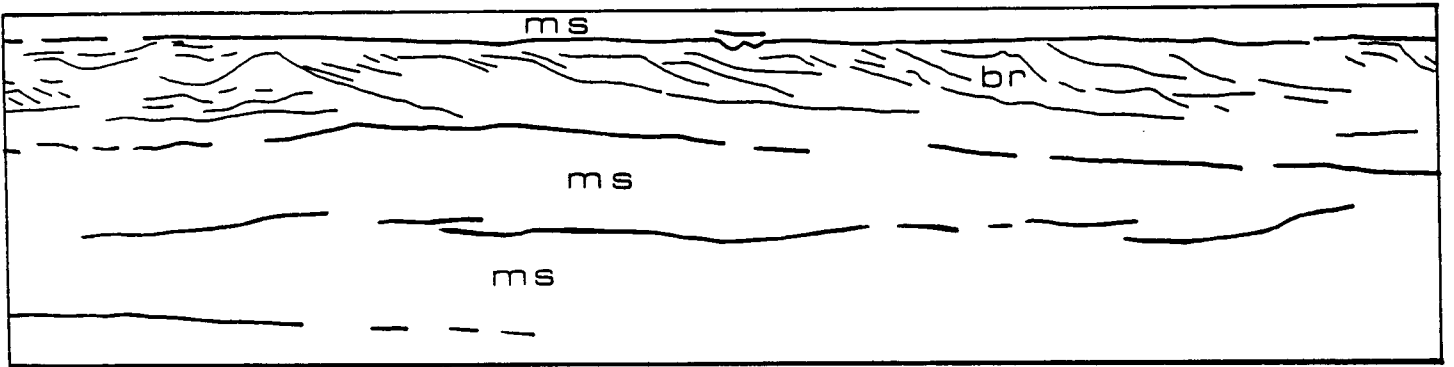
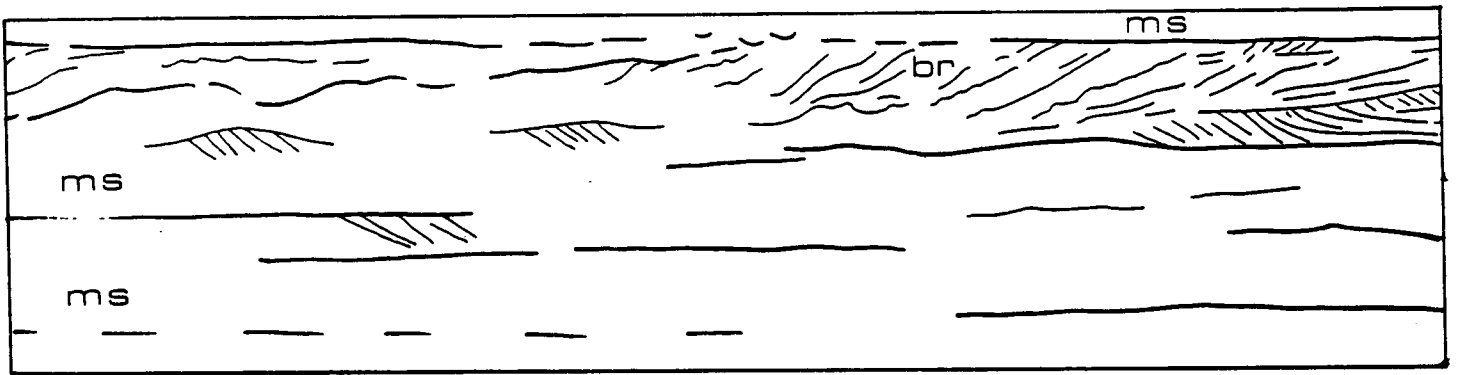
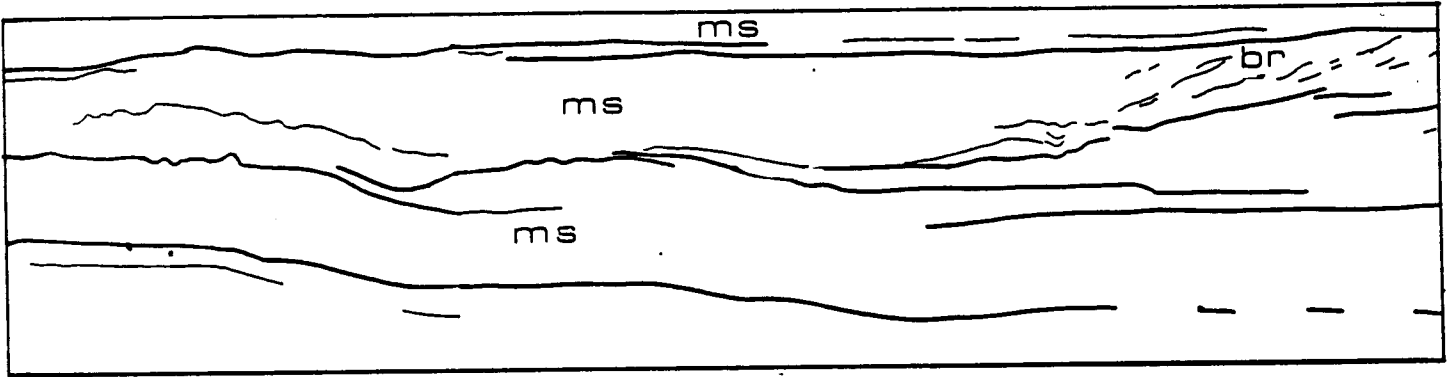
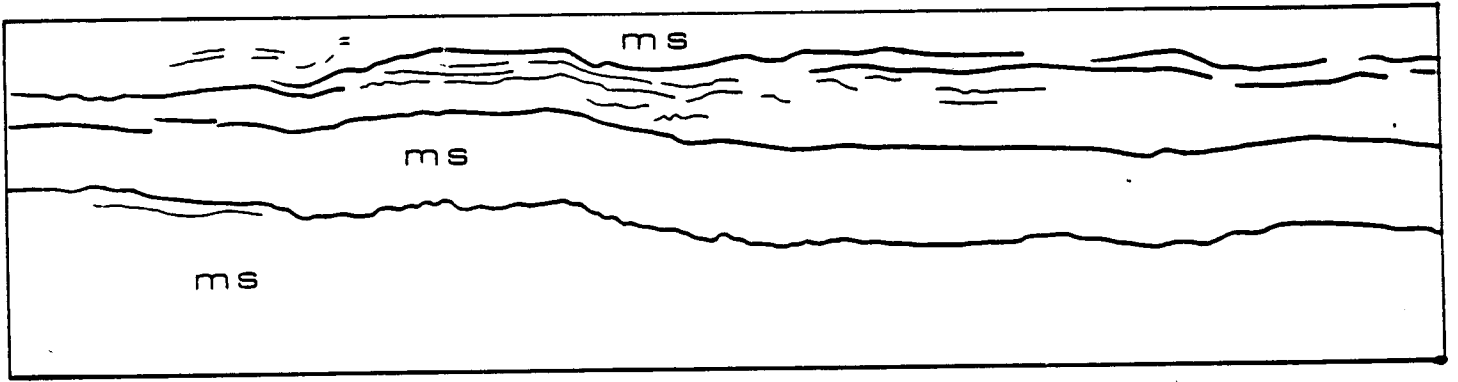


Fig. 8. Georadarprofil hen over Læsøs ældste del. (For beliggenhed, se fig. 3). Se supplerende forklaring side 68.



Supplement til fig. 1: Korrelationskema over DGUs boringer på Læsø. Korrelationerne bygger udelukkende på lithologiske forhold, jvf. Bahnson, heri, samt på de viste gamma-logs. Endvidere kunne boring 3, 4A, 4B og 6 korreleres ved hjælp af prøvepumpninger. Det skal understreges, at de lithologiske korrelationer ikke fuldstændig svarer til de biostratigrafiske, jvf. Knudsen, heri, idet den nederste del af den lerede enhed i boring 5 ikke tilhører det yngre Yoldialer, men formentlig er en smeltevandsaflejrings, ligesom den øverste lerede enhed i boring 4A ikke med sikkerhed kan henføres til det yngre Yoldialer.

Supplement til fig. 8: Side 66: Georadarprofil fra Store Dal til 300 m NØ for flyvepladsen, utolkede målinger. Dybden af profilet ca. 12 m, afhængig af dybden til grundvandsspejlet.

Side 67: Samme profil med tolkning af de målte reflektioner. MS - marint sand. BR - strandaflejringer og strandvolde. PL - toppen af platformen. Bemærk, at ældre strandvolde diskordant overlejres af marint sand.

## LITTERATUR

- Andreasen, F. 1986: Rapport over prospektering efter sten- og grusforekomster på Læsø. - Fredningsstyrelsen unpubl. report.
- Baartman, H. 1974: Structural outline of Denmark 1. map. Danmarks Geologiske Undersøgelse, København.
- Baartman, H. 1975: Some results of the interpretation of seismic data in the Kattegat, S. Øresund and W. Østersø. In: Baartman & Christensen, O.B.: Contributions to the interpretation of the Fennoscandian Border Zone. Danmarks geol. Unders. (2) 102 6-20.
- Bahnson, H. 1983: Læsø's tilblivelse. Dansk Natur-Dansk Skole, Årsskrift 1983, 45-52.
- Bahnson, H., Petersen, K.S., Konradi, P.B. & Knudsen, K.L. 1974: Stratigraphy of Quaternary deposits in the Skærumhede II boring: lithology, molluscs and foraminifera. Danm. geol. Unders., Årbog 1973, 27-62.
- Bing, L.H. 1802: Physisk og Oekonomisk Beskrivelse over Øen Lesøe, beliggende i Categat under Hjøring Amt under Aalborg Stift. København 1802, 282 pp.
- Binzer, K. & Stockmarr, J. 1986: Geologi i Midtjylland. Prækvartaroverfladens højdeforhold og landskabets udformning, kortbladet 1214, Silkeborg. 28 pp. Danmarks Geologiske Undersøgelse, København.
- Clark, R.M. 1975: A calibration curve for radiocarbon dates. Antiquity, 251-266.
- Elverhøj, A., Liestøl, O. & Nagy, J. 1980: Glacial erosion, sedimentation and microfauna in the inner part of Kongsfjorden, Spitsbergen. Norsk Polarinstitutts Skrifter, 1972, 33-61.
- Espegaard, A., 1978: Liv og sprog på svundne tiders Læsø, Vol. I-II. Fiskeri- og Søfartsmuseet/Saltvandsakvariet, Esbjerg, 98 + 348 pp.
- Feyling-Hanssen, R.W. 1972: The foraminifer *Elphidium Excavatum* 337-354.



- Feyling-Hanssen, R.W. 1983: Quantitative methods in micropaleontology. In: Costa, L.I. (ed): Palynology-Micropalaeontology: Laboratories, Equipment and Methods: 109-128. NPD-Bulletin no. 2, Oljedirektoratet, Stavanger.
- Feyling-Hanssen, R.W., Jørgensen, J.A., Knudsen, K.L. & Andersen, A.-L.L. 1971: Late Quaternary Foraminifera from Vendsyssel, Denmark and Sandnes Norway. Bull. geol. Soc. Denmark, (2-3), 67-317.
- Fredericia, J., 1985: Hydrogeologisk basisdatakort, Læsø. Danmarks Geologiske Undersøgelse og Nordjyllands Amtskommune.
- Gregersen, S. 1979: Earthquakes in the Skagerak recorded at small distances. Bull. Geol. Soc. Denmark 28, 5-9.
- Grüner Nielsen, H. 1924: Læsøfolk i gamle Dage. Folkelivsskilddring efter trykte og utrykte Kilder. Danmarks Folkeminder 29, 255 pp. Det schönbergske Forlag.
- Gry, H. & Søndergaard, B. 1958: Flintforekomster i Danmark (English summary: The occuring of flint in Denmark). Committee on Alkali Reactions in Concrete, Progr. rep. D2, 63 pp.
- Hansen, J.M. 1977: Sedimentary history of the island Læsø, Denmark. Bull. Geol. Soc. Denmark 26, 217-236.
- Hansen, J.M. 1980: Læsøs postglaciale udvikling i relation til den Fennoskandiske Randzone. Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1979, 23-30.
- Hansen, J.M. 1981: Stratigraphy and structure of the Paleocene in central West Greenland and Denmark. 156 pp., 90 figs. Unpubl. PhD Thesis, Københavns Universitet.
- Hansen, J.M. 1986: Landskabet omkring Byrum. Museumsforeningen for Læsø, Årbog for 1985, 17-23.
- Hansen, J.M & Håkansson, E. 1980: Thistedstrukturens geologi - et "neotektonisk" skoleeksempel. Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1979, 1-9.
- Harboe, E.G. 1910: Jordrystelserne i Danmark ved det skandinaviske Jordskælvd den 23. oktober 1904. Meddr. Dansk geol. Foren. 16, 393-462.
- Jensen, Dr. 1872: Unpublished letter to Prof. Japetus Steenstrup concerning the find of a fossil whale, 10th November 1872. Det kongelige Bibliotek, København.
- Jessen, A. 1897: Beskrivelse til geologiske Kort over Danmark. Kortbladene Læsø og Anholt. Danmarks geol. Unders. (2) 4, 48 pp.

- Jessen, A. 1920: Stenalderhavets Udbredelse i det nordlige Jylland. - Danmarks geol. Unders., (2) 25: 112 pp.
- Jessen, A. 1936: Vendsyssels Geologi. - Danmarks geol. Unders., (5) 2: 195 pp.
- Knudsen, K.L. 1976: Foraminifer faunas in Weichselian stadial and interstadial deposits of the Skærumhede boring, Jutland, Denmark. *Maritime Sediments, Spec. Publ. 1,B - Paleocology and Biostratigraphy, Halifax, 431-449.*
- Knudsen, K.L. 1978: Middle and Late Weichselian marine deposits at Nørre Lyngby, Northern Jutland, Denmark, and their foraminiferal faunas. *Danm. geol. Unders. II række, 112, 1-45.*
- Knudsen, K.L. 1984: Foraminiferal stratigraphy in a marine Eemian-Weichselian sequence at Apholm, North Jutland. *Bull. geol. Soc. Denmark, 32, 169-180.*
- Knudsen, K.L. & Lykke-Andersen, A.-L. 1982: Foraminifera in Late Saalian, Eemian, Early and Middle Weichselian of the Skærumhede I boring. *Bull. geol. Soc. Denmark, 30, 97-109.*
- Konradi, P.B. & Knudsen, K.L. 1974: Foraminifera in the Skærumhede II boring: 43-57. In: Bahnson, H., Petersen, K.S., Konradi, P.B. & Knudsen, K.L., 1974.
- Kronborg, C., Bender, H. & Larsen, G. 1978: Tektonik som en medvirkende årsag til daldannelsen i Midtjylland. *Danmarks geol. Unders. Årbog for 1977, 63-76.*
- Larsen, G., Bauman, J. & Bjørn, O. 1986: Kwartargeologiske forhold under havbunden i Læsø Rende. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1985, 39-46.*
- Lehman, I. 1956: Danske jordskælvs. *Meddr. Dansk geol. Foren. 13, 88-103.*
- Lykke Andersen, A.-L. 1971: Foraminifera from the Older Yoldia Clay in Hirtshals: 159-184. In: Feyling-Hanssen, R.W., Jørgensen, J.A., Knudsen, K.L. & Lykke-Andersen, A.-L., 1971.
- Lykke-Andersen, A.-L. 1981: En ny C-14 datering fra Ældre Yoldia Ler i Hirtshals Kystklint. *Dansk geol. Foren., Årsskrift 1980, 1-5.*
- Lykke-Andersen, A.-L. 1982: Nogle nye C-14 dateringer fra Ældre Yoldia Ler i Hirtshals Kystklint. *Dansk geol. Foren. Årsskrift 1981, 119-121.*
- Lysdal, P. 1985: Minder fra Læsøs oldtid. *Museumsforeningen for Læsø, Årbog for 1984, 8-12.*

- Madsen, V. 1917: En kvartær dislokation ved Sundvik teglbrug i Skåne. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 39(5), 597-602.
- Meldgaard, S. & Knudsen, K.L. 1979: Metoder til indsamling og oparbejdning af prøver til foraminiferanalyser. Dansk Natur-Dansk Skole, Årsskrift 1979, 48-57.
- Mertz, E.-L. 1924: Oversigt over de sen- og postglaciale Niveauforandringer. Danmarks geol. Unders. (2) 41, 50 pp.
- Michelsen, O. 1967: Foraminifera of the late-quaternary deposits of Læsø. Meddr. dansk geol. Foren. 17, 205-264.
- Mörner, N.-A. 1969: The Late Quaternary history of the Kattegat Sea and the Swedish west coast. Sveriges geol. Unders. (C), 640, 487 pp.
- Nagy, J. 1965: Foraminifera in some bottom samples from shallow waters in Vestspitsbergen. Norsk Polarinst. Årbok 1963, 109-125.
- Schou, A. 1945: Det marine Forland. 236 pp H. Hagerups Forlag, København.
- Sorgenfrei, T. & Buch, A. 1964: Deep Tests in Denmark 1935-1959. Danm. geol. Unders. (3) 36: 146 pp.
- Stenestad, E. 1975: Københavnsområdets geologi især baseret på citybaneundersøgelserne. Danmarks geol. Unders. III (45), 149 pp.
- Tauber, H. 1966: Danske kulstof-14 dateringsresultater II. Meddr. dansk geol. Foren. 16, 153-176.
- Walton, W.R. 1964: Recent foraminiferal ecology and paleo-ecology. In: Imbrie, J. & Newel, N.D. (eds): Approaches to Pale-oecology: 151-237. Wiley & Sons New York.
- Ziegler, P.A. 1978: North-Western Europe: Tectonics and basin development. In: van Loon, A.J. (ed.): Key -notes of the MEGS-II. Geol. Mijnbouw 57, 589-626.

Denne rapport beskriver nogle resultater af de geologiske undersøgelser, som er udført på Læsø af DGU, Fredningstyrelsen og Aarhus Universitet i årene 1980-1986.

Hovedresultatet er, at den fra Vendsyssel velkendte Skærumhedeserie findes under Læsø i en omtrent identisk udvikling, og at denne aflejring såvel som marine, senglaciale og postglaciale aflejringer er forstyrret af tektoniske begivenheder, der sandsynligvis skal ses på baggrund af Læsøs strukturgeologiske placering i en forkastningszone.

Miljøministeriet

Danmarks Geologiske Undersøgelse  
Thoravej 31  
DK 2400 København NV  
Danmark  
Telefon 01 10 66 00

ISBN 87 88640 32 9

ISSN 0900-6257