

Kvartærstratigrafiske undersøgelser ved Gyldendal og Kås Hoved i det vestlige Limfjordsområde

JØRN BO JENSEN OG KAREN LUISE KNUDSEN

Jensen, J. B. & Knudsen, K. L.: Kvartærstratigrafiske undersøgelser ved Gyldendal og Kås Hoved i det vestlige Limfjordsområde. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1983*, side 35-54, København, 15. februar 1984.

At two localities, Gyldendal and Kås Hoved in the western part of the Limfjord-area, the Quaternary stratigraphy has been investigated. According to the grain size distribution, fine gravel analyses, till fabric measurements and tectonic analyses, four kineto-stratigraphic units can be established: Unit 1, glaciofluvial deposits and a sandy till laid down by an ice-sheet from the east; unit 2, a sandy till deposited from the northeast; unit 3, a clayey till and tectonic disturbances originating from an icemovement from the southeast and unit 4, glaciofluvial deposits and glaciotectonic deformations caused by an icemovement from the northeast.

At both of the localities Quaternary marine deposits have been found and the foraminiferal content has been investigated. Three samples (between unit 1 and 2) from Gyldendal contained foraminiferal faunas indicating a shallow arctic marine environment. These marine deposits are suggested to be of late Elsterian age. The marine sequence at Kås Hoved (below unit 2) contains boreal foraminiferal faunas from a water depth of more than about 15 m. These faunas reflect true interglacial conditions, and the faunal composition points to a Holsteinian age.

The age determination of the marine deposits permits a correlation of the kineto-stratigraphic units with established glacial advances: Unit 1 belongs to the Elsterian glaciation; unit 2 to the Drenthe (Saale I) advance, unit 3 to the Warthe (Saale II) advance, and unit 4 is referred to the Weichselian (NE-)advance.

Jørn Bo Jensen, Institut for almen Geologi, Øster Voldgade 10, 1350 København K.

Karen Luise Knudsen, Mikropalæontologisk Afdeling, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, DK-8000 Århus C. København, 1. november 1983.

I forbindelse med en kvartærgeologisk undersøgelse ved Venø Bugt i det vestlige Limfjordsområde er specielt kystlokaliteterne Gyldendal og Kås Hoved (fig. 1) fundet interessante, idet der her forekommer marine aflejringer overløjet af forskellige glaciale dannelser.

Tidligere undersøgelser har vist, at der findes marine sedimenter i området, idet leraflejringer ved Hostrup teglværk (fig. 1) blev tolket af Ussing (1903) som marine interglaciale Holstein aflejringer. Senere foreslog Rosenkrantz & Rasmussen (1963) og Hansen (1965), at de marine aflejringer ved Hostrup kunne være af Cromer alder. For om muligt at give en bedre aldersbestemmelse af Hostrup Leret har Knudsen (1977) undersøgt foraminiferfaunaer herfra og er kommet til det resultat, at der sandsynligvis er tale om marine sen-Elster aflejringer.

De marine aflejringer ved Gyldendal og Kås Hoved giver nye muligheder for en aldersbestem-

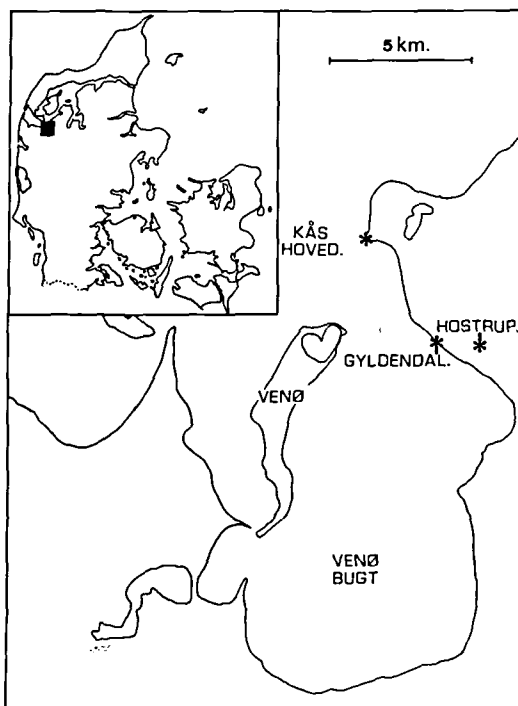


Fig. 1. Kort med de omtalte lokaliteter.

Locality map.

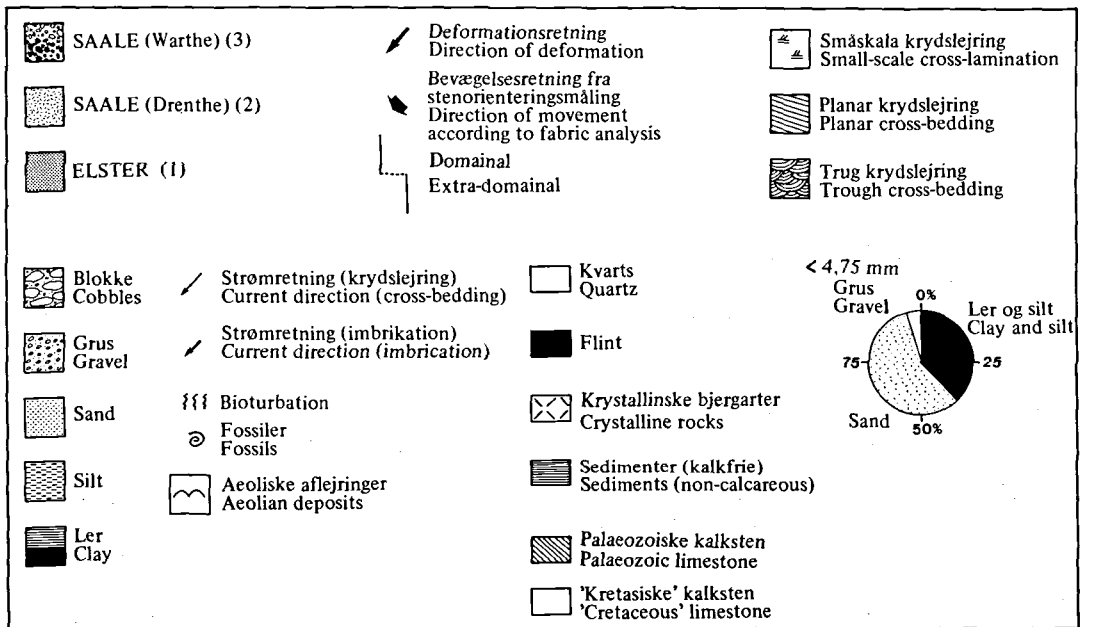
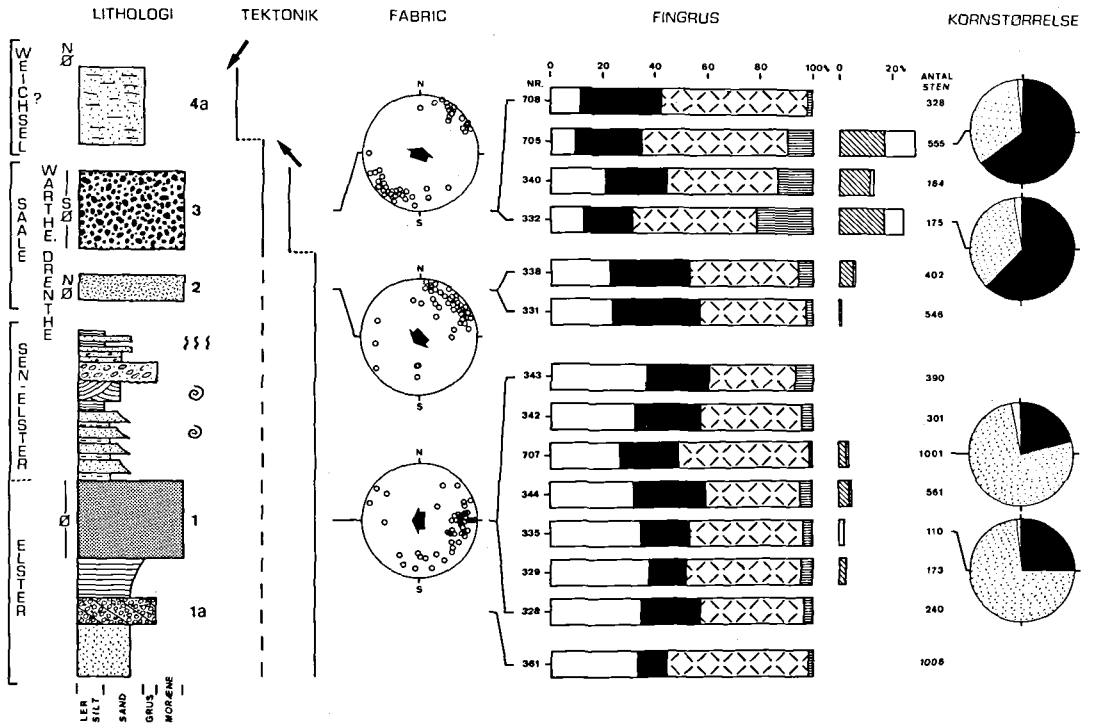


Fig. 2. Glacialstratigrafiske data fra klinten ved Gylkendal.

The glacial stratigraphy from the cliff at Gylkendal.

Prøve nummer		332	705	340
Antal kvartære foraminiferer per 300 g sediment		191	108	32
Foraminiferarter	<i>Ammonia batavus</i>	1		
	<i>Cassidulina reniforme</i>	1	6	(2)
	<i>Elphidium excavatum</i>	97	92	(27)
	<i>Islandiella islandica</i>	1		(1)
	<i>Nonton orbiculare</i>		1	(2)
	<i>Stainforthia loeblichii</i>		1	
	Ubestemte kvartære	1	1	(1)

Fig. 3. Omlejrede foraminiferer i 3 prøver fra den grå øvre moræne (3) i Gyldendal Klint. Den procentvise andel af de enkelte arter er angivet for prøverne 332 og 705, mens indholdet af foraminiferer er angivet direkte for prøve 340 (Analyser foretaget af John Frederiksen).

Reworked foraminifera in 3 samples from the upper till (3) from the coastal cliff at Gyldendal. Percentage distribution of the species is given for each of the samples 332 and 705, whereas the actual number of tests is indicated for sample 340 (Analysed by John Frederiksen).

melse, der er til stor hjælp ved tolkningen af de glacialle aflejrings alder. De foraminiferstratigrafiske undersøgelser af de marine sedimenter ved Gyldendal og Kås Hoved er foretaget af Karen Luise Knudsen, mens Jørn Bo Jensen har foretaget de sedimentologiske og glacialstratigrafiske undersøgelser i området.

Glacialstratigrafiske metoder og data-ark

Forskellige glacialstratigrafiske metoder er kombineret, og resultaterne er vist i data-arkene fig. 2 og 7. Data-arkene læses som hos Houmark-Nielsen & Berthelsen (1981) fra højre mod venstre, hvorved data aflæses med stigende grad af kinetostratigrafisk betydning.

Kornstørrelsesanalyserne er vist forenklede med opdeling i 3 grupper, ler + silt, sand og grus under 4,75 mm. Fraktionen over 4,75 mm er ikke medregnet, da det vil give for store udsving i resultaterne, idet prøvestørrelsen kun er på 300 g.

Fingrusanalysen er foretaget efter samme princip som beskrevet af Ehlers (1979) og Sjørring et al. (1982). Fraktionen 2,8–4,75 mm er sorteret i bjergartsgrupperne kvarts, flint, krystallinske bjergarter, kalkfrie sedimenter, palaeozoiske kalksten samt kretasiske og tertiære kalksten. Prøvenumrene er vist til venstre for fingrusdiagrammerne, og hver tælling er placeret ud for de

respektive enheder på den lithologiske lagsøjle. Til højre for fingrusdiagrammet ses det antal sten, som er talt i hver prøves kalkfrie del.

Udførte fabric målinger (N = 50) er plottet i Lambert arealtro net (polprojektion). Der er foretaget tektoniske analyser, og deformationerne er opdelt i dominale og extradominale i henhold til det kineto-stratigrafiske princip givet af Berthelsen (1978).

På data-arkene er det lithologiske lagsøjleprofil indtegnet. Til højre for den lithologiske lagsøjle er moræneenhederne og tilhørende smeltevandsenheder nummereret fra 1–4. Til venstre for den lithologiske lagsøjle ses de udledte kineto-stratigrafiske enheder og yderst til venstre den konkluderede glacialstratigrafi.

Gyldendal

Glacialstratigrafi

Lokaliteten (fig. 1) indeholder 3 forskellige moræneenheder og 3 vandafsatte enheder (fig. 2). Rækkefølgen af disse er en smeltevandsenhed (1a), en nedre moræneenhed (1), en marin aflejrning, to moræneenheder (2) og (3) samt en øvre smeltevandsenhed (4a).

Morænerne

Den nederste moræneenhed (1) har en mægtighed på mellem 3 og 4 m. Det er en lys, gul morænesand, som er båndet i den nederste halve meter af morænebænken, medens resten er massiv. Kornstørrelsesanalysen viser et sandindhold på over 75%. Fingrusindholdet er karakteristisk ved et stort indhold af kvarts 30–35%, et moderat indhold af flint 15–25% og et lavt indhold af palaeozoiske og kretasiske kalk 0–4%. Fabricanalysen er tolket som parallelorientering, hvor størstedelen af klasterne dykker let mod Ø, hvilket antyder isbevægelse fra Ø.

Den mellemste moræneenhed (2) har en mægtighed på 0,5–1 m og fremtræder som en massiv lys, grå og sandet moræneler. Karakteristisk for denne moræne er et stort flintindhold 30–35%, samt at kvarts- og flintindholdet tilsammen udgør mere end 50–55%. Yderligere ses et lavt indhold af palaeozoiske kalksten 1–5%. Langakseorienteringen med udtalt NØ dykkende fabric tolkes som isbevægelse fra NØ.

Den øverste moræneenhed (3) har en mægtighed på 1–4 m. Den er en kompakt, uforvitret, mørkegrå moræneler. Kornstørrelsesfordelingen

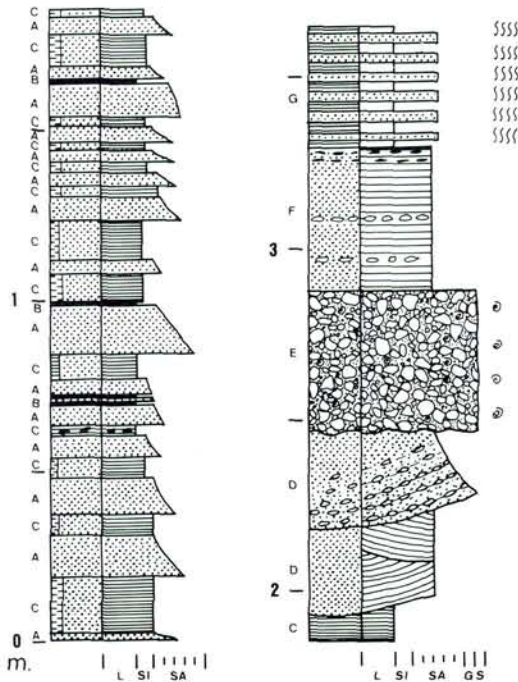


Fig. 4. Sedimentologisk log fra Gyldendal. Facies A, massiv sand. B, kulhorisont. C, lamineret ler-silt, heterolit. D, trugkrydslejrning. E, lerkonglomerat med mollusker. F, lamineret sand. G, massive ler og sand lag (bioturberet). Kornstørrelsesinddeling viser ler, silt, sand, grus og sten.

Sedimentological log from Gyldendal. Facies A, massive sand. B, coal horizon. C, laminated clay-silt, heterolith. D, trough-crossbedding. E, clay-conglomerate with molluscs. F, laminated sand. G, massive clay and sand beds (bioturbated).

viser et indhold på over 60% ler + silt. Fingrusanalyserne viser et bemærkelsesværdigt lavt kvartsindhold overvejende mellem 8 og 10%, et moderat flintindhold 18–30% og et specielt stort indhold af kalkfrie sedimentbjergarter 10–20% samt et højt indhold af palaeozoiske kalksten 16–20%. Endelig er der observeret et indhold af op til 15% lerrullesten i fingrusfraktionen (disse er ikke medregnet i fingrusdiagrammet). Fabricundersøgelsen viser langakse dyk både mod SV og NØ, den overvejende del af klasterne viser dog dyk mod SV, hvilket antyder isbevægelse fra SV. Hele moræneenhed 3 er kippet svagt mod NØ af senere isfremstød. Derved er moræneenheden med stenene reorienteret, så en del langakser dykker mod NØ.

Analysen af omlejrede kvartære foraminiferer i tre prøver fra den øvre moræne (3) viser, at der er en ret ensartet fordeling af arter i denne enhed

(fig. 3). Foraminiferindholdet svarer til en blanding af de arter, som kendes fra de forskellige underliggende marine aflejringer i området (se beskrivelse side 46–49).

Smeltevandsaflejringerne

På grund af kraftige deformationer i klinten har det ikke været muligt at udføre nøjere sedimentologiske analyser af enhederne 1a og 4a, som dog begge formodes at være smeltevandsaflejringer. En fingrusanalyse af det kalkfrie gruslag i enhed 1a viser et stort kvartsindhold 32% og et lille flintindhold 11%.

Marine aflejringer

Kun enkelte afsnit af de marine aflejringer mellem moræne 1 og 2 er sedimentologisk analyseret (fig. 4 og 5).

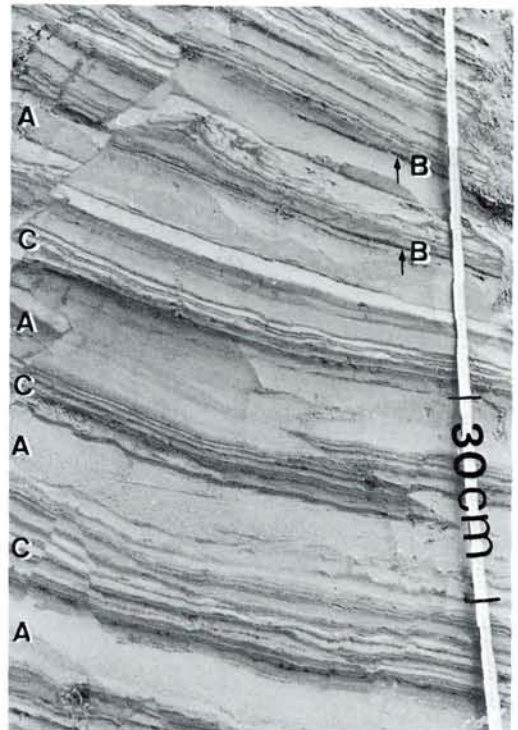


Fig. 5. Marine aflejringer ved Gyldendal, 0–1,9 m (se side 39). Facies A, massiv normalgraderet sand. B, alloctone kulhorisont. C, lamineret heterolitisk ler-silt.

Marine deposits at Gyldendal, 0–1,9 m (cf. page 39). Facies A, massive sand normalgraded. B, alloctone coal horizon. C, laminated heterolithitic clay-silt.

0–1,9 m:

Facies A, massiv normalgraderet, fin til mellemkornet sand, tykkelse 10–15 cm.

Facies B, 1–2 cm tykke alloctone kulhorisonter.

Facies C, lamineret ler-silt-sand, oftest heterolitisk, 5–15 cm tykke.

1,9–3,6 m:

Facies D, storskala trugkrydslejring, mellemkornet sand flere steder med lerklaste i grusstørrelse. Lerklasterne markerer de enkelte beddingplaner. Tykkelse 50 cm.

Facies E, klastunderstøttet lerkonglomerat, klastestørrelsen er grus. Konglomeratet er erosivt dannet og indeholder marine muslingskaller med sammenhængende højre og venstre skaller. Det er således et intraformationelt konglomerat. Tykkelse ca. 50 cm.

Facies F, horisontalt lamineret, fint til mellemkornet sand med enkelte lag af ler- og kul gruspartikler. Tykkelse ca. 40 cm.

Facies G, skiftevis sand og lerlag, bioturberet fra leret ned i sandet. Tykkelse ca. 35 cm.

Sikre beviser på et marint miljø er de marine muslingskaller med sammenhængende skaller samt foraminiferindholdet i facies C, E og G (se side 46).

Det marine miljø (0–1,9 m) har været præget af skiftevis roligt- og strømmende vand (heterolitisk silt-sand facies C). Dette system er fra tid til anden blevet afbrudt af kraftige vandbevægelser, hvor facies A er blevet aflejret, måske i forbindelse med en stormsituation.

Fra 1,9–3,6 m præges af en kanal (lag conglomerate) og den følgende opfyldning af denne.

Den nævnte faciessekvens kan findes i kystnære tidevandsområder (Reineck & Singh 1980, Gravesen, Rolle & Surlyk 1982). En grundigere miljøtolkning kræver flere oplysninger. Det har f.eks. ikke været muligt at spore periodicitet, hvilket kunne ventes i et tidevandsmiljø (Visser 1980).

Glacialtektonik

Der er opmålt et detaljeret profil (fig. 6), og målte lagorienteringer og foldeakser er indtegnet i Wulff-net.

Under øvre moræne (3) er enhederne præget af overskydninger med bevægelsesretning mod NV samt af enkelt konjungerende forkastningssystem

med modsat bevægelsesretning (fig. 6, ved 80 m). Der ses slæbfolder op mod moræneenhed 3 og mod overskydningsplanerne. Slæbfolderne er såvel i centimeterstørrelse som i meterstørrelse. Akserne er orienteret NØ og SV, og alle målinger antyder et istryk fra SØ (fig. 6, diagram A, B, E og F).

Samtlige aflejringer i klinten er deformeret fra NØ, de ældste aflejringer dog kun i svagere grad. Da profilveretningen er næsten vinkelret på denne deformationsretning, betyder det, at dislocationerne kun ses som repetition af moræneenhed 2 og 3 og som en enkelt lille fold i et meget skævt snit (fig. 6, diagram C).

Kineto-stratigrafi

Som foreslået af Berthelsen (1978), kan lagfølgen inddeles i kineto-stratigrafiske enheder baseret på isfremstødernes bevægelsesretninger. Smeltevandsenheder kan eventuelt på grundlag af paleostrømretninger kobles til en bestemt moræneenhed og dermed indføres i en bestemt kineto-stratigrafisk enhed. Deformationer i smeltevandsenheder kan afsløre isoverskridelser, hvorfra morænen mangler.

Ved Gyldendal er det muligt at inddele lagfølgen i 4 kinetostratigrafiske enheder.

Den nederste moræne (1) danner en Ø-enhed og mellemste moræne (2) en NØ-enhed. Idet tektonikken anses for at være mere betydende end fabricmålingerne antages øvre moræne (3) at være en SØ-enhed.

Dislokationer i øverste smeltevandsenhed (4a) viser tilstedeværelsen af en yngre NØ-enhed, hvis moræne ikke er sporet.

Kås Hoved

Glacialstratigrafi

Lokaliteten indeholder 2 moræner, 4 vandafsatte enheder og 1 aeolisk enhed (fig. 7). Nederst ses en marin aflejring efterfulgt af en smeltevandsenhed, en nedre moræne (2), en smeltevandsenhed, en øvre moræne (3), og en øvre smeltevandsenhed (4a). Profilet er dækket af flyvesand.

Morænerne

Den nederste moræne (2) over det marine ler har en tykkelse på ca. 3 m. Det er en massiv lys, gul og leret morænesand, hvor kornstørrelsesanalysen viser et sandindhold på mellem 60 og 75%. Fingrusindholdet er karakteristisk ved et flintindhold

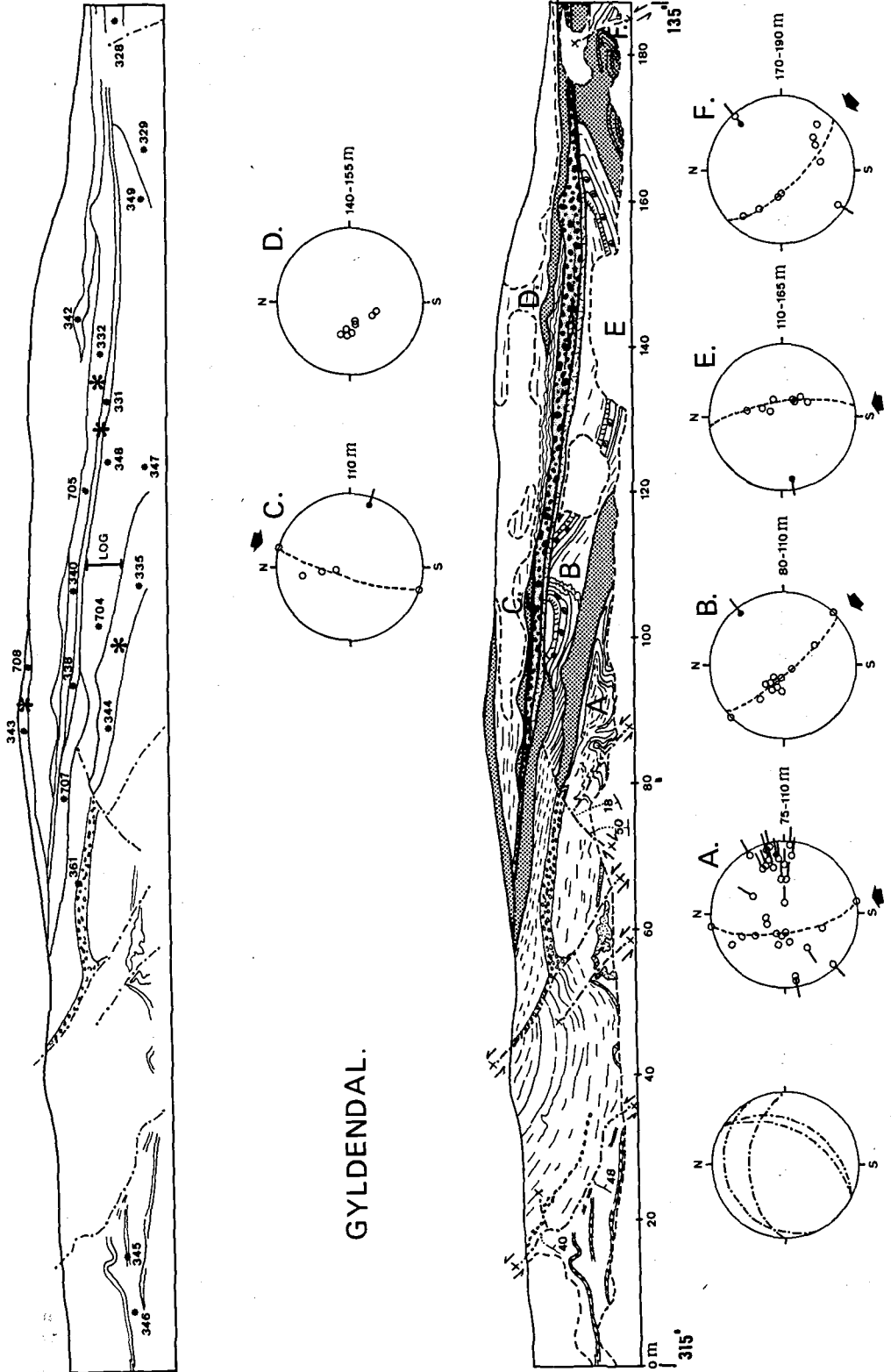


Fig. 6. Kystkanten ved Gyldendal. Øverste profil viser placeringen af de analyserede prøver. Signaturer som i fig. 10.

The coastal cliff at Gyldendal. Upper profile shows the position of analysed samples. Legend see fig. 10.

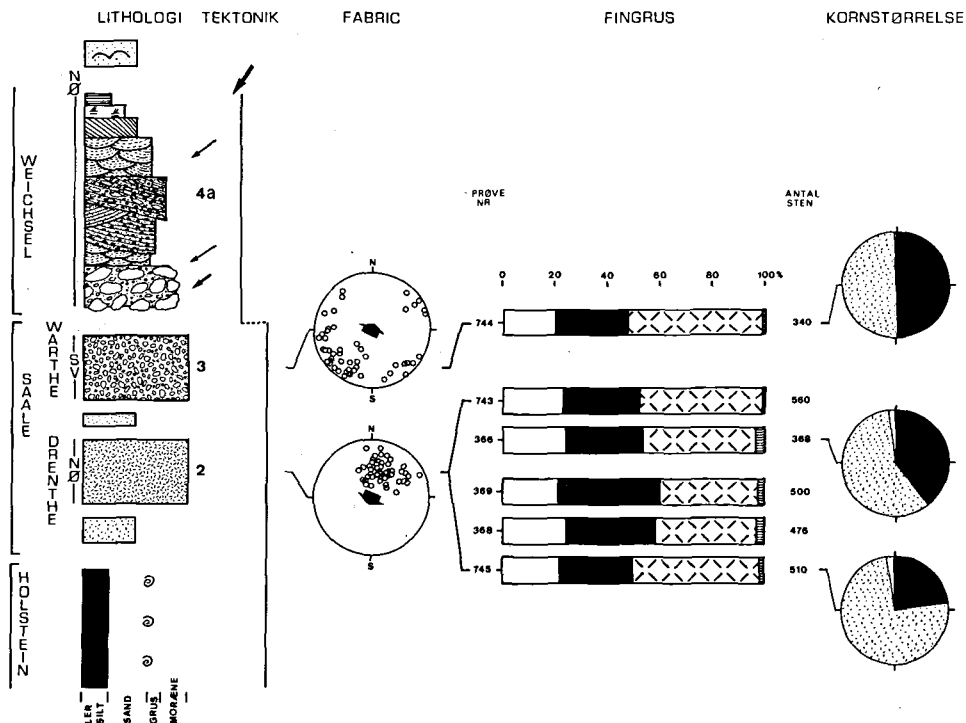


Fig. 7. Glacialstratigrafiske data fra klinten ved Kås Hoved. Signaturer som i fig. 2.

The glacial stratigraphy from the cliff at Kås Hoved. Legend as in fig. 2.

på 30–40%, og ved at flint og kvartsindholdet tilsammen er 50–60%. Morænen er kalkfri. Fabricmålingerne viser et generelt langaksedyk mod NØ, som antyder isbevægelse fra NØ. Dog bør det nævnes, at de store dyk kunne tyde på »en block« reorientering af morænen.

Øvre moræne (3) har en mægtighed på 1,5–2 m. Den fremtræder massiv lys, grå med karakteristiske turkise forvitningspletter. Enheden er moræneler med et ler-silt indhold på 50%. Fingrusanalysen viser et kvartsindhold på 20%, et flintindhold på 25%, et meget lavt indhold af kalkfrie sedimenter 2% og fuldstændig mangel på kalk. Yderligere ses et indhold på ca. 2% lerrullesten (ikke medregnet i fingrusdiagrammet). Fabricmålingerne viser spredt langakse dykretning, men med et tydeligt maximum mod SV, som antyder isbevægelse fra SV.

Smeltevandsaflejringerne

Der er foretaget en sedimentologisk analyse i smeltevandsenhed 4a (fig. 8). Til faciesinddeling er benyttet det af Miall (1977, 1978) foreslåede

faciessystem. Her er kun nævnt de for denne undersøgelse relevante facies.

Facies GM, klastunderstøttet massivt eller dårligt lagdelt grus: Ud over grus er der et vist indhold af sten og blokke. Middelkornstørrelsen 2–10 cm, største klast større end 30 cm. Strukturerne er massiv eller dårlig horisontal lagdeling til lavvinklet krydslejring. Der forekommer linser af ler, silt og sand med bevarede sedimentære strukturer. Der findes både normalgradering og indslag af såvel specielt grove som af fine lag. Imbrikation er typisk og viser unimodal strømretning mod SV. GM facies er erosiv i bunden, og den horisontale udbredelse er op til flere hundrede meter. Tykkelsen af lagene er 30–200 cm.

Facies ST, trugkrydslejret sand: Kornstørrelse mellem til grovkornet sand, stedvis graderet. Hvert enkelt trug er erosivt. Sættykkelsen 5–30 cm, tykkelse af den enkelte enhed (coset) er 10–100 cm. Paleostrømretningen er i dette tilfælde unimodal mod SV.

Facies SP, planart krydslejret sand: Mellemkornet til grovkornet sand. Angulære eller tangenti-

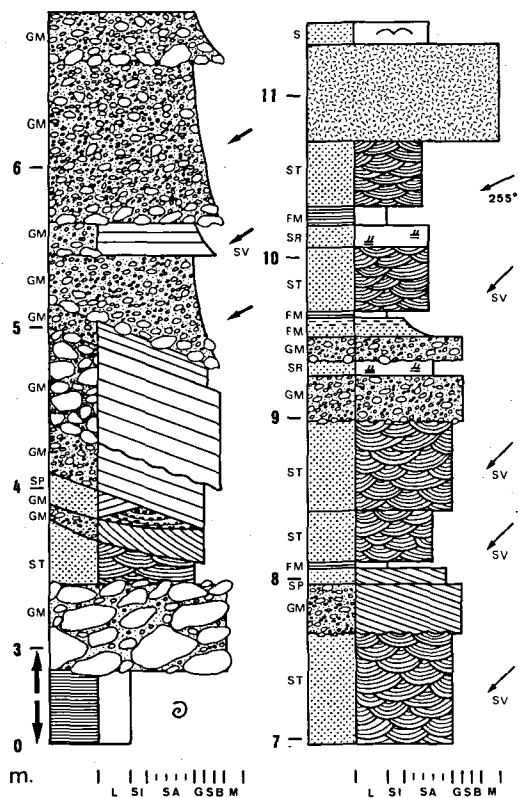


Fig. 8. Sedimentologisk log fra Kås Hoved. Faciessystem efter Miall (1977). Facies GM, klastunderstøttet massivt eller dårligt lagdelt grus. ST, trugkrydslejret sand. SP, planart krydslejret sand. SR, ribbekrydslejret sand. FM, massivt finkornet sand, silt og ler. S, aeolisk sand. Ved 11 m ses ca. 70 cm Drenthe moræne (2).

Sedimentological log from Kås Hoved. Faciessystem according to Miall (1977). Facies GM, massive or crudley bedded gravel. ST, trough-crossbedded sand. SP, planar-crossbedded sand. SR, ripple cross-laminated sand. FM, mud, silt and sand drap. S, aeolian sand. At 11 m, 70 cm of the Drenthe till (2) appears.

elle forsæt. Sættykkelsen er 5–100 cm. Kun få meters horisontal udbredelse. Reaktiveringsflader forekommer.

Facies SR, ribbekrydslejret sand: Kornstørrelse fin- til mellemkornet sand. Strukturerne er småskala trugkrydslejring eller planar krydslejring, stedvis klatrende. Lagtykkelsen er 5–30 cm.

Facies FM, massiv finkornet sand, silt og ler: Findes i skarp afgrænsede linser eller bånd fra få mm til få cm tykke med meget begrænset lateral udbredelse. Findes som udfyldninger i underliggende lag.

Nedre del af smeltevandsenhed 4a, fra 3–7 m, er overvejende facies GM, ind imellem forekommer

dog linser af ST og SP. Der er i flere lag normalgradering og imbrikation. Aflejringen er dannet i et flettet flodsysteems proximale del, hvor vandet er koncentreret i få løb med højt energiniveau, som giver ophav til dannelse af »gravel sheets« eller longitudinale barer (Boothroyd & Ashley 1975, Miall 1977).

Fra 7–11,5 m ses tydeligt en generel finende opad. Mest dominerende er facies ST, som viser et unimodalt strømmønster. Denne facies er dannet som lunate megaribber i kanaler eller på longitudinale- eller transverse barer under faldende vandføring. Den laterale vandring af den flettede flods kanaler er årsag til dannelse af de cykliske finende opad enheder, hvor facies GM, ST, SP, SR og FM indgår. Facies GM og ST er erosive i bunden, hvilket bevirker, at den cykliske udvikling ikke ses helt konsekvent bevaret. Kombinationen af generelt finende opad- og cyklisk finende opad-sekvenser viser, at aflejringen bliver mere distal op gennem profilet. Paleostrømretningen er konsekvent mod SV.

Marine aflejringer

De marine aflejringer danner basis i Kås Hoved klinten og er blottet over en strækning på ca. 300 m med tykkelser på op til 4 m. De marine sedimenter fremtræder (fig. 9) som en massiv, mørkegrå, siltholdig ler. På steder, hvor de glaciale deformationer ikke er så voldsomme, kan det ses, at enheden er gennembioturberet, og gravegange ses tydeligt (specielt på forvitrede overflader). Desuden findes muslingen *Leda pernula* siddende med højre og venstre skal sammen overalt. *Leda pernula* lever på vanddybder over 15–20 m (Johansen, i Ussing 1903), hvorfor det formodes, at de marine aflejringer ved Kås Hoved er en shelf aflejring.

Glaciale tektonik

Først efter aflejringen af den yngste smeltevandsenhed (4a) er klinten disloceret. I klintprofilet B (fig. 10) ses en slæbfold (akseretning NV-SØ) bestående af marint ler. Leret er trukket op i smeltevandsenhed 4a langs en overskydning med bevægelsesretning mod SV. Dette antyder istryk fra NØ. I størstedelen af klinten ses deformationerne ikke umiddelbart, idet profilretningen er vinkelret på deformationsretningen, men lagorienteringsmålinger i klintprofilet C (85–225 m) antyder et muligt istryk fra N eller S (fig. 10). I den SØ-ligste



Fig. 9. Marint ler fra Kås Hoved med *Leda pernula* i naturlig størrelse.



Marine clay from Kås Hoved with *Leda pernula* in scale.

del af klintprofilen C (225–395 m) hælder lagfladerne mod NV, og en enkelt slæbfold med akse-retning ØNØ-VSV antyder istryk fra NNV. I hele profilet repeteres moræneenhed 2 flere gange op over smeltevandsenhed 4a fra NØ.

Kineto-stratigrafi

Ved Kås Hoved er det muligt at inddele lagfølgen i 3 kineto-stratigrafiske enheder. Den nederste moræne (2) danner en NØ-enhed, den øvre moræne (3) danner en SV-enhed, og dislokationer i øverste smeltevandsenhed (4a) viser tilstedeværelsen af en NØ-enhed fra et isfremstød, som ikke har aflejret nogen moræne på denne lokalitet. Smeltevandsenhed 4a viser generel paleostrømretning mod SV og kan således med rimelighed henføres til den yngste NØ-kineto-stratigrafiske enhed.

Foraminiferer i de marine lag ved Gyldendal og Kås Hoved

Metoder til foraminiferanalyser

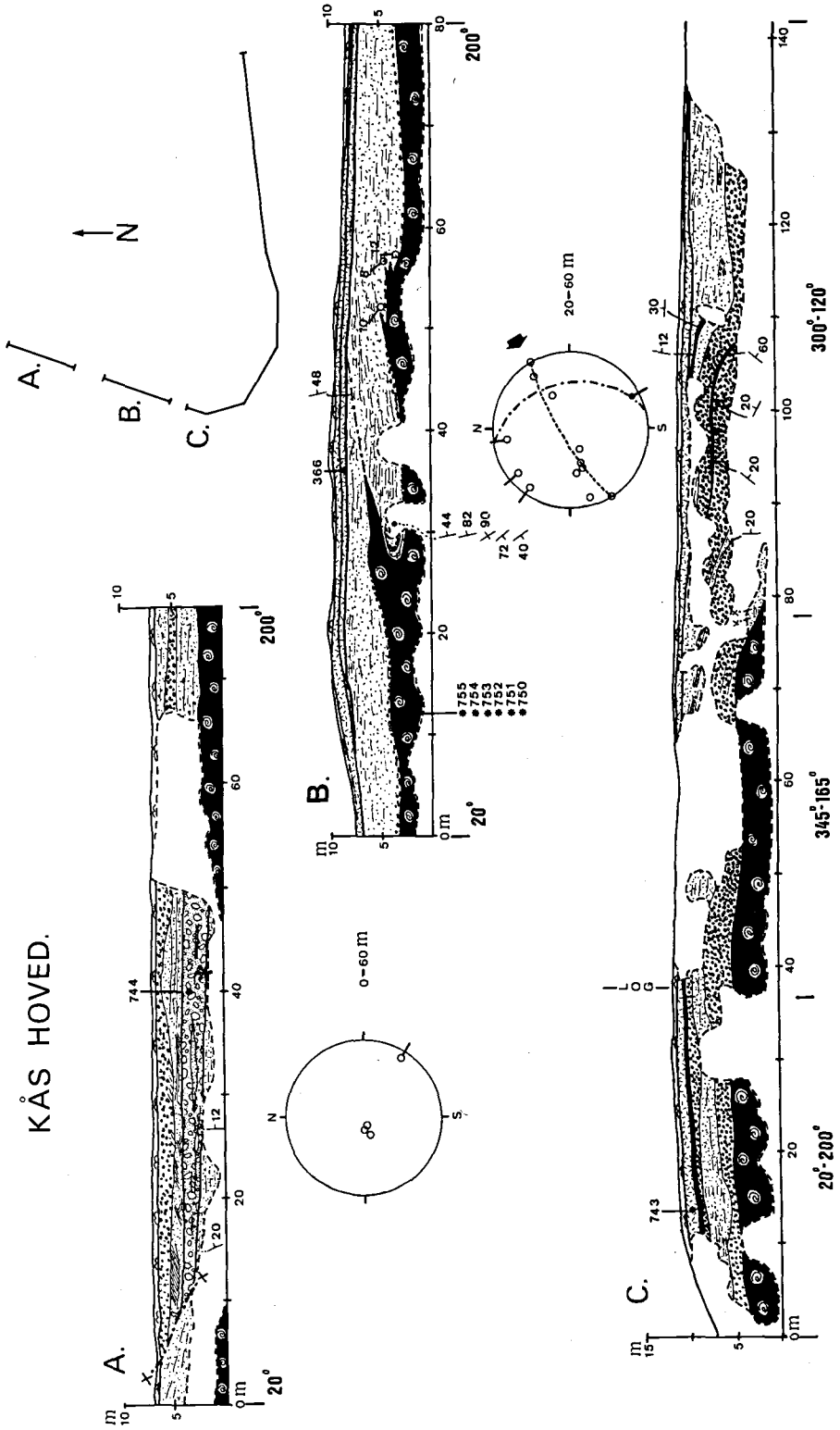
Prøver til foraminiferanalyser er oparbejdet i laboratoriet efter de metoder, som er beskrevet af Feyling-Hanssen et al. (1971) og af Meldgaard & Knudsen (1979). Foraminiferer i størrelsesfraktionen 0,1–1,0 mm er koncentreret ved hjælp af en tung væske med massefylden 1,75 g/cm³. Der er analyseret mellem 300 og 500 kvartære eksempla-

rer i hver prøve, og den procentvise forekomst af de hyppigste arter er angivet i fordelingsdiagrammet, fig. 11. I prøver, hvor antallet af kvartære foraminiferer er mindre end 300, er det totale antal analyseret. Når indholdet er mindre end 100, er antallet af eksemplarer angivet i diagrammet i stedet for den procentvise andel.

I højre side af diagrammet (fig. 11) er vist antallet af kvartære og antallet af prækvartære foraminiferer per 100 g tørt sediment. Den faunistiske dominans og den faunistiske spredning er defineret af Walton (1964), som henholdsvis den procentvise andel af den hyppigste art og antallet af arter, som udgør 95% af faunaen regnet fra den hyppigste. Disse parametre giver et generelt mål for aflejningsmiljøets variabilitet eller stabilitet. Et ekstremt miljø vil give lave værdier for faunistisk spredning og tilsvarende høj faunistisk dominans, mens et normalt marint miljø med stabile forhold giver større faunistisk spredning og lavere dominans.

I diagrammets (fig. 11) venstre side er vist kumulative søjler for kornstørrelsesfordelingen af de tre fraktioner < 0,1 mm, 0,1–1,0 mm og > 1,0 mm, som fremkommer ved oparbejdning af prøver til foraminiferanalyser. Disse søjler skal blot give en grov oversigt over sedimenternes karakter, idet en nøjere beskrivelse af selve sedimen-

KÅS HOVED.



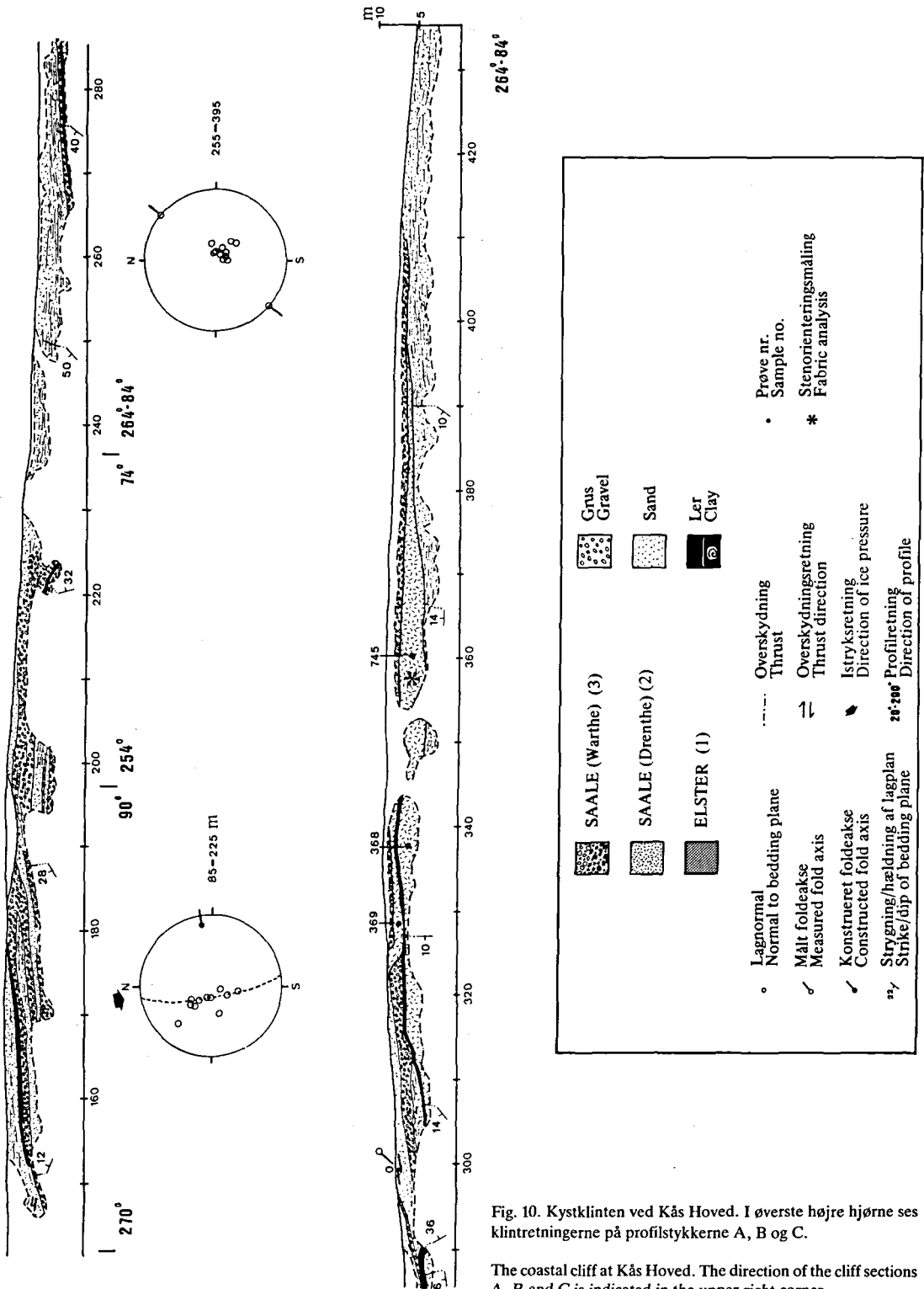


Fig. 10. Kystklinten ved Kås Hoved. I øverste højre hjørne ses klintretningerne på profilstykkerne A, B og C.

The coastal cliff at Kås Hoved. The direction of the cliff sections A, B and C is indicated in the upper right corner.



Fig. 13. Foraminiferfauna fra prøve 349, Gyldendal Klint ($\times 35$). Det er en typisk arktisk fauna med dominans af *Elphidium excavatum*, forma *clavata* og *Cassidulina reniforme*.

Foraminiferal fauna from sample 349, Gyldendal Cliff ($\times 35$). It is a typical arctic faunal composition with *Elphidium excavatum*, forma *clavata* and *Cassidulina reniforme* as the dominant species.

på dybder over 15–20 m, idet den kræver højere og mere stabil salinitet, end der normalt findes på helt lavt vand.

Både faunistisk spredning og artsantal har meget lave værdier i de tre faunaer fra Gyldendal. Den faunistiske dominans er meget høj (95 og 96) i to af prøverne og lidt lavere i prøve 349 (75). Som helhed tyder disse værdier på helt ekstreme økologiske forhold, hvilket også er i overensstemmelse med at selve artssammensætningen tyder på lave vanddybder.

Der er et meget stort indhold af prækvartære foraminiferer i prøverne fra Gyldendal Klint. På grund af den fine bevaringsform af de kvartære foraminiferer i forhold til de prækvartære, er der dog ingen tvivl om, at prøverne repræsenterer marine aflejringer. Det store prækvartære indhold, som består af foraminiferer fra både Kridt og Tertiær, må skyldes nederodering af nærliggende forekomster af sådanne aflejringer.

Arktiske faunaer, med en artssammensætning som her beskrevet fra Gyldendal Klint, kendes fra

marine istidsaflejringer både fra Elster, Saale og Weichsel i det danske område, forudsat at de økologiske forhold har været nogenlunde tilsvarende. Et bemærkelsesværdigt træk ved faunaerne fra Gyldendal er imidlertid, at et stort antal eksemplarer af *Cassidulina reniforme* har en globulær form med oppustede kamre og hermed meget indskårne suturer. Dette giver faunaerne en speciel lighed med faunaer fra Hostrup Leret, som er beskrevet af Knudsen (1977) fra et område ca. 2 km øst for Gyldendal. På grundlag af sammenligninger med faunaer fra andre kendte marine glaciæle aflejringer (Knudsen 1977), menes Hostrup Leret, og således også de marine aflejringer fra Gyldendal Klint, at kunne henføres til sen Elster.

Foraminiferer i de marine lag i Kås Hoved

Fra den marine lagserie i Kås Hoved er der udtaget en serie prøver til foraminiferanalyser. Prøveafstanden er 70 cm, og prøvernes lokalisering i klinten ses på profilet fig. 10. Den procentvise fordeling af de hyppigste foraminiferer er vist på

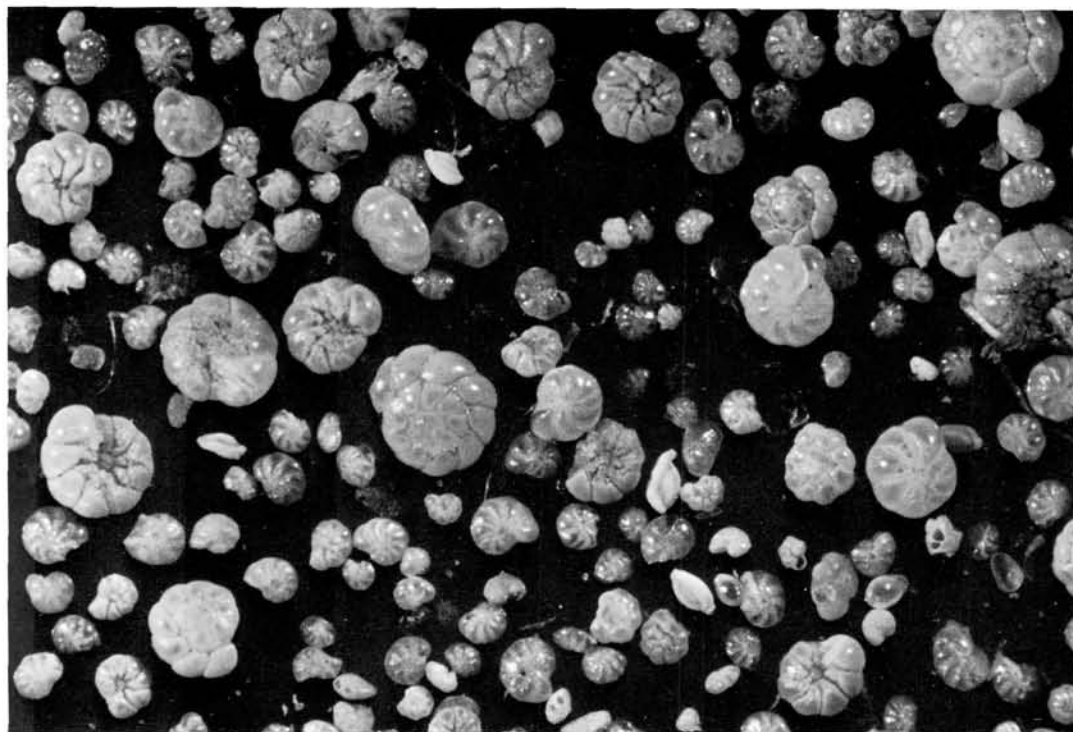


Fig. 14. Foraminiferfauna fra prøve 753, Kås Hoved ($\times 25$). Faunaen afspejler boreale forhold, og de dominerende arter er *Elphidium excavatum*, forma *selseyensis* og *Ammonia batavus*.

Foraminiferal fauna from sample 753, Kås Hoved ($\times 25$). The fauna reflects boreal conditions, and the dominant species are *Elphidium excavatum*, forma *selseyensis* and *Ammonia batavus*.

diagrammet, fig. 11. Faunaerne er meget ensartede gennem hele den undersøgte lagserie. De dominerende arter er *Elphidium excavatum*, der forekommer som den boreale forma *selseyensis*, og *Ammonia batavus*. Almindeligt forekommende er *Nonion orbiculare* og i visse prøver også arter som *Quinqueloculina stalkerii*, *Elphidium albumbilicatum*, *E. williamsoni* og *E. gerthi*. Faunaerne er karakteriseret af forholdsvis høj faunistisk dominans. Den faunistiske spredning er lav (2–5), mens artsantallet er stort.

Dominansen af *E. excavatum* sammen med store lobulate former af *Ammonia batavus* med umbilikal pløk (fig. 14) tyder på ret åbne aflejningsforhold og på vand med normal marin salinitet. Netop denne form af *A. batavus* er karakteristisk for recente Nordsøfaunaer. Vanddybden er vanskelig at bedømme ud fra faunasammensætningen i Kås Hoved, men mest sandsynlig er nok en aflejningsdybde på 15–20 m.

Faunaerne fra Kås viser boreale marin-økologiske forhold, og aflejringen må således være dan-

net under interglaciale forhold. Det lusitanske indslag af *Elphidium translucens* Natland og *E. lidoense* Cushman, som karakteriserer interglaciale lavtvandsfaunaer fra Eem i Vestjylland og det vestlige Limfjordsområde (Sørensen 1980), er ikke fundet i faunaerne fra Kås hoved. Faunaerne har derimod stor lighed med faunaer beskrevet fra Holstein i SV Jylland (Buch 1955 og 1963; Knudsen, under bearbejdelse). Det anses derfor som mest sandsynligt, at de marine aflejringer ved Kås Hoved er af Holstein interglacial alder.

Tilsvarende boreale foraminiferfaunaer kendes ikke fra Hostrup, ca. 5 km SØ for Kås Hoved. I den øvre del af Hostrup Leret viser faunaerne en begyndende mildning af de marin-økologiske forhold (Knudsen 1977); men egentlige interglaciale faunaer er ikke fundet.

Foraminiferliste

Den følgende liste over foraminiferer omfatter kun de udvalgte arter, som er medtaget i fordelingsdiagrammet, fig. 11. Foruden disse er en del

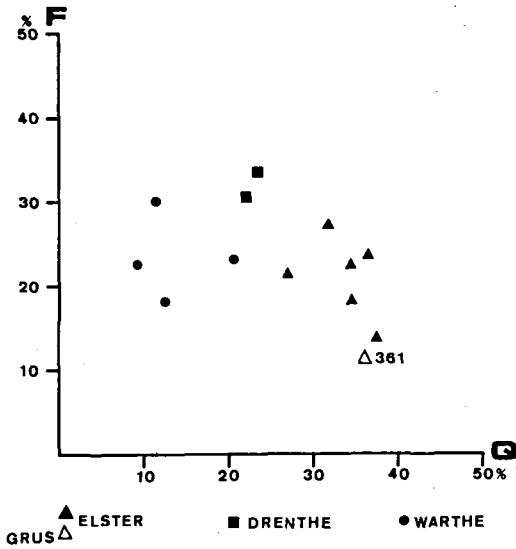


Fig. 15. Fingrusprøverne fra Gyldendal ordnet efter kvarts/flint forholdet.

Fine gravel analyses from Gyldendal organized according to the ratio of quartz and flint.

yderligere arter registreret i materialet. Nogle af disse er samlet i slægter eller familier i diagrammet, mens andre ikke er medtaget, fordi de kun er sjældent forekommende.

- Ammonia batavus* (Hofker, 1951)
- Aubignyna perlucida* (Heron-Allen & Earland, 1913)
- Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland, 1930
- Buccella frigida* (Cushman, 1922)
- Buccella frigida* (Cushman), var. *calida* (Cushman & Cole, 1930)
- Bulimina marginata* d'Orbigny, 1826
- Cassidulina reniforme* Nørvang, 1945
- Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob, 1798)
- Elphidium albiumbilicatum* (Weiss, 1954)
- Elphidium excavatum* (Terquem), forma *clavata* Cushman, 1930
- Elphidium excavatum* (Terquem), forma *selseyensis* (Heron-Allen & Earland, 1911)
- Elphidium gerthi* van Voorthuysen, 1957
- Elphidium magellanicum* Heron-Allen & Earland, 1932
- Elphidium williamsoni* Haynes, 1973
- Nonion germanicum* (Ehrenberg, 1840)

- Nonion orbiculare* (Brady, 1881)
- Quinqueloculina stalkerii* Loeblich & Tappan, 1953
- Stainforthia fusiformis* (Williamson, 1858)

Glacialstratigrafi ved Gyldendal

De kineto-stratigrafiske enheder ved Gyldendal blev aflejret af isfremstød fra henholdsvis Ø, NØ, SØ og NØ.

Bestemmelsen af de marine aflejringer til at være af sen Elster alder viser, at moræne 1 (kineto-stratigrafiske enhed fra Ø) er ældre end sen-Elster. De fremhævede fingrus karakteristika tyder på, at moræne 1 og smeltevandsenhed 1a er af Elster alder, Stårup-Trelde typen (Sjørring & Frederiksen 1980). Denne type er også observeret i Nordtyskland (Ehlers 1979). Det bør dog bemærkes, at fingruskorrelationer over så store afstande kan være problematiske.

Moræne 2 (ældste kineto-stratigrafiske enhed fra NØ) viser et fingrusindhold, der svarer til Drenthe (Saale I) morænen (Sjørring & Frederiksen 1980). Den af Ødum (1968) beskrevne ledebloktype »flintkonglomerat«, anses af Sjørring (1983) at være transporteret til Jylland og Nordtyskland af Drenthe fremstødet. Da der er fundet adskillige flintkonglomerat blokke ved Gyldendal, formodes det, at der er Drenthe aflejringer i området. En af de fundne flintkonglomeratblokke er specielt interessant, idet klasterne udelukkende består af granit og gnejs. Den NØ-lige bevægelsesretning på fabricmålingerne viser, at der er tale om en selvstændig enhed og ikke blot om sålen af moræne 3 som »smager« af Drenthe morænen, hvilket man kunne foranlediges til at tro på grund af morænenes ringe mægtighed.

Moræne 3 (kineto-stratigrafisk enhed fra SØ) viser, med sit store indhold af palaeozoiske kalksten, et udpræget baltisk stenindhold. Denne moræne har stort set identisk fingrusindhold med Warthe (Saale II) morænen i sydvest Jylland beskrevet af Sjørring & Frederiksen (1980) og i Nordtyskland beskrevet af Ehlers (1979). Indholdet af omljrede foraminiferer i morænen viser sen-Elster og Holstein faunaer. Warthe fremstødets største udbredelse er tolket til kun at dække den syd-vestlige del af Jylland (Sjørring 1983). Fremover må Warthe isens udbredelse udvides mod NV til også at dække det vestlige Limfjords område, som tidligere omtalt af Milthers (1942: 103).

Øverste kineto-stratigrafiske enhed fra NØ for-

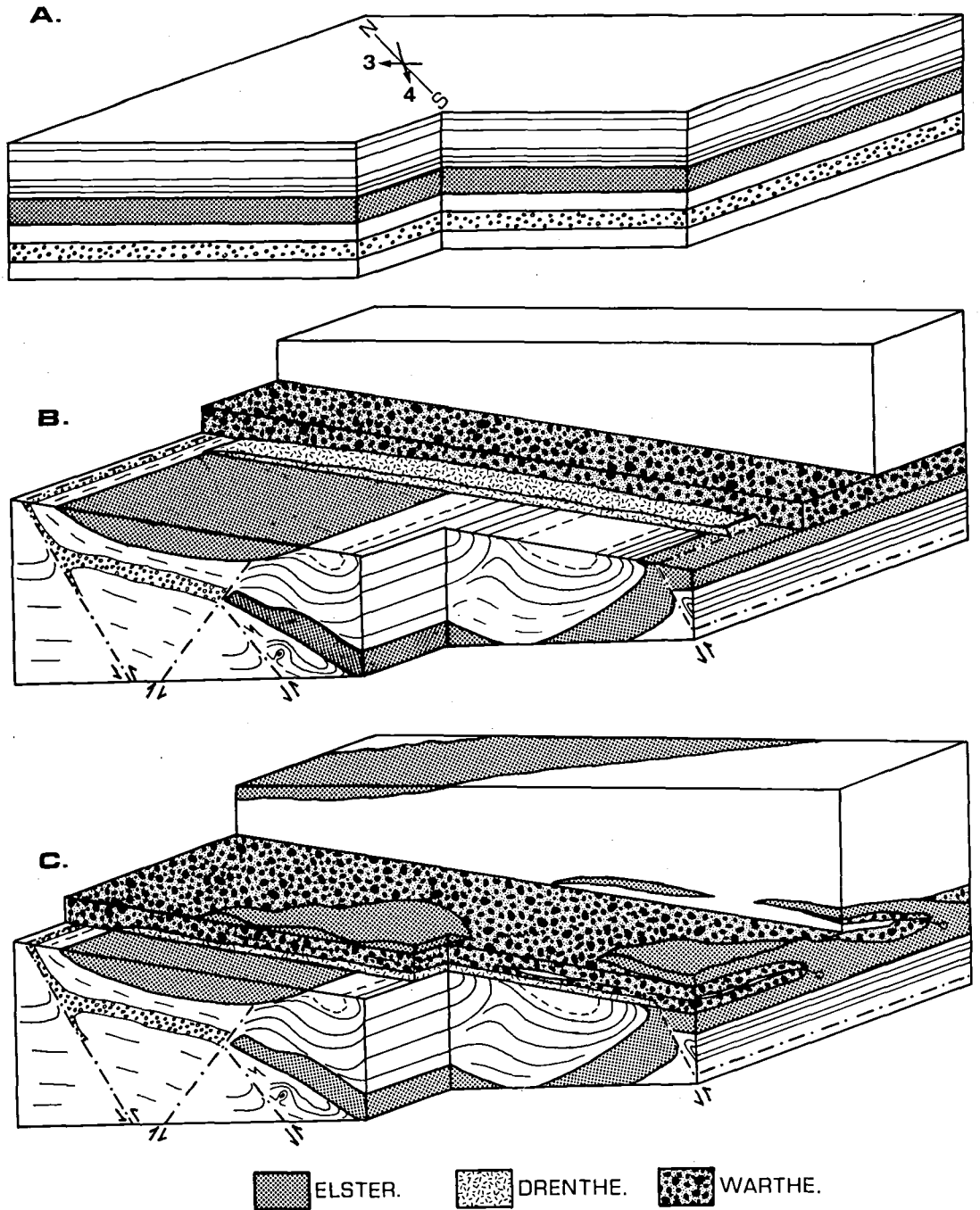


Fig. 16. Den glacielle udviklingshistorie ved Gyldendal fra Elster til Holocæn. Pil nr. 3 er Warthe istryksretningen fra SØ. Pil nr. 4 er Weichsel istryksretningen fra NØ.

The glacial history at Gyldendal from Elsterian to Holocene. Arrow no. 3 is the Warthe icepressure from the SE, and no. 4 is the Weichselian icepressure from the NE.

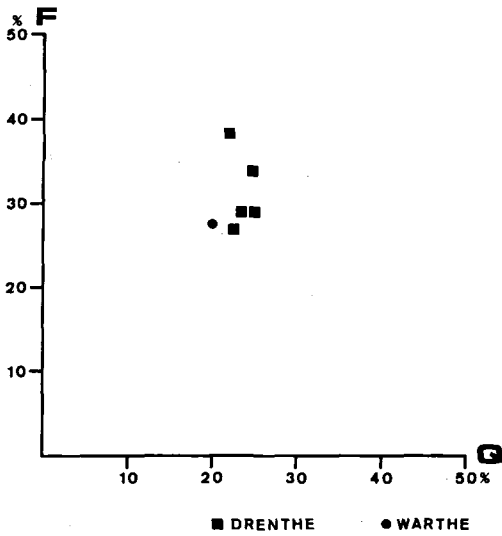


Fig. 17. Fingrusprøverne fra Kås Hoved ordnet efter kvarts/flint forholdet.

Fine gravel analyses from Kås Hoved, organized according to the ratio of quartz and flint.

modes at tilhøre Weichsel, medens placeringen af smeltevandsenhed 4a i Weichsel kun bygger på erfaringer fra andre lokaliteter i området.

På figur 15 ses et diagram, hvor fingrusprøverne fra Gyldendal vurderes ud fra forholdet mellem kvarts og flint. Det ses tydeligt, at moræneenhed 1, 2 og 3 kan adskilles, og at de har typiske henholdsvis Elster, Drenthe og Warthe spektre (Sjørning & Frederiksen 1980). Yderligere ses, at prøven 361 fra grus i smeltevandsenhed 1a har samme spekter som Elster morænen (1).

Opbygning af profilet ved Gyldendal

Figurerne 16 A, B og C viser hændelsesforløbet ved Gyldendal, som det kan rekonstrueres ud fra de gennemgåede data. På fig. A er supplerende indtegnet nord-syd retningen og dislokationsretningerne dannet af Warthe-isen (3) og Weichsel-isen (4).

A. Aflejringerne til og med Holstein er aflejret uden glacialtektoniske påvirkninger.

B. Warthe-isen (Saale II) har deformeret de underliggende enheder fra SSØ (se fig. 16 A, deformationsretning 3), herefter er smeltevandsenhed 4a aflejret.

C. Weichsel-isen har deformeret dele af de underliggende enheder fra NØ (se fig. 16 A, deformationsretning 4), hvorved en repetition af lagen-

hederne er fremkommet ved foldning (evt. shearing). Der er ikke spor af Weichsel-isens moræne.

Glacialstratigrafi ved Kås Hoved

De kineto-stratigrafiske enheder ved Kås Hoved blev aflejret af isfremstød fra henholdsvis NØ, SV og NØ.

Det marine Holstein i basis viser, at samtlige glacialle aflejringer er af Saale eller Weichsel alder.

Nederste moræne 3 (kineto-stratigrafisk enhed fra NØ) tolkes at være reorienteret, idet hele morænebænken er kippet svagt mod NV, så den oprindelige fabric antages at have været med et svagt langaksedyk mod NØ. Morænen er kraftigt forvitret, hvilket blandt andet ses af, at morænen er kalkfri. Det store indhold af flint og kvarts (fig. 17) gør det muligt at korrelere denne moræneenhed med den omtalte Drenthe (Saale I) moræne ved Gyldendal. Der er fundet en hel del flintkonglomeratblokke, hvilket yderligere er et indicium for Drenthe aflejringer i området.

Moræne 3 (kineto-stratigrafisk enhed fra SV) er ligeledes gennemforvitret og kalkfri. Kvarts/flint forholdet (fig. 17) og tilstedeværelsen af lerrullesten tyder på, at det er Warthe (Saale II) morænen. Dette underbygges af isbevægelsen fra SV og kornstørrelsesanalysen, der på trods af forvitringen viser, at enhed 3 stadig er en moræneler.

Øverste kineto-stratigrafiske enhed fra NØ anses for – som ved Gyldendal – at tilhøre Weichsel.

Opbygning af profilet ved Kås Hoved

Figurerne 18 A, B og C viser hændelsesforløbet ved Kås Hoved, som det kan udledes ud af de indsamlede data.

A. Aflejringerne til og med Warthe (Saale II) morænen er aflejret uden glacialtektoniske påvirkninger. I klintens nordlige del er der ikke aflejret Drenthe (Saale I) moræne.

B. Smeltevandserosion har borteroderet Warthe morænen, Drenthe morænen og en del af det marine Holstein. Flodsletten er aflejret i Weichsel med paleostrømretning fra NØ mod SV.

C. Et Weichsel isfremstød dislocerede klinten fra NØ. Dislocationerne (overskydninger og folder) resulterede i en repetition af Drenthe morænen, som flere steder er disloceret henover de flettede flodaflejringer fra Weichsel.

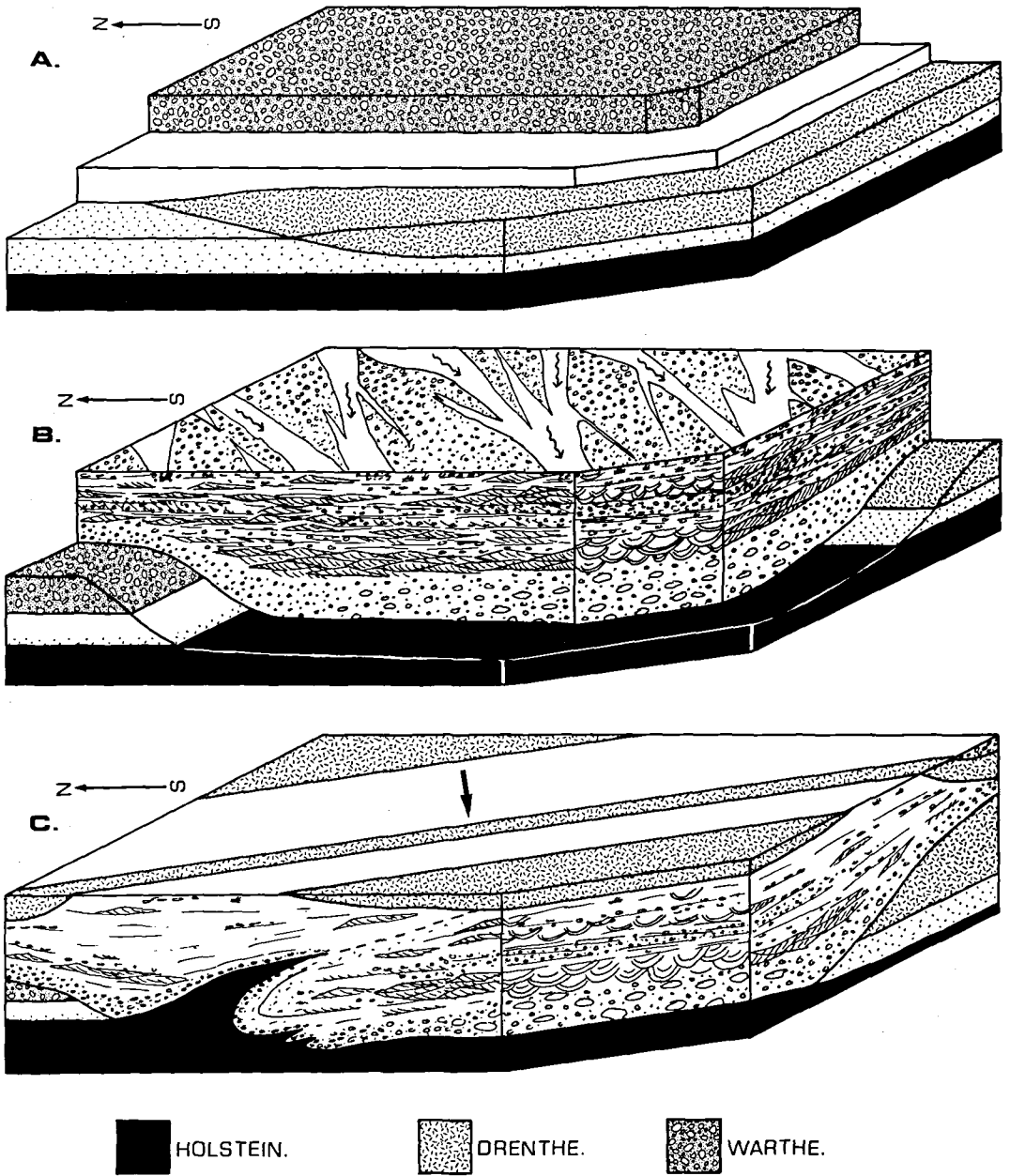


Fig. 18. Udviklingshistorie ved Kås Hoved fra Holstein til Holocæn. På B er den generelle paleostrømretning for smeltevandsenhed 4a angivet. På C er angivet Weichsel istryksretningen fra NØ.

The glacial history at Kås Hoved from Holsteinian to Holocene. In B general paleocurrent direction of meltwater unit 4a is shown (arrows). In C the arrow indicates the pressure direction caused by the Weichselian ice-sheet.

Sammenfatning

Ved Gyldendal og Kås Hoved er der tale om følgende glacialgeologiske udvikling: Under Elster glaciationen har et isfremstød efter fabricmålingerne at dømme, fra Ø aflejret morænesand. Tilbage smeltingen i sen-Elster har medført en transgression og dermed aflejring af arktiske, marine aflejringer, som efterfølges af marine, interglaciale Holstein aflejringer. Under Saale glaciationen har et isfremstød fra NØ (Drenthe) aflejret sandet moræneler, og et senere isfremstød fra SØ (Warthe) har aflejret moræneler. Weichsel istiden er repræsenteret med flettet flodaflejringer, som senere er disloceret af et isfremstød fra NØ. Senest er der aflejret flyvesand sandsynligvis i Weichsel seneglacial tid.

Gyldendal og Kås Hoved er eksempler på opragende gamle kvartære aflejringer inden for Weichsel-nedisningernes område. Tidligere undersøgelser i regionen har ikke givet lignende resultater.

Undersøgelser af de glacialtektoniske forhold i moler-området (Gry 1940) viser istryk, som alle er henført til at være af Weichsel alder. Samme forfatter (Gry 1979) har fra samme område beskrevet 3 isfremstød med tilhørende moræneaflejringer, alle af Weichsel alder, hvoraf det ældste fremstød nåede hovedopholdslinien. Foreløbige resultater fra den kvartærgeologiske kortlægning i Viborg-området (Rasmussen & Petersen 1979) viser, at de glacial aflejringer kan korreleres med isfremstødene på Løgstør kortbladet.

Supplerende undersøgelser på Viborg-kortbladet har dog sandsynliggjort, at der findes præ-Weichsel glacial aflejringer (pers. medd. Leif Aabo Rasmussen). Yderligere har glacialstratigrafiske undersøgelser i Randers området (Larsen, Jørgensen & Priiholm 1977) vist tilstedeværelsen af højt opstikkende præ-Weichsel moræner.

Resultaterne af herværende undersøgelse leder forfatterne til at tro, at store områder nord og øst for hovedopholdslinien – ved fornyede undersøgelser – kan vise sig at være præget af præ-Weichsel aflejringer.

Tak

Forfatterne ønsker at takke Steen Sjørring for rådgivning og kritisk gennemlæsning af manuskriptet. John Frederiksen har foretaget analyser af omløjrede foraminiferer, Ole Berthelsen og Svend Meldgaard har udført det fotografiske ar-

bejde, og foraminiferdiagrammet er tegnet af Jette Gissel Nielsen.

Litteratur

- Berthelsen, A. 1978: The methodology of kineto-stratigraphy as applied to glacial geology. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 27, 25–38.
- Buch, A. 1955: *De marine interglaciale lag ved Inder Bjergum*. Foraminiferfauna og stratigrafi. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 12, 593–652.
- Buch, A. 1963: Marine kvartæraflejringeres foraminiferfauna i Danmark. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 15, 240.
- Boothryd, J. C. & Ashley, G. M. 1978: Processes, bar morphology and sedimentary structures on braided outwash fans, northeastern gulf of Alaska. I: Jopling, A. V. & McDonald, B. C. (eds.): *Glaciofluvial and glaciolacustrine sedimentation*. 193–222. *Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner.* 23.
- Ehlers, J. 1979: Fine gravel Analyses after the Dutch Method as Tested out on Ristinge Klint, Denmark. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 27, 157–165.
- 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*, 21 (2–3), 67–317.
- Gravesen, P., Rolle, F., Surlyk, F. 1982: Lithostratigraphy and sedimentary evolution of the Triassic, Jurassic and Lower Cretaceous of Bornholm, Denmark. *Dann. geol. Unders.*, Serie B, Nr. 7, 51 s.
- Gry, H. 1940: De istektoniske Forhold i Molerområdet. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 9, 5, 586–627.
- Gry, H. 1979: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortblad Løgstør. *Dann. geol. Unders.* I. række, 26, 56 s.
- Hansen, S. 1965: The Quaternary of Denmark. In: Rankama, K. (ed): *The Geologic Systems. The Quaternary* 1, 1–90. Interscience publishers, Wiley & Sons.
- Houmark-Nielsen, M. & Berthelsen, A. 1981: Kineto-stratigraphic evaluation and presentation of glacial-stratigraphic data with examples from northern Samsø, Denmark. *Boreas*, 10, 411–422.
- Knudsen, K. L. 1977: Foraminiferal faunas of the Quaternary, Hostrup Clay from northern Jutland, Denmark. *Boreas*, 6, 229–245.
- Larsen, G., Jørgensen, F. H. & Priiholm, S. 1977: The stratigraphy, structure and origin of glacial deposits in the Randers area, eastern Jutland. *Dann. geol. Unders.* II række, 111, 23–36.
- Meldgaard, S. & Knudsen, K. L. 1979: Metoder til indsamling og oparbejdning af prøver til foraminiferanalyse. *Dansk Natur – Dansk Skole, Årsskrift 1979*, 48–57.
- Miall, A. D. 1977: A Review of Braided-River Depositional Environment. *Earth-Sci. Rev.*, 13, 1–62.
- Miall, A. D. 1978: Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. I: Miall, A. D. (ed.): *Fluvial Sedimentology*, 597–605. *Can. Soc. Petrol. Geol., Memoir*, 5.
- Milthers, K. 1942: Ledeblokke og landskabsformer i Danmark. *Dann. geol. Unders.* II. række, 69, 137 s.
- Rasmussen, L. Aa. & Petersen, K. S. 1980: Resultater fra DGU's genoptagne kvartærgeologiske kortlægning. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1979*, 47–54.
- Reineck, H. E. & Singh, J. B. 1980: *Depositional Sedimentary Environments: with reference to terrigenous clastics*, Springer-Verlag, Berlin, 549 s.

- Rosenkrantz, A. & Rasmussen, H. W. 1963: *Danmarks geologi II (Danmarks kvartær)*, 1-33 (mineograph) København.
- Sjørring, S. 1983: The glacial history of Denmark. In: Ehlers, J. (ed.): *Glacial deposits in North-West Europe*. 163-180. A. A. Balkema/Rotterdam.
- Sjørring, S. & Frederiksen, J. 1980: Glacialstratigrafiske observationer i de vestjyske bakkeøer. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1979*, 63-77.
- Sjørring, S., Nielsen, P. E., Frederiksen, J. K., Hegner, J., Hyde, G., Jensen, J. B., Mogensen, A. og Vortisch, W. 1982: Observationer fra Ristinge Klint, flet- og laboratorieundersøgelser. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1981*, 135-149.
- Sørensen, Aa. B. 1980: *Kvartære aflejrings foraminiferer og stratigrafi i Vadehavet vest for Højer*. Upubliceret manuskript, Aarhus Universitet.
- Ussing, N. V. 1903: Om et nyt Findested for marint Diluvium ved Hostrup i Salling. *Vidensk. Meddr. fra d. naturhistor. Foren.*, 111-131.
- Visser, M. J. 1980: Neap-spring cycles reflected in Holocene subtidal large-scale bedform deposits: A preliminary note. *Geology*, 8, 543-546.
- Walton, W. R. 1964: Recent foraminiferal ecology and paleoecology. In: Imbrie, J. & Newell, N. D. (eds.): *Approaches to Paleo-ecology*, 151-237. Wiley and Sons, New York.
- Ødum, H. 1968: Flintkonglomeratet i Jylland, Tertiærformation og ledeblok. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 18, 1-32.