

Materialefordeling i en isstrøm, belyst ved studier af den norske moræne i Danmark og Vestskåne

PETER HEGEL



Hegel, P.: Materialefordeling i en isstrøm, belyst ved studier af den norske moræne i Danmark og Vestskåne. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1990-91*, side 1-12, København, 18. november 1992.

The Kattegat Till Formation is described in terms of iceflow directions, amount of weather-resistant fine gravel, lime content of matrix, reworked foraminiferal assemblages and clay mineralogy. Samples from previously described localities were investigated, as well as other till units from those localities.

Fabric measurements in the Kattegat Till show a uniform movement from the north in the surveyed area.

The fine gravel fraction shows a high content of crystalline grains in the northern part of Sjælland and a low content of crystalline grains in Skåne and Jylland. To the east and west, crystalline content decreases and sedimentary grains increase. The percentage of flint grains and clasts of limestone increases from just a few grains per sample in the east to a maximum in the west. It is notable that the content of flint grains and Cretaceous limestone can be correlated positively. The CaCO_3 content of the matrix is more or less uniform in the investigated area. The variation in fine gravel fraction and the carbonate content can be explained by comparing distribution and lithology of the underlying bedrock and direction of the ice movement as shown by the fabric. Palaeozoic limestone is the only component that is not a primary find in the source area and therefore is considered as secondarily derived. The clay mineralogy does not show such a distinct geographical pattern as that of the fine gravel fraction; therefore, the content of clay minerals can be applied only as means of distinguishing between till units derived from the Baltic and the north, as well as an indicator for secondarily derived material.

Peter Hegel, *Inst. for almen Geologi, Øster Voldgade 10, 1350 København K.*
Nuværende adresse: *Tåsingevej 35, 2th. 2100 København Ø. 20. december 1991.*

Indledning

Denne undersøgelse beskriver variationer i petrografi og årsagen hertil inden for een tillenhed, nemlig »den norske moræne«, som er stratigrafisk placeret i den nedre del af Sen Weichsel. Den norske moræne er opstået på allerede beskrevne lokaliteter (fig. 1). Den er karakteristisk ved sin mørkegrå farve, et ringe stenindhold og et ofte iøjenfaldende indhold af kvartære skalfragmenter. Data fra undersøgelsen, der omfatter lokale retningselementer, fingrus og kalkindhold i matrix er suppleret med undersøgelser af det lermnologiske indhold. Desuden er indholdet af opblandede kvartære foraminiferer undersøgt. De øvrige tillenheder på de undersøgte lokaliteter er behandlet på samme måde for sammenligningens skyld.

Tidligere beskrivelser

»Den norske moræne« blev beskrevet første gang fra NØ-Sjælland af Rørdam (1893). Han fandt en

nedre og en øvre morænebænk, adskilt af et sandlag med skalfragmenter og »ravpinde«. Den nedre morænebænk indeholdt norske ledeblokke, samt skalfragmenter, der svarer til den fauna, der er kendt fra det Ældre Yoldia Ler i Vendsyssel (Jessen 1899).

Fra Helgenæs og N-Samsø (Madsen 1897) og fra NV-Sjælland omtalte Rørdam & Milthers (1900, s. 33) en morænestratigrafi der lignede den, der blev opstillet af Rørdam for NØ-Sjælland.

Fra Skåne beskrev Holmström (1904) en moræne afsat af »meridianisen«, hvis tilhørende skurestriber findes langs vestkysten af Halland og Skåne og viser, at meridianisen kom fra en nordlig retning. Holmström (1904, s. 309) benævnte den aflejlrede moræne »Kattegat morænen«. Han opdelte Rørdams nedre moræne fra NØ-Sjælland i to dele og korrelerede Kattegat morænen med den nederste del. Den øvre del af Rørdams nedre moræne korreleredes med den moræneenhed, der afsattes af den senere »Højbaltiske isstrøm«, som skred frem fra NØ. En detaljeret oversigt og

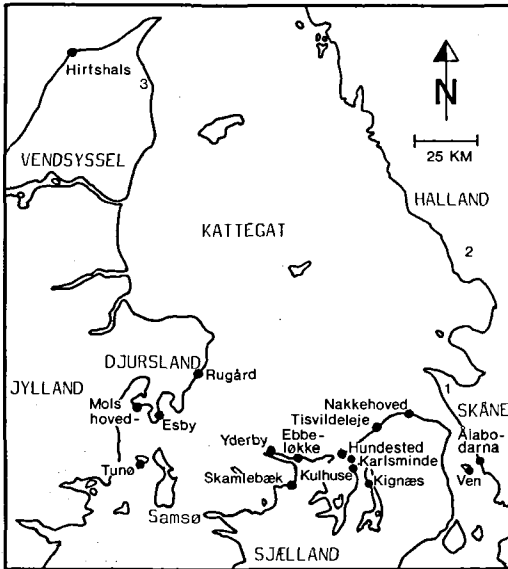


Fig. 1. Kort over de undersøgte lokaliteter, samt områder omtalt i teksten. 1. Smedstorp 2. Särdal 3. Apholm.

Map of the investigated localities. Places mentioned in the text are also shown. 1. Smedstorp 2. Särdal 3. Apholm.

diskussion af de ældre svenske kvartærstratigrafiske arbejder findes hos Lagerlund (1977).

Senere omtalte (Rørdam 1909) den nedre moræne som »den norske moræne« og den øvre som »den baltiske moræne«.

Nyere undersøgelser fra Skåne og Ven (se bl.a. Rasmussen 1973, 1974, Miller 1977, Adrielsson 1984, Lagerlund 1980, 1983, 1987 og Berglund & Lagerlund 1981) beskriver den norske moræne med en stratigrafisk placering, der stemmer overens med den danske. Adrielsson (1984) beskriver Ålabodarna till member (= den norske moræne) som homogen og opsprækket overlejret af lagdelte sedimenter og tolker Ålabodarna till member enheden som en subglacial till overlejret af et subaquatisk proglacialt sediment.

De senere års undersøgelser i NØ-Sjælland har vist, at den norske moræne indeholder et omljret foraminiferselskab (»Græstedfaunaen«), der svarer til den fauna, der kendes fra det Ældre Yoldia Ler i Vendsyssel (Petersen & Konradi 1974).

Moræneenheden er indgående behandlet fra udvalgte lokaliteter i Nordsjælland (Berthelsen 1974, 1978), samt fra Hundested klint (Sjørring 1973, 1974), og St. Karlsmind klint (Jensen 1977), der begge beskrev den norske moræne

som værende deformeret fra nord ved et senere genfremstød af den norske is. Den norske moræne er yderligere kendt fra Tved halvøen (Thamdrup 1970), der dog tolker den som aflejret fra NØ, det sydlige Kattegat (Nielsen & Nielsen 1985), hvor den overlejrer en baltisk moræne, fra Rugård på Mols af (Kronborg & Knudsen 1985), der dog påpeger en vis usikkerhed med hensyn til enhedens stratigrafiske placering, og det sydlige Kattegatområde (Houmark-Nielsen (1976, 1980, 1981, 1987).

Den maksimale udbredelse af den isstrøm, der aflejrte den norske moræne blev af Sjørring (1976), Berthelsen (1978), Humlum et al. (1978) og Houmark-Nielsen (1989) afbildet næsten ens, mens isudbredelsen ifølge Lagerlund (1980, 1987) afviger i mindre grad, idet hverken Sejerøbugten eller Jylland, inkl. Djursland blev angivet at have været isoverskredet (fig. 2).

Nyere undersøgelser af blandt andet Rasmussen & Petersen (1980) samt af Petersen et al. (1988) fra Bovbjerg klint kan nu bekræfte den viste grænsedragning over Jylland som f. eks vist

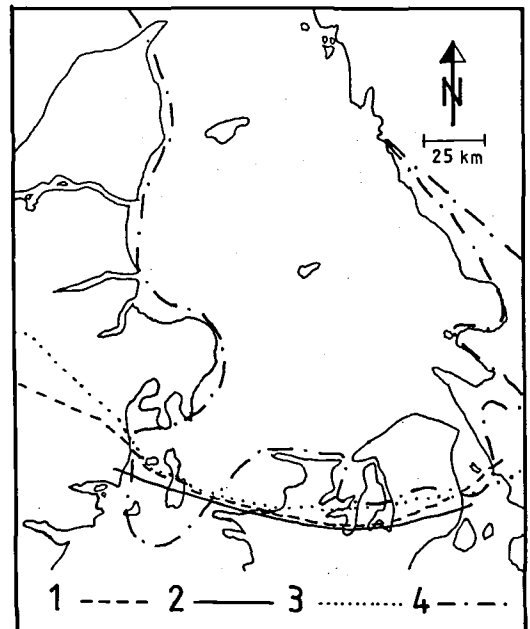


Fig. 2. Udbredelsen af den norske isstrøm. 1) efter Sjørring (1976). 2) Berthelsen (1978). 3) efter Houmark-Nielsen (1989). 4) efter Lagerlund (1987).

Extension of the Norwegian ice-stream. 1) after Sjørring (1976). 2) Berthelsen (1978). 3) after Houmark-Nielsen (1989). 4) after Lagerlund (1987).

af Sjørring (1976) og af Houmark-Nielsen (1989) (fig. 2).

I det følgende benyttes Houmark-Nielsens (1987) nomenklatur.

Data

En skematisk oversigt over den fundne stratigrafi på de undersøgte lokaliteter findes på fig. 3. Desuden vises prøvenummer, fingrus-, kalk- og lermineralindhold samt angivelse af foraminiferselskab af de undersøgte prøver.

Retningselementer

I feltet er klasters (>6 mm) rumlige orientering i Kattegat Till opmålt. Målingerne er plottet i et Lambert net. Hver fabricundersøgelse omfatter 25 målinger og fabrictypen er tolket efter retningsslinier som angivet af Nielsen og Houmark-Nielsen (1983).

Da Kattegat Till enten var deformeret eller ikke med sikkerhed kunne tolkes som en lodgement till på de undersøgte lokaliteter i Skåne og på Ven er sådanne målinger ikke foretaget. Udfra fabricmålinger i den nedre homogene del af tillheden tolker Adrielsson (1984) enheden som aflejret fra en nordlig retning på Ven og langs Øresundskysten i Skåne. Fra Smedstorp (nr. 1 fig. 1) er en NV-lig retning bestemt udfra stenindholdet (Berglund og Lagerlund 1981).

I Danmark viser den østligste måling ved Nakkehoved en fabric fra NV, hvilket er i modsætning til den tilfældige orientering givet af Rasmussen (1974). Dette kan skyldes, at målingerne er taget i to forskellige niveauer. De øvrige målinger i undersøgelsen viser en omtrentlig nordlig fabric, undtagen lokaliteten på Tunø, der viser en fabric fra NNØ.

Retningen af et genfremstød af den norske is er tidligere beskrevet fra Hundested (Sjørring 1973, 1974), fra St. Karlsminde Klint (Jensen 1977) og fra Kulhuse (Houmark-Nielsen 1987). De nævnte steder var deformationen fra nord (fig. 4). I forbindelse med denne undersøgelse blev genfremstødet også påvist ved Tisvildeleje, som en deformation fra en NNV-lig retning. Deformations-

retningerne afviger iøvrigt ikke fra de målte fabricretninger i området.

Kalk i matrix og fingrusfraktionen

Dobbelte kalkbestemmelse og fingrustællinger (min. 300 kalkfrie korn) er foretaget efter retningsslinier beskrevet af Sjørring et al. (1982). Resultaterne er plottet i fig. 5 og 6. En samlet oversigt over den geografiske placering af grupperne er vist i fig. 8.

Indholdet af palæozoisk og kretassisk/Danien kalksten er sammenholdt med indholdet af CaCO₃ i matrix og inddelt i grupper på fig. 5. Grupperne A, B, og C adskiller sig fra hinanden: Gruppe A indeholder næsten ikke kalksten i fingrusfraktionen. Gruppe B har et palæozoisk og kretassisk/Danien kalkstensindhold der er mindre end hhv. 5% og 10%, mens gruppe C har et palæozoisk og kretassisk/Danien kalkstensindhold der er større end hhv. 5% og 15%. Indholdet af CaCO₃ i matrix er omkring 10% for gruppe A, mindre end 10% for gruppe B og større end 10% for gruppe C. Se også fig. 8. for den geografiske placering af grupperne.

Af de øvrige tillenheder viser den Midtdanske Till et kalkstens- og CaCO₃ indhold i samme størrelsesorden som Kattegat Till, med samme markante udsving ved Ebbeløkke og Yderby, hvorimod de Baltiske tillenheder viser et væsentligt højere indhold af kalksten. Især er kalksten af kretassisk og Danien alder rigt repræsenteret. Af samtlige undersøgte prøver er indholdet af CaCO₃ i matrix højest i Lillebælt Till og noget lavere i Bælthav-, Østjylland- og Ristinge Klint Till.

Alle prøverne fra den forvitningsstabile del af fingrusfraktionen er plottet i fig. 6. Inddelingen i hovedgruppe I og II med en intern clusterværdi på 77% (baseret på beregning af Czeckanowskis similaritets index med udgangspunkt i den procentvise fordeling i fingrusprøverne (Poulsen i Poulsen et al. 1981, s. 44)). Clusteranalysen omfatter kun prøverne fra Kattegat Till. Af fig. 6 og fig. 8 ses, at prøverne fra N-Sjælland grupperer sig i den krystallinrige hovedgruppe I mens prøverne fra Yderby og Jylland grupperer sig i hovedgruppe II, der har et mindre krystallinindhold og et større indhold af sediment og flint end hovedgruppe I. Ligeledes findes næsten alle prøverne fra Skåne og Ven i hovedgruppe II dog i

| Stratigrafi | Lokalitet | Prøve Nr. | FINGRUS (2,8 - 4,75 mm) % | | | | | | CaCO ₃ i matrix | LERMINERALOGI % | | | | | FORAMINIFERER | | |
|-------------|----------------|-----------|---------------------------|-------|--------------|------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------|----------|---------|-------|------------|---------------|-------|-------------------|
| | | | Kvarts | Flint | Krystalliner | Sedimenter | Pat. kalk | Kret. kalk | | Antal sten | Kaolinit | Chlorit | Illit | Vermiculit | Smectit | Fauna | Antal pr. 100 gr. |
| ØT | Ålabodarna | Å4 | 2 | 15 | 58 | 25 | 0 | 0 | 300 | 0 | | | | | | | |
| | | Å3 | 1 | 2 | 71 | 26 | 0 | 0 | 390 | 9 | 35 | 5 | 30 | 15 | 15 | | 0 |
| | | Å2 | 0 | 2 | 72 | 26 | 0 | 0 | 313 | 9 | | | | | | | 0 |
| | | Å1 | 0 | 1 | 71 | 28 | 1 | 0 | 267 | 10 | | | | | | | 0 |
| ØT | Ven | V3 | 2 | 10 | 52 | 35 | 28 | 35 | 441 | 21 | 15 | + | 30 | 10 | 45 | | 0 |
| | | V2 | 0 | 1 | 89 | 10 | 1 | 0 | 309 | 10 | 30 | 5 | 40 | 15 | 10 | | 1 |
| | | V1 | 1 | 1 | 78 | 20 | 0 | 0 | 191 | 11 | | | | | | | 0 |
| MT | Nakkehoved | N3 | 2 | 6 | 81 | 11 | 0 | 1 | 416 | 9 | | | | | | X | 103 |
| | | N2 | 2 | 1 | 94 | 3 | 0 | 0 | 307 | 3 | | | | | | (X) | 38 |
| KT | N1 | 3 | 8 | 81 | 8 | 3 | 3 | 320 | 8 | 20 | + | 25 | 35 | 20 | X | 64 | |
| BT | Tisvildeleje | T4 | 4 | 10 | 66 | 20 | 0 | 0 | 343 | 0 | | | | | | | |
| | | T3 | 2 | 11 | 75 | 11 | 2 | 4 | 446 | 7 | 10 | + | 30 | 35 | 25 | X | 101 |
| | | T2 | 3 | 7 | 86 | 3 | 1 | 1 | 424 | 5 | 15 | 5 | 30 | 30 | 20 | X | 285 |
| | | T1 | 4 | 7 | 85 | 4 | 2 | 3 | 307 | 8 | 20 | 5 | 25 | 30 | 20 | X | 227 |
| MT | Hundested | H4 | 3 | 7 | 80 | 10 | 2 | 5 | 359 | 7 | | | | | | X | 364 |
| | | H3 | 2 | 5 | 86 | 7 | 2 | 6 | 445 | 7 | | | | | | X | 143 |
| | | H2 | 2 | 6 | 84 | 8 | 4 | 7 | 376 | 9 | | | | | | X | 87 |
| | | H1 | 3 | 6 | 87 | 4 | 2 | 3 | 339 | 7 | 20 | + | 30 | 35 | 15 | X | 138 |
| MT | St. Karlsminde | K5 | 3 | 3 | 88 | 6 | 0 | 0 | 415 | 0 | | | | | | | |
| | | K4 | 4 | 4 | 82 | 10 | 0 | 9 | 402 | 8 | | | | | | X | 83 |
| | | K3 | 3 | 3 | 88 | 6 | 1 | 12 | 381 | 8 | | | | | | X | 310 |
| | | K2 | 3 | 2 | 84 | 11 | 1 | 2 | 305 | 10 | | | | | | X | 169 |
| | | K1 | 2 | 6 | 79 | 13 | 1 | 4 | 336 | 9 | 25 | + | 25 | 20 | 30 | X | 586 |
| MT | Kulhuse Nord | L2 | 3 | 10 | 75 | 12 | 0 | 0 | 302 | 0 | | | | | | | |
| | | L1 | 2 | 3 | 48 | 47 | 37 | 27 | 476 | 16 | 25 | 5 | 25 | 5 | 40 | (Y) | 27 |
| KT | Kulhuse Syd | L4 | 2 | 0 | 92 | 6 | 0 | 2 | 343 | 8 | | | | | | X | 141 |
| | | L3 | 1 | 2 | 94 | 4 | 0 | 1 | 325 | 8 | 30 | 5 | 35 | 10 | 20 | X | 343 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KT | Kignæs | I2 | 2 | 6 | 88 | 4 | 2 | 5 | 325 | 9 | | | | | | X | 117 |
| | | I1 | 3 | 6 | 86 | 5 | 2 | 9 | 443 | 9 | 25 | 5 | 30 | 20 | 20 | X | 149 |

| Stratigrafi Lokalitet | Prøve Nr. | FINGRUS (2,8-4,75mm) % | | | | | | | LERMINERALOGI % | | | | | FORAMINIFERER | | | |
|--------------------------|--------------|------------------------|--------------|--------------|------------|-----------|------------|------------|----------------------------|----------|---------|-------|------------|---------------|-------|-------------------|-----|
| | | Kvarts | Flint | Krystalliner | Sedimenter | Pal. kalk | Kret. kalk | Antal sten | CaCO ₃ i matrix | Kaolinit | Chlorit | Illit | Vermiculit | Smectit | Fauna | Antal pr. 100 gr. | |
| Skamlebæk | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ØT | △ | S4 | 3 | 22 | 58 | 17 | 13 | 44 | 507 | 19 | 20 | + | 20 | 10 | 50 | (X) | 67 |
| | △ | S3 | 3 | 21 | 57 | 19 | 14 | 41 | 455 | 16 | | | | | | (X) | 147 |
| MT | △ | S2 | 2 | 11 | 76 | 11 | 7 | 11 | 335 | 11 | | | | | (X) | 45 | |
| | △ | S1 | 1 | 4 | 90 | 5 | 2 | 5 | 411 | 8 | 15 | 5 | 25 | 30 | 25 | X | 132 |
| Ebbeløkke | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MT | △ | E4 | 4 | 10 | 77 | 9 | 6 | 13 | 403 | 13 | | | | | (X) | 47 | |
| | △ | E3 | 1 | 16 | 71 | 12 | 7 | 25 | 399 | 13 | 10 | + | 35 | 30 | 25 | X | 56 |
| KT | △ | E2 | 1 | 5 | 90 | 4 | 6 | 5 | 399 | 12 | 20 | 5 | 25 | 20 | 30 | X | 322 |
| | △ | E1 | 2 | 5 | 81 | 12 | 6 | 16 | 369 | 13 | | | | | X | 159 | |
| Yderby | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MT | △ | Y4 | 1 | 7 | 83 | 9 | 5 | 10 | 388 | 17 | | | | | (X) | 27 | |
| | △ | Y3 | 2 | 5 | 80 | 13 | 7 | 12 | 377 | 17 | | | | | 0 | 14 | |
| KT | △ | Y2 | 2 | 22 | 56 | 20 | 8 | 19 | 294 | 23 | | | | | X | 32 | |
| | △ | Y1 | 2 | 13 | 66 | 19 | 12 | 17 | 398 | 23 | 30 | + | 40 | 10 | 20 | 0 | 1 |
| Rugård | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MT | △ | R4 | 3 | 10 | 64 | 23 | 0 | 0 | 306 | 0 | | | | | | | |
| KT | △ | R3 | 1 | 16 | 70 | 13 | 9 | 15 | 457 | 10 | | | | | (X) | 124 | |
| | △ | R2 | 2 | 13 | 73 | 12 | 9 | 19 | 391 | 10 | 25 | + | 25 | 30 | 20 | (X) | 152 |
| LT | △ | R1 | 2 | 29 | 45 | 24 | 16 | 43 | 488 | 28 | 10 | + | 20 | + | 70 | (Z) | 41 |
| Esby | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MT | △ | B3 | 2 | 10 | 77 | 11 | 4 | 11 | 349 | 12 | 10 | + | 35 | 25 | 30 | X | 60 |
| KT | △ | B2 | 2 | 11 | 66 | 22 | 12 | 17 | 402 | 11 | 20 | + | 20 | 10 | 50 | 0 | 4 |
| | △ | B1 | 3 | 24 | 49 | 24 | 18 | 71 | 576 | 33 | 10 | + | 25 | + | 65 | 0 | 13 |
| Mals Hoved | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ØT | △ | M4 | 5 | 26 | 46 | 23 | 8 | 30 | 420 | 15 | 15 | + | 25 | 10 | 50 | 0 | 10 |
| | △ | M3 | 3 | 27 | 47 | 23 | 10 | 25 | 563 | 14 | | | | | 0 | 7 | |
| KT | △ | M2 | 2 | 21 | 57 | 20 | 9 | 37 | 423 | 10 | 25 | + | 20 | 30 | 25 | X | 31 |
| | △ | M1 | 2 | 21 | 58 | 21 | 7 | 16 | 401 | 10 | | | | | (X) | 26 | |
| Tunø | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MT | △ | U4 | 2 | 15 | 56 | 26 | 0 | 0 | 286 | 0 | | | | | | | |
| KT | △ | U3 | 3 | 21 | 59 | 17 | 6 | 18 | 289 | 12 | 20 | + | 20 | 20 | 40 | X | 49 |
| | △ | U2 | 4 | 23 | 56 | 18 | 14 | 18 | 437 | 11 | | | | | 0 | 4 | |
| LT | △ | U1 | 5 | 17 | 61 | 17 | 42 | 36 | 289 | 29 | 15 | + | 25 | + | 60 | 0 | 2 |
| Hirshals | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | Det Ældre Yoldia | Ler | | | | | | | Zone A | 25 | 5 | 30 | 25 | 15 | X | 72 |
| | | F | | | | | | | | Zone F | 20 | 5 | 40 | 25 | 10 | (X) | 63 |
| Hundested | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H1ø | | 1 m over H1 | | | | | | | | | 25 | + | 30 | 30 | 15 | | |
| | | H1n | 1 m under H1 | | | | | | | | | 20 | 5 | 25 | 25 | 25 | |

Fig. 3. Procentvis fordeling af fingrus, indhold af CaCO₃ i matrix, fordeling af lermineraller samt indhold af opblandede foraminiferer i de undersøgte prøver. Til venstre i figuren ses de fundne lagsøjler fra de undersøgte lokaliteter sammen med en stratigrafiske tolkning. Prøvenumrene til højre for lagsøjlerne er de, der benyttes i teksten.
 LT = Lillebælt Till, RT = Ristinge Klint Till, KT = Kattegat Till, MT = Midtdanske Till, ØT = Østjylland Till, BT = Bælthav Till.

Distribution of fine gravel, content of CaCO₃ in matrix, distribution of clayminerals and content of reworked foraminiferal are shown for all the investigated samples. To the left, observed logs from the investigated localities are presented together with a stratigraphical interpretation. The sample-numbers to the right of the logs are used later in the text.
 LT = Lillebælt Till, RT = Ristinge Klint Till, KT = Kattegat Till, MT = Midtdanske Till, ØT = Østjylland Till, BT = Bælthav Till.

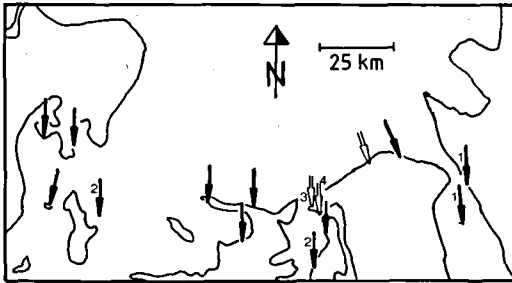


Fig. 4. Isbevægelsesretninger i Kattegat Till bestemt ud fra fabric - sorte pile, istryk - hvide pile. Yderligere vises retningsangivelser fra 1). Adrielsson (1984) 2). Houmark-Nielsen (1980,1987) 3). Sjørring (1973,1974) og 4). Jensen (1977).

Ice movements in Kattegat Till documented from fabric - black arrow, ice pressure white - arrow. Further directional elements are shown from 1) Adrielsson (1984) 2) Houmark-Nielsen (1980,1987) 3) Sjørring (1973,1974) and 4) Jensen (1977).

den sedimentrige undergruppe 4, der næsten ikke indeholder flint.

Lermineralogi

Lermineralogiske analyser af till matrix er tidligere beskrevet af Graff-Petersen (1958), Haldorsen (1977), Mangerud et al. (1981), Sjørring et al. (1982), Vortish (1982), Bruhn Nielsen (1986), Møberg et al. (1988).

De lermineralogiske analyser er foretaget på orienterede præparater i fraktionen $<2 \mu\text{m}$ i et Phillips PW 1050 røntgendiffraktometer med vertikal goniometer, automatisk divergens slit og grafit monochromator. Røntgenstrålingen var $\text{CuK}\alpha$ (50V, 30mA) og scanningshastigheden 0,02° 2 θ /sek.

Analyserne er baseret på glycerol-, K^+ og Mg^{++} behandlede præparater og følgende lermineralgrupper er identificeret: Kaolinit, chlorit, illit, vermiculit og smectit samt veksellagsmineraller af ovenstående grupper.

Vedrørende identifikation af de enkelte lermineraler henvises til Grim (1953), Brindley & Brown (1980), Wilson (1987).

En semikvantitativ beregning af lermineralforholdet er foretaget ud fra en triangelmetode som beskrevet bl.a. af Mann et al. (1981).

Som det tidligere er nævnt, anses Kattegat Till for at indeholde opblandet Ældre Yoldia Ler. Derfor er to prøver fra zone A og F (Lykke-Andersen (1982)) fra Hirtshals kystklint også undersøgt lermineralogisk til sammenligning.

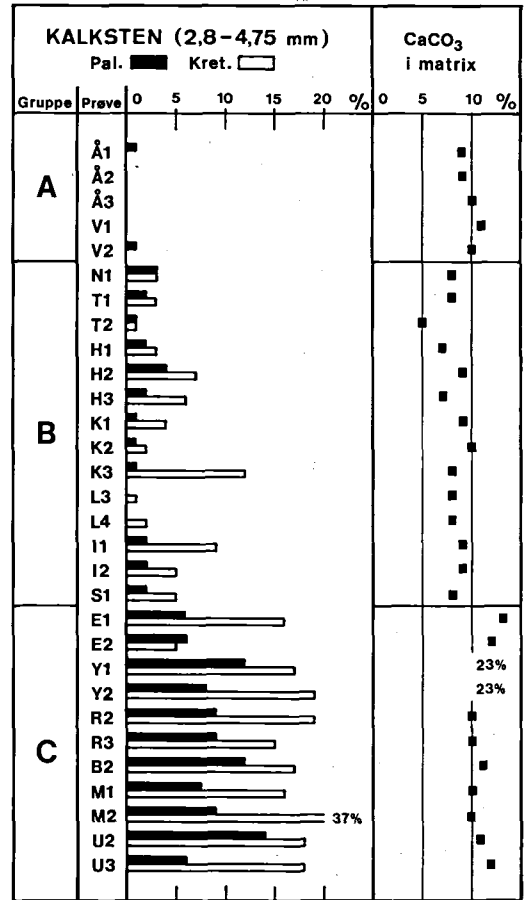


Fig. 5. Indholdet af palæozoisk og kretassisk/Danien kalksten i fingrusfraktionen og CaCO_3 indholdet i matrix i Kattegat Till. Inddeling i grupperne A, B og C vises tv. Prøvenumrene vises på fig. 3.

Content of Palaeozoic and Cretaceous/Danian limestone in the fine gravel fraction, and content of CaCO_3 of Kattegat Till. Separation into groups A, B and C are shown to the left. Samplenumber are shown in fig. 3.

Indholdet af lermineraler er plottet (fig. 7) og inddelt i grupper ud fra en clusteranalyse. Det er ikke muligt at iagttage et så markant geografisk fordelingsmønster af lermineralindholdet, som det er tilfældet for indholdet af fingrus.

Forskellene skyldes især et varierende indhold af forskellige kvældende lermineraler, idet indholdet af illit, kaolinit (og chlorit) generelt følges ad. Indenfor den kvældende gruppe ses, at smectitindholdet dominerer i prøver af Baltisk herkomst, (hovedgruppe Y fig. 7) endda så meget, at vermiculit enten kun kan konstateres eller maxi-

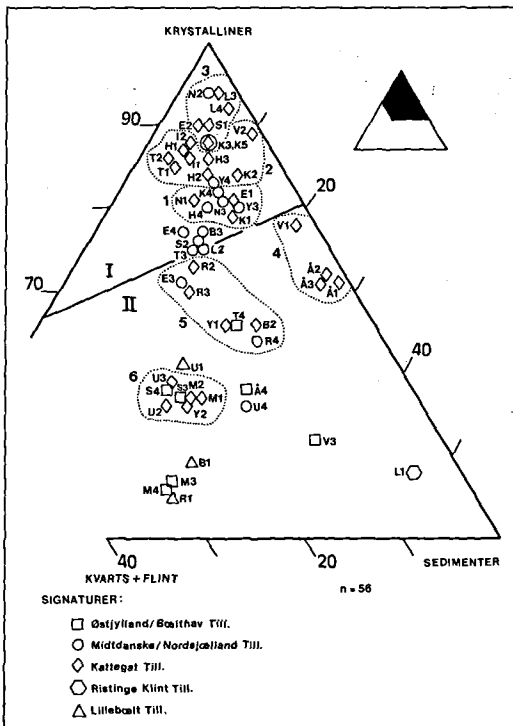


Fig. 6. Fordeling af forvirtningsstabile korn i fingrusfraktionen for alle undersøgte prøver. Inddelingen i hovedgrupper (I & II) og undergrupper (1-6) omfatter kun prøver fra Kattegat Till. Prøvenumrene vises på fig. 3.

Distribution of stable grains in the fine gravel fraction for all the investigated samples. Separation into main groups (I & II) and subgroups (1-6) is done only for samples belonging to Kattegat Till. Sample-numbers are shown in fig. 3.

malt udgør 5-10%. Indholdet af vermiculit er størst i de stratigrafisk yngre prøver af Baltisk herkomst. I prøver afsat fra en N og NØ- lig retning (hovedgruppe X fig. 7) forekommer de kvældende mineraler mere ligeligt fordelt, dog med en svag overvægt af vermiculit i forhold til smectit i undergruppe 3, mens det omvendte gør sig gældende i undergruppe 2. Selvom chlorit-indholdet er meget lavt (0-5%) i alle prøverne, synes det fortrinsvis at optræde i Kattegat Till, der således adskiller sig fra Midtdanske Till, hvor tilstedeværelsen af chlorit er forsvindende. Det er denne forskel, der sammen med et generelt noget lavere indhold af kaolinit i den Midtdanske Till, adskiller de nordlige og de nprdstjællige tillenheder fra hinanden i clusterberegningerne. Det ses i fig. 7, at begge prøverne fra det Ældre Yoldia Ler viser en stor affinitet til de smectitfattige prøver af Kattegat Till.

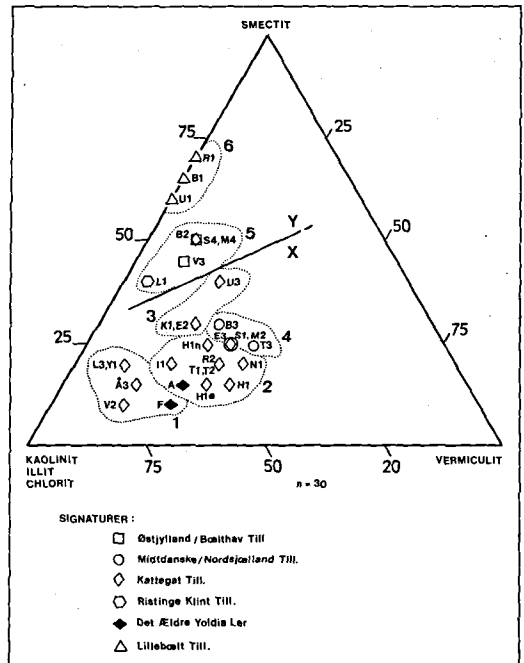


Fig. 7. Fordeling af lermineraller for alle undersøgte prøver. Inddelingen i hovedgrupper (X & Y) og undergrupper (1-6) omfatter alle de undersøgte prøver. Prøvenumrene vises på fig. 3.

Distribution of clayminerals for all the investigated samples. The investigated samples are separated into main groups (X & Y) and subgroups (1-6). Sample-numbers are shown in fig. 3.

Omljrede foraminiferer

Som omtalt er Kattegat Till karakteriseret af et selskab af omljrede foraminiferer (se bl.a. Sjørring 1973, 1974, Jensen 1977, Kronborg & Knudsen 1985, Houmark-Nielsen 1987).

Foraminiferpræparaterne er fremstillet som beskrevet af Melgaard & Knudsen (1979) og artsbestemmelserne af de indsamlede prøver er venligst udført af J. Frederiksen, D. S. B. Den procentvise artssammensætning er - om muligt - henført til de faunagrupper, der er opstillet af A. L. Lykke-Andersen (i Frederiksen 1982).

Det var ikke muligt - ud fra en clusteranalyse eller en direkte sammenligning - at henføre prøvernes foraminiferselskab til et bestemt stratigrafisk niveau i Skærumhedeserien. Ligeledes kunne en systematisk variation i artssammensætningen i indsamlingsområdet ikke konstateres, så i fig. 3 er prøverne »kun« kategoriseret efter Frederiksen (1982). Frederiksen betegner en Z- og en

Y-fauna som tilhørende hhv. Holstein og Eem interglacialerne. En X-fauna henregnes til stadialer og interstadialer af tidlig/mellem Weichsel alder fra Skærumhedeserien. En formodet Græstedler (Skærumhedeserie) artssammensætning angives med (X) i fig. 3.

Det kan bemærkes: 1), at antallet af individer pr. 100 g falder mod vest og 2), at flere prøver fra den Midtdanske Till samt enkelte prøver fra Østjylland Till (S3 og S4) indeholder enten et sikkert Skærumhede- eller et formodet Skærumhedeforaminiferselskab.

Diskussion

Ved at sammenligne bevægelsessporet fra isstrømmen med undergrundens lithologi gives en mulig forklaring på fordelingen af både kalk- og fingrusresultater. Lermineraleerne bekræfter det generelle opblandingsmønster, mens foraminiferanalyserne her kun kan give den fundne tillenheds maksimale alder.

Et kortudsnit over den Prækvarter overflade vises af Lykke-Andersen (1992 s. xx). Fordelingen af bjergarterne viser dog ikke det sande billede af undergrunden for Kattegat Till, idet de kvartære bjergarter ikke er repræsenteret.

Mod Ø og NØ, hvor underlaget består af Prækambrisk granit og gnejs, vil krystalline og metamorfe korn dominere i den forvitningsstabile del af fingruset.

De mesozoiske bjergarters lithologi og udbredelse i Kattegatområdet blev beskrevet af Larsen (1966), der anførte, at lag fra Trias består af sandede delta- og ferskvandsaflejringer, mens Jura sedimenterne består af lerholdige og sandede deltaaflejringer i Skåne, og lerede havaflejringer i det sydlige Kattegat, Nordjylland og Sjælland. Fra Nedre Kridt omtalte Larsen (1966) sandede deltaaflejringer i det område, der ligger op mod grundfjeldsområdet, mens det sydlige Kattegat domineres af lerede havaflejringer. Sedimenterne fra denne del af Mesozoikum vil gruppere sig under »sedimentære kalkfrie korn« i fingrusfraktionen.

Sedimenter fra Øvre Kridt samt Danien etagen består hovedsageligt af Kokkolit- og bryozokalk (Rasmussen 1977). Han beskriver skrivekridtet som flintholdigt flere steder. Flinten grupperer sig under de forvitningsstabile korn i fingrusfrak-

tionen. I området ved Sårdal (nr. 2 fig. 1) angives små forekomster af både kretassisk og Danien kalksten over det Fennoskandiske grundfjeldsområde (Bergstrøm et al. 1973).

H. Lykke-Andersen (1987) tolker Kattegat til at have udgjort et bassin, der har eksisteret allerede fra Holstein. Bassinet er blevet fyldt delvis op i Weichsel perioden. Lithologien af bassin-aflejringerne kendes bl.a. fra Skærumhede (I) boringen (Jessen et al. 1910, Knudsen & Lykke-Andersen 1982), samt fra boringer ved f.eks. Apholm (Knudsen 1984). Alle steder beskrives sedimenterne som marint ler indeholdende en foraminifer fauna omfattende Sen Saale, Eem og Weichsel. I de dybere dele af boringer f.eks. Skærumhede I beskrives en baltisk till af Saale alder som underlag for det marine ler. Tykkelsen af lersedimenterne aftager mod syd (A.-L. Lykke-Andersen 1987), hvorved den baltiske till kommer til at udgøre underlaget for Kattegat Till i det sydlige Kattegat som beskrevet af bl.a. Nielsen & Nielsen (1985) og Nielsen & Konradi (1990).

Palæozoisk kalk forekommer ikke på primært leje i Kattegatregionen, men optræder på primært leje i mindre enklaver i Oslo fjorden og nord for denne (Dons 1977). Palæozoiske kalksten i de undersøgte prøver, kan dels være fjerntransporteret, dels være en opblanding fra den før omtalte ældre kvartære Baltiske tillenhed. Såfremt indholdet af palæozoisk kalk er lavt, kan det skyldes, 1), at der ikke har været nogen primær kilde 2), at der ikke har været nogen opblanding af ældre kvartære aflejringer på den rute, som det norske isfremstød har fulgt, 3), at de er forvitret bort. Modsat kan et højt indhold af palæozoisk kalksten udtrykke en kraftig opblanding af tidligere kvartære sediment. Indholdet af palæozoisk kalksten kan altså give et indtryk af graden af opblanding.

Af fig. 5 fremgår det, at indholdet af palæozoisk kalksten i Kattegat Till er størst vest for Storebælt og ved Sjællands Odde, moderat i den øvrige del af Sjælland, og mindst i den nordlige del af Alnarp dalen samt øst for denne.

Bevægelsesmønsteret fra Kattegat Till viser en ensformig bevægelse fra nord i den centrale del af undersøgelsesområdet. I den østlige del viser bevægelsessporet dog en mere udpræget NNV-lig retning. Bevægelsesmønsteret i undersøgelsen er således det samme, som vist af Houmark-Nielsen (1980, 1987). Udbredelsesmønsteret tyder på, at

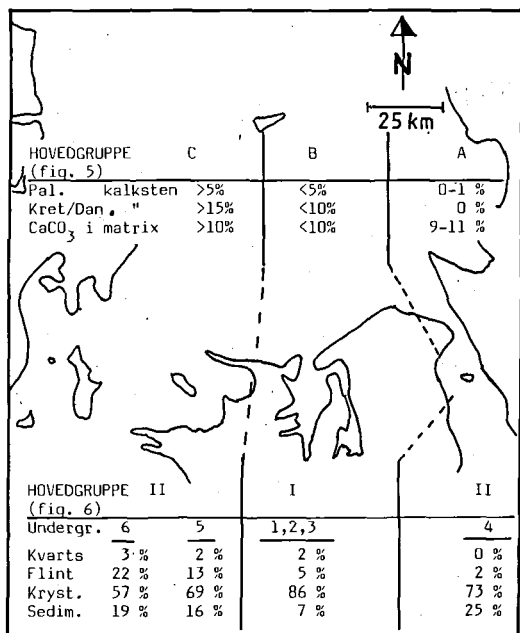


Fig. 8. Geografisk udbredelse af gruppe A, B og C fra fig. 5 og Hovedgruppe I og II, samt undergruppe 1-6 fra fig. 6. Grænserne for de enkelte grupper er angivet med stiplede linie. Desuden vises det gennemsnitlige indhold af fingrus fra grupperne.

Geographical extension of groups A, B and C from fig. 5 together with Main groups I and II, including subgroups 1-6 from fig. 6. The borderlines between the groups are indicated with a broken line. The average content of fine gravel is also shown.

isstrømmen først og fremmest er gledet frem gennem den »sænke«, der idag udgøres af Kattegat, afgrænset af højereliggende partier (Tertiær- og Præweichsel aflejringer i Jylland – men ikke Vendsyssel – og det skandinaviske grundfjeld i Halland og Skåne (se topografisk kort over prækvartæroverfladen af Lykke-Andersen 1988). Den Fennoskandiske randzone danner grænsen for det prækambrisk grundfjeld mod øst og de mesozoiske sedimenter i det danske bassin mod vest. Isbevægelsen gennem Kattegat overskrider altså områder med forskellig prækvartær lithologi, hvoraf det østlige område domineres af krystalline bjergarter samt kalksten mens det vestlige område præges af sedimentære bjergarter og kalksten. På trods af tilstedeværelsen af de kvartære sedimenter fra Skærumhedeserien, ses betydningen af det lithologiske skift i prækvartær overfladen, idet der ved Ebbeløkke sker en markant ændring i indholdet af de opblandede korn

fra prækvartæret. Se også fig. 8. Forskellen i indholdet af krystalline korn mod øst og vest viser, at den del af isstrømmen der har overskredet området øst for den Fennoskandiske randzone (foruden de allerede omtalte kvartære sedimentter) hovedsageligt har opblandet krystalline korn og er aflejret ved Ebbeløkke og øst herfor. Den del af isstrømmen der har overskredet området vest for den Fennoskandiske randzone har derimod opblandet sedimentære bjergarter såvel mesozoiske som de allerede omtalte kvartære samt kalk og flint og har aflejret den del af Kattegat Till der forekommer vest for Ebbeløkke. At lokaliteten ved Ebbeløkke tilhører den kalkrige gruppe C (fig. 5), tyder dog på en større opblanding af kalksten undervejs, end den forvitningsstabile del af fingrusfraktionen antyder.

Med hensyn til undergrundens betydning for fordelingen af de forvitningsstabile korn af fingrusfraktionen kan følgende udledes:

De prøver der udgør undergrupperne 1-3 (fig. 6), svarer til hovedgruppe B i fig. 5. Det geografiske område omfatte Nordsjællands kyst fra Nakkehoved til Ebbeløkke. Her er et moderat indhold af palæozoisk kalk, og dermed antydes en begrænset opblanding fra ældre baltiske glacialle aflejringer. I den prækvartære overflade nord for området mellem Nakkehoved og Ebbeløkke findes både sandede og lerede bjergarter fra Nedre Kridt samt kalkbjergarter fra Øvre Kridt og Danien. Begge grupper er dog relativt lavt repræsenteret i fingruset i forhold til indholdet af krystalline korn, hvilket nok må skyldes en begrænset opblanding af prækvartær overfladens bjergarter. Hvis indholdet af krystalline korn stammer direkte fra grundfjeldsområdet, betyder det, at størstedelen af fingrusmaterialet er fjerntransporteret.

Mod øst ses, at fingrusfordelingen i undergruppe 4 (fig. 6) består af krystalline og sedimentære korn (skifre). Undergruppe 4 svarer til gruppe A i fig. 5, hvor de små mængder af palæozoisk kalk indicerer, at der 1) ikke har været nogen nævneværdig opblanding fra ældre kvartære aflejringer, eller 2) at der ikke forekommer baltisk tillmateriale. Indholdet af sedimentære og krystalline korn i Kattegat Till i Skåne formodes overvejende at stamme umiddelbart fra grundfjeldet samt de jurassiske skifre nord for lokaliteterne. De små mængder af flint (1-2%) samt kretassisk/Danien kalk, kan stamme fra de små

kalkforekomster ved Sårdal eller repræsentere opblanding fra Holmström's (1904) »paleobaltiske moræne«.

De prøver, der udgør af undergrupperne 5 og 6 (fig. 6) svarer til hovedgruppe C i fig. 5 og dækker geografisk området med Mols og Tunø samt Yderby. Her er et højt indhold af palæozoisk kalk og dermed en klar opblanding fra ældre »baltiske« kvartære aflejringer. Det tilsvarende reducerede indhold af krystalline korn kan skyldes både den længere transportvej/ eller den store opblanding fra ældre aflejringer. At indholdet af krystalline korn tillige aftager mellem Rugård i nord og Tunø i syd, kan skyldes en lokal opblanding ved isens passage gennem regionen. Mellem Rugård og de øvrige lokaliteter på Mols og Tunø er det primært sedimentindholdet der stiger, mens flintindholdet stiger fra de nordlige til de sydlige lokaliteter. Fordelingen af de opblandede komponenter ved Rugård og Esby betyder, at enten har opblandingen også omfattet krystalline korn, eller også har opblandingen ikke været så omfattende, som indholdet af palæozoisk kalk lader antyde.

Det kan iøvrigt bemærkes, at indholdet af kre-tassisk/Danien kalksten er ligefremt proportionalt med indholdet af flint i hele det beskrevne område, mens indholdet af CaCO_3 i matrix og kalkstensindholdet i fingrusfraktionen ikke følges proportionalt på tilsvarende måde.

Den lerminalogiske sammensætning i bjergarter fra Øvre Palæocæn og Eocæn er beskrevet af blandt andet Tank (1963), Heilmann-Clausen et al. (1985) og Deyu (1986). Fra Øvre Palæocæn består lerminalselskabet af ca. 90% smectit og 10% illit, mindre mængder kaolinit kan dog spores. Op gennem det ældre Tertiær aftager indholdet af smectit, mens indholdet af kaolinit og illit tiltager og dominerer i Nedre Eocæn, hvorefter smectit igen bliver det dominerende lerminal. Da den norske isstrøm i undersøgelsesområdet intetsteds har overskredet primære tertiære leraflejringer har disse kun har en indirekte påvirkning af opblandingen i enheden. Derimod har de Baltiske tillenheder alle overskredet de tertiære lerbjergarter, hvilket også ses af det store smectit indhold i de øvrige indsamlede prøver (hovedgruppe Y fig. 7).

I forbindelse med lerminalogiske undersøgelser af kvartære aflejringer konkluderer Vortish (1982) bl.a. følgende med hensyn til lermi-

neralernes fordeling: 1) Såfremt en tillenhed indeholder CaCO_3 , ændres den totale mængde af ECM (*Expandable Clay Minerals*) ikke nævneværdigt ved senere forvitring. Forvitring vil dog kunne indvirke på de enkelte ECM mineralers indbyrdes mængdeforhold. 2) Selv uden udvaskning af kalk vil oxidation hurtigt reducere chloritindholdet, mens indholdet af andre lerminaler, der forekommer i større mængder, ikke vil påvirkes betydeligt.

Da den grå farve af Kattegat Till ikke tyder på nogen fremskreden oxidation, og da alle prøverne er kalkholdige, antages det derfor, at udvaskning med omdannelse af chlorit til smectit efter aflejringen ikke har spillet nogen nævneværdig rolle. For eksempel ses ingen eller kun en lille ændring i chlorit indholdet i vertikale sekvenser ved Tisvilde og Hundested.

Det antages derfor, at opblandingen fra underlaget er den faktor, der har haft indflydelse på lerminalsammensætningen.

Derfor kan følgende udledes med hensyn til undergrundens betydning for fordelingen af lerminalerne i Kattegat Till: De meget smectitholdige prøver fra Esby (B2) og Tunø (U3), der begge indtager en midterposition mellem prøver fra Lillebælt Till og prøver af Kattegat Till i fig. 7, anses for kraftigt opblandede fra den underliggende Lillebælt Till. Dette bestyrkes af, at de to lokaliteter er de eneste, hvor Kattegat Till og den underlejrrede Lillebælt Till kunne ses i samme blotning, og at begge prøver ligger i det område, hvor de øvrige analysemetoder viser en stor opblanding af underlaget. Smectitindholdet i Lillebælt Till anses for at være opblandet fra det underliggende Tertiær.

Det kan også bemærkes, at det laveste indhold af smectit forekommer længst mod øst, hvor der ikke er påvist nogen væsentlig opblanding af ældre kvartære aflejringer. Smectit indholdet i Skåne og på Ven er i samme størrelsesorden som zone A og F fra det Ældre Yoldia Ler, mens de øvrige prøver fra Kattegat Till har et 5–15% højere smectitindhold. Dette betyder, at smectit indholdet fra Sjælland og Jylland både må stamme fra en underlejrrende baltisk till og det Ældre Yoldia Ler, mens det i Skåne kun menes at stamme fra det Ældre Yoldia Ler.

På grund af forskellig præparationmåder (Vortish 1982) og forskellige metoder til beregning af arealforholdet (Bruhn Nielsen 1986) har det ikke

været muligt, direkte at sammenstille disse resultater med de tidligere beskrevne undersøgelser.

Konklusion

Ud fra de foretagne undersøgelser af Kattegat Till konkluderes følgende:

1. Bevægelsessporet viser et vifteformet udbredelsesmønster i udbredelsesområdet.
2. Indholdet af CaCO₃ i matrix er næsten konstant og adskiller sig således fra fingrusfraktionens kalkstenindhold, der stiger mod vest.
3. Indholdet af kretassisk/Danien kalksten og af flint, optræder ligefremt proportionelt.
4. Indholdet af forvittrings stabile fingruskomponenter varierer på tværs af isbevægelsen, hvilket afspejler undergrundens lithologiske sammensætning. Fingrusanalyser er kun anvendelige til korrelation inderfor et begrænset område.
5. Indholdet af større mængder vermiculit (og chlorit) er diagnostisk for de tillenheder, der er aflejret fra nord og nordøst, hvorimod et større smectitindhold kendetegner de Baltiske tillenheder. Tilstedeværelsen af vermiculit og chlorit viser, at en del af det materiale, der er indeholdt i Kattegat Till, er fjerntransportet, mens tilstedeværelsen af smectit viser, at en del af materialet stammer inddirekte fra den lokale undergrund. På grund af de beskrevne forskelle i lermineralselskabet for hver enhed, har metoden især vist sig at være velegnet til at adskille baltiske tillenheder fra tillenheder, der er aflejret fra en nord/nordøstlig retning. Tilstedeværelsen af chlorit viser, at en senere udvaskning og forvitring har været minimal.
6. Indholdet af omløjrede kvartære foraminiferer, der kan henføres til de primære marine aflejringer i Skærumhedeboringer, tyder på, at tillenheden er af Weichsel alder.

Tak

Denne artikel repræsenterer et uddrag af en specialeopgave udført ved Institut for Almen Geologi, Københavns Universitet. For bestemmelse af foraminiferer takkes John Frederiksen D.S.B. og for tegningerne Steen Sørensen. Desuden

takkes Steen Sjørring, Holger Lindgren, Michael Houmark-Nielsen, Birger Larsen og Søren Skibsted for faglige kommentarer.

Litteratur

- Adrielssohn, L. 1984: Weichselian Lithostratigraphy and Glacial Environments in the Ven-Glumslöv Area, Southern Sweden. *LUNDQUA Thesis*, vol. 16, 120 s.
- Berglund, B. E. & Lagerlund, E. 1981: Ecmian and Weichselian stratigraphy in South Sweden. *Boreas*, vol. 10, s. 323-362.
- Bergstrøm, J., Christensen, W. K., Johansson, C. & Norling, E. 1973: An extension of Upper Cretaceous rocks to the Swedish West Coast at Särdaal. *Bull. geol. Soc. Denmark*, vol. 22, s. 83-154.
- Berthelsen, A. 1974: Nogle forekomster af intrusivt moræneler i NØ-Sjælland. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1973*, s. 118-131.
- Berthelsen, A. 1978: The methodology of kinetostratigraphy as applied to glacial geology. *Bull. geol. Soc. Denmark*, vol. 27, Special issue, s. 25-38.
- Brindley, G. W. & Brown, G. 1980: *Crystal Structures of Clay minerals and their X-ray identification*. Mineralogical Society, London.
- Bruhn Nielsen, J. 1986: *En kvartærgeologisk beskrivelse af et område langs østsiden af Roskilde Fjord*. Upubl. cand. scient. afhandling. Inst. for almen Geologi. Københavns Universitet. 110 s.
- Deyu, Z. 1986: Clay mineralogy of Upper Palæozoic/early Eocene and Eocene clay sediments in Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, vol. 36, s. 249-256.
- Dons, J. A. 1977: *Geologisk fører for Oslotrakten*. Universitetsforlaget, Oslo. 173 s.
- Frederiksen, J. K. 1982: Græstedlerets foraminiferer i østdanske moræneaflejringer. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1981*, s. 65-71.
- Graff-Petersen, P. 1958: Lermineralogiske undersøgelser af kvartær-bjergarter i Røjle klint. *Meddr. dansk geol. Foren.*, nr. 13, s. 471-501.
- Grim, R. E. 1953: *Clay mineralogy*. 1 udg. McGraw-Hill, New York. 384 s.
- Haldorsen, S. 1977: The petrography of tills - a study from Ringsaker, south-eastern Norway. *Norges Geol. Unders.*, nr. 336, 36 s.
- Heilmann-Clausen, C. Bjørnslev Nielsen, O. & Gernser, F. 1985: Lithostratigraphy and depositional environments in the Upper Paleocene and Eocene of Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*. vol. 33, s. 287-323.
- Holmström, S. 1904: Öfversigt af den glaciala afslipning i Sydskandinavien. *Geol. Fören. Stockh. Förh.* 26, s. 241-432.
- Houmark-Nielsen, M. 1976: En glacialstratigrafisk oversigt fra Nordsamsø og Tunø. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1975*, s. 11-13.
- Houmark-Nielsen, M. 1980: *Glacialstratigrafien omkring det nordlige Bælthav*. Upubl. lic. scient. afhandling. Inst. for almen Geologi. Københavns Universitet. 194 s.
- Houmark-Nielsen, M. 1981: Glacialstratigrafi i Danmark øst for hovedopholdslinien. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1980*, s. 61-76.
- Houmark-Nielsen, M. 1987: Pleistocene stratigraphy and glacial history of the central part of Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, vol. 36, s. 1-187.
- Houmark-Nielsen, M. 1989: Danmark i istiden, en tegneserie. *VÅRV 2*, s. 43-72.

- Humlum, O., Krüger, J. & Sjørring, S. 1978: Danmark i sidste istid: En diskussion. *Naturens verden* 1978, s. 272-286.
- Jensen, V. 1977: Store Karlsminde Klint, materialer og strukturer. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1976*, s. 47-55.
- Jessen, A. 1899: Beskrivelser til geologisk kort over Danmark. Kortbladet Skagen, Hirtshals, Frederikshavn, Hjørring og Løkken. *Danm. geol. Unders.*, I nr. 3, 386 s.
- Jessen, A., Milthers, V., Nordmann, V., Hartz, N. & Hesselbo, A. 1910: En boring gennem kvartære lag ved Skærumhede. *Danm. geol. Unders.* II nr. 25, 175 s.
- Knudsen, K. L. 1984: Foraminiferal stratigraphy in a marine Eemian - Weichselian sequence at Apholm, North Jutland. *Bull. geol. Soc. Denmark*, vol. 32, s. 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*, vol. 30, s. 97-109.
- Kronborg, C. & Knudsen, K. L. 1985: Om kvartæret i Rugård: En forløbig undersøgelse. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1984*, s. 37-48.
- Lagerlund, E. 1977: Förutsättningar för moränstratigrafiska undersökningar på Kullen i Nordvästskåne - teoriutveckling och neotektonik. *LUNDQUA Thesis 5*, 106 s.
- Lagerlund, E. 1980: Lithostratigrafisk indeling av Västskaens Pleistocen och en ny glaciationsmodell för Weichsel. *LUNDQUA Report 21*, 120 s.
- Lagerlund, E. 1983: The Pleistocene stratigraphy of Skåne, southern Sweden. In Ehlers, J. (ed): *Glacial deposits in Northwest Europe*, s. 155-159. A. A. Balkema, Rotterdam.
- Lagerlund, E. 1987: An alternative Weichselian glaciation model, with special reference to the glacial history of Skåne, South Sweden. *Boreas*, vol. 16, s. 433-459.
- Larsen, G. 1966: Rhaetic - Jurassic - Lower Cretaceous Sediments in the Danish Embayment. *Danm. geol. Unders.*, II, nr. 91, s. 71-127.
- Lykke-Andersen, A.-L. 1982: Nogle nye C-14 dateringer fra det Ældre Yoldia Ler i Hirtshals Kystklint. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1981*, s. 119-121.
- Lykke-Andersen, A.-L. 1987: A Late Saalian, Eemian and Weichselian marine sequence at Nørre Lyngby, Vendsyssel, Denmark. *Boreas*, vol. 16, s. 345-357.
- Lykke-Andersen, H. 1987: Thickness of Quaternary deposits and their relations to the pre-Quaternary in Fennoscandian border zone in Kattegat, Vendsyssel. *Boreas*, vol. 16, s. 369-371.
- Lykke-Andersen, H. 1988: Viborgegnens geologi. *Viborg leksikon 6*. Viborg stift museum. Viborg. 40 s.
- Lykke-Andersen, H. 1992: Nogle hovedtræk af Kattegats kvartærgeologi - foreløbige resultater af en seismisk undersøgelse 1988-91. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1990-91*, s. 57-65.
- Madsen, V. 1897: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Samsø. *Danm. geol. Unders.*, I, nr. 5, 87 s.
- Mangerud, J., Sønstegeard, E., Sejrup, H-P. & Haldorsen, S. 1981: A continuous Eemian-Early Weichselian sequence containing pollen and marine fossils at Fjøsanger, western Norway. *Boreas*, vol. 10, s. 137-208.
- Mann, U. & Fischer, K. 1981: The triangle method-semiquantitative determination of clay minerals. *Jour. Sed. Petrol.*, vol. 52, nr. 2, s. 654-657.
- Meldgaard, S. & Knudsen, K. L. 1979: Metoder til indsamling og oparbejdning af prøver til foraminiferanalyser. *Dansk Natur - Dansk Skole, Årsskrift 1979*, s. 48-75.
- Miller, U. 1977: Pleistocene deposits of the Alnarp Valley, southern Sweden - Microfossils and their stratigraphical application. *LUNDQUA Thesis 4*, 116 s.
- Møberg, J. P., Petersen, L. & Rasmussen, K. 1988: Constituents of Some Widely Distributed Soils in Denmark. *Geoderma*, 42, s. 295-316.
- Nielsen, P. E. & Nielsen, E. M. 1985: Hvad skjuler Kattegat. *Varv 1*, s. 3-7.
- Nielsen, P. E. & Houmark-Nielsen, M. 1983: Till fabric. In Ehlers, J. (edit): *Glacial deposits in North-west Europe*. A. A. Balkema, Rotterdam, s. 207-209.
- Nielsen, P. E. & Konradi, P. B. 1990: Seismic Stratigraphy and Foraminifera in Late Quaternary Deposits, Southern Kattegat, Denmark. *Stria*, vol. 29, s. 105-110.
- Petersen, S. A. S., Petersen, K. S. & Rasmussen, L. Å. 1988: Observations on glaciodynamic structures at the Main Stationary Line in western Jutland, Denmark. In Croot, D. (edit): *Glaciotectonics. Forms and Processes*. Balkema, Rotterdam. s. 177-183.
- Petersen, K. S. & Konradi, P. 1974: Lithologiske og palæontologiske beskrivelse af profiler i Kvartæret på Sjælland. *Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1973*, s. 47-56.
- Poulsen, V. 1981: Cluster analyse. I: Poulsen, V., Rose-Hansen, J. & Springer, N. 1981: *Geostatistik*. s. 141-155. Geologisk Centralinstitut.
- Rasmussen, L. Aa. 1973: The Quaternary stratigraphy and dislocations on Ven. *Bull. Geol. Inst. Univ. Upps.*, vol. 5, New serie, s. 3739.
- Rasmussen, L. Aa. 1974: Om morænestratigrafi i det nordlige Øresundsområde. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1973*, s. 132-139.
- Rasmussen, L. Aa. & Petersen, K. S. 1980: Resultater fra DGU's genoptagne kvartærgeologiske kortlægning. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1979*, s. 47-54.
- Rasmussen, R. W. 1977: *Danmarks Geologi*. Gjellerup, 175 s.
- Rørdam, K. 1893: De geologiske Forhold i det nordøstlige Sjælland. Kortbladene Helsingør og Hillerød. *Danm. geol. Unders.*, I, nr. 1, 110 s.
- Rørdam, K. 1909: *Geologi og jordbundslære*, vol. I & II. Nordisk forlag, København.
- Rørdam, K. & Milthers, V. 1900: Beskrivelse til geologisk kort over Danmark. Kortbladene Sejrø, Nykjøbing, Kalundborg og Holbæk. *Danm. geol. Unders.*, I, nr. 8, 143 s.
- Sjørring, S. 1973: Some problems in the till stratigraphy of the northeastern part of Sjælland. *Bull. Geol. Inst. Univ. Upps.* 5. s. 31-35.
- Sjørring, S. 1974: Klinterne ved Hundested. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1973*, s. 108-117.
- Sjørring, S. 1976: *Noter til Danmarks Kvartærgeologi (2. udgave)* Københavns Universitet, Institut for almen Geologi.
- Sjørring, S., Nielsen, P. E., Frederiksen, J., Hegner, J., Hyde, G., Jensen, J. B., Mogensen, A. & Vortish, W. 1982: Observationer fra Ristinge Klint, felt- og laboratorieundersøgelser. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1981*, s. 135-149.
- Tank, R. W. 1963: Clay mineralogy of some Lower Tertiary (Paleogene) sediments from Denmark. *Danm. geol. Unders.*, IV, Bd. 4, nr. 9, 45 s.
- Thamdrup, K. 1970: Klinterne ved Mols Hoved, en kvartærgeologisk undersøgelse. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1969*, s. 2-8.
- Vortish, W. 1982: Clay mineralogical studies of some tills in northern Germany. *Geologica et Palæontologica* 15, s. 167-192.
- Wilson, M. J. 1987: *A handbook of determinative methods in clay mineralogy*. Blackie. London. 301 s.