

En Kvartærstratigrafisk undersøgelse på Thyholm

CLAUS DITLEFSEN



Ditlefsen, C.: En Kvartærstratigrafisk undersøgelse på Thyholm. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1987-89, side 55-69, København 15. januar 1990.*

Glacial deposits from Thyholm, N. W. Denmark (fig. 1) have been investigated. Four major localities are described and the sedimentary units are correlated. An event- and lithostratigraphy for the area is thereby established (fig. 10). Evidence of five different ice advances and a marine transgression is present.

Oldest are traces of an ice advance from the east. This advance presumably took place during the Elsterian glaciation, and the movements of the ice seem to have been influenced by a local salt dome (fig. 11). Melt down of the Elsterian Ice led to widespread meltwater sedimentation. After a period with fluvial erosion and coarse-grained sedimentation the water level rose and meltwater clay were deposited. From flowstructures and bottom levels of this clay the topography of the Elsterian landscape is outlined (fig. 12). Evidence of a gradual change from fresh-water to marine conditions during the Late Elsterian is presented.

An ice advance from the north presumably took place during the early part of the Saalian glaciation. This was followed by an advance from the southeast, which has been correlated with a later stage in the Saalian. It is argued that yet another ice advance from the north took place during Late Saalian. The youngest ice advance is regarded to be of Weichselian age and is correlated with the ice advance that reached the Main Stationary Line 20 km further to the south.

Claus Ditlefsen, *Geologisk Institut, Aarhus Universitet, C. F. Møllers Allé, Bygn. 120, 8000 Århus C. 10. august 1989.*

Indledning

Som led i en forsøgskortlægning af teglværksler ved den vestlige Limfjord (Ditlefsen 1988), er der foretaget kvartærgeologiske undersøgelser af en række lokaliteter på Thyholm og i Sydthy. Blandt disse præsenteres her fire hovedlokaliteter beliggende omkring salthorsten ved Uglev (fig. 1). Det drejer sig om en kystklint på Jegindø, to klinter på vestkysten af Thyholm samt en sandgrav ved Flovlev centralt på Thyholm.

Undersøgelsen har omfattet feltarbejde og laboratorieanalyser. I felten er der optegnet profiler, foretaget undersøgelser af glacielle deformationer, opmåling og beskrivelser af lagfølger samt fabricanalyser i tillaflejring, mens der i laboratoriet er udført analyser af sedimenternes tekstur, mineralogi og petrografi. Kornstørrelsesfordeling og mineralogi i forskellige leraflejring fra området er tidligere beskrevet af Ditlefsen (1988). Her præsenteres felldata sammen med petrografiske analyser af tillaflejringernes fingrus (2-4 mm). Gruskornene er inddelt i stabile og ustabile klasser som hos Ehlers (1979) og Kronborg (1986). Porøs opalfint er henregnet til de ustabile komponenter, da disse korns kalkindhold afhænger af forvitringsgraden (Larsen 1959).

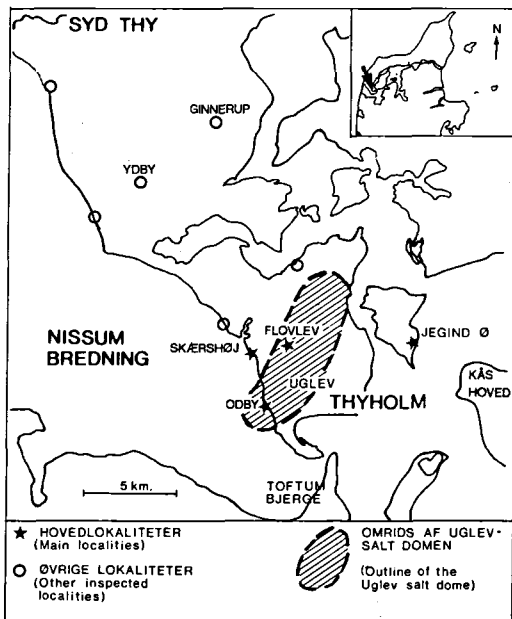


Fig. 1. Lokalitetskort. Omridset af saltdomen ved Uglev er ifølge Baastrup & Jeppesen (1986).

Locality-map. The outline of the Uglev-salt dome is after Baastrup & Jeppesen (1986).

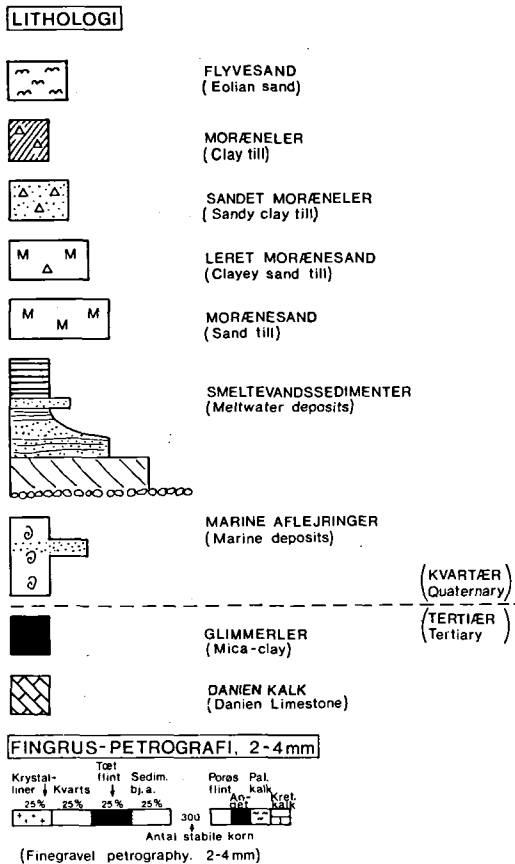


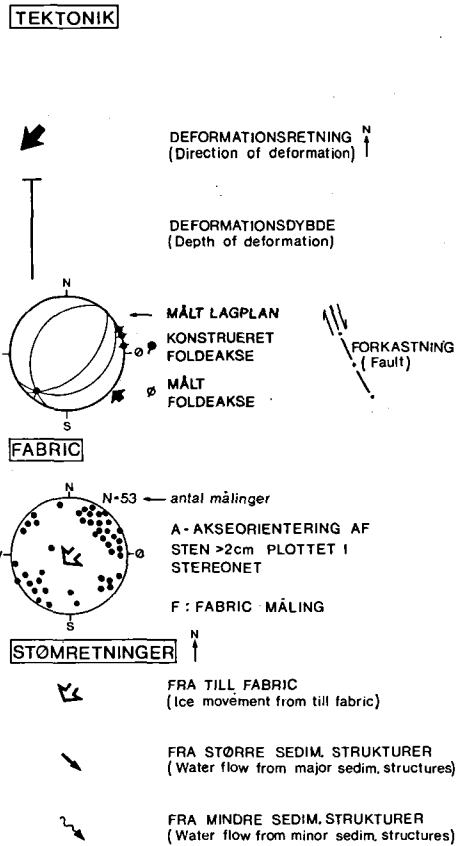
Fig. 2. Signaturer til profiler og sedimentologiske logs.

Med baggrund i retningsindikatorer og lithologiske karakterer korreleres mellem enhederne på de forskellige lokaliteter, og der opstilles en glacial hændelses- og lithostratigrafi for området (fig. 10). Denne sammenholdes med tidligere stratigrafiske undersøgelser i nærliggende områder, og tidspunkterne for de glacielle begivenheder diskuteres. Signaturer, der benyttes på profiler og lithologiske logs er vist i fig. 2.

Lokalitetsbeskrivelse

Jegindø

I kystklinten øst for Kirkeby på Jegindø (fig. 3B) er der flere steder blottet en varieret serie af glacielle sedimenter. Et profil opmålt ved Harbølgaard er gengivet på fig. 3A. I profilet ligger to øvre tillaflejringer uforstyrret over en nedre lagserie, der er præget af glacielle deformationer fra nordnordøst. Det nedre stokværk består af tre



Legend. The finegravel-petrography is based on Ehlers (1979).

tillenheder samt en horisont med finkornede smeltevandssedimenter. Deformationerne aftager i intensitet mod bunden af den blottede lagserie.

Nederste morænesand, Jegindø-till

Ved foden af klinten ses stedvis en violetbrun, kompakt, sandet till (fig. 3A ved 370 m & fig. 4), hvorfra fabricmålinger viser en stenorientering, der dykker svagt mod øst (fig. 3C). Tillens fingrus har kvarts som den hyppigste komponent. Dette nedre morænesand tolkes som en bundtill aflejret under et isfremstød fra øst. Enheden benævnes fremover Jegindø-till.

Finkornede smeltevandssedimenter, Nissumleret

Ved toppen af Jegindø-tillen ses et gennemgående stenlag, som indikerer, at der er sket fluvialt erosion i den underliggende till forud for sedi-

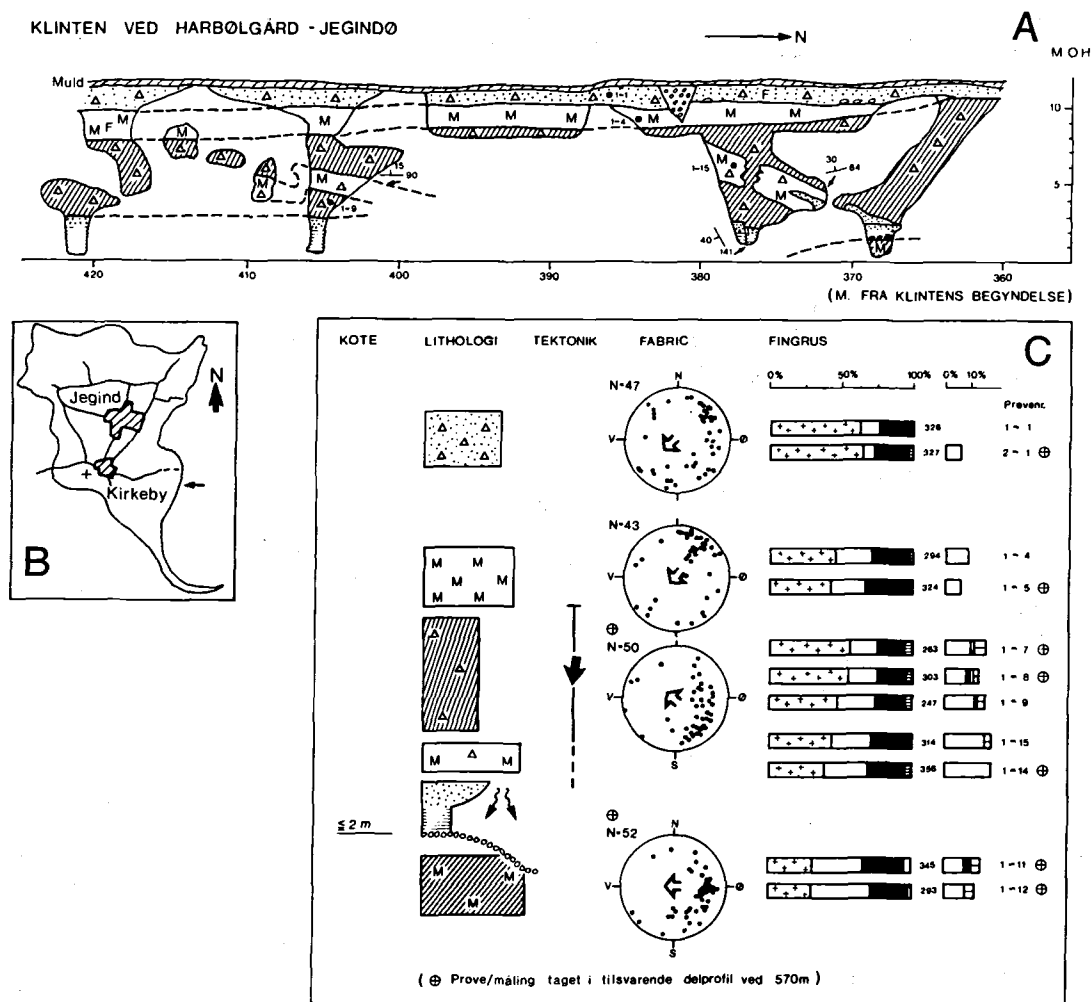


Fig. 3. Kystklinten ved Harbølgaard, Jegindø; A: Profil, B: Lokalisering, C: Glacialstratigrafiske data. Signaturerne fremgår af fig. 2.

The coastal cliff at Harbølgaard, Jegindø; A: Section, B: Locality-map, C: Stratigraphic data. The symbols are explained in fig. 2.

mentationen. Herover følger der forholdsvis uforstyrrede lerede, siltede og finsandede smeltevandssedimenter (fig. 4). Enheden varierer i mægtighed fra 1 m til mere end 3 m som følge af relief-forholdene i den underliggende till. Aflejringen er mest finkornet ved basis, hvor der ses fede draperede lerlag. Herover bliver sedimentet grovere og går mod toppen gradvist over i 1/2 m lyst finsand, med forskellige typer af klatrende ribber afsat af en sydrettet strøm. Enheden tolkes som en lacustrin til deltaisk smeltevandsaflejring afsat på et »druknet« morænelandskab.

Undersøgelser omkring Venø Bugt og Nissum Bredning tyder på, at denne enhed af smeltevandsler er vidt udbredt i området (Jensen 1985,

Ditlefsen 1987 og Leth 1987). Den betegnes fremover som Nissum-leret.

Gråt, leret morænesand, Skærshøj-till

Over de finkornede smeltevandssedimenter findes inklusioner af lysegråt, lerholdigt morænesand omgivet af moræneler, se fig. 3A. Inklusionerne adskiller sig i fingrussammensætning fra de øvrige tillaflejringer og antages at repræsentere en selvstændig tillenhed. Et højt indhold af porøs flint tyder på, at tillen er afsat af en gletscher, der har optaget materiale fra kalkundergrunden nær ved. Det forekommer på den baggrund mest sandsynligt, at tillen er afsat under et isfremstød

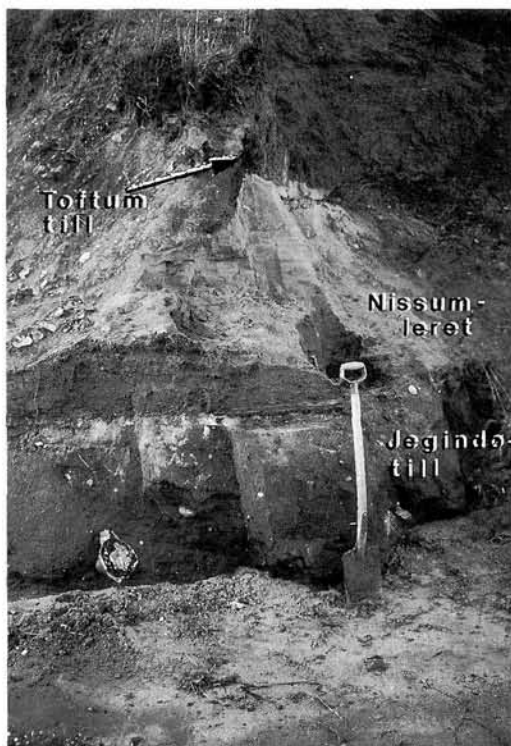


Fig. 4: Forskellige glaciale sedimenter fra den nedre del af kystprofillet på Jegindø. Enhederne beskrives i teksten.

Different glacial sediments from the lower part of the coastal cliff at Jegindø. The units are described in the text.

fra en nordlig retning. Den benævnes fremover Skærshøj-till.

Mørkt, stenfattigt moræneler, Toftum-till

Fedt, stenfattigt moræneler omslutter Skærshøj-till. I den nedre del er det uforvitret, sort og kalkholdig, mens den øvre del er forvitret, brun og kalkfattig. Basis af denne tillbænk ligger konkordant over de finkornede smeltevandssedimenter (fig. 3A). En fabricmåling i den nedre del af tillen viser dominans af sten med en svag sydøstlig dykretning; endvidere har en mindre gruppe sten en mere østlig orientering og et større dyk (fig. 3C). Et sådant mønster kan tolkes som en sydøstrettet fabric, der har været udsat for en mindre reorientering i forbindelse med et istryk fra nordøst, (Ramsden & Westgate, 1971). Denne tolkning underbygges af, at tillbænken er

tydeligt disloceret fra en nordøstlig retning (fig. 3A). Tillens fingrussammensætning fremgår af fig. 3C.

Enheden tolkes som en basal till aflejeret af et isfremstød fra sydøst, og den benævnes fremover Toftum-till, da den korrelerer vel med en tilsvarende leret tillbænk beskrevet fra klinterne ved Toftum Bjerger (Jensen 1985) 10 km sydvest for Jegindø (fig. 1).

Gulbrunt, løst morænesand, Harbølgård-till

Over den dislocerede del af lagserien findes en gennemgående bænk af gulbrunt, kalkfattigt, groft, løst, morænesand. Ved basis af tillbænken ses en svag lamination; ved toppen er den stedvis adskilt fra den øverste till af en stenbrolægning. Krystalline bjergarter og flint er de to hyppigste fingruskomponenter. Stenorienteringen (fig. 3C) er parallel med den isbevægelse, der frembragte de underliggende deformationer, og tillen tolkes afsat af en gletscher fra nordnordøst. Den benævnes herefter Harbølgård-till.

Rødt, sandet moræneler, Flovlev-till

Øverst i klinten ses en rødbrun, kompakt, sandet morænelersbænk. Enheden er karakteriseret ved et særlig højt indhold af krystalline korn i fingrusfraktionen. Fabricmålinger viser en nordøstlig stenorientering, (fig. 3C). Enheden tolkes som en bund-till aflejeret af et isfremstød fra nordøst, formodentlig det sidste der nåede Jegindø. Den benævnes Flovlev-till.

En kileformet struktur

I den nordlige ende af det optegnede profil (fig. 3A ved 380 m) er de to øverste tillbænke gennemsat af en kileformet struktur som i toppen indeholder foldede stenlag. Spidsen af strukturen ses tydeligt, da leret materiale fra den øverste till er ført ned i den underliggende sandede tillbænk. Strukturen tolkes som en fossil iskile dannet under periglaciale forhold efter det sidste isdække var smeltet bort.

Flovlev

Sandgraven ved Flovlev findes i den vestlige del af det højtliggende centrale Thyholm, (fig. 5B).

Profilerne i graven domineres af smeltevandssand og -grus, der kan opdeles i tre enheder ud fra mellemliggende tillaflejring og glaciale deformationer. Lagerier ved Flovlev består af følgende enheder:

Gult morænesand, Jegindø-till

I den nordlige del af sandgraven findes ved basis af Toftum-tillen kantede inklusioner af gult morænesand. De har et relativt højt indhold af kvarts i fingruset (fig. 5C) og korreleres derfor med Jegindø-tillen, se fig. 10.

Planlamineret finsand

Fint, planlamineret smeltevandssand ses flere steder under Toftum-tillen. Sedimentet tolkes af-

lejret lacustrint, og enheden korreleres med de finkornede smeltevandssedimenter på Jegindø (fig. 10).

Fed leret till, Toftum-till

Mørkegråt, fedt, stenfattigt, kompakt moræneler findes som en tynd, bølgende bæk samt i større deformerede partier (fig. 5A). Fingrusfraktionen i denne till har et relativt højt indhold af sedimentære korn (10 %) og palæozoiske kalksten (20 %) (fig. 5C). En sådan sammensætning er typisk for tillaflejring afsat af gletschere, der har passeret gennem det baltiske område, (Houmark-Nielsen 1987), hvorfor det formodes, at tillen er aflejret af et isdække, der er kommet fra sydøst. Den lerede till korreleres derfor med Toftum-tillen (fig. 10).

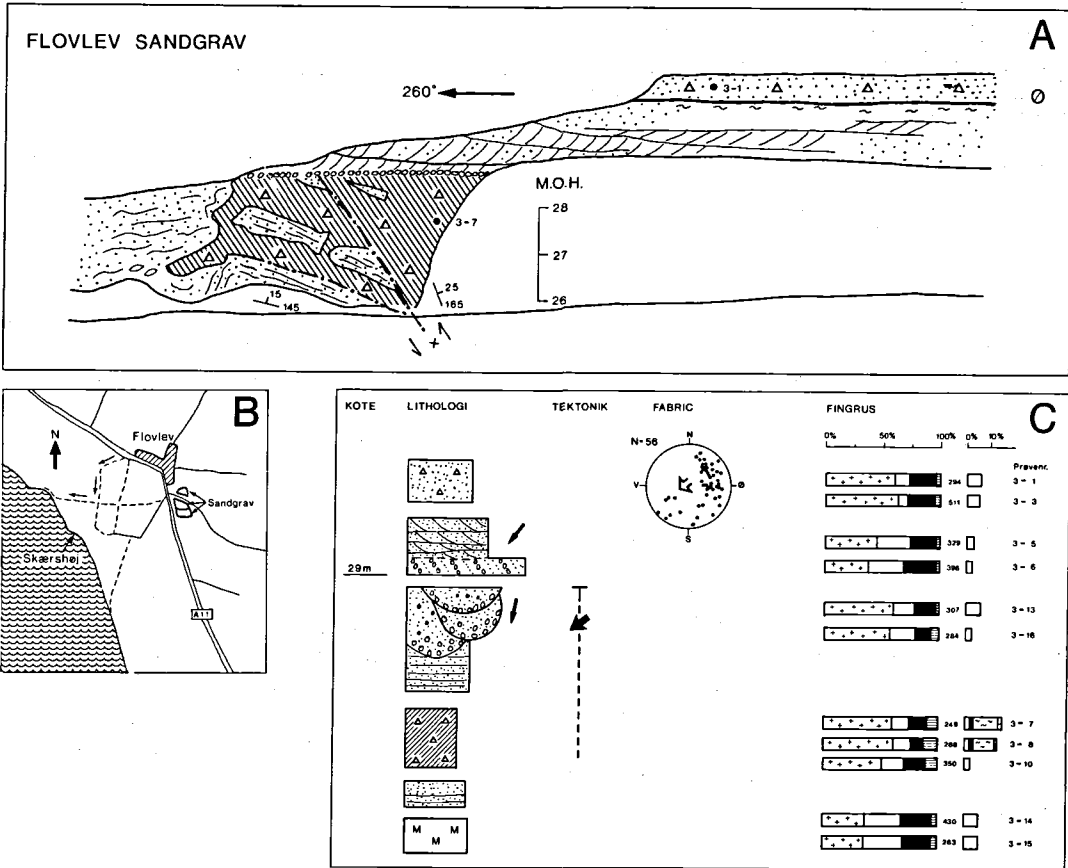


Fig. 5. Sandgraven ved Flovlev; A: Profil ved nedørsel til det sydlige graveafsnit, B: Lokalitetskort, C: Glacialstratigrafiske data. Signaturerne fremgår af fig. 2.

The sand pit at Flovlev. A: Profile located at the ramp to the southern pit section, B: Locality-map, C: Stratigraphic data. Signatures are explained in fig. 2.

Nedre smeltevandsgrus

Denne enhed består af planlaminert sand overlejret af grus. Gruset findes afsat i bølgede lag og større trug med en foretrukket trugakseorientering mod sydsydvest; mindre tabulære skrålejringer hælder i samme retning. Sedimentet antages derfor at være aflejret under afstrømning mod sydsydvest. Enhedens fingrussammensætning ses af fig. 5C.

Deformation fra østnordøst

Ved nedkørslen til den sydlige del af graven er Toftum-tillen overskudt og deformeret af istryk fra østnordøst (fig. 5A). Disse deformationer henføres til det isfremstød, der afsatte Harbølgård-tillen (fig. 10), skønt denne på Jegindø er afsat fra en mere nordlig retning.

Øvre smeltevandsgrus

Over kote 29 m findes i hele graven en 2–5 m mægtig uforstyrret serie af skrålejet smeltevandssand og grus (fig. 5A), som er afsat af en sydvestrettet strøm.

Enhedens fingrusfraktion indeholder omkring 40 % krystallinsk materiale og 30 % kvarts, hvorved den adskiller sig fra det nedre smeltevandsgrus. Smeltevandshederne kan her således adskilles ud fra deres fingrussammensætning (fig. 5C).

Rød, sandet moræneler, Flovlev-till

I toppen af lagserien kan en rødbrun, sandet morænelersbænk følges over store dele af graven. Fabricanalyse i bænken viser et foretrukket dyk mod nordøst. Tillens fingrusfraktion indeholder overvejende krystalline bjergarter. Enheden tolkes som en basal till afsat fra nordøst – formodentlig af det sidste isfremstød der nåede Thyholm.

Skærshøj

Lokaliteten Skærshøj ligger ca. midt på Thyholms vestkyst (fig. 5B) på en strækning, hvor klinten domineres af en øvre tillbænk. Herunder findes udeformeret smeltevandssand, og under sandet ses et nedre deformeret stokværk inde-

holdende till, smeltevandssedimenter, kvartære marine aflejringer og tertiært glimmerler, se fig. 6A. Det nedre stokværk er præget af overskydninger fra sydøst, så aldersrelationerne mellem de kvartære enheder forekommer usikre.

Marine aflejringer

En godt 2 m tyk serie af overvejende marine sedimenter findes centralt i profilet. Serien hviler på en tynd laminert diamict, som har stor lighed med lag, der findes ved basis af de overskudte tertiære aflejringer. Diamicten tolkes som shearet materiale dannet i forbindelse med en overskydning af de marine aflejringer, som af den grund formodes at være den ældste kvartære enhed i profilet. De marine aflejringer er ud fra foraminiferindholdet henført til den sene del af Elsterglaciationen (Knudsen 1987, Ditlefsen & Knudsen 1990).

Umiddelbart over diamicten findes 7 cm laminert ler med graderet lagdeling. Det er tolket som smeltevandsler. Herover ses der 1,5 m mørkegråt, stenholdigt ler afsat under fuldt marine forhold. Dette ler overlejres af 0,5 m rytmisk vekslende marine ler- og sandlag, som er afsat på lavere vand (Ditlefsen og Knudsen 1990).

Smeltevandsleret nederst i serien korreleres med Nisum-leret, og de marine Sen Elster aflejringer placeres stratigrafisk herover (fig. 10).

Stenfattigt, kompakt morænesand, Skærshøj-till

Under den formodede shearzone findes mørkegråt, meget kompakt morænesand, der er kalkholdigt og stenfattigt. Morænesandet, som formodes at være en bund-till, har i fingruset et relativt højt indhold af porøst flint (fig. 6B), og ud fra sammensætningen korreleres det med Skærshøj-till på Jegindø (fig. 10).

Deformation fra sydøst

Det nedre deformede stokværk ved Skærshøj hælder overvejende mod sydøst. Overskydninger i sedimenterne tyder ligeledes på istryk fra denne retning (fig. 6A). Deformationerne menes frem-

SKÆRSHØJ KLINT

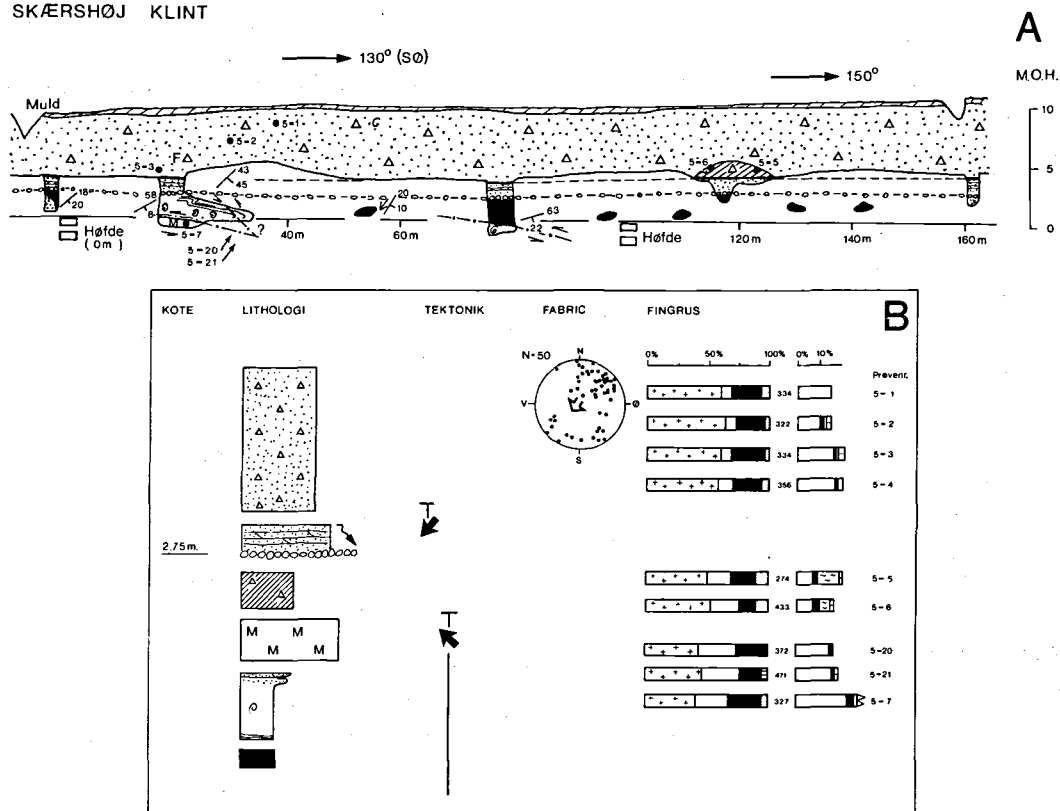


Fig. 6. Kystklinten ved Skærshøj; A: Profil, B: Glacialstratigrafiske data. Proflets lokalisering ses af fig. 5A, og signaturerne fremgår af fig. 2.

The coastal cliff at Skærshøj. A: Section, B: Stratigraphic data. The localization is seen in fig. 5A and signatures are explained in fig. 2.

bragt af den isstrøm, der afsatte Toftum-tillen fra sydøst, skønt der ikke er fundet nogen tillbænk direkte over deformationerne.

Fedt, stenfattigt moræneler, Toftum-till

Ved sålen af den øvre tillbænk ses en flage af mørkegråt, fedt, stenfattigt moræneler. (Fig. 6A ved 120 m). Fingrusfraktionen i denne till er forholdsvis rig på sedimentære korn og palæozoiske kalksten (fig. 6B). På grundlag af denne fingrus-sammensætning formodes till-flagen oprindeligt at være aflejret af en isstrøm fra syd, og den korreleres med Toftum-tillen.

Udeformeret smeltevandssand

Under den dækkende tillbænk ses 1,25 m uforstyrret, rytmisk vekslede groft og fint smeltevandssand med et enkeltkornet stenlag ved basis (fig. 6A). I de grove lag ses mindre, plane skrår-

lejringer, mens de finkornede lag har småribber og planlamination. Målinger på strømstrukturere indicerer, at sedimentet er aflejret af en strøm mod sydøst. Til trods for forskel i strømretning korreleres aflejringen med det nedre smeltevandssand ved Flovlev (fig. 10).

Sandet moræneler, Flovlev till

En øvre tillbænk af 6 til 8 m's mægtighed er blottet gennem hele profilet (fig. 6A). Det er en kompakt, sandet moræneler, der stedvis indeholder sandslirer. I den nedre del er tillen mørkegrå og kalkholdig, mens den øvre del fremstår rødbrun og kalkfattig, præget af forvitring. Fabricanalyser viser et dominerende dyk af de langaksede sten mod nordøst, endvidere er der under sålen af tillen fundet mindre slæbefolder (fig. 7), som tyder på et istryk fra østnordøst. Derfor tolkes fabricmønstret (fig. 6B) som parallelt med isbevægelsesretningen, og tillen formodes afsat

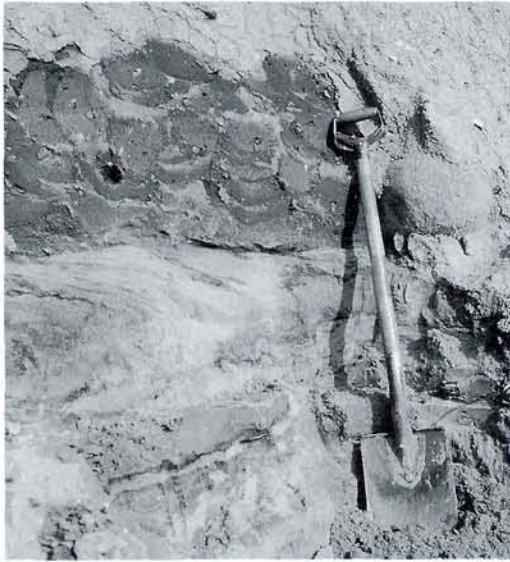


Fig. 7. Skæbefold ved sålen af den øvre tillbænk (Flovlev-till), Skærshøj. Folden indikerer en isbebægelse fra østnordøst.

Drag fold at the base of the upper till (Flovlev till), Skærshøj. The fold indicates ice movement from the east-northeast.

under et isfremstød fra nordøst. Fingruset er karakteriseret ved et stort indhold af krystalline korn og et lille indhold af kvarts (fig. 6B). Tillbænken korreleres med Flovlev-tillen.

Odby Klint

Ved Odby på det sydvestligste Thyholm (fig. 8B) findes en op til 25 m høj klint, hvor størstedelen af den kvartære lagserie ligger horisontalt på skråtstillet faststående Danienkalk, der hælder 10–15° mod sydøst (fig. 8A). Kalkens lagstilling skyldes antagelig salttektonisk oppresning. De kvartære aflejringer synes derimod ikke at have taget del i denne oppresning.

Lokalt aflejrede sten og blokke

I den sydlige ende af det opmålte profil dykker Danienkalken ned under havniveau, og under en gennemgående vinkeldiskordans ses grove stenlag overlejret af lamineret sand. Lagene er skråtstillede og foldede (fig. 8A ved ca. 300 m). Ste-

nene består hovedsagelig af velafrundet kalk og let afrundet flint. Tilstedeværelsen af enkelte kvartsitter og krystalline bjergarter indikerer, at aflejringerne er af Kvartær oprindelse. Ud fra kornstørrelse og petrografi formodes stenene, at være afsat lokalt i kraftigt strømmende vand, der muligvis er affødt af et relief i kalkoverfladen. Enheden placeres i bunden af den stratigrafiske søjle (fig. 10).

Deformation fra sydøst

Nær overgangen mellem stenene og den faststående kalk forekommer flager af kalk skudt ind i stenlagene. En sådan deformation hidrører antagelig fra istryk. Orienteringen af foldeakser og skråtstillede lag indikerer, at enheden er disloceret fra sydøst (fig. 8A). Dette svarer til en lokal isbevægelse hen over kalkens svagt hældende lagplaner.

Smeltevandsler med ribbeholdige finsandslag, Nissum-leret

Over de dislocerede lag ses en ca. 2½ m mægtig horisont af siltrig smeltevandsler (fig. 9). Leret indeholder en række finsandslag, hvori der ses klatrende ribber og bølgeribber. Strømribbernes orientering tyder på, at tilførslen til bassinet har været fra nordvest. Endvidere tyder tilstedeværelsen af bølgeribber på, at bølger i urolige perioder har kunnet nå søbunden. Enheden korreleres med Nissum-leret (fig. 10).

Mørkegrå leret till, Toftum-till

Over smeltevandsleret ses en gennemgående bænk af mørkegråt, kalkholdigt, siltrigt, stenfattigt moræneler (fig. 8A). Grænsen til underlaget er uskarp, mens der internt i tillen forekommer skarpt tegnede shearplaner og liggende folder, hvis foldeakser overvejende er orienteret mod østnordøst (fig. 8A). Foldeflankerne og shearplanerne hæder overvejende mod syd svarende til et istryk fra denne retning. I et område, hvor tillbænken er homogen og udeformeret, er der målt fabric. Stenenes langakser dykker her overvejende mod sydøst (fig. 8C), og det synes derfor mest sandsynligt, at aflejringerne er sket under et sydøstligt isfremstød. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at tillen er aflejret under et tidligere

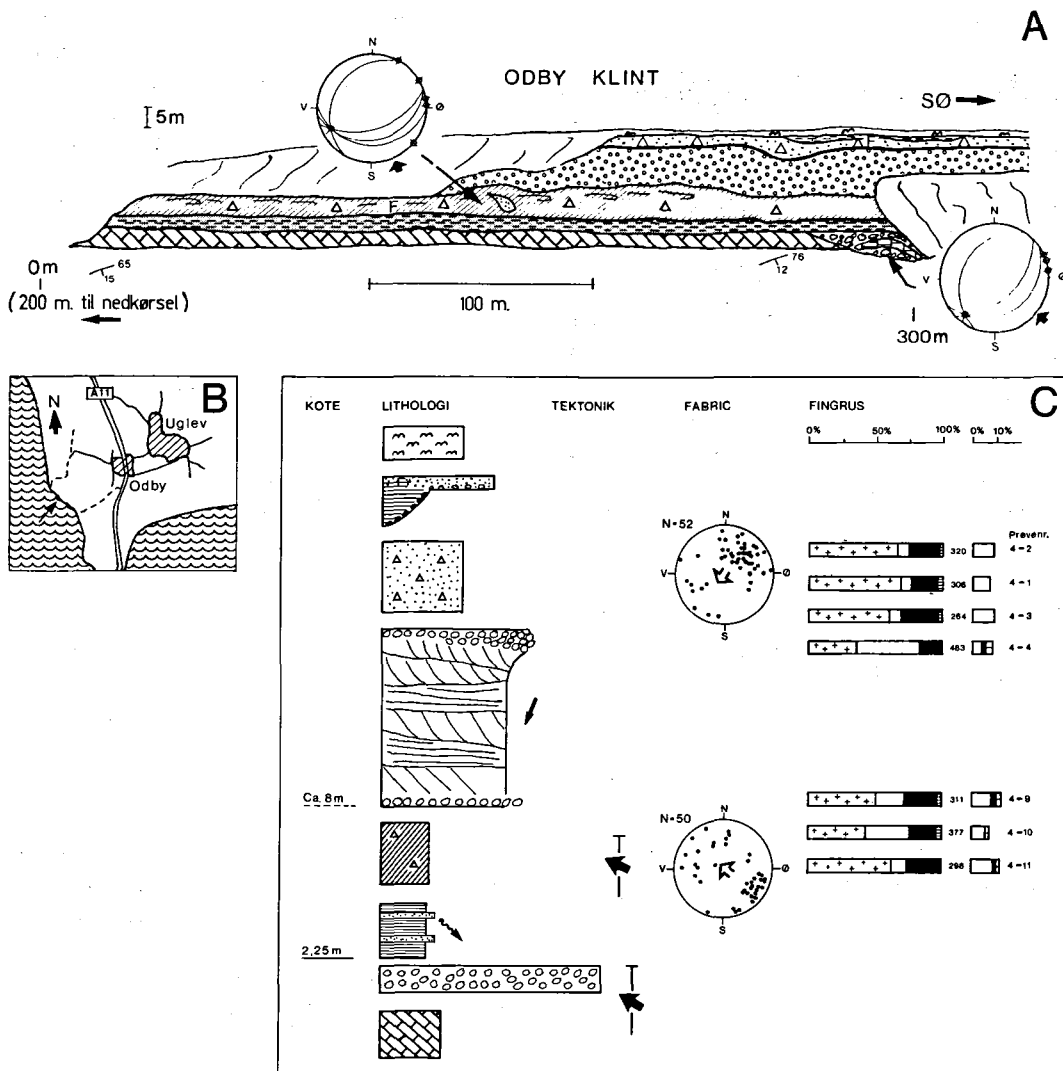


Fig. 8. Den nordlige del af Odby Klint; A: Profil, B: Lokalitets-kort, C: Glacialstratigrafiske data.

The northern part of the coastal cliff at Odby. A: Section, B: Locality-map, C: Stratigraphic data.

fremstød og derefter deformeret fra sydøst. Dens petrografiske sammensætning kan ikke belyse dette nærmere, da der ses en forholdsvis stor intern variation i fingruskomponenterne (fig. 8C). Tillen korreleres foreløbig med Toftum-till (fig. 10) på baggrund af lithologi og retnings-indikatorer.

Smeltevandsgrus

Over Toftum-tillen findes 8 til 12 m smeltevandssand og -grus. Denne enhed er blottet i større partier langs det meste af klinten. I hovedparten

af blotningerne ligger smeltevandsgruset uforstyrret, og måling af strømstrukturer tyder på, at det er afsat under afstrømning mod sydvest. Enheden korreleres med det øvre smeltevandsgrus ved Flovlev (fig. 10).

Sandet moræneler, Flovlev-till

Langs toppen af Odby Klint ses en gennemgående tillbænk; det er en rødbrun, kalkfattig, lagdelt og sandet moræneler, der stedvis indeholder tynde sandlag. Ved basis er den kalkholdig og lysegrå. Fabricanalysen (fig. 8C) tyder på, at den



Fig. 9. Foden af Odby Klint blottet efter vestenstorm. Skråstillet Danienskalk overlejres diskordant af uforstyrret smeltevandsler 2,25 m over havniveau.

The lower part of the Odby section well exposed after a storm from the west. Above inclined Danian limestone undeformed meltwater clay is seen. The base of this clay is 2.25 m above sealevel.

er afsat under isbevægelse fra nordøst. I hovedparten af prøverne er fingruset karakteriseret ved et stort indhold af krystalline bjergarter og et lille indhold af kvarts. Nær tillens sål er kvartsindholdet dog meget stort (fig. 8C). Dette skyldes formodentlig, at bænken lokalt har optaget materiale fra et kvartsrigt underlag. Enheden korreleres med Fløvlev-tillen (fig. 10).

Nedskylssedimenter

Over den øvre tillbænk findes lamineret silt og finsand i en mindre bassinudfyldning (fig. 8A omkring 300 m). Ved randen ses dårligt sortererede lerede og grusede lag, som kiler ud mod midten af bassinet. Sedimenterne formodes at være nedskylsaffejringer fra Weichsel-senglaciale tiden afsat i en depression i morænefladen.

Flyvesand

Fint, velsorteret, strukturløst flyvesand optræder som et dæklag på op til 1.5 m's tykkelse langs

store dele af Odby Klint. I historiske beretninger fra Sydthy og Thyholm rapporteres om sandflugt i det 17. og 18. århundrede (Friis 1966), og det synes derfor sandsynligt, at flyvesandet ved Odby er fra historisk tid.

Diskussion

Under lokalitetsbeskrivelserne er løbende blevet korreleret imellem lokaliteterne. Disse korrelationer fremgår af diagrammet fig. 10. Her er de stratigrafiske forhold for lokaliteterne i Sydthy (fig. 1) også angivet. Endvidere ses den samlede lithostratigrafi for hele undersøgelsesområdet. Aldrene af de glaciæle sedimenter og begivenheder diskuteres i det følgende.

Isfremstød i Elster

Ældst er spor efter et isfremstød fra øst repræsenteret ved Jegindø-till. En till med en tilsvarende fabric og fingrussammensætning er tidligere be-

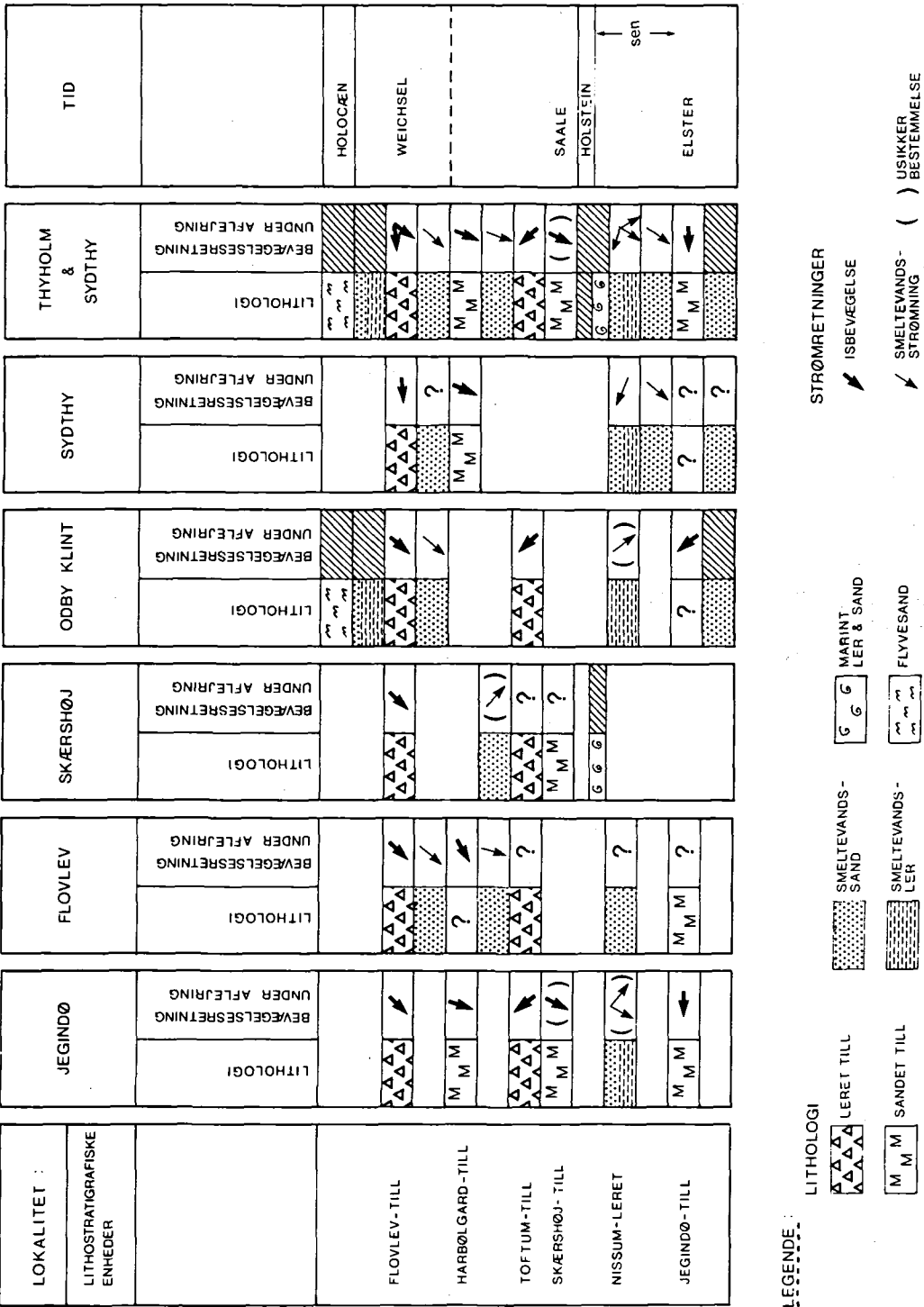
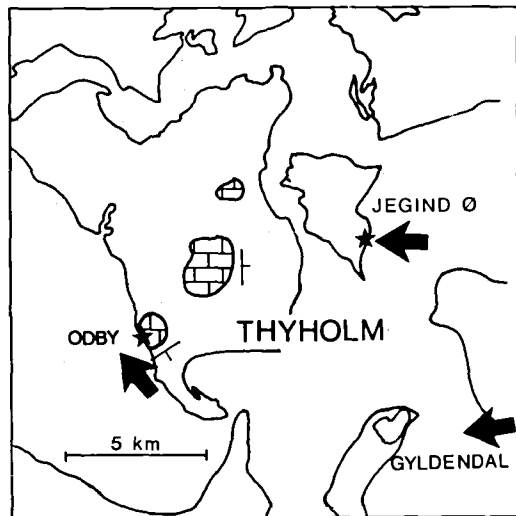


Fig. 10. Stratigrafisk korrelations-skema for undersøgelsesområdet.

Stratigraphic correlation for the investigated area.

skrevet ved Gyldendal 6 km øst for Jegindø (fig. 11), hvor den er overlejret af marine sedimenter fra Sen Elster, (Jensen og Knudsen 1984). Jegindø-tillen henføres på dette grundlag til Elster glaciationen og korreleres med »Elster-morænen« beskrevet af Jensen og Knudsen (1984) i området omkring Venø Bugt. Ved Odby Klint (fig. 11) findes i det tilsvarende stratigrafiske niveau glaciale deformationer fra en mere sydøstlig retning. Her og på Jegindø findes disse »gamle« spor af glacial aktivitet tæt ved den nuværende havoverflade, mens der imellem de to lokaliteter findes faststående Danienkalk op til 35 m over havniveau på toppen af Uglevstrukturen, (Ødum 1926, Baastrup og Jeppesen 1986). Det forekommer derfor sandsynligt, at Elster-isen ved mødet med den faststående kalk lokalt har skiftet bevægelsesretning, hvorved en gletscherlobe er presset syd om det højtliggende kalkområde (fig. 11). Uglevstrukturen synes således i Elster lokalt at have påvirket de glaciale bevægelser.

Tillaflejring fra Elster glaciationen er herhjemme tidligere beskrevet bl.a. ved Røgle Klint (Madsen og Nordmann 1940), ved Esbjerg (Sjöring 1983) og på Djursland (Kronborg og Knud-



- ➔ Isbevægelsesretning
- ⊕ Højtliggende Danienkalk
- └ Lagplaner i Danienkalken (delvis efter Ødum - 1926 -)

Fig. 11. Formodede bevægelsesretninger for Elster-isen. Data fra Gyldendal er ifølge Jensen & Knudsen (1984).

Presumed movements of the Elsterian ice. The Gyldendal data are from Jensen & Knudsen (1984).

sen 1985). En korrelation mellem disse tillaflejring og Jegindø-till synes dog usikker afstanden taget i betragtning.

Sen Elster Sedimenter

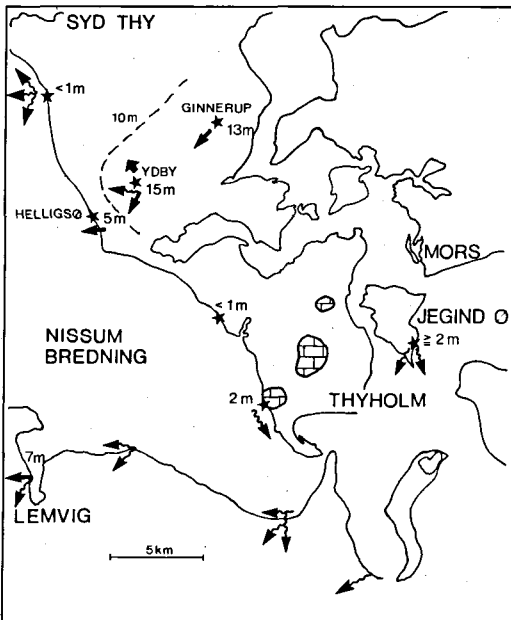
Efter det sidste isfremstød i Elster synes der i en periode at have hersket udbredt smeltevands sedimentation i området. Aflejringen indledes med kraftig fluvial afstrømning. Sedimenter fra denne episode findes især repræsenteret på lokaliteter i Sydthy (fig. 10), hvor skråløjninger vidner om, at smeltevandsstrømmene er løbet mod sydvest (Ditlefsen 1987). På Jegindø findes også spor efter kraftig strøm i form af et residualt stenlag.

Vandstanden synes derefter på relativ kort tid at være steget i området, hvilket på en række lokaliteter ses som en brat overgang til finkornede sedimenter (Nissum-leret, fig. 10). Fedt varvigt smeltevandsler blev afsat i begyndelsen af denne lacustrine fase. Generelt bliver smeltevandsleret grovere opefter, hvilket formodentlig skyldes en gradvis opfyldning af søbassinerne. I takt hermed ændres sedimentstrukturerne, idet der begynder at optræde kompakte siltbænke og ribbeholdige finsandslag.

At dømme efter orienteringen af strømribberne har bundstrømmene på de enkelte lokaliteter været forholdsvis ensrettede. Regionalt har tilstrømningen overvejende været fra nordøstlige og østlige retninger (fig. 12), hvilket kan tyde på, at den smeltende Elster-is har ligget nordøst for området. En ide om Sen Elster landskabets udformning kan endvidere fås ud fra Nissum-lerets bundkote på lokaliteter, hvor dette ler findes uforstyrret (fig. 12). Det fremgår heraf, at der har været to højtliggende områder, som har haft indflydelse på afstrømningen: et område i det østlige Sydthy, hvorfra afstrømningen har været vestrettet samt et område over saltstrukturen på Thyholm, syd og øst for hvilket, der ses tegn på en sydrettet afstrømning, som afviger fra det regionale strømmønster (fig. 12).

Smeltevands sedimentation afsluttes på flere lokaliteter med deltaudbygning. Denne fase findes antagelig repræsenteret ved grove forsæt-aflejring (fig. 13) i en sandgrav ved Ydby (fig. 12) på det sydligste Thy (Ditlefsen 1987). Dette delta er udbygget mod nordvest.

Jensen (1985) henfører smeltevandsleret omkring Venø Bugt til slutningen af Elster glaciationen.



- ↘ Strømretning målt på større stømstrukturer under Nissum-leret
- ↘ Strømretning målt på mindre strømstrukturer i Nissum-leret
- ⬛ Udbygning af Delta
- 5m Bundkote for uforstyrret Nissum-leret
- ⊕ Højtliggende Danienkalk (Uglelvstrukturen)

Fig. 12. Bundkoter og strømretninger for sedimenter afsat under afsmeltningen sent i Elster. Data syd for Nissum Bredning er ifølge Leth (1987).

Bottom levels and flow directions for sediments deposited during the Late Elsterian by downmelting of ice. Data from south of Nissum Bredning are from Leth (1987).

nen ud fra lerets stratigrafiske placering i forhold til formodede Saale-moræner, og han foreslår, at det bruges som ledehorisont i store dele af det vestlige Jylland. Imidlertid indikerer boredata fra Odde-sund (Mertz 1937), at der også findes sen-glaciale smeltevandsler fra Weichsel i området. Endvidere er der ved den nordvestlige del af Limfjorden fundet diluvialt smeltevandsler, der er termoluminescens-dateret til omkring 20.000 år før nu. (Kronborg 1984), hvorfor en nærmere kortlægning af smeltevandsleret ved Limfjorden synes tiltrængt.

Forholdene ved Skærshøj, hvor arktisk marint ler overlejrer smeltevandsler, tyder på, at havet sent i Elster trængte ind over et glacialt søland med en relativ høj vandstand. Den marine lagserie vidner endvidere om, at vandstanden mod

slutningen af Elster igen begyndte at falde (Ditlefsen og Knudsen 1990).

Isfremstød i Saale

Skærshøj-till menes ud fra et relativt højt flintindhold i fingruset at være afsat af et isfremstød fra nord. Den er ældre end Toftum-tillen og yngre end Elster-sedimenterne. Af den grund antages den at være fra tidlig Saale. Et nordligt isfremstød i begyndelsen af Saale er tidligere beskrevet af bl.a. Sjørring og Frederiksen (1979) og Houmark-Nielsen (1987).

Tegn på et isfremstød fra sydøst findes på en række lokaliteter på Thyholm – i form af glaciale deformationer samt afsætning af toftum-tillen, som har en sydøstrettet fabric og et relativt højt indhold af palæozoiske kalksten og sedimentære korn. I det sydlige Thy er der imidlertid ikke fundet spor efter dette fremstød, hvilket muligvis skyldes, at Elster-sedimenterne i Sydthy findes relativt højt i landskabet (kote 10–30 m), hvorfor yngre glaciale aflejringer her har været særligt udsatte for erosion (Ditlefsen 1987). Tillaflejringer med samme lithologi og retningsindikatorer som Toftum-tillen er derimod fundet i tilsvarende stratigrafiske niveau mange andre steder i landet: Larsen et al. (1977), Sjørring og Frederiksen (1979), Kronborg (1984) Jensen og Knudsen (1984), og Houmark-Nielsen (1987). Disse undersøgelser, der er foretaget på begge sider af Weichsel-hovedopholdslinjen henfører samstemmende aflejringer til et isfremstød i den yngre del af Saale.

Et yngre isdække synes derefter at være rykket frem fra nord. Herved blev der først afsat grovkornede smeltevandsaflejringer under afstrømning mod syd (fig. 10). Ved isoverskridelsen blev disse deformeret fra nordøstlige retninger, og Harbølgård-tillen blev afsat med et nordøstligt dykkende fabricmønster.

At dømme efter de stratigrafiske forhold i undersøgelsesområdet må fremstødet enten være sket sent i Saale eller i Weichsel. Under store dele af Weichsel-glacialtiden har der imidlertid været havdække mod nord (Skærumhede-havet, Bahnsen et al. (1974) og Lykke-Andersen (1982)), hvorfor et isfremstød fra denne retning tidligt i Weichsel ikke synes sandsynligt. Harbølgård-tillen kan derfor bedst tænkes afsat i den yngste del af Saale eller relativt sent i Weichsel.



Fig. 13. Deltasedimenter fra en sandgrav ved Ydby, Sydthy (fig. 12). Lagene er hældende forsetafslejringer. Til venstre for spaden, ses større ribber afsat mod hovedstrømmen. De kan tolkes som klatrende ribber afsat af læside-hvirvler, der har løbet op ad deltafronten, (Clemmensen & Houmark-Nielsen 1981).

Delta sediments from Ydby, Sydthy (fig. 12). The sediments consist of inclined foreset deposits. To the left of the spade megaripples deposited against the main flow can be seen. These are interpreted as climbing ripples formed by leeside eddies going up the deltafront, (Clemmensen & Houmark-Nielsen 1981).

En till med tilsvarende lithologi og fabric findes ved Asklev i Midtjylland under podzoljorde, der er termoluminescensdateret til Eem (Kronborg 1983). Denne tills stratigrafiske placering indikerer et nordligt isfremstød sent i Saale (Kronborg et al. in prep.). Da det forekommer sandsynligt, at et sådant isfremstød også har nået det nordvestlige Jylland, henføres Harbølgård-tillen til Sen Saale.

Isfremstød i Weichsel

Smeltevandsafstrømning mod sydvest synes at indlede den sidste glaciale fase, der kan erkendes på Thyholm. De derved afsatte fluviale sedimenter formodes at udgøre en sanduraflejrning dannet foran isen, der relativt sent i Weichsel nåede hovedopholdslinien (Ussing 1903). Sedimenterne findes med størst mægtighed i den sydlige del af undersøgelsesområdet. Den ringere

mægtighed i den nordlige del af området kan skyldes, at der her er bevaret ældre højtliggende kvartære og prækvartære dannelser.

Den øverste tillbænk på Thyholm (Flovlev-till) er ifølge fabric og glaciale deformationer afsat af en is fra nordøst. Det antages også at være den is, der nåede hovedopholdslinien mod slutningen af Weichsel.

I Sydthy er den øverste till derimod afsat fra øst (Ditlefsen 1987). Dette kan skyldes, at der efter hovedfremstødet er sket et genfremstød med isbevægelse fra øst, som ikke er nået Thyholm. Tegn på et sådant genfremstød ses muligvis også i det nord-sydgående bakkekompleks ved Asshøj lige nord for undersøgelsesområdet.

Tak

Undersøgelsen, som denne artikel bygger på, er udført i forbindelse med en specialeopgave ved

Laboratoriet for Exogen Geologi, Geologisk Institut, Aarhus Universitet. Som vejledere fungerede Gunnar Larsen og Christian Kronborg. En tak til vejlederne for råd og dåd i felten og under udarbejdelsen af manuskriptet. Tak til medstuderende og personale ved Geologisk Institut for mange slags hjælp under vejs og en særlig tak til familien Top for gæstfrit logi. Endelig takkes Carlsbergfondet for støtte til undersøgelserne ved den vestlige Limfjord.

Litteratur

- Bahnson, H., Petersen, K. S., Konradi, P. B., Knudsen, K. L. 1974: Stratigraphy of Quaternary deposits in the Skærumhede II boring: lithology, molluscs and foraminifera. *Danm. geol. Unders., Årbog 1973*, 27-62.
- Baastrup, E. & Jeppesen, L. 1986: Foreløbig Prækvartærkort Thyholm. I: Ringkøbing Amtskommune: *Kemikaliefaldsdepot 675-1 Thyholm*, p. 36.
- Clemmensen, L. B. & Houmark-Nielsen, M., 1981: Et glaciolacustrint Gilbert-delta ved Kyndby i NØ-Sjælland. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1980*, 35-38.
- Ditlefsen, C. 1987: *En kvartærgeologisk undersøgelse på Thyholm og Sydthy*. Upubliceret specialeopgave ved Aarhus Universitet, 242 pp.
- Ditlefsen, C. 1988: Kortlægning af ler til teglproduktion. *Kortlægning-serie 6*, Miljøministeriet, Skov og Naturstyrelsen, 99 pp.
- Ditlefsen, C. og Knudsen, K. L. 1990: Marine Kvartære aflejringer ved Skærshøj på Thyholm, Nordvestjylland. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1987-89*, 71-75.
- Ehlers, J. 1979: Finegravel Analyses after the Dutch Method as Tested out on Ristinge Klint, Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 27, 157-165.
- Friis, M. A. 1966: Det sydlige Thy. *De Jyders Land. Bind II*. Geografisk Forlag, København, 185-222.
- Houmark-Nielsen, M. 1987: Pleistocene stratigraphy and glacial history of the central part of Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 36, 1-189.
- Jensen, J. B. 1985: Sen-Elster smeltevandser - en mulig ledehorisont i det vestlige Jylland. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1984*, 21-35.
- Jensen, J. B. og Knudsen, K. L. 1984: Kvartærstratigrafiske undersøgelser ved Gyldendal og Kås Hoved i det vestlige Limfjordsområde. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1983*, 35-54.
- Knudsen, K. L. 1977: Foraminiferal faunas of the Quaternary Hostrup Clay from northern Jutland, Denmark. *Boreas* 6, 229-245.
- Knudsen, K. L. 1987: Elsterian-Holsteinian foraminiferal stratigraphy in the North Jutland and Kattegat area, Denmark. *Boreas* 16, 359-368.
- Kronborg, C. 1983: Preliminary results of age determination by TL of interglacial and interstadial sediments. *PACT 9 part II 1983*, 395-605.
- Kronborg, C. 1984: Absolut aldersdatering af kvartære aflejringer ved hjælp af termoluminescens. *Dansk Natur - Dansk Skole. Årsskrift 1984*, 73-102.
- Kronborg, C. 1986: Fine Gravel Content of Tills. Variation in Fine Gravel Content of Tills from Central and Eastern Jutland, Denmark. *Twentyfive Years of Geology in Aarhus*. Department of Geology, Aarhus University, Denmark, 186-210.
- Kronborg, C., Bender H., Bjerre, R., Friborg, R., Jacobsen, H. O., Kristiansen, L., Rasmussen, P., Sørensen, P. R., Larsen, G.: Glacial stratigraphy of East and Central Jutland. In prep., *Boreas*.
- Kronborg, C. & Knudsen, K. L., 1985: Om kvartæret ved Rugård. En foreløbig undersøgelse. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1984*, 37-48.
- Larsen, G. 1959: Petrografisk undersøgelse af betongrus - Hvorfor og hvordan. *Beton-Teknik* nr. 3, 1959. Teknisk Forlag, København, 74-104.
- Larsen, G., Jørgensen, F. H. & Priisholm, S. 1977: The stratigraphy, structure and origin of glacial deposits in the Randers area, eastern Jutland. *Danm. geol. Unders. II Rk.*, 111, 36 pp.
- Leth, J. O. 1987: *En sedimentologisk undersøgelse af Sen-Elster issedimenter i NV-Jylland*. Upubliceret specialeopgave ved Aarhus Universitet, 232 pp.
- Lykke-Andersen, A. L. 1982: Nogle nye C-14 dateringer fra Ældre Yoldia Ler i Hirtshals Kystkint. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1981*, 119-121.
- Madsen, V. & Nordmann, V., 1940: Kvartæret i Røgle Klint ved Lillebelt. *Danm. geol. Unders. II. Rk.*, 58, 142 pp.
- Mertz, E. L. 1937: Geologiske Profiler gennem danske Sunde og Fjorde. *Danm. geol. Unders. II. Rk.*, 60, 13-18.
- Ramsden, J. & Westgate, J. A. 1971: Evidence of reorientation of a till fabric in the Edmonton Area, Alberta. In: Goldwaith, R. P. (ed.): *Till - A symposium*. Ohio State Univ. Press, 335-344.
- Sjørring, S. 1983: The glacial history of Denmark. In: Ehlers, J., Ed.: *Glacial deposits in North-West Europe*. A. A. Balkema / Rotterdam, 163-179.
- Sjørring, S. & Fredriksen, J. 1980: Glacialstratigrafiske observationer i de vestjyske bakkeøer. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1979*, 63-77.
- Ussing, N. V., 1903: Om Jyllands Hedesletter og Teoriene for deres Dannelse. *Det kgl. danske Vid. Selsk. Forh.*, 2, 99-152.
- Ødum, H., 1926: Studier over Daniet i Jylland og paa Fyn. *Danm. geol. Unders. II. Rk.*, 45, 126-129.