

en involueret (kryoturberet) sekvens af sand og grus, 2) et horisontalt-subhorisontalt lag af vindpolerede og -facetterede sten og grus, 3) ældre dæksand, 4) sandloess lokalt med bioturbation, 5) yngre dæksand, 6) bioturberet yngre dæksand eller evt. tørv, og 7) yngre dæksand.

Denne sekvens er identisk med de sekvenser, der er beskrevet fra dæksandsområderne i Holland, Vestbelgien og Nordtyskland. Pollenanalyser i tørv i enhed 6) giver en Allerød alder, hvilket er i overensstemmelse med de aldersbestemmelser, der er udført i vore sydlige nabolande.

Selv om dæksandenes udseende er ret konstant over store stræk, kan der forekomme variationer i deres udseende. Både yngre og ældre dæksand kan være grovere eller finere end normalt, og der kan lokalt findes småskala strømribber. I enkelte tilfælde er det yngre dæksand blevet involueret, formodentlig i Yngre Dryas tid.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wants to thank I. Sørensen (Århus) and J. Stockmarr (Geol. Surv. Denm.) for their critical perusal of the manuscript, O. C. Collin (Geol. Surv. Denm.) for the correction of the English text, and I. and C. Torres (Geol. Surv. Denm.) for the photographic work. The Danish Oil and Natural Gas Company A/S (D.O.N.G. A/S) kindly gave permission to follow the trenching. The investigation has been financed by the Geological Survey of Denmark, The Danish Natural Science Research Council, and the National Agency for the Protection of Nature, Monuments, and Sites.

REFERENCES

- Kolstrup, E. (1980) Climate and Stratigraphy in Northwestern Europe between 30.000 B.P. and 13.000 B.P., with special reference to The Netherlands. Meded. Rijks Geol. Dienst, 32-15, 181-253.
- Kolstrup, E. and Jørgensen, J.B. (1982) Older and Younger Coversand in southern Jutland (Denmark). Bull. Geol. Soc. Denm., 30, 71-77.
- Koster, E.A. (1982) Terminology and lithostratigraphic division of (surficial) sandy eolian deposits in The Netherlands: an evaluation. Geol. Mijnbouw 61, 121-129.
- Maarleveld, G.C. (1964) Periglacial phenomena in The Netherlands during different parts of the Würm time. Biuletyn Peryglacjalny 14, 251-256.
- Svensson, H. (1973) Distribution and Chronology of Relict Polygon Patterns on the Laholm Plain, the Swedish West Coast. Geogr. Ann. 54 A, 3-4, 159-175.
- Sørensen, P.R. (1972) Iagttagelser i jyske indsande. Dansk Geol. Foren., Årsskrift for 1971, 5-26.
- van der Hammen, T. (1951) Late-Glacial flora and periglacial phenomena in The Netherlands. Leidse Geologische Mededelingen, XVII, 71-183.
- van der Hammen, T. (1971) The Upper Quaternary Stratigraphy of the Dinkel valley. In: T. van der Hammen & T.A. Wijmstra (Eds.) The Upper Quaternary of the Dinkel valley. Meded. Rijks Geol. Dienst, N.S. 22, 59-72.
- West, R.G. (1977) Pleistocene Geology and Biology. Longman. London. 440 pp.

Faststående og omlejrede saale-morænelersaflejringer. Et eksempel fra Sædding-området, Vestjylland

LEIF CHRISTENSEN

Christensen, Leif: Faststående og omlejrede Saale-morænelersaflejringer. Et eksempel fra Sædding-området, Vestjylland. Geografisk Tidsskrift 82: 91-94. Copenhagen, Dec. 1, 1982.

In situ clayey till materials on the Skovbjerg Bakkeø, western Jutland can be recognized by crop-marks revealing pseudomorphs of ice-wedge polygons in orthogonal, random orthogonal and hexagonal patterns. The tills inside these polygonal patterns have high shear-strength values as measured by vane tests. Remoulded fossil solifluction deposits of till origin reveal stripes and deformed polygonal patterns in the crops. High strength as measured by vane are encountered below fossil solifluction deposits 4 meters below ground.

Leif Christensen, lektor. Dansk Geoteknik A/S, Nordlandsvej 60, DK-8240 Risskov, Denmark.

Den større aktivitet indenfor bygge- og anlægssektoren i Danmark op gennem 1970'erne har øget kravene til særlige geomorfologiske og geologiske detailkort i stor målestok i områder med risiko for »slappe« jordarter eller blødbundsområder. Jordartsmaterialerne kan her have en lavere fasthed og styrkemæssigt være svage og sammentrykkelige. Ved projektering af bygge- og anlægsopgaverne er det en fordel på et tidligt tidspunkt at kende det berørte områdes geologi, således at områder med formodede »slappe« aflejringer kan afgrænses fra områder med formodede »faste« aflejringer.

Det antages almindeligvis, at periglaciale processer under Weichselnedisningen har omformet Saale-landskaberne i Vestjylland (fig. 1) Den måde disse landskaber i dag afspejler de tidligere periglaciale forhold afhænger af Saalelandskabernes materialesammensætning.

Kompakte morænelersaflejringer kan omlejres under periglaciale forhold ved solifluktion ned over en frossen jordoverflade – *gelifluktion* (Washburn, 1973) – og derved få ændret materialernes oprindelige fasthed og styrker. Saalelandskabernes morænelersaflejringer i Vestjylland har været isbelastet og er almindeligvis faste og mindre sammenpresselige. Dog er de sjældent så faste som Weichsel morænelersaflejringerne i Østdanmark. Solifluktionslag, skredjord og nedskyls jord har ikke været isbelastet, og er ofte meget »slappe«. Desuden kan de være underlejret af Interglaciale organiske aflejringer af begrænset mægtighed.

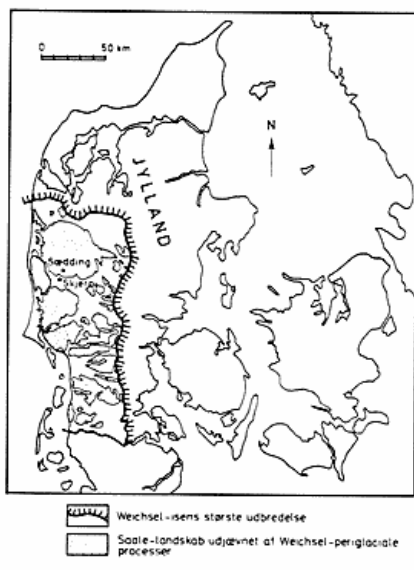


Fig. 1. Sædning områdets beliggenhed på sydsiden af Skovbjerg Bakkeø.

Fig. 1. Location of the study area in W-Jutland, Saale-moraine.

Det har været opgaven i et udvalgt undersøgelsesområde med lerede moræneaflejringer i Vestjylland at forsøge at afgrænse faststående – *in situ* – morænelersaflejringer fra omlejrede morænelersaflejringer ved hjælp af deformations-

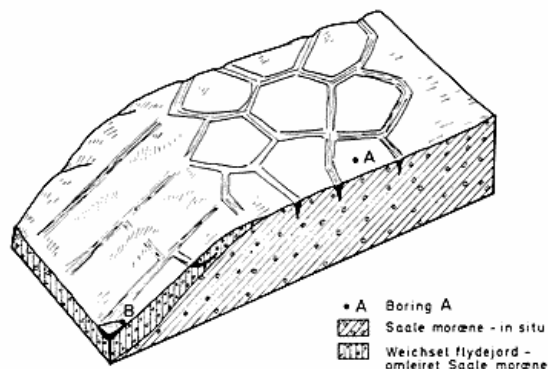


Fig. 2. Et mindre skematisk udsnit af studieområdet på sydsiden af Skovbjerg Bakkeø med gengivelse af afgrødemønstre i byg og pseudomorfer af iskilepolygoner i *in situ* Saale moræne og omlejet Saale moræne. Prøveboringerne placering er angivet med A og B. Kantlængde af diagram ca. 150x400 m.

Fig. 2. The Study area, schematically showing the pattern of ice-wedge polygons and the site of the 2 borings A and B. Block edges of diagram ab. 150x400 m.

graden af pseudomorfer af iskilepolygoner gengivet som afgrødemønstre og sammenligne jordlagenes fasthed og styrke, inden for de forskellige områder.

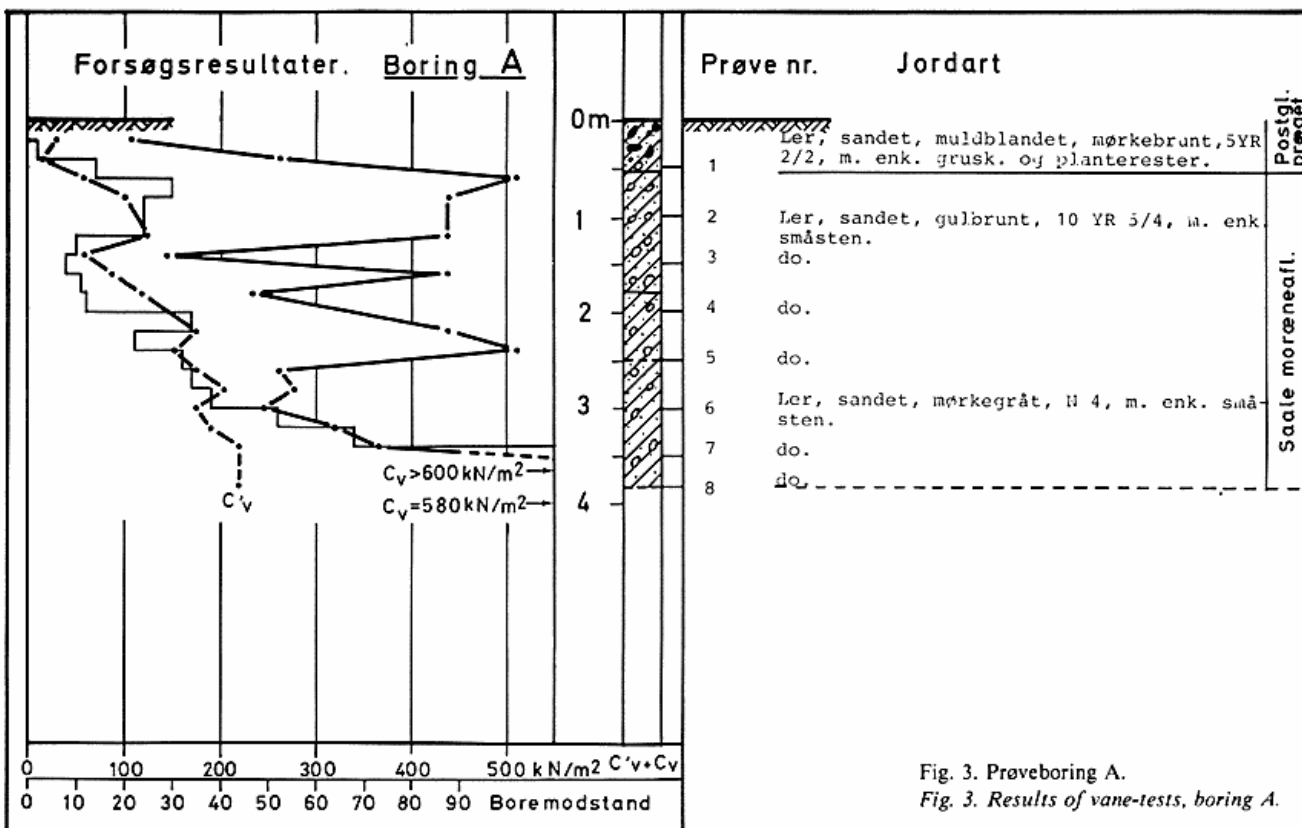


Fig. 3. Prøveboring A.
Fig. 3. Results of vane-tests, boring A.

Pseudomorfer af iskilepolygoner

På sydsiden af Skovbjerg Bakkeø er der omkring Sædding et mindre område, hvor bakkeøen i overvejende grad er sammensat af lerede morænematerialer. Undersøelsesområdet er ca. 60 km². Beliggenheden fremgår af fig. 1. I nogle somre op gennem 1970'erne har det her været muligt i korte perioder af nogle få dages varighed at iagttage afgrødemønstre som følge af vandstresstilstande i bygplanterne over store arealer. Afgrødemønstrene har ved hjælp af flyfotos og gravninger været tolket som pseudomorfer af iskilepolygonmønstre, som også kendes i andre vestjyske områder (Svensson, 1972 og Christensen, 1973, 1974 og 1978). Afgrødemønstrene i undersøelsesområdet er helt overvejende negative afgrødemønstre (Christensen, 1978). De observerede fossile frostsprækker på jordoverfladen er formentlig dannet under Weichselnedisningen og kan være orthogonale, tilfældigt orthogonale eller hexagonale. På hældende terræn er polygonmønstrene langstrakte i terrænets hældningsretning og der er dannet et orienteret mønster eller mønstret er ændret til striber i terrænets hældningsretning (fig. 2).

Prøveudgravninger i områder med sribemønstre har vist tydelige solifluktfænomener med deformerede pseudomorfer af iskiler (fig. 2). Topografisk er solifluktsaflejringerne afgrænsning udvisket.

Boringer

For at undersøge jordlagenes fasthed og styrker er der lavet to prøveboringer A og B (fig. 2-4). I boringerne er der udført vingeforsøg og tillige lavet sonderinger. Der blev lavet ca. 4 vingeforsøg pr. meter boring for at forskelle og variationer i materialernes fasthed kunne belyses tilfredsstillende.

Vingeforsøgene er udført til bestemmelse af materialernes forskydningsstyrke in situ. Ved forsøgene måles det moment, som skal anvendes for at dreje en vinge af standardudførelse i den pågældende dybde i jorden. Ved drejningen fremkommer en cylindrisk formet brudflade i jorden. Resultatet angives i kN/m² som forskydningsstyrken - c_v - i denne brudflade.

Ved omdrejning af vingen æltes jorden, og forsøget gentages til bestemmelse af forskydningsstyrken - c'_v - af den æltede jord.

I normalt konsoliderede lerarter kan c_v ved geostatiske beregninger normalt benyttes som jordens forskydningsstyrke.

I sandede materialer og i rent sand og grus angiver c_v kun et relativt mål for jordens friktionsegenskaber og lejringsstæthed.

Sonderingerne er udført med belastet spidsbor. Som resultat angives borets nedsynkninger for successiv belastning op

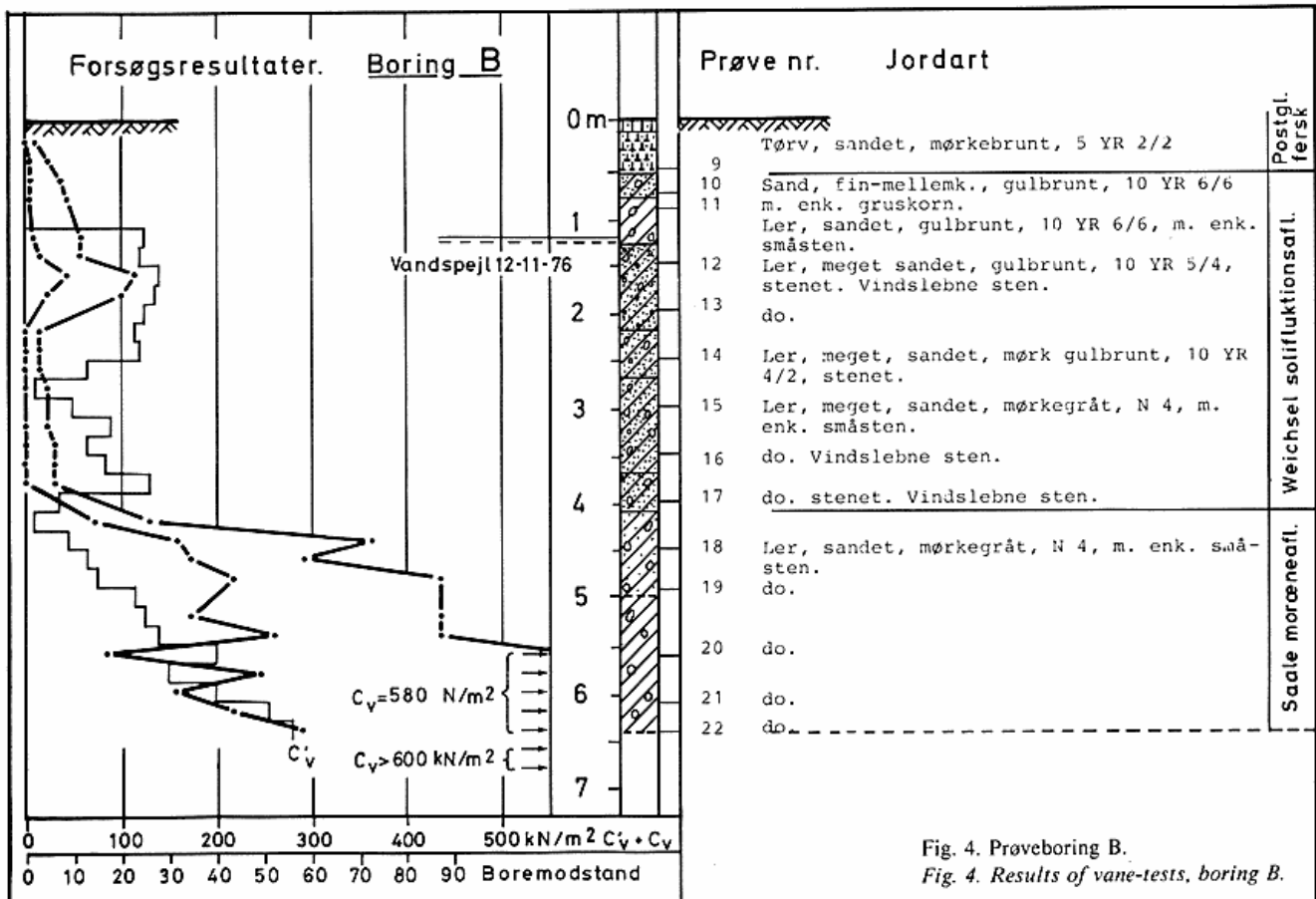


Fig. 4. Prøveboring B.
Fig. 4. Results of vane-tests, boring B.

til 100 kg, og derefter angives boremodstanden som funktion af borespidens dybde under terræn. Boremodstanden er defineret som antal halve omdrejninger pr. 20 cm nedtrængning af boret belastet med 100 kg.

Resultaterne af de to borer A og B er vist i fig. 3 og 4. Boring A er placeret i et område med overvejende hexagonale afgrødemønstre i kote 53. Boring B er placeret et stykke nede ad en tilstødende skrånning i kote 38. Ned ad skrånningen er der observeret deformerede afgrødemønstre og striber (fig. 2).

Materialerne i boring A består af sandet moræneler, der øverst i boringen er gulbrunt og nederst er mørkegråt (fig. 3).

Vingestykkerne – intakte og æltede – har en max. værdi 0,5 - 1 m under terræn. Spidsboremodstanden har ligeledes en max. værdi i denne dybde. Efter et fald stiger vingestykker og boremodstande mod boringens bund. De målte vingestykker og boremodstand er større end normalt for de vestsjyske bakkøer med Saale-morænelersaflejringer og ligner mere de styrker, der optræder i morænelersaflejringer af Weichsel alder længere mod øst i Danmark. De højere vingestykker og fastheder øverst i boringen kunne endog ligne en tørskorpe eller en forvitringsskorpe som den kendes fra Østdanmark.

Materialerne i boring B (fig. 4) består øverst af sandet tørv af Postglacial alder. Derunder ligger en vandfyldt, leret og sandet solifluktsaflejringer med vindslebne småsten. Solifluktslagserien underlejres i 4 m's dybde af sandet, mørkegråt moræneler.

Solifluktslagserien er ret fast med god spidsboremodstand, men har ringe vingestykker. Det skyldes formentlig, at nedramning af vingen har forstyrret aflejringerne og eventuelt skabt et lokalt, kortvarigt porevandsøvertryk. I den uforvitrede og faststående morænelagsserie stiger både spidsboremodstand og vingestykker nedefter.

I solifluktslagserien er der målt to max. værdier i spidsboremodstanden i 1-2,5 m u.t. og i 3-4 m u.t. Disse niveauer er sammenfaldende med en stærk vindpolering af gruskorn og småsten. Det kan derfor ikke udelukkes, at solifluktslagserien i denne boring muligvis består af to solifluktslagserier.

Konklusion

I et studieområde på sydsiden af Skovbjerg Bakkeø kan faststående – *in situ* – morænelersmaterialer afgrænses fra omlejrte morænelersmaterialer ved hjælp af deformationsgraden af afgrødemønstre over pseudomorfer af iskilepolygoner. I faststående morænelersmaterialer findes orthogonale, tilfældigt orthogonale og hexagonale polygonmønstre. Morænelersmaterialerne indeni disse polygonmønstre har høje forskydningsstyrker målt med en vinge af standardudførelse. I omlejrte morænelersmaterialer, der i området findes som fossile solifluktsaflejringer, optræder langstrakte, deformerede polygonmønstre og striber. Høje forskydningsstyrker målt med vinge træffes først under de fossile solifluktsaflejringer i Saale morænelersmaterialer 4 meter u.t.

SUMMARY

It is commonly accepted, that »Bakkeøerne« – the landscape of Saalian drift and meltwater deposits in western Jutland – have experienced active periglacial modification throughout the Weichsel glaciation, when the ice-shetts extended to the Main Stationary Line in Central Jutland. Solifluction probably associated with frozen ground – gelifluction (Washburn, 1973) – has reduced the lower slopes in angle and extended the slopes in length, while the upper parts of »Bakkeøerne« suffered erosion and retreat and near-stable slopes were ultimately attained.

In engineering-geological mapping of soft bottom areas in selected regions in western Jutland it is important to recognize between *in situ* glacial drift materials and remoulded fossil solifluction materials of till origin deposited downslope. There is however a big problem, because the solifluction deposits have lost their topographic forms.

The outline of pseudomorphs of ice-wedge polygonal patterns as revealed by differential crop-markings on air-photographs in western Jutland (Svensson, 1963 and 1972 and Christensen 1973, 1974 and 1978) can help in recognizing between *in situ* and remoulded materials. Usually hexagonal, orthogonal and random orthogonal patterns are found on the smoothed surface of »Bakkeøerne« consisting of *in situ* glacial drift materials. Downslope – where remoulded materials accumulate to some depths – the crop-patterns are transformed into oriented orthogonal patterns and stripes.

A study area composed of clayey glacial tills on the southern slopes of Skovbjerg Bakkeø have been mapped in large scale 1:10.000 and 1:4.000. This area reveals a high concentration of pseudomorphs of ice-wedge polygonal patterns (Svensson 1972 and Christensen 1978).

In the study area apparent strength parameters for clayey and silty materials are determined by vane-tests in two borings. The glacial deposits preloaded by advancing Saalian glaciers will normally be rather strong and incompressible.

The fossil solifluction deposits of till origin have not been preloaded by ice. These deposits are sandier than the *in situ* deposits. Strong and incompressible glacial tills are registered below the fossil solifluction deposits 4 metres below ground level.

LITTERATUR

- Christensen, L. 1973. Planteavl og geologi: Geologisk tolkning af afgrødemønstre i landbrugsjorder. Det Nye Dansk Landbrug 4:6, 13-18.
- Christensen, L. 1974. Crop-marks revealing large-scale patterned ground structures in cultivated areas, southwestern Jutland, Denmark. Boreas, 3, 153-180.
- Christensen, L. 1978. Waterstress conditions in cereals used in recognizing fossil ice-wedge polygonal patterns in Denmark and northern Germany. Third Internat. Conf. on Permafrost, proceedings vol. 1, 255-261.
- Svensson, H. 1963: Some observations in West Jutland of a polygonal pattern in the ground. Geogr. Tidsskr., 62, 122-124.
- Svensson, H. 1972. The use of stress situations in vegetation for detecting ground conditions on aerial photographs. Photogrammetria 28, 75-87.
- Washburn, A. L. 1973. Periglacial Processes and Environments. E. Arnold, London, 320 pp.

til 100 kg, og derefter angives boremodstanden som funktion af borespidens dybde under terræn. Boremodstanden er defineret som antal halve omdrejninger pr. 20 cm nedtrængning af boret belastet med 100 kg.

Resultaterne af de to borer A og B er vist i fig. 3 og 4. Boring A er placeret i et område med overvejende hexagonale afgrødemønstre i kote 53. Boring B er placeret et stykke nede ad en tilstødende skrånning i kote 38. Ned ad skrånningen er der observeret deformerede afgrødemønstre og striber (fig. 2).

Materialerne i boring A består af sandet moræneler, der øverst i boringen er gulbrunt og nederst er mørkegråt (fig. 3).

Vingestykkerne – intakte og æltede – har en max. værdi 0,5 - 1 m under terræn. Spidsboremodstanden har ligeledes en max. værdi i denne dybde. Efter et fald stiger vingestykker og boremodstande mod boringens bund. De målte vingestykker og boremodstand er større end normalt for de vestsjyske bakkøer med Saale-morænelersaflejringer og ligner mere de styrker, der optræder i morænelersaflejringer af Weichsel alder længere mod øst i Danmark. De højere vingestykker og fastheder øverst i boringen kunne endog ligne en tørskorpe eller en forvitringsskorpe som den kendes fra Østdanmark.

Materialerne i boring B (fig. 4) består øverst af sandet tørv af Postglacial alder. Derunder ligger en vandfyldt, leret og sandet solifluktsaflejringer med vindslebne småsten. Solifluktslagserien underlejres i 4 m's dybde af sandet, mørkegråt moræneler.

Solifluktslagserien er ret fast med god spidsboremodstand, men har ringe vingestykker. Det skyldes formentlig, at nedramning af vingen har forstyrret aflejringerne og eventuelt skabt et lokalt, kortvarigt porevandsovertryk. I den uforvitrede og faststående morænelagsserie stiger både spidsboremodstand og vingestykker nedefter.

I solifluktslagserien er der målt to max. værdier i spidsboremodstanden i 1-2,5 m u.t. og i 3-4 m u.t. Disse niveauer er sammenfaldende med en stærk vindpolering af gruskorn og småsten. Det kan derfor ikke udelukkes, at solifluktslagserien i denne boring muligvis består af to solifluktslagserier.

Konklusion

I et studieområde på sydsiden af Skovbjerg Bakkeø kan faststående – *in situ* – morænelersmaterialer afgrænses fra omlejrrede morænelersmaterialer ved hjælp af deformationsgraden af afgrødemønstre over pseudomorfer af iskilepolygoner. I faststående morænelersmaterialer findes orthogonale, tilfældigt orthogonale og hexagonale polygonmønstre. Morænelersmaterialerne indeni disse polygonmønstre har høje forskydningsstyrker målt med en vinge af standardudførelse. I omlejrrede morænelersmaterialer, der i området findes som fossile solifluktsaflejringer, optræder langstrakte, deformerede polygonmønstre og striber. Høje forskydningsstyrker målt med vinge træffes først under de fossile solifluktsaflejringer i Saale morænelersmaterialer 4 meter u.t.

SUMMARY

It is commonly accepted, that »Bakkeøerne« – the landscape of Saalian drift and meltwater deposits in western Jutland – have experienced active periglacial modification throughout the Weichsel glaciation, when the ice-shetts extended to the Main Stationary Line in Central Jutland. Solifluction probably associated with frozen ground – gelifluction (Washburn, 1973) – has reduced the lower slopes in angle and extended the slopes in length, while the upper parts of »Bakkeøerne« suffered erosion and retreat and near-stable slopes were ultimately attained.

In engineering-geological mapping of soft bottom areas in selected regions in western Jutland it is important to recognize between *in situ* glacial drift materials and remoulded fossil solifluction materials of till origin deposited downslope. There is however a big problem, because the solifluction deposits have lost their topographic forms.

The outline of pseudomorphs of ice-wedge polygonal patterns as revealed by differential crop-markings on air-photographs in western Jutland (Svensson, 1963 and 1972 and Christensen 1973, 1974 and 1978) can help in recognizing between *in situ* and remoulded materials. Usually hexagonal, orthogonal and random orthogonal patterns are found on the smoothed surface of »Bakkeøerne« consisting of *in situ* glacial drift materials. Downslope – where remoulded materials accumulate to some depths – the crop-patterns are transformed into oriented orthogonal patterns and stripes.

A study area composed of clayey glacial tills on the southern slopes of Skovbjerg Bakkeø have been mapped in large scale 1:10.000 and 1:4.000. This area reveals a high concentration of pseudomorphs of ice-wedge polygonal patterns (Svensson 1972 and Christensen 1978).

In the study area apparent strength parameters for clayey and silty materials are determined by vane-tests in two borings. The glacial deposits preloaded by advancing Saalian glaciers will normally be rather strong and incompressible.

The fossil solifluction deposits of till origin have not been preloaded by ice. These deposits are sandier than the *in situ* deposits. Strong and incompressible glacial tills are registered below the fossil solifluction deposits 4 metres below ground level.

LITTERATUR

- Christensen, L. 1973. Planteavl og geologi: Geologisk tolkning af afgrødemønstre i landbrugsjorder. Det Nye Dansk Landbrug 4:6, 13-18.
- Christensen, L. 1974. Crop-marks revealing large-scale patterned ground structures in cultivated areas, southwestern Jutland, Denmark. Boreas, 3, 153-180.
- Christensen, L. 1978. Waterstress conditions in cereals used in recognizing fossil ice-wedge polygonal patterns in Denmark and northern Germany. Third Internat. Conf. on Permafrost, proceedings vol. 1, 255-261.
- Svensson, H. 1963: Some observations in West Jutland of a polygonal pattern in the ground. Geogr. Tidsskr., 62, 122-124.
- Svensson, H. 1972. The use of stress situations in vegetation for detecting ground conditions on aerial photographs. Photogrammetria 28, 75-87.
- Washburn, A. L. 1973. Periglacial Processes and Environments. E. Arnold, London, 320 pp.