

Geofysiske og geotekniske undersøgelser i Knudshoved-området, Fyn

FRANK ANDREASEN, JOHN FREDERIKSEN og JOHN TYCHSEN



Andreasen, F., Frederiksen, J. og Tychsen, J.: Geofysiske og geotekniske undersøgelser i Knudshoved-området, Fyn. *Dansk geologisk Forening, årsskrift for 1984*, side 55–64, København, 28. februar 1985.

During the preliminary investigation for a railway line from Nyborg station to the ferryboat harbour on Knudshoved a large number of boreholes were made and measurements performed with Georadar (Sub-surface Interface Radar, SIR) and equipment for Magnetic Induction Measurements (Geonics EM 31). These were spread out over a wide stretch on the Knudshoved headland and served to furnish new knowledge about the geology of the area and the geological applications of these relatively new measuring techniques under Danish conditions.

This comprehensive investigation has delineated a picture of a glacial landscape scarred with a deep and probably tectonically created valley in the surface of the limestone and the glacial layers intersecting the tracks just north of the present station building. A peat-filled depression in the glacial landscape close to the present harbour was also discovered. The land here came under the sea during the postglacial transgression and later the Knudshoved headland was created by sand moving in from the northwest and forming spits. The investigation has clarified a number of points concerning the process of formation of the spit-system.

Frank Andreasen, Teknologisk Institut, Postboks 141, 2630 Tåstrup; John Frederiksen, DSB Geoteknisk kontor, Møntergade 1, 1116 København K og John Tychsen, Geoteknisk Institut, Maglebjergvej 1, 2800 Lyngby. 17. oktober 1984.

Som følge af folketingsbeslutning af 10. maj 1983 vedrørende en sammenlægning af bil- og jernbanefærgerne på Storebælt, er der udført forundersøgelser for en sporforbindelse fra det eksisterende sporareal ved Nyborg Station til Knudshoved Færgehavn samt for en udvidelse af færgehavnen.

Ved projektets påbegyndelse medio 1983, forelå der forskellige forslag til linieføringens forløb, hvorfor det blev besluttet at foretage de nødvendige undersøgelser i et bredt bælte, der i videst muligt omfang indbefattede alle sandsynlige linieføringer.

Knudshoved-halvøen har karakter af en krumodde, som fra området nord for Nyborg er vokset mod sydøst imod nogle småøer med overflade af moræneler. Tilstedeværelsen af disse øer fremgår af DGU's jordartskort (M 1412 IV SV), og var desuden påvist af tidligere geotekniske undersøgelser. Det var derfor forventet, at undersøgelsesområdet ville være opbygget af en lagserie bestående af en basis af moræneler overlejret af marint sand aflejret under eksponerede forhold og med indslag af organogene sedimenter

aflejret i læ bag de fremvoksende krumodder og i afsnørrede strandsøer.

Overfladen af de formodet morænelersdominerede glaciale aflejringer forventedes at befinde sig i niveauer fra direkte under mulden og i indtil 8–10 m's dybde under de marine aflejringer. I nogle områder måtte der i depressioner i moræ-



Fig. 1. Beliggenheden af det undersøgte område.

Position of the investigated area.

nelersoverfladen desuden forventes at være forekomster af senglaciale og tidligt postglaciale organogene sedimenter.

Anvendte metoder

I første fase af forundersøgelsen blev en serie luftfotos i målestok ca. 1:4000 gennemgået med henblik på en geologisk-morfologisk vurdering af området. Der var tale om såvel almindelige sort/hvide luftfotos som fotos optaget med infrarødfølsom film dækkende hele den aktuelle linie. Analysearbejdet gav imidlertid ikke de forventede resultater. En væsentlig grund til dette var, at de anvendte luftfotos var optaget i december måned, hvorfor detaljerne i de forskellige terrænelementer, med generelt meget små højdeforskelle, sløredes af lange skygger fra den betydelige trævækst i området.

Ved geotekniske forundersøgelser for større anlægsgaver på land vil man ofte vælge et program bestående af geoelektriske linieprofilmålinger og lagfølgeboringer evt. suppleret med geoelektriske sonderinger.

Erfaringerne med anvendelsen af geoelektriske linieprofiler i et område med jordbundsforhold svarende til de på Knudshoved halvøen forventede har i en tidligere stor undersøgelse været relativt dårlige. Derfor valgte DSB direkte at påbegynde borearbejdet i den valgte linie. Terræn og pladsforholdene gav mulighed for at anvende moderne stærkt automatiseret boregrej, hvilket gjorde det økonomisk forsvarligt at gennemføre et tæt net af boringer.

Sideløbende med boreprogrammet besluttede DSB at anvende to i geoteknisk sammenhæng ret nye geofysiske målemetoder benævnt georadar og stangslingsgramme. Formålet var:

- at foretage en kortlægning af de geologiske forhold mellem borestederne og i de til linien grænsende områder.
- at teste måleudstyret med henblik på en vurdering af fremtidige anvendelsesmuligheder.

Georadar

Begrundelsen for at anvende georadaren til forundersøgelserne på Knudshoved var opbygningen af den geologiske lagserie, der består af højmodstandslag (sand) overlejrende lavmodstandslag (moræner). Hidtidige erfaringer med georadar-metoden har vist, at den er meget velegnet

under sådanne forhold (Berg, Andreassen og Ahrentzen, 1983) i modsætning til geoel-metoden, der fungerer bedst hvor lavmodstandslag underlejres af lag med høj elektrisk modstand. Georadarundersøgelsen blev udført af Teknologisk Institut.

Måleprocedure

Det anvendte georadarudstyr (SIR 7 fra GSSI) består af en kontrolenhed, en grafisk skriver, en båndoptager og en antenne. Afhængig af den pågældende undersøgelses karakter kan man vælge mellem forskellige antenner, hver med sin karakteristiske sendefrekvens. Til geologiske og geotekniske undersøgelser vælges oftest en så lav frekvens som muligt for at opnå bedst mulig penetration. I den aktuelle undersøgelse blev anvendt en 80 MHz antenne trukket efter en Landrover, hvori det øvrige udstyr var monteret.

Bilen med den efterhængte antenne bevægede sig i de på forhånd fastlagte profilinier med en hastighed svarende til langsom gang. Ved denne hastighed og med den optimale systemjustering er der ca. 20 cm mellem hver registrering, hvorfor profilerne kan betragtes som kontinuerte. Ved hjælp af en elektrisk kontakt markeredes de



Fig. 2. Måling med georadar. En antenne med en sendefrekvens på 80 MHz trækkes efter en Landrover, hvori det øvrige udstyr er monteret.

Measuring with georadar. An antenna with an emissive frequency of 80 MHz is tugged along by a Landrover carrying the rest of the equipment.

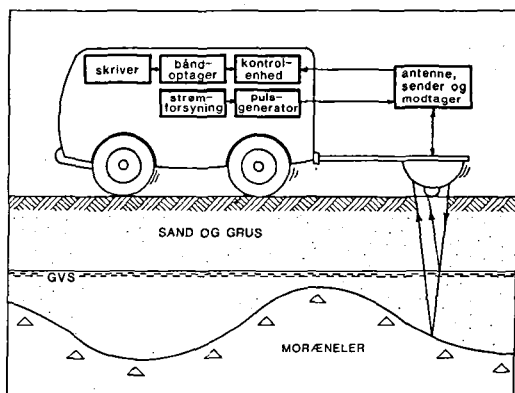


Fig. 3. Funktionsdiagram for georadar.

Explanatory diagram for the georadar.

i terrænet indmålte afstande direkte på radar-grammet. Terrænaftstanden blev indmålt med måle-
hjul.

Funktionsprincip

En georadar udsender elektromagnetiske impulser, der dels reflekteres, dels absorberes af de jordlag eller kunstigt anbragte emner, som radarens antenne bevæger sig hen over. En del af de reflekterede impulser bliver opfanget af modtagerenheden og bliver efter en elektronisk be-
handling omdannet til et billede på en grafisk

skriver, således at en kraftig refleksion bevirker en kraftig sværtning etc.

Ved hjælp af den grafiske skriver udtegnes kontinuerligt et profil af de reflekterede impulser. Udskriften repræsenterer et vertikalt snit igennem de øvre jordlag, blot er dybdeskalaen inddelt i nannosekunder og ikke i meter. Med kendskab til jordlagenes transmissionshastighed for elektromagnetiske bølger kan tidsskalaen omregnes til en almindelig dybdeskala.

Ved tolkningen af radargrammerne benytter man sig af, at radiobølgers udbredelseshastighed er forskellig i forskellige jordarter. Da hastigheden desuden er stærkt afhængig af vandindholdet, er det vigtigt at kende beliggenhed af evt. grundvandsspejl.

Ligesom tilfældet er ved andre geofysiske måle-metoder, er det nødvendigt for tolkningsarbejdet, at man har mulighed for at kalibrere målingerne med direkte observationer fra f.eks. bo-
ringer.

Resultater af georadarundersøgelsen

På radargrammerne er aftegnet et stort antal detaljer i de øverste 3–4 m af lagserien, som i størstedelen af området er præget af sandede aflejringer. Herunder optræder der hyppigt saltholdige marine gytjelag, som oftest viste sig ikke at være penetrable for radarbølgerne. Nogle steder kan salt grundvand også have været medvirkende

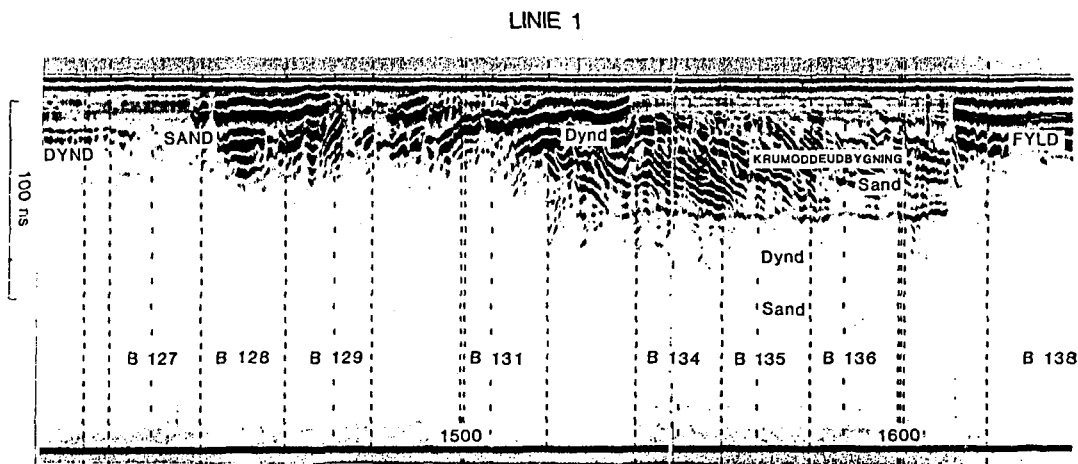


Fig. 4. Eksempel på radargram udtegnet for ca. 200 meter målt profil med angivelse af dybder i nannosekunder (2-vejs-tid) samt boringsnumre. Bemærk den interne lagdeling i form af krydslejrning og reaktiveringsflader i krumodde-sekvensen.

Example of a radargram drawn for an approx 200 m long profile giving depths in nannoseconds (two way times) as well as the borehole numbers. Note the stratification within the sequence showing cross-bedding and reactivation planes in the spit-sequence.

til at radarbølgens maksimale nedtrængning i disse områder var begrænset til de øverste 3–4 meter.

Georadarundersøgelsens væsentligste bidrag til forståelsen af Knudshoveds geologiske opbygning kom således til at ligge i et mere detaljeret kendskab til de øverste 3–4 meter af lagserien.

Stangslingsrammen

Den anvendte stangslingsramme består af en sendespole og en målespole placeret i hver sin ende af et ca. 4 m langt rør. I midten af røret er opbygget en kontrolenhed, hvorfra instrumentet betjenes. Instrumentet bæres i en skulderrem, jf. fig. 5 således at operatøren har begge hænder frie til betjening og notering af måleresultater. Undersøgelserne er udført af DGI.

Måleprocedure

Målingerne udføres oftest langs en målelinie i punkter med 5 à 10 m interval, men kan også foretages kontinuerligt. Det er i felten umiddelbart muligt at foretage en foreløbig vurdering af resultaterne, således at det planlagte målenet om nødvendigt kan justeres eller suppleres.

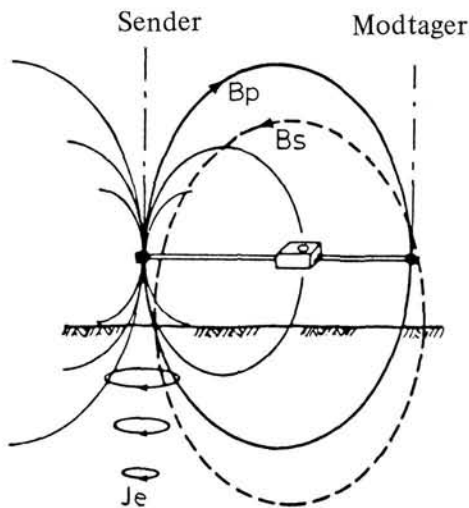
Funktionsprincip

Sendespolen inducerer et cirkulært strømfelt i jorden. Under bestemte grænsebetingelser vil feltstyrken i strømfeltet være ligefrem proportio-



Fig. 5. Måling med Stangslingsramme. (Geonics EM 31).

Measuring with equipment for Magnetic Induction Measurements (Geonics EM 31).



Bp primært magnetfelt
Bs sekundært magnetfelt
Je induceret strømfelt

Fig. 6. Funktionsdiagram for stangslingsramme (Geonics EM 31).

Explanatory diagram for the equipment for Magnetic Induction measurements (Geonics EM 31).

nal med jordens ledningsevne i nærheden af strømfeltet. Strømfeltet genererer et magnetfelt, som er proportionalt med den elektriske feltstyrke. Dette magnetfelt bevirker, at der i målespolen induceres en spænding, som også er proportional med jordens ledningsevne.

Nedtrængningen eller den del af jorden, som påvirker strømfeltet, er afhængig af afstanden mellem spolerne og frekvensen. Stangslingsrammen (Geonics EM-31) har en fast spoleafstand på 3,7 meter og sendefrekvens på 9,8 kHz, hvilket i de mest almindelige jordarter giver en nedtrængning på 6 à 10 meter.

Stangslingsrammens virkemåde og erfaringer med brug af denne er behandlet af Mc Niell (1980 a og b) og af Steffensen og Tyghsen (1984).

Resultat af undersøgelserne

Formålet med at anvende stangslingsrammen ved Knudshoved var at undersøge dens evne til at kortlægge de fra borerne velkendte varierende mægtigheder af blødbund bestående af gytje med indlejrede sand- og siltlag. På fig. 7 er vist et for

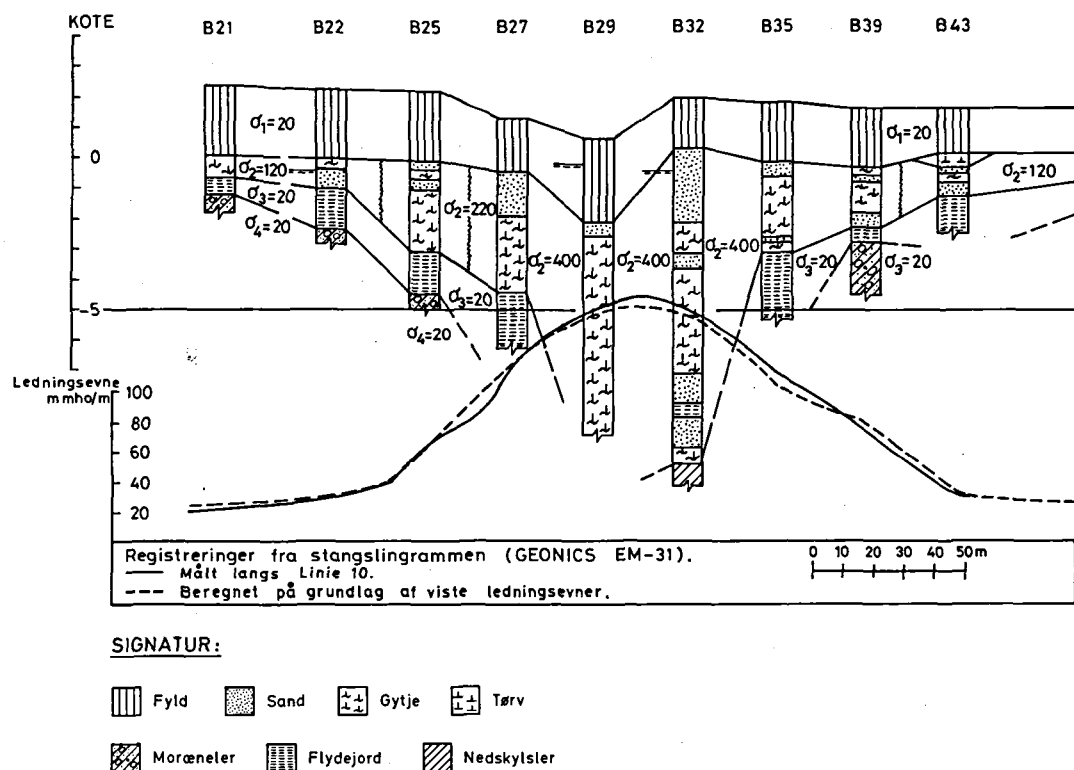


Fig. 7. Karakteristisk længdeprofil med boringer og resultater fra de elektromagnetiske målinger.

Typical longitudinal section with boreholes and results of the electromagnetic measurements.

området karakteristisk længdeprofil med boringer og med resultater fra den elektromagnetiske profilmåling. Derudover er der vist en kurve beregnet på grundlag af de involverede lagtykkelser og de angivne ledningsevner.

På baggrund af de første erfaringer blev det besluttet at udføre en kortlægning af blødbundens udbredelse i de områder, hvor dens tilstedeværelse kunne få afgørende indflydelse for projektets udformning.

Som eksempel vises området nord for nuværende Nyborg Banegård, jf. fig. 8. En kombineret gangsti og gangtunnel skal her forbinde den nuværende banegård med en perron i den nye linie.

På fig. 8 er vist de i området udførte boringer og målelinier med angivelse af måleresultaterne. Blødbunden er overlejret af forskellige former for fyld. Således er 2 profiler målt på perronerne, og de absolutte målinger er derfor ikke umiddelbart sammenlignelige. Det skraverede område på fig. 8 repræsenterer væsentligt større ledningsev-

ner end de omliggende områder. Områdets afgrænsning angiver den maksimale stigning i ledningsevne pr. meter i måleliniens retning på de enkelte målelinier. Som det ses af figuren vil den nu projekterede linieføring for gangtunnelen ikke blive generet af større mængder blødbund.

I et enkelt område umiddelbart øst for billetkontrollen ved bilfærgen var det ikke muligt at registrere og dermed kortlægge og afgrænse et fra boringerne velkendt blødbundsområde. Sammenlignende ledningsevne målinger på intakte prøver fra dette og et par af de andre blødbundsområder vil forhåbentligt afklare dette fænomen.

Borearbejdet

Der er som supplerende til relevante ældre boringer indtil nu udført ca. 370 nye undersøgelsesboringer af DSBs borehold. Hertil kommer ca. 25 boringer udført af DGI. Ialt er der boret knap 2500 boremeter på den ca. 3,5 km lange strækning. Foruden at skulle give generelle oplysning-

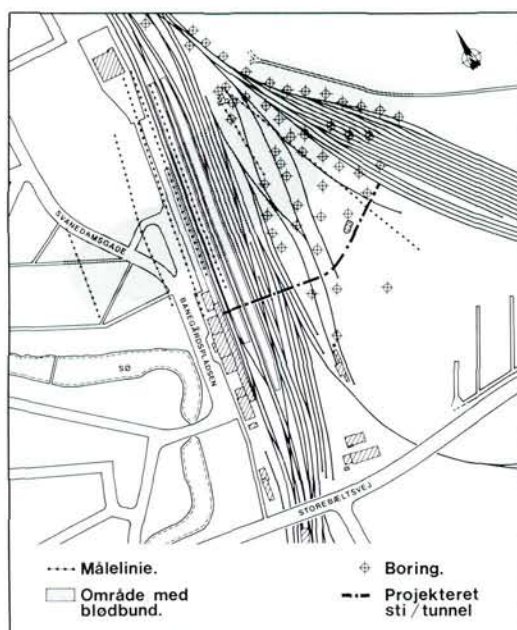


Fig. 8. Område på stationsarealet i Nyborg med relativt høje Geonics-måleværdier (skraveret). De anførte borer har vist, at der er tale om en dyb dal, og at denne er afgrænset præcist i det boringsundersøgte område ved Geonics-målingerne.

Locality near Nyborg station with relatively high Geonics values (shaded). The boreholes shown have revealed the presence of a deep valley, the boundaries of which have been narrowly defined by the Geonics measurements in the locality where boreholes are present.

ger om områdets geologi havde alle DGI-boringerne specielle formål i forbindelse med prøvegrundvandssænkninger og en forureningsundersøgelse.

Boringerne på land er for en stor del udført ved brug af en Unimog-lastbil udstyret med kran og rotationshoved. Kun hvor det undervejs konstateredes nødvendigt for borehullets stabilitet, er der anvendt foringsrør (Pilcon 6-tommerrør). Med dette specialgrej har det været muligt at udføre 6–10 borer svarende til 35–60 boremetre om dagen. Desuden er der, hvor pladsforhold og/eller adgangsforhold var vanskelige, anvendt traditionelt grej (oftest 4-tommer eller 3-tommergrej baseret på hydraulik. Alle disse borer er udført med forerør.

Endelig udførtes en mindre mængde korte borer uden foringsrør med en lille Bobcat-gravemaskine udstyret med rotationshoved.

I ca. 20% af borerne er der foretaget styrkemåling ved vingeforsøg, optaget intaktprøver i

messingrør og nedsat pejlerør til grundvandsstand-pejlinger.

Undersøgelser til søs

Ved undersøgelserne til søs for den projekterede havneudvidelse, som er udført af DGI, anvendtes den traditionelle undersøgelsesmetodik indledt med marinseismiske profilmålinger efterfulgt af lagfølgeboringer fra jack-up platform og vibrationsboringer fra skib.

Det marinseismiske udstyr fungerer principielt ligesom georadaren, blot anvendes lydbølger i stedet for elektromagnetiske bølger. På fig. 10 er vist et eksempel på en registrering fra en lydkilde benævnt »Boomer«. Suppleret med den geologiske information fra de udførte borer giver profilet et billede af de geologiske forhold. På grundlag af adskillige profiler har det været muligt at udtegne niveaushort for de relevante geologiske grænser og et »overfladekort« for f.eks. det niveau, hvortil havnen påtænkes uddybet. Som et geologisk interessant resultat har målingerne vist områder, hvor henholdsvis Kertemindemergel og



Fig. 9. Det hyppigst anvendte boreudstyr i undersøgelserne (foto: Jørgen Nielsen).

The most used boring equipment in the investigations (foto: Jørgen Nielsen).

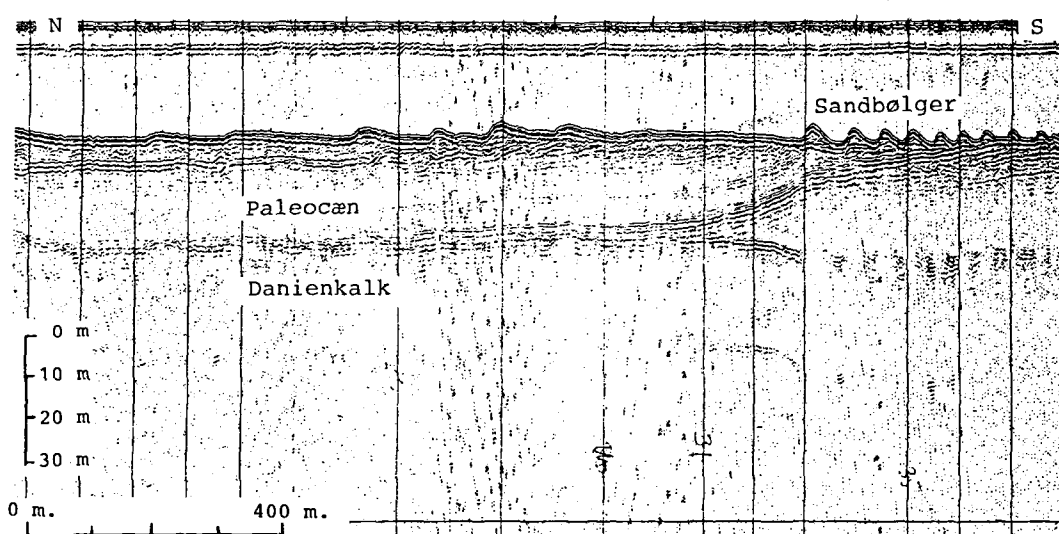


Fig. 10. Eksempel på refleksionsseismisk profil nær den eksisterende færgehavn. Tolkning er angivet på profilet.

Example of a seismic profile (by the reflection method) near to the present ferryboat harbour. Interpretation is included on the profile.

Danienskalk danner havbund. Disse områder er skitseret på fig. 11.

Undersøgelsens hovedkonklusioner

Den overordnede opbygning af det undersøgte område fremgår i hovedtrækkene af fig. 11. Den nordvestlige ende af interesseområdet ligger over den højeste kystlinie for den postglaciale transgression i området og består af finkornede, glacialt forstyrrede smeltevandssedimenter vurderet ud fra lagstillingen i intakte rørprøver.

Blødbundsområde I (se fig. 11) har sit dybeste punkt i kote -5, hvor en serie domineret af marin gytje hviler på ferskvandssand. Målinger med stangslingsramme langs banedæmnings fod har vist, at blødbundsområdet består af et øst-vest orienteret trug.

Sydøst for blødbundsområde I ligger overfladen af de glacialle aflejringer umiddelbart under et fyldlag. På DGU's jordartskort M 1312 I NØ fremtræder dette område som en halvø af glacialle aflejringer, der fra vest har strakt sig ud i det tidligere hav.

Blødbundsområde II (fig. 11) har karakter af en 60-80 m bred, tilsyneladende retlinet øst-vest orienteret dal, der skærer sig igennem området nord for stationsbygningen mod Svanedammen. Dalen, der er ganske dyb (postglaciale aflejringer ned til under kote -18), formodes i Fastlands-

tiden at have fungeret som leje for forgængeren for Ladegårdsåen. Denne har indtil nyere tid ifølge gamle prospekter over Nyborg og Svanedammen haft sit løb i dalen tværs over halvøens rod.

Dalen er udfyldt af en sekvens bestående af vekslende ferskvandsaflejringer af sand, tørv og gytje overlejret af marin gytje med underordnede sandlag. Den postglaciale lagserie afsluttes af en øvre ferskvandsserie. De marine aflejringer udgør hovedparten af lagserien.

Den dybeste boring i blødbundsområde II blev stoppet i kote -33 i moræneler. Dette er bemærkelsesværdigt, da Danienskalkens overflade oftest i Knudshoved området og i borerne indtil 20 m fra morænelersboringen befinder sig i kote -10 til -15. Da morænelerets overflade i dalen desuden befinder sig i kote -15 til -20 mod normalt omkring -2 til -3 og altså således også befinder sig under Danienskalkens overflade i dalens sider, er det nærliggende at tolke denne dal i dal situation som et resultat af Kvartær tektonisk aktivitet.

Mellem blødbundsområde II og III (fig. 11) passerer det ret betydelige »Holmen«-område som i tiden under den postglaciale transgression henlå som en ø eller en halvø. Boringerne fra »Holmen« viser en lagserie domineret af moræneler, men med flere indslag af smeltevandssand. Et af disse indslag adskiller sig fra de øvrige dels

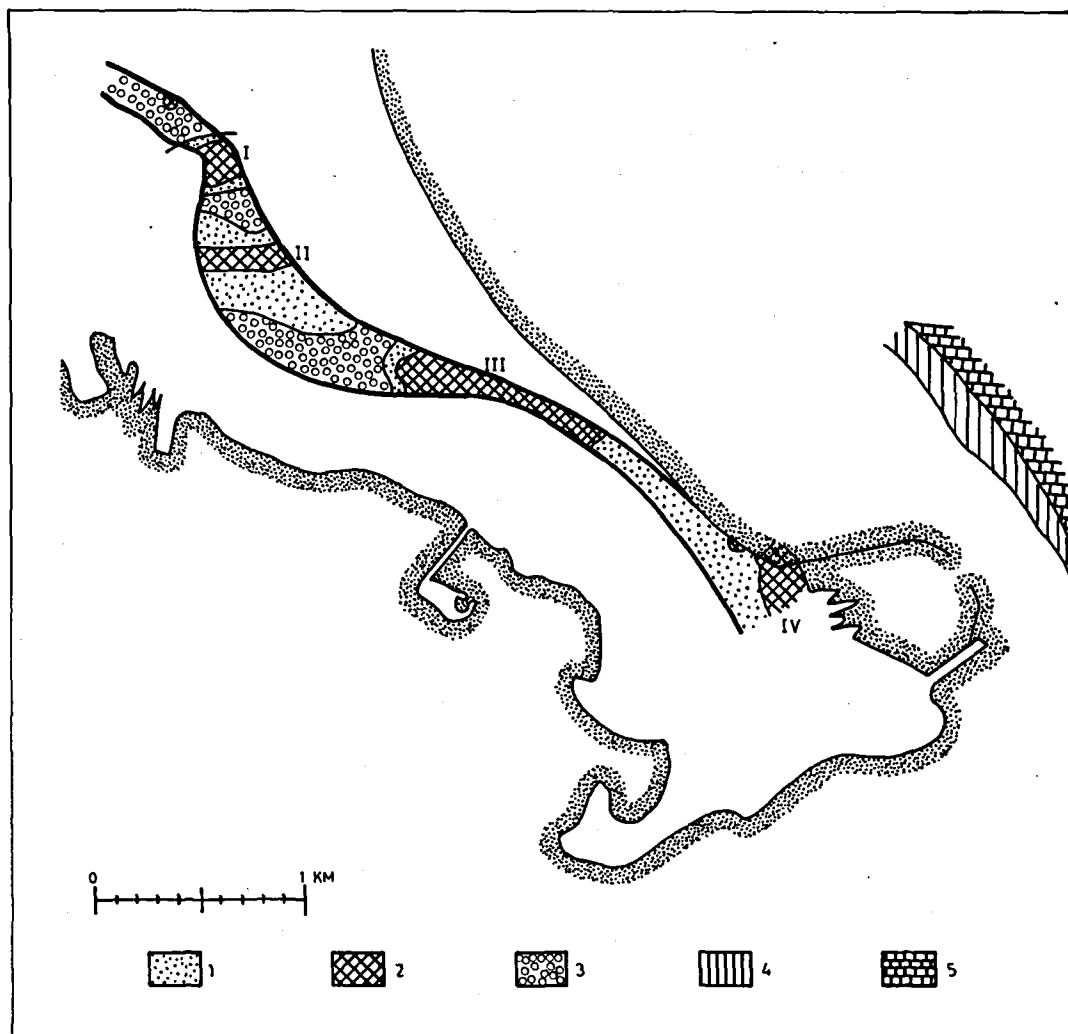


Fig. 11. Geologisk/geoteknisk tolkningskort for det undersøgte område. De anvendte signaturer viser: 1. Områder, hvori de postglaciale aflejringer udelukkende består af rent marint sand. 2. Områder, hvori den postglaciale lagserie indeholder organogene aflejringer (områderne er nummereret med romertal). 3. Områder, hvori de glacielle aflejringer ikke er dækket af postglaciale aflejringer. 4. Områder, hvori Kertemindemergel direkte danner havbund. 5. Områder, hvori Danienkalken direkte danner havbund.

Geological/geotechnical interpretation of the investigated locality. Symbols used are: 1. Localities where the postglacial deposits are solely marine sand. 2. Localities where the postglacial sequence include organic layers (the localities are numbered with Roman numerals). 3. Localities where the glacial deposits are not covered by postglacial sequences. 4. Localities where Kertemindemergel are exposed on the seabed. 5. Localities where the Danian limestone are exposed on the seabed.

ved sin udstrækning, og dels ved at det består af en udpræget opad grovende sekvens. Det er som oftest 2–3 m tykt og kan følges under hele Svanedamsområdet fra kort sydøst for blødbundsområde II og et stykke ind under Holmen. Tilstedeværelsen af denne let genkendelige smeltevand-aflejringer har haft stor betydning for forståelse af områdets geologiske opbygning samt for udbre-

delsen af nogle forurenende stoffer (fenol m.m.), der fra Tjærekompagniet i overfladiske afløb er søgt ud over og ned i jordlagene i Svanedamsområdet.

I blødbundsområde III (fig. 11) er der konstateret en lagserie, som svarer til, hvad man ville forvente i en krumodde-sekvens (Kumar og Sanders, 1974, Nielsen og Johannessen, 1984). På ra-

dargrammet (fig. 4) ses tydeligt ca. 3 m høje krydslejlrede platform-forsæt med reaktiveringsflader. Reflektionerne fra de forskellige grænseflader er forårsaget af variationer i lithologien. De kraftigste grænseflade-reflektioner formodes at stamme fra tynde ler- og gytjelag. Aflejringer af ler og gytje foran den prograderende krumodde-platform menes at være årsagen til at radargrammet i fig. 4 ikke gengiver dybereliggende sandlag. Krumoddesekvenser som den her beskrevne er karakteristiske for store områder af Knudshoved halvøen. Hovedparten af de boreprøver, der beskrives som marint sand, formodes at være aflejret i forbindelse med prograderende krumoddesystemer. Hvor udbygningen er sket på vanddybder større end et par meter, består hovedparten af krumoddesekvensen af mere eller mindre stejltstillede platform-forsæt.

Efter blødbundsområde III (mod SØ) følger en lang strækning, hvorunder den marine lagserie udelukkende består af rent eller næsten rent, let gruset sand.

I blødbundsområde IV (fig. 11) ligger der en ikke helt ubetydelig serie af ferskvandsaflejringer i form af tørv over gytje under en gytjedomineret marin lagserie. Der synes at være tale om en oprindelig ret dyb lavning (et dødishul?) i den glacial overflade, som har været under udfyldning, da den postglaciale transgression satte ind. Når den marine lagserie også har kraftig gytjedominans på stedet, kan det skyldes de niveaumæssige forholds indflydelse på transgressionens forløb.

Flydejord og lerrullesten

Under den rutinemæssige prøvebedømmelse med efterfølgende sammenstilling af boreresultaterne har specielt 2 detaljer påkaldt sig interesse: Den udbredte forekomst af flydejord og af lerrullesten.

Over morænelersoverfladen ligger der under store dele af den undersøgte strækning $\frac{1}{2}$ –2 m grønligråt, sandet og stenet ler med ofte ret slap konsistens. Lerets oprindelse er ikke altid ganske klar, idet der dels kan være tale om intakt moræneler, som har været udsat for forskellige sekundære processer, dels om »flow till« (se Marcussen 1973 og 1975) og dels om egentlig, Sen/Postglacial flydejord. Lokalt optræder der i leret plantede, som med sikkerhed har kunnet fastslås ikke at være roddele, hvilket underbygger

flydejords-hypotesen. Interessant er det, at der midt i den marine lagserie på strækningen mellem blødbundsområderne III og IV optræder en leret og stenet sand med morænalt udseende. Imidlertid indeholder sandlagene såvel under som over det lerede sand en ensartet, fattig foraminiferfauna domineret af *Elphidium articulatum*, *Protelphidium orbiculare* og *Ammonia batavus*. Der synes ikke at kunne herske tvivl om, at det morænesandslignende sand er en Postglacial flydejordsaflejring.

En anden interessant detalje er, at der koncentreret i bestemte niveauer i det marine sand findes sand- og grusarmede lerrullesten af oprindeligt moræneler (se Hansen og Ødum 1960). Der er stor forskel på koncentrationen af disse armede lerrullesten fra lokalitet til lokalitet, men de er truffet under alle de dele af strækningen, som indeholder områder opbygget af forholdsvis grovkornede, marine sandaflejringer.

Det må forventes, at der i et sedimentært miljø som dette har været områder med lagunale forhold og ler- og gytjesedimentation, vekslede med områder præget af høj energi med deraf følgende aflejring af sandede og grusede sedimenter. Det må også forventes, at sandede aflejringer vil overlejlre mere finkornede sedimenter og sedimenter med stort indhold af organisk materiale, idet sedimenterne i et sådant krumoddesystem typisk vil blive grovere opad i sekvensen, svarende til øget energiniveau under aflejringen.

De lerede og gytjerige aflejringer vil variere en del i mægtighed og udstrækning, idet de dels vil udfylde lavninger i morænelersoverfladen, dels vil forekomme som indslag i krumoddesekvensen.

Oplysninger af denne type er af stor værdi ved den geotekniske vurdering af området og ved bedømmelsen af de boredata, der er til rådighed, idet man hermed har mulighed for at vurdere, hvor langt man kan tillade sig at ekstrapolere oplysningerne fra boringerne, og dermed konstatere hvor mange boringer der vil være nødvendige.

Tak

til P. Avnstrøm, Anlægsprojekt Knudshoved for tilladelse til at publicere resultaterne af undersøgelserne, til G. H. Campbell for engelsk oversættelse, til Ingrid Olesen og Kaj West for tegnarbejde, til Ole Bang Berthelsen, Geologisk In-

stitut for fotoarbejde samt til Solveig Hansen for redigering.

Litteratur

- Berg, F., Andreassen, F. & Ahrentzen, P. 1983: Georadar til sand- og gruskortlægning. *Statens Vejlaboratoriums Interne Notater*, 147. 43 p.
- D.G.U. 1978: Foreløbigt Geologisk Jordartskort, 1:25.000. M. 1412 IV SV, Knudshoved (Fyn).
- D.G.U. 1982: Foreløbigt Geologisk Jordartskort, 1:25.000. M. 1312 I NØ. Nyborg.
- Hansen, S. & Ødum, H. 1960: Lerblokke som bundsediment i danske farvande. *Danm. Geol. Unders. IV række*, bind 4 nr. 2. 24 p.
- Kumar, N. & Sanders, J. E. 1974: Inlet sequence: A vertical succession of sedimentary structures and textures created by the lateral migration of tidal inlets. *Sedimentology*, Vol. 21(4) pp. 491-532.
- Marcussen, Ib, 1973: Studies on flow till in Denmark. *Boreas*, Vol. 2, pp. 213-231.
- Marcussen, Ib, 1975: Distinguishing between lodgement till and flow till in Weichselian deposits. *Boreas*, Vol. 4, pp. 113-123.
- McNiell, J. D. 1980a: Electrical conductivity of soils and rocks. *Technical note TN-5*, Geonics Limited. 22 p.
- McNiell, J. D. 1980b: Electromagnetic terrain conductivity measurements at low induction numbers. *Technical Note TN-6*, Geonics Limited. 15 p.
- Steffensen, H. & Tychsen, J. 1984: Erfaringer med anvendelse af elektromagnetisk måleudstyr ved geotekniske forundersøgelser. *Nordisk Geoteknikermøde, proceeding*, Vol. 2, pp. 839-852.
- Nielsen, L. H. & Johannessen, P. 1984: En sedimentologisk model for pleistocæne oddesystemer i Østvendssyssel, Danmark. Upubliceret specialeafhandling ved Geologisk Centralinstitut, Københavns Universitet.
- Steffensen, H. & Tychsen, J. 1984: Erfaringer med anvendelse af elektromagnetisk måleudstyr ved geotekniske forundersøgelser. *Nordisk Geoteknikermøde, proceedings*, Vol. 2, pp. 839-852.