

SENGLACIALE SØAFLEJRINGER ØST FOR ÅLBORG VED LIMFJORDSTUNNELENS SØNDRE RAMPE

Af

NIELS KR. STOKHOLM*)

Abstract

During the geotechnical site investigation along the proposed Limfjord Tunnel Crossing a narrow valley in the White Chalk was revealed. The valley is located on the marine foreland and thus the ground surface morphology does not indicate the existence of a valley. The present paper describes the investigations carried out in order to determine the type of sediments in the valley as well as the extent of the valley itself. Among the sediments late glacial fresh water sediments from the warm Allerød Stage was encountered. The discovery of Allerød deposits at this specific location taking its elevation in consideration might be of value in the study of sealevel changes at the Ålborg region in the late glacial stage.

INDLEDNING

I forbindelse med projekteringen af Limfjordstunnelen, hvis linieføring fremgår af fig. 1, er der udført omfattende geotekniske forundersøgelser. Disse indledtes i 1960. På fig. 2 er vist et længdeprofil af jordbundsforholdene baseret på ialt 27 geotekniske borer. Der er senere udført yderligere ca. 16 borer for at få detaljerede oplysninger om forholdene på visse strækninger. Af længdeprofilet ses, at skrivekridtets overflade falder fra kote ca. + 10 ved den gamle kystskrænt ved Ålborg til kote ca. ÷ 68 ved Nørre Sundby. Endvidere ses, at skrivekridtet er dækket af glaciale aflejringer, hvis mægtighed varierer fra få m syd for fjorden til over 30 m ved Nørre Sundby. Herover træffes ler-, silt og finsandsaflejringer, der henføres til yoldiaaflejringerne, hvis mægtighed over den største del af profilet er af størrelsesordenen 5 m, men som helt synes at mangle over kote 0 syd for fjorden, og ligeledes synes at mangle mellem station 50340 og 50550. Yoldiaaflejringerne har muligvis dækket de glaciale aflejringer over hele profilets længde, og må i så fald senere være blevet eroderet af stenalderhavet. Ved sydbredden strækker yoldiaaflejringerne sig tilsyneladende helt op under fyldlagene, medens de ude i fjorden og under den nordlige bred er dækket af postglaciale, marine dynd-, ler-, silt- og sandlag, der opnår en samlet mægtighed på helt op mod 30 m.

Som nævnt hævede skrivekridtet sig op over kote 0 syd for fjorden. Ved profil F2, station 49692, traf man imidlertid ikke skrivekridtet før end i kote ca. ÷ 18,0. Over kridtet traf man her dels glaciale, kridtrige smeltvandsaflejringer, dels moræneagtige aflejringer med løse flager af skrivekridt, og over disse traf man i kote ca. + 1,0 kridtgytje og kridtsilt. Dette

*) Geoteknisk Institut, København.

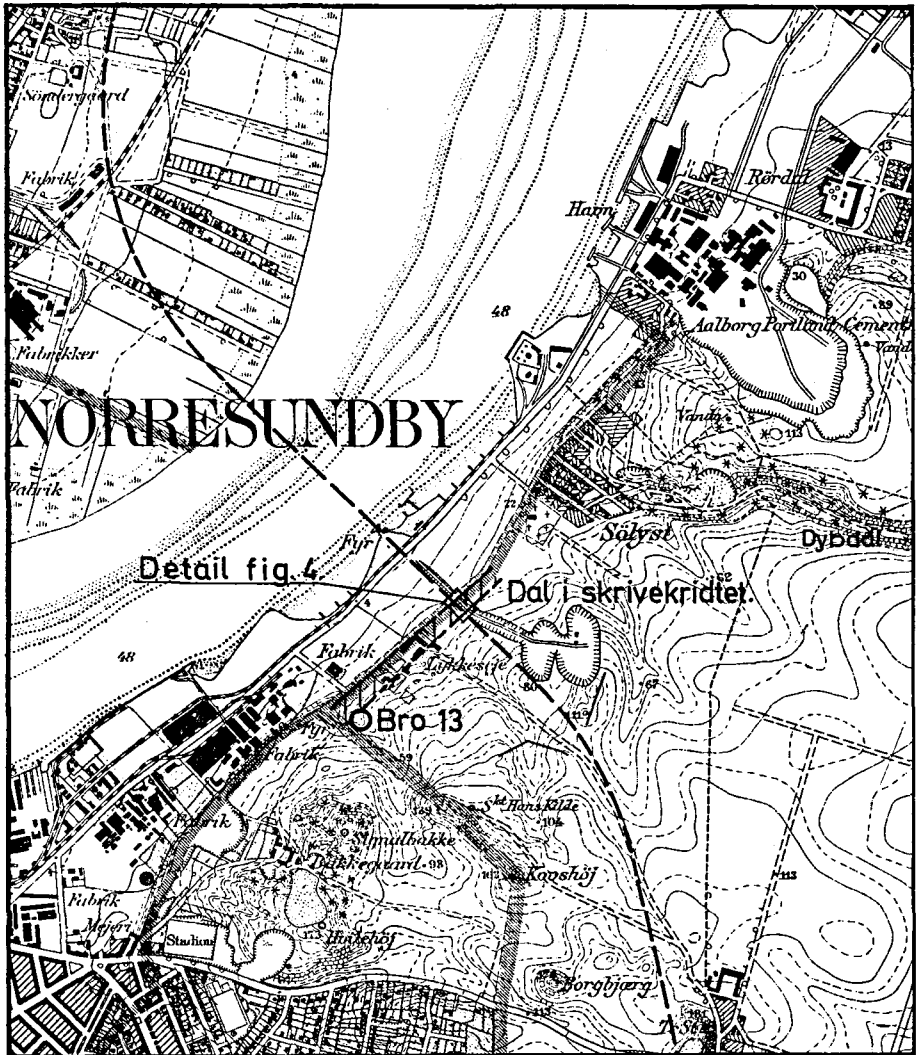


Fig. 1. Linieføring af Limfjordstunnelen.

profil syntes at indicere, at der her måtte findes en anomali i skrivekridtets overflade. Et mere indgående kendskab til anomaliens omfang og karakter måtte man forvente at få under udgravningsarbejdet for Søndre Rampe.

I nærværende artikel vil visse af de mere geologisk betonedede forhold, der knytter sig til kridtoverfladens anomali blive beskrevet, baseret på resultaterne af forundersøgelserne samt de ret detaljerede undersøgelser, der blev foretaget under selve udgravningsarbejdet.

Under arbejdet har jeg fået værdifuld hjælp fra forskellig side.

Overinspektør, dr. phil. J. TROELS-SMITH og afdelingsleder, cand. polyt. HENRIK TAUBER takker jeg for udførelsen af henholdsvis 3 pollenanalyser og 2 kulstof-14 aldersbestemmelser og for tilladelsen til at meddele resultaterne heraf.

Under selve undersøgelsesarbejdet og under den senere tolkning af resultaterne heraf er jeg professor, dr. phil. TH. SORGENFREI megen tak skyldig, dels for den direkte bistand i arbejdet og dels for de mange frugtbare samtaler og diskussioner om de geologiske forhold på lokaliteten. For samtaler, der ligeledes har bidraget til at belyse de geologiske forhold, takker jeg geolog, cand. mag. ERIK STENESTAD, der i en artikel i nærværende hefte (STENESTAD, 1968) behandler visse af de i fordybningen trufne sedimenter.

En yderligere tak skylder jeg afdelingsingeniør, cand. polyt. C. C. BALLISAGER, Geoteknisk Institut, der har været ansvarlig for alle de i forbindelse med Limfjordstunnelen udførte, geotekniske undersøgelser. Til slut takker jeg Byggeudvalget for Limfjordstunnelen for tilladelsen til at offentliggøre de ved undersøgelsen fundne resultater.

UNDERSØGELSEN

Forud for iværksættelsen af detailundersøgelsen omkring den dybtliggende kridtoverflade havde man som nævnt kendskab til profil F2. I forbindelse med bygningen af Søndre Rampe udførte Geodan A/S et grundvandssænkingsanlæg. Under etableringen af dette fik man yderligere kendskab til omfanget af ujævnheden i kridtoverfladen og til karakteren af de lag, der udfylder den, jfr. STENESTAD, 1968.

I slutningen af december 1966, da udgravningsarbejdet stort set var afsluttet, udførte Geoteknisk Institut en del prøvegravninger fra udgravningens bund inden for kridtoverfladens fordybning. Disse afslørede, at der under udgravningens bund, d.v.s. under kote ca. -3, der er ca. 5 à 6 m under kridtoverfladen nord og syd for anomalien, fandtes lagdelte kridtrige, finkornede sedimenter med tørvepartier og plantefibre.

Den videre undersøgelse af forholdene omkring fordybningen fik derpå følgende forløb:

Prof. dr. phil. SORGENFREI og undertegnede besigtigede lokaliteten den 13. januar 1967. Denne omfattede også en almindelig rekognoscering af det omkringliggende terræn, og især af udgravningerne til motorvejen i skrivekridtsbakkerne syd for området, herunder udgravningen for bro no. 13. Under denne besigtigelse udtoges repræsentative prøver af de aflejrings typer, der opfyldte fordybningen.

Den 21. januar 1968 foretog undertegnede en fornyet undersøgelse af lokaliteten, hvor det på grund af indtrådt tøvejr bedre end den 12. januar var muligt at forfølge de enkelte lagserier i udgravningens skråninger og bund. Under denne besigtigelse foretoges en detailleret opmåling af lagene, ligesom supplerende prøvemateriale blev udtaget.

I løbet af januar måned blev der yderligere udført tre geotekniske boringer fra bunden af udgravningen tillige med en række sonderinger.

I det følgende vil der blive givet en sammenfattende beskrivelse af de geologiske forhold baseret på resultaterne af de nævnte undersøgelser.

Bakketerrænet syd for lokaliteten

Skrivekridtet ligger gennemgående højt i det bakkede terræn syd for tunnelen. Det er dækket af kvartære aflejringer, bestående af moræne- og smeltevandsdannelser. Kridtets overflade er ujævn og bærer tydelige spor af at være eroderet af is og subglaciale smeltevandsstrømme, som stedvis har eroderet ret veldefinerede, smalle erosionsdale i kridtets overflade. I udgravningen til motorvejen observeredes sammenskudte partier af smeltevandssand og -grus samt moræneaflejringer i en sådan dal.

Kystsletten

På den lavere liggende kystslette, hvor udgravningen til Søndre Rampe er beliggende, stiger kridtoverfladen ret jævnt fra kote ca. +2 m til ca. +6 m. Den aktuelle fordybning i kridtoverfladen er tilsyneladende en langstrakt dal, som derfor i det følgende omtales som »dalen«. Den løber sandsynligvis parallelt med Rørdalsvej mod sydvest til bro 13 (se fig. 1), hvor brofundamentet synes at være funderet på sydøstsiden af kridtdalen. Dette støttes af den målte retning af det blottede dalparti i udgravningen til Søndre Rampe. STENESTAD har gjort opmærksom på, at der fra dalen ved Søndre Rampe er en svag lavning i terrænet hen mod Sølyst Kirke og dermed hen mod Dybdal, og at en forbindelse med Dybdal derfor ikke kan udelukkes. (Se fig. 4 i STENESTAD, 1968, side 289). Den nordvestlige side af dalens øvre begrænsning ved bro 13 fremgår af fotografiet på fig. 3, som viser en



Fig. 3. Dalens nordvestlige begrænsning ved bro 13. Det ses, at skrivekridtets overflade her falder mod sydøst. Til højre i billedet ses afgravningskråningen for Rørdalsvejen.

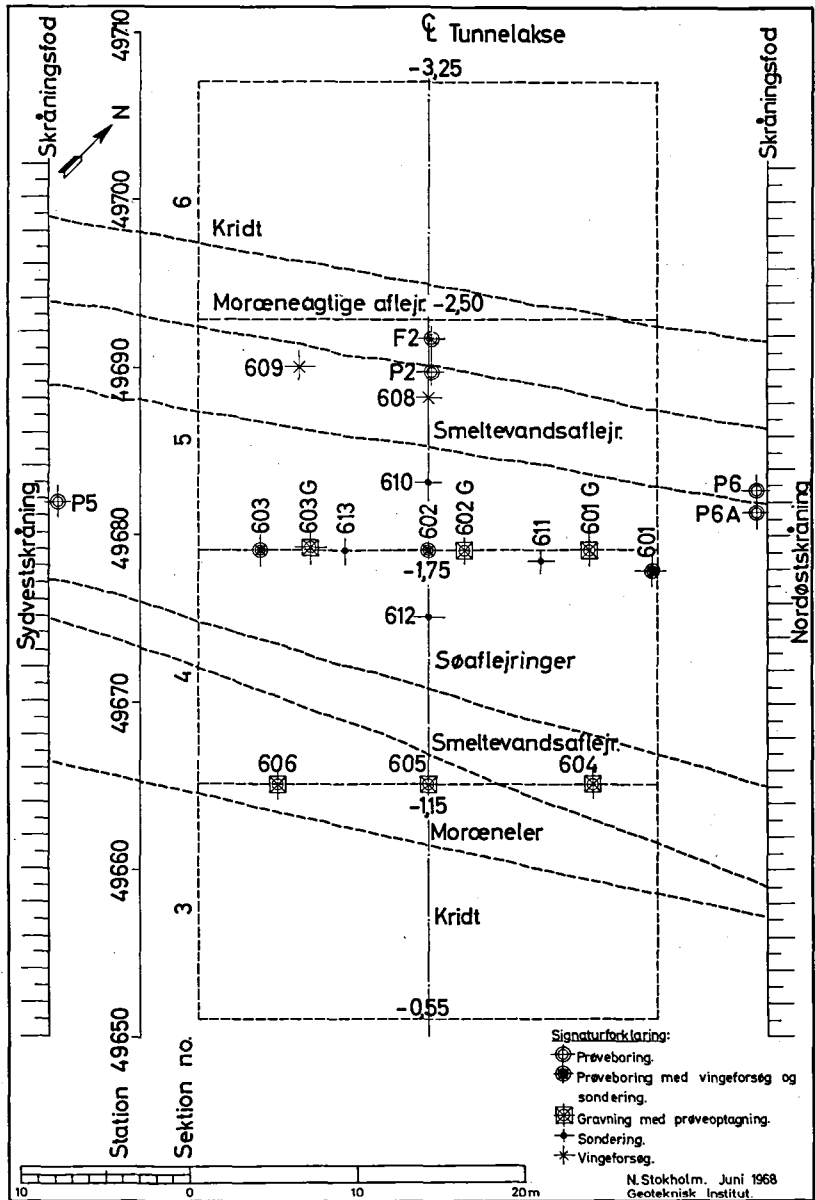


Fig. 4. Plan over Søndre Rampe i udgravningsniveauet.

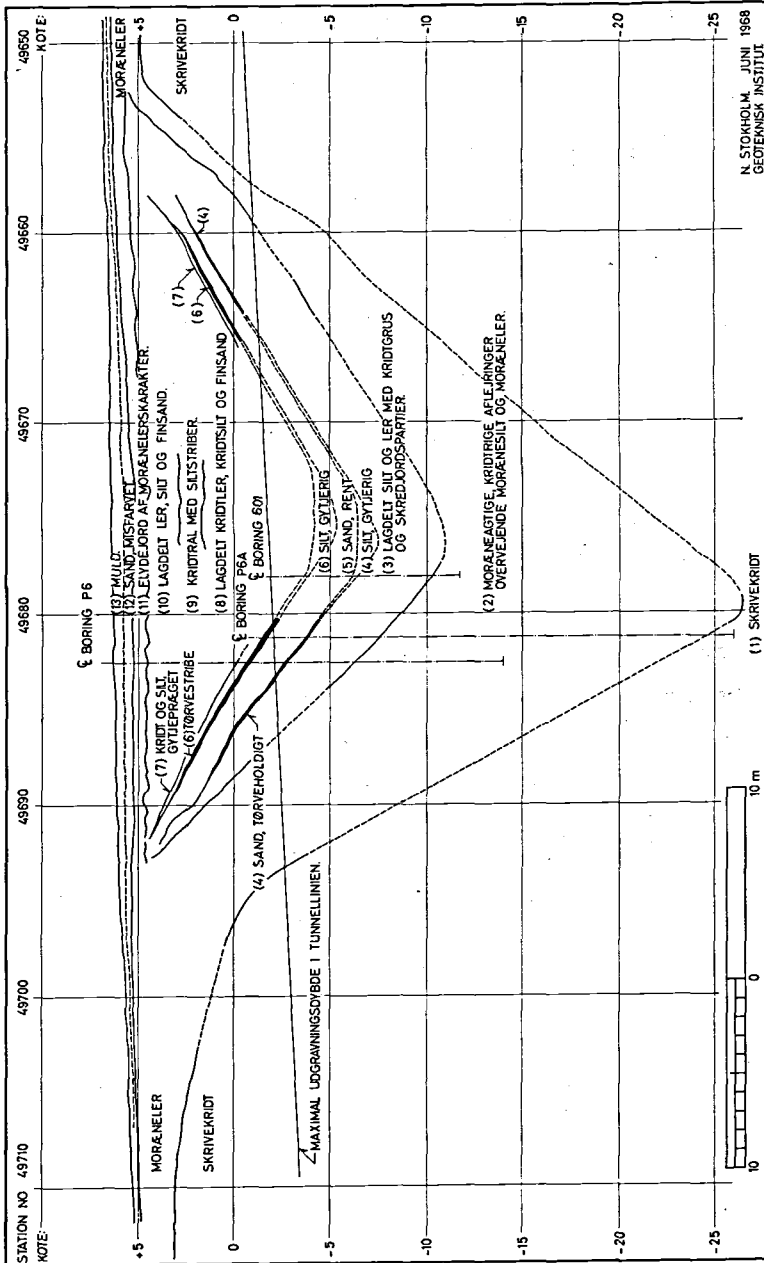


Fig. 5. Profil i nordøstskrånngen - Søndre Rampe.

gennemskæring af vejskråningen ned mod Rørdalsvejen. Dalen er her tilsyneladende lidt bredere end ved Søndre Rampe, og den synes helt at være fyldt op med glacielle smeltevands- og moræneaflejringer.

I udgravningerne konstateredes, at skrivekridtets lagdeling omtrent var horisontal på begge sider af dalen. I den dybeste del af udgravningen nordvest for dalen iagttoges et gennemgående lag af sorte flintesten med en strygningsretning på N-37°W og en hældning på 5°,8 mod W-37°S.

Daludfyldningen

På fig. 4 er placeringen af de udførte gravninger og prøveboringer vist. Ved at sammenholde resultaterne fra disse med de direkte observationer i udgravningens bund og skråninger, kan der skelnes mellem følgende lagserier i dalen, der her beskrives meget forenklet, idet der iøvrigt henvises til fig. 5, der viser profilet i nordøstskråningen, hvor forløbet af lagene under udgravningens niveau dels er skønnet dels er konstrueret på grundlag af observationerne i prøveboringerne:

- (13) Mulddække og fyld (ca. 0,6 m).
- (12) Sand, misfarvet.
- (11) Flydejord af morænelerskarakter, forvitret, med en mægtighed varierende fra ca. 0,4 til ca. 0,9 m.
- (10) Lagdelt ler, silt og finsand, hvor kridtindholdet er lille.
 - (9) Kridtral, afrundede med siltstriber.
 - (8) Lagdelt kridtler, kridtsilt og finsand.
 - (7) Kridtler og -silt, gytjepræget.
 - (6) Tørvestribe (10 à 20 cm tyk), der på større dybde midt i dalen afløses af gytjerig silt og finsand.
- (5) Sand, velsorteret, rent (1,5 à 2,0 m mægtig på dalens nordvestside, men kun ca. 1,0 m på den sydøstlige side).
- (4) Sand, tørveholdigt (ca. 5 cm tykt), der på større dybde midt i dalen afløses af gytjerig silt og finsand adskilt fra de underliggende, rene sand- og siltaflejringer ved en grusrig horisont.
- (3) Lagdelt sand, silt og ler med kridtgrus. (I lagene (3)–(8), begge inklusive, træffes endvidere moræneagtige skredjordspartier).
- (2) Moræneagtige, kridtrige aflejringer, overvejende som morænesilt og -ler, der dog ofte afbrydes af lagdelt smeltevandssand, -silt og -ler. Nederst forekommer endvidere løse flager af kridt og kridtslam. Karakteristisk for de moræneagtige aflejringer er deres relativt bløde konsistens.
- (1) Skrivekridt (faststående).

STENESTAD (1968) har på fig. 2, side 287 et fotografi af nordøstskråningen.

Supplerende analyser

Ud over de normale geotekniske forsøg er der af overinspektør, dr. phil. J. TROELS-SMITH udført en pollenanalyse på materiale fra lag no. (6). Herom har dr. TROELS-SMITH meddelt følgende:

Tørvestribe fra den øvre del af bassinet: (ca. 1 m nordøst for P6): »Prøven bestod af en del vandmøsser og rodfilt. Derudover forekom skønsmæssigt mellem 10–20 % finsand samt en lille smule ler. Der blev talt ialt 53 pollen; heraf var

de 38 fra halvgræsser; de øvrige var: græsser 1, fyr 9, gran 1, birk 1, pil 2 og bynke 1. Bortset fra, at en del af halvgræssernes pollen kan skyldes lokal vegetation, tyder det fundne på senglacial tid.*

Gytjereg silt fra den centrale del af bassinet: »Prøven er et limnisk sediment og består for en stor del af plankton (mange desmidiaceer, spongienåle m. m.). Laget er udpræget lagdelt og indeholder ca. 20 % ler samt en ubetydelig mængde kalk. – Her blev talt 61 pollen: fyr 13, birk 19, pil 3, lyngfamilien 4 (formentlig alle Empetrum), rødknæ 2, bynke 4, græsser 3, halvgræsser 13. Selv på grundlag af et så ringe antal talte pollen, forekommer det rimeligt at antage, at prøven stammer fra senglacial tid.*

Sign. J. TROELS-SMITH.

Hr. afdelingsleder, cand. polyt. HENRIK TAUBER har på Nationalmuseets kulstof-14 afdeling senere udført en aldersbestemmelse med materiale dels fra tørvestriben i lag no. (6), dels fra den tørveholdige sandstribe i lag no. (4) med følgende resultat:

Lag no. (6) Alder:	11720 ± 180 f. 1950
	<u>11880 ± 180 f. 1950</u>
	11800 ± 140 f. 1950.
	d.v.s. ca. 9850 f. Kr.

Lag no. (4) Alder:	11510 ± 180 f. 1950
	<u>11860 ± 220 f. 1950</u>
	11650 ± 160 f. 1950
	d.v.s. ca. 9700 f. Kr.

I tilslutning hertil meddeler hr. TAUBER følgende:

»Dateringen for den nederste stribe er lidt yngre end for den øverste. Forskellen er dog ikke større end usikkerheden på den enkelte bestemmelse, og prøverne må derfor fra et C-14 synspunkt karakteriseres som praktisk taget samtidige. Da prøverne stammer fra et meget kalkrigt område, kan det næppe udelukkes, at materialet kan indeholde rester af mosser eller lignende, der har optaget opløste prekvartere karbonater. I så fald vil alderen på prøverne blive noget for gammel. I betragtning heraf, kan ingen af prøverne formentlig hidrøre fra Bølling-tid (ca. 12000–12400 før idag). Den sandsynligste fortolkning er derfor, at begge striber stammer fra Allerød-tid (ca. 11000–11800 før idag). (Se igrønt dateringslister i D.G.F. Bd. 14*) og Bd. 16).***)

Sign. HENRIK TAUBER.

Dalens dannelse og sedimentationsprocesserne

I kridtlagenes struktur er der ingen vidnesbyrd om, at dalen med den beskrevne kvartære lagserie skulle kunne være opstået ved tektonisk indsynkning langs forkastninger eller anden form for jordskorpedeformation. Lagserien er ganske vist ret stærkt bøjet, men den bærer på den anden side ikke præg af at være deformeret ved istryk. Tilbage bliver da kun den mulighed, at lagserien, omfattende elementerne (3)–(10) inclusive, har sænket sig ret konstant under sin sedimentation. Under hensyntagen til de observerede tegn på smeltevandserosion i kridtoverfladen i den nærmere

*) TAUBER, 1961.

**) TAUBER, 1966.

og fjernere omegn, er det rimeligt at betragte dalen i kridtet som en smeltevandsdal, der ved istidens afslutning var fyldt med dødis. Ved isblokkens gradvise smeltning opretholdtes et langstrakt bassin ved jordoverfladen til trods for, at der samtidig til stadighed blev ført sedimentmateriale ud i bassinet. Dødisafsmeltningen og sedimentationen har nogenlunde holdt hinanden i balance. Det ringe indhold af organisk stof viser, at processen fandt sted i en vegetationsløs eller vegetationsfattig periode.

Den gradvise sænkning af lagserien harmonerer med, at der i det nordøstlige skråningsprofil ikke er observeret særligt store forskydninger i de ret velsorterede aflejringer oven over morænebundlaget. Morænenes tendens til lagstruktur tillige med dens bløde konsistens passer godt med forestillingen om bundfældningen af dødismoræne.

Medens lag no. (3) formentlig er en senglacial smeltevandsaflejring, må lagene no. (4)–(7) anses for at være senglaciale søsedimenter (jfr. C14- og pollenanalysen). Der er i samtlige lag fra (3)–(8) inclusive truffet moræneprægede skredjordspartier nær bassinets bredder. Disse kan tænkes skredet ud i søbassinet under perioder med kraftigere sænkning af bunden.

På fig. 4 er vist forløbet af dalen tværs hen over udgravningens bund tillige med den omtrentlige udbredelse af de i dalen i dette niveau trufne aflejringer.

Tilstedeværelsen af de kridtrige søsedimenter er helt forståelig, når man tager de nærliggende kridtformationer i betragtning, der uden tvivl lokalt har været tilgængelig for den senglaciale erosion. Laget med kridtral (lag no. (9)) tyder på en forbigående kraftigere strøm gennem søen. At de i lag no. (10) trufne sedimenter er kalkfattige kunne tyde på en ændring i tilstrømningsforholdene. Denne lagserie er muligvis nedskylsedimenter fra yngre dryas.

Kappen af flydejordsmoræne (lag no. (11)) kan tænkes opstået ved arktisk jordflydning fra de omkringliggende morænelersskråninger ligeledes i yngre dryas.

Det øverste misfarvede sand er formentlig marint sand fra Litorina transgressionen.

KONKLUSION OG PROBLEMSTILLING

Medens kridtoverfladen langs den projekterede tunnellinie i det væsentlige hæver sig jævnt fra kote ca. ± 0 ved station 49800 til kote ca. $+ 7$ ved station 49620, er der i kridtoverfladen omkring station 49680 truffet en ca. 45 à 50 m bred og ca. 30 à 32 m dyb dal med retning fra ØNØ mod VSV.

Dalen er uden tvivl en glacial erosionsdal i kridtoverfladen, et ikke ualmindeligt fænomen i Ålborgområdet. Det særprægede ved denne dal er, at den ikke, ligesom de andre dale, er fyldt helt op med glaciale aflejringer. Dette kan forklares ved at antage, at dalen til at begynde med har været delvis opfyldt af dødis. Under dødisens gradvise smeltning opretholdtes et langstrakt søbassin nær jordoverfladen, hvori der i senglacaltiden er afsat såvel organogene som minerogene sedimenter. De organogene sedimenter har, som vi har set, dannet grundlag for såvel en pollenanalyse som en kulstof-14 aldersbestemmelse.

At der således nu efter alt at dømme er truffet Allerødaflejringer ved Ålborg, er sandsynligvis ikke nogen overraskelse. Mere mærkværdigt er det, at der ikke er truffet senglaciale, marine aflejringer i bassinet, når man tager dets niveau i betragtning. At det langstrakte søbassin har været et ferskvandsbassin, kan forklares ved at antage tilstedeværelsen af en ret anelig højderyg af glaciale aflejringer mellem denne og Limfjorden. Længdeprofilet på fig. 2 antyder, at der muligvis kan have været en sådan højderyg mellem station 49700 og station 49800. På figuren er en sådan antydet. Højderyggen må da senere være nedbrudt dels under den arktiske jordflydning i yngre dryas, dels under Litorina transgressionen.

Da tilstedeværelsen af en sådan højderyg imidlertid ikke med sikkerhed lader sig verificere, bør dette fund af Allerødaflejringer tages med i de fremtidige studier af niveauforandringerne i Ålborg-området i senglaciale tiden.

LITTERATUR

- STENESTAD, E., 1968. Nogle kridtlignende kvartæraflejringer i Nordjylland. – *Medd. Dansk Geol. Foren.*, vol. 18, pp. 285–293.
- TAUBER, H., 1961. Danske kulstof-14 dateringsresultater I. – *Medd. Dansk Geol. Foren.*, vol. 14, pp. 386–405.
- TAUBER, H., 1966. Danske kulstof-14 dateringsresultater II. – *Medd. Dansk Geol. Foren.*, vol. 16, pp. 153–176.