

NOGLE FOREKOMSTER AF INTRUSIVT MORÆNELER I NØ-SJÆLLAND

ASGER BERTHELSEN

BERTHELSEN, A.: Nogle forekomster af intrusivt moræneler i NØ-Sjælland. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1973*, side 118–131. København, 15. januar 1974.

Boulder clay occurring in NE-Sealand as transgressive sills, irregular dykes and plugs in ice-push-deformed stratified drift is described. It is inferred that the boulder clay, which originates from a stratigraphically deeper level, intruded the stratified drift in a mobile state, i.e. as a water suspension. The mechanism of intrusion is discussed in relation to the development of the detailed structures of the intrusive bodies.

Asgar Berthelsen, Institut for almen Geologi, Østervoldgade 5, DK-1350 København K.

I forbindelse med en glacialtektonisk rekognoscering af grusgrave i NØ-Sjælland er opdaget flere forekomster af moræneler, hvis stratigrafiske placering og strukturelle relation til de omgivende smeltevandsaflejringer bedst lader sig forklare, når det antages, at moræneleret ikke forekommer »in situ«, men er blevet intruderet i mobiliseret form. Det drejer sig om relativt store strukturer; gange, der kan nå tykkelser på indtil flere meter, og som kan følges over 100 m, og helt uregelmæssige til »stock«-lignende intrusioner med diametre på over 10 m.

Hvor overraskende disse fænomener end kan forekomme, må det ikke glemmes, at Sigurd Hansen allerede i 1930 beskrev morænelerskiler og spaltefyldninger – og tolkede dem som dannet ved oppresning af grundmoræne i spalter bag isranden, hvor grundmorænen ikke længere befandt sig i den konstant frosne zone (Hansen, 1930, p. 14). Sigurd Hansen anvendte også senere samme mekanisme i sin tolkning af de fynske kamåses dannelse.

Fra non-glacigene aflejringer kendes talrige eksempler på, at ikke-konsoliderede lersedimenter er blevet mekanisk mobiliserede og er trængt op i ovenliggende lag som intrusioner. Der er endog beskrevet eksempler på ekstrusive »mud flows«. Den drivende kraft i disse processer er selvsagt gravitationen. Lermasserne, der er stærkt vandholdige (og i visse tilfælde også gasholdige), er lettere end de omgivende bjergarter, og deres intrusion opefter er en simpel konsekvens af Arkimedes princip. Det, der får processen til »at køre«, så at sige momentant, er det forhøjede porevandstryk og de øgede hydrau-

liske gradienter, der nedsætter lerbjergarternes shear-styrke (Hubbert & Rubey, 1959; Graff-Petersen, 1967), således at delvis eller fuldstændig suspension af lersedimentet indtræffer.

Moræneler lader sig således i mobiliseret (det vil sige vand-suspenderet) fase direkte sammenligne med et lav-viskøst, infrakrustalt magma, og som de neden for anførte eksempler viser, er der store ligheder mellem de intrusive strukturer, som en morænelers-suspension og et basisk magma kan danne.

Det bør også nævnes, at udvaskning af marine lersedimenter (for eksempel moræneler dannet som »drop-till«) kan føre til en ionbytning, der nedsætter bjergartens shear-styrke, så der dannes labilt kvikler. Denne mekanisme kan have været en medvirkende faktor til mobiliseringen i de foreliggende tilfælde.

Når forfatteren har valgt at fremlægge sine observationer og tolkninger vedrørende de intrusive morænelersforekomster, skyldes det ikke blot, at de tjener til at belyse det glaciære miljø, men fænomenernes erkendelse har også betydning for morænestratigrafien. I en boring vil det være yderst vanskeligt at adskille en intrusiv morænebænk fra en rigtig »in situ« moræne.

Forekomsternes regionale placering

Det moræneler, der på forskellige lokaliteter er truffet på intrusivt leje, hidrører sandsynligvis fra én og samme morænelersformation, der her uformelt benævnes NØ-Sjællands »blå blokførende ler« (blue boulder clay).

Dette ler danner den ældste lagenhed fra Weichsel, som kan observeres på daglokaliteter inden for det undersøgte område, se fig. 1. Det forekommer på primært leje i foden af kystklinten umiddelbart vest for Nakkehoved fyr, og det kan iagttages på disloceret eller intrusivt leje på de i fig. 1 viste lokaliteter.

Det blå blokførende ler ville på adskillige lokaliteter kunne sidestilles med Rørdams (1893) »Nedre Noræneler« i NØ-Sjælland; men da nærværende forfatter regner med tilstedeværelsen af (?mindst) tre morænelers-enheder fra Weichsel i NØ-Sjælland, hvoraf såvel den »nederste« som den »mellemste« lokalt kan optræde i overfladen som den »øverste«, er disse benævnelser søgt undgået.

Følgende forhold taler for, at det blå blokførende ler danner en oprindelig, sammenhængende udbredt og ret mægtig morænelersformation.

1: Det indtager samme stratigrafiske position som det af Leif Aabo Rasmussen fra Hven og Skånes vestkyst beskrevne »grå ler« (Rasmussen, 1973).

2: Foraminiferundersøgelser udført af Peter Konradi på prøver, der er taget på forskellige daglokaliteter, har vist et meget nær identisk og et karak-

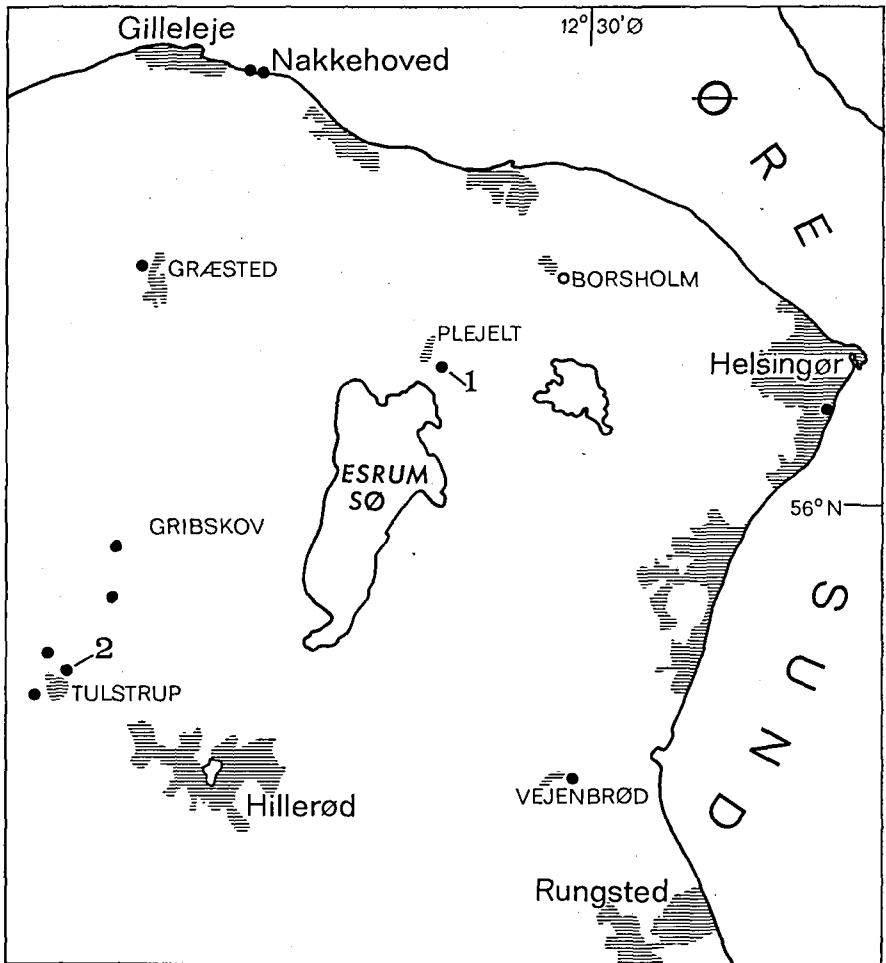


Fig. 1. Skitsekort visende lokaliteter (udfyldte cirkler), hvor det blå blokførende ler er iagttaget. Lok. 1 er Bakkevold grusgrav; lok. 2 er Stenbjergus grusgrav.

Map showing localities where the "blue boulder clay" has been observed. Sketches from locality 1 and 2 are shown in figs. 3 and 4 respectively.

teristisk foraminiferindhold, der svarer til den såkaldte »Græsted fauna«, som på DGU er konstateret i flere boreprøver fra området. Konradi (i Petersen & Konradi, 1974) anser denne fauna for at hidrøre fra et oprindeligt marint Kvartær-sediment, hvorfra materiale (inklusive foraminifererne) er blevet opblandet i det blå blokførende ler.

Det forekommer nærværende forfatter mest sandsynligt, at hvis en sådan opblanding er sket, må den – at dømme efter de forskellige, og geografisk

spredte, prøvers så at sige identiske foraminiferindhold – være sket ved én proces og ikke ved gentagne, tidsforskellige processer.

3: De sidste års intensive hydrogeologiske undersøgelser, som er publicerede i Hafhest og Søhund rapporter (Andersen, 1970 og 1973) viser også, både hvad de fremlagte boredata og grundvandsstand-kort angår, en god overensstemmelse med den opstillede stratigrafiske model fra daglokaliteter.

Det blå blokførende lers dannelsesmåde har været diskuteret. Rørdam (1893 p. 23) foreslog på grundlag af lerets sporadiske indhold af skalfragmenter en korrelation med det stenede (forstyrrede) *Yoldia* Ler i Vendsyssel. Nærværende forfatter har (upubliceret) ventileret tanken, at det blå blokførende ler ikke alene kunne sidestilles med Vendsyssels Ældre *Yoldia* Ler, men kunne repræsentere en marin »drop-till«.

Den sidste opfattelse er blevet diskuteret og imødegået af Petersen & Konradi (1974), jævnfør også det ovenfor under pkt. 2 fremførte. Af speciel interesse i forbindelse med det blå blokførende lers dannelsesmåde er, at de granulometriske analyser ikke afslører nogen tydelig tendens til bimodal fordeling, som det kunne forventes i en »drop-till«, men viser en tilsyneladende god overensstemmelse med kornstørrelsesfordelingen i almindeligt moræneler. De undersøgte prøver af det blå blokførende ler blev imidlertid alle taget på lokaliteter, hvor lerets forekomstnu opfattes som instrusiv. Det drejer sig om prøverne 12-4-72, I, II og IV fra Tulstrup (Stenbjerg-hus grusgrav) og 22-4-72, IIa og b fra Plejelt (Bakkevold grusgrav) i Petersen & Konradi (1974).

Så længe suspensions- og intrusionsmekanismens indvirken på de forskellige kornstørrelser ikke kendes, er det dog vanskeligt – ud fra de nævnte analyser – at slutte sig til noget sikkert om det oprindelige (senere mobiliserede og intruderede) sediments kornstørrelsesfordeling. Der foreligger for eksempel den mulighed, at en del af de fineste fraktioner er undvejet sammen med det suspenderende vand, efter at intrusionen er sket; se i denne forbindelse side 130.

Det blå blokførende ler er inden for sit udbredelsesområde i NØ-Sjælland overlejret af mægtige grus- og sandaflejringer med enkelte indslag af silt- og lerlag (blandt andet brokkeler). Aflejringsstrukturerne i smeltevandsaflejringerne angiver – ligesom den hyppige forekomst af transporterede Jurassiske brunkulsstumper – at gruset og sandet er aflejet på en *sandur* foran en fremrykkende NØ-is. NØ-isens moræne ses ofte at hvile diskordant på de dislocerede smeltevandsaflejringer, og strukturerne viser et istryk fra NØ (varierende lokalt fra rent nordligt over nordøstligt til rent østligt). Ved basis af NØ-morænen ses almindeligvis en båndet »flow-till« enhed, der oftest er stærkt deformeret (se fig. 2), men som undertiden kan ses at »fingre ind« med de underliggende sandlag. Grus- og sandaflejringerne synes derfor sammen med den ovenliggende NØ-moræne at danne en kineto-

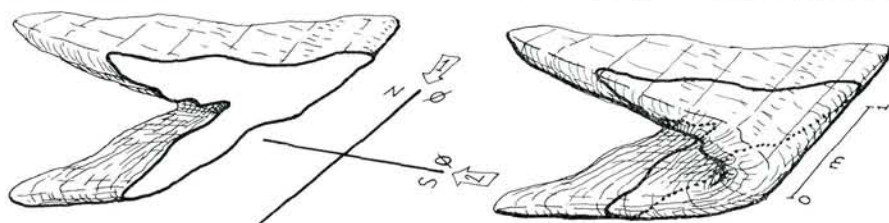


Fig. 2. Stærkt deformeret båndet "flow-till" ved basis af NØ-morænen, grusgrav øst for Borsholm. Lagdelingen viser en lunar struktur, som skyldes dobbeltfoldning. Som vist i skitsen nedenfor kan det forklares ved at antage, at NØ-morænen efter sin aflejring er blevet deformeret af isfremstød fra SØ. Leo Nielsen fot.

Highly deformed flow-till unit at the base of the NE-till. Note the lunar structure indicative of superimposed folding due to successive ice pushes from NE and SE. Gravepit east of Borsholm.

stratigrafisk enhed (Berthelsen, 1974), der muligvis har en udstrækning helt frem til den NS-gående del af Hovedopholdslinien i Midtjylland.

Berthelsen (1974) antager, at der indtraf en generel recession af NØ-isen fra Jylland og Øerne, inden den Ungbaltiske isstrøm fra Østersøområdet bredte sig ind over Øerne og i nordvest nåede frem til den Østjydske israndslinie – mens den mod øst bredte sig ind over Skånes vestkyst (fig. 2,

Berthelsen, 1974). Det Ungbaltiske fremstød havde i NØ-Sjælland en bevægelsesretning, der stort set var vinkelret på den tidligere NØ-is'. Denne opfattelse deles dog ikke af Sjørring (1974), der ikke regner med så tidsforskellige, men med geografisk adskilte fremstød af NØ- og SØ-isstrømme i de af ham undersøgte områder af NØ-Sjælland.

De to lokaliteter, hvorfra intrusive morænelersforekomster skal beskrives, viser begge strukturer, der skyldes istryk. Men mens folder i smeltevandsandet i Bakkevold grusgrav indicerer et istryk fra nordøst (fremkaldt af NØ-isen), tyder strukturerne, som ses i smeltevandsgruset og sandet i Stenbjergus grusgrav, på et istryk fra sydøst.

Stenbjergus grusgrav er anlagt inden for det sand- og grusområde, som findes vest for Gribskov-liniens NNV-SSØ orienterede bakkestrøg. Både V. og K. Milthers opfattede det rækkedelte bakkestrøg som en opholdslinie dannet under et sent stadium i NØ-Sjællands afsmeltningshistorie, og V. Milthers tolkede de sand- og grusaflejringer, der findes »foran« (det vil sige vest for) Gribskov-strøget som en hedeslettedannelse tilhørende dette opholdsstadium. Hedeslettens smeltevandsaflejringer afsattes ifølge V. Milthers på et dødisdække, der ved sin bortsmeltning medførte indsynkninger, så hedesletten ændredes til det småkuperede landskab, der nu ses vest for Gribskov-linien.

Nærværende forfatter tolker imidlertid grus- og sandområdet som et »glacial-tektonisk vindue«, hvor den Ungbaltiske is har disloceret og eroderet så kraftigt, at en ældre hedeslettedannelse, der oprindeligt blev aflejret foran NØ-isen, er blevet blotlagt – ofte kun dækket af en spredt, men markant blokbestrøning, der i lighed med K. Rørdams opfattelse anses for at repræsentere den Ungbaltiske moræne.

Bakkerne i det nærliggende Gribskov-strøg viser oppresningsstrukturer fra ØNØ i deres indre, men deres ydre »drumlinoide« form antages at skyldes den Ungbaltiske is' selektive erosion, der har været kontrolleret af de ældre NNV-SSØ rettede strukturer, der var parallelle med ungbaltens bevægelsesretning. Denne tolkningsmodel forklarer den divergens, der er mellem istryksretningerne i det øverste dislocerede »hedeslettegrus« og i det nærliggende »Stauch-morænestrøg«. Der er heller ikke i de grusgrave, som findes lige vest for Gribskov-linien fundet strukturer, der tyder på, at sand- og gruslagene har »sat sig« i forbindelse med bortsmeltning af underliggende dødismasser; der er derimod truffet både NØ- og SØ-istryksstrukturer, og SØ-istryksstrukturerne er de mest overfladenære.

Bakkevold grusgrav ved Plejelt

Bakkevold grusgrav er anlagt i et højtliggende morænelersplateau nordøst for Esrum sø (se tavle V, Rørdam 1893). I de nu tilgængelige profiler dan-

ner den flere meter mægtige NØ-moræne den øverste synlige lagenhed, men i foråret 1972 kunne det endnu ses, at denne moræne overlejredes af et tyndt (0–20 cm) sand- og gruslag (med vindslebne sten), hvorover der fulgte en 0,5–1 m mægtig morænelersbænk, der forvitrede i rødbrune farver, og som i modsætning til den underliggende moræne var tydeligt flintholdig.

NØ-morænen omfatter brun-forvitrende moræneler med rådne grundfjeldsbjergarter, forvitret kalksten og bjergarter fra Skånes Trias-Jura og Palæozoikum. Herunder forekommer en båndet, basal del, der opbygges af »flowtill« og vandafsatte morænelersbænke.

Smeltevandssandet, der underlejrer NØ-morænen, indeholder grusede niveauer og viser meget smukke skrålejringsstrukturer. Lagdelingen kan følges rundt igennem de store overkippede til helt isoklinale folder. I en isoklinal fold med flankelængder på over 10 m, men med flankeafstand under 1 m, kunne et ca. 10 cm tykt gruslag således ubrudt følges og ses at lukke med en fortykket ombøjningszone. De målte akseretninger varierer mellem 290 og 340°; dykket kan nå op på 30°. Overskydninger er almindelige i de inverterede flanker, og det er karakteristisk, at de ikke er aksialfladeparallele, men dog akse-parallele.

I gravens vestlige del sås i foråret 1972 resterne af en 10–15 m bred omtrent cirkulær »prop« af blå blokførende ler, fig. 3. Ifølge oplysninger fra grusgravens ejer, gårdejer Eigil Andersen, nåede det blå ler oprindeligt helt op til overfladen, idet der dog på det sted i plateauet var en tørvefyldt sænkning. Den store lerprop skred sammen vinteren 72–73, så gårdejer Andersen kunne rydde den væk og fortsætte gravningen.

I foråret 1972 kunne resterne af den bortryddede del af lerproppen endnu ses i bunkerne i gravens sydvestlige parti – sammen med rester af de dækkende tørvelag. Her sås også adskillige meget store blokke (0,5–1 m i tværmål) af granit og gnejs, som ifølge mundtlige oplysninger fra gårdejeren alle hidrørte fra det blå ler.

På dette tidspunkt kunne lerproppens nordlige og østlige kontakter dog endnu studeres. Den stejle kontakt viste sig at være uregelmæssig i detaljerne. Det blå ler i »proppen« dannede buler ind i sandet, eller forekom som helt isolerede klumper (10–100 cm), der lå som ler-»pillows« i det omgivende sand. Op mod kontakten sås en kraftig imprægneration af jern- og manganforbindelser, og sandet forekom i øvrigt strukturløst tæt mod kontakten. I en 0,5 til 1 meters afstand var de primære strukturer dog bevarede, og det kunne ses, at lagdelingen blev fortsat af normalforkastninger, der hældede stejlt bort fra lerproppen. Hvor, som på den østlige kontakt, sandlagene var foldede, kunne det ses, at foldeaksens retning og dyk ændredes op mod lerproppen.

Nu, i efteråret 1973, er disse forekomster helt bortgravet, men i et 3–4 m dybere niveau kan den nordøstlige kontakt ses i et mindre profil, der i spejl-

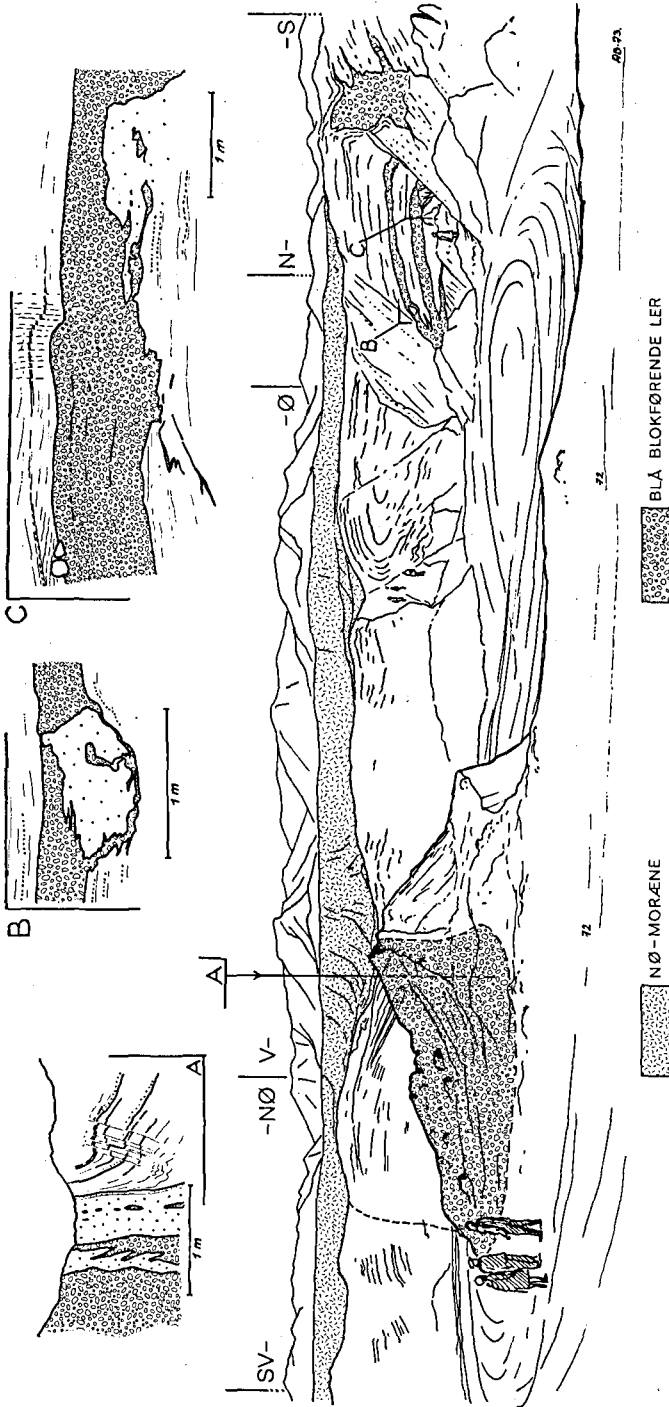


Fig. 3. Panorama-skitse af Bakkevoild grusgrav ved Plejelt visende den vestlige ler-prop og de østlige uregelmæssige intrusioners placering. I delfigur A ses lerproppens nordøstlige kontakt (spejlvendt!); i B og C ses detaljer i de intrusive laggenes forløb.

View of Bakkevoild sandpit with plug-like and irregular dyke-like intrusions of blue boulder clay (blå blokførende ler).

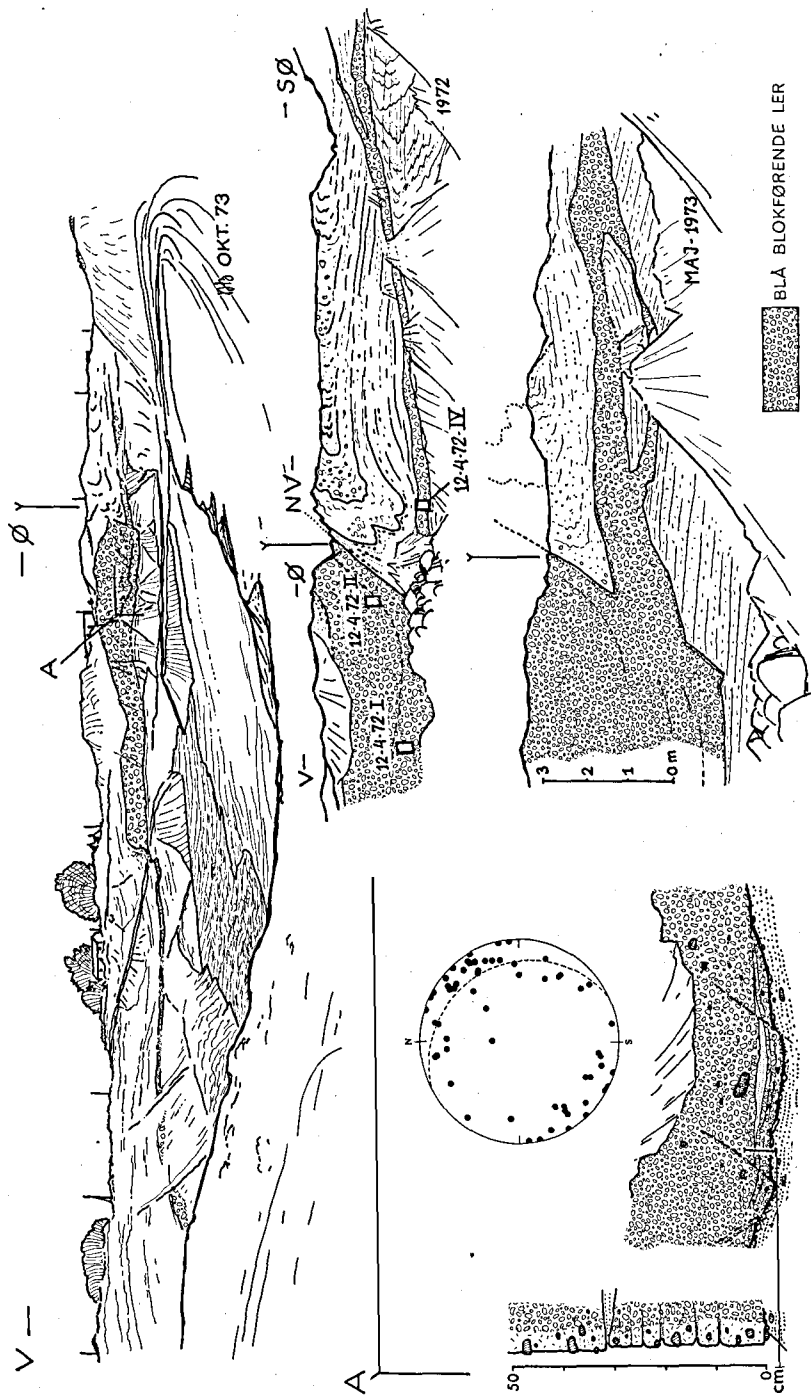
vendt form er gengivet i fig. 3A. Her viser det omgivende lagdelte og forkastede sand en skarp grænse til en zone med strukturløst sand med tynde stejlstående ler-apofyser – før det massive blokførende ler i selve »prop- pen« påtræffes. De små antithetiske forkastninger, som ledsager lagslæbet op mod lerproppen, svarer ganske til de strukturer, der ofte – omend i anden størrelse – findes udviklet langs flankerne af salt-diapirer.

I foråret og forsommeren 1973 blev der ved gravning blotlagt nogle yderligere forekomster af blå blokførende ler i gravens østende. De kan nu, hvor gravningen er skredet endnu videre frem, ses at have en »underjordisk« forbindelse med den vestlige lerprop. De østlige forekomster viser yderst komplicerede kontaktforhold. I det NS-gående profil ses en ca. 5 m bred »modergang« at gennemsætte de deformerede sandlag diskordant. Denne modergang sender imidlertid næsten konforme laggange, hvori leret delvis viser en brunlig forvitningsfarve, ud i de omgivende sandlag. Selv i disse, undertiden under 0,5 m tykke, laggange ses sten og over hovedstore blokke i leret, der i øvrigt er fuldt af mm til cm store, ofte lysere, lerfragmenter, der både kan være angulære, afrundede og slynget-udtrukne, så tanken ledes hen på porfyriske og ignimbrit-strukturer.

Disse forekomster, den vestlige diapir-agtige og de østlige gange, lader sig efter forfatterens mening vanskeligt forklare på anden måde end ved at antage, at det blå blokførende ler er intruderet i vand-suspenderet fase. Intrusionen formodes at være sket meget hurtigt, sikkert på få minutter eller timer, og mens området var isdækket (enten af NØ-isen eller af den Ungbaltiske is). Isbelastningen må forudsættes, for at det kan forklares, at porevandstrykket i det underliggende »i situ« blå ler øges så stærkt, at leret kommer i vandig suspension og bliver i stand til at intrudere de ovenliggende sandlag, som sandsynligvis kun har været delvis permafrosne. Visse småstrukturer, som for eksempel uregelmæssige kontakter med lobate ler-apofyser ind i strukturløst sand (fig. 3B og C) tyder på, at leret har anvendt optøede partier og niveauer i sandet som intrusionsbaner. I andre tilfælde tyder retlinede kontakter med skarpe knæk på, at kompetence- eller visko-

Fig. 4. Skitser fra Stenbjerghus grusgrav ved Tulstrup. Øverst oversigt, herunder detaljeskitser fra gravens østlige del. Lokaliseringen af de af Petersen & Konradi (1974) undersøgte prøver er angivet med åbne firkanter. I delfigur A ses udsnit af profilet, hvor en stenorienteringsmåling udførtes. Storcirklen i det arealtro net angiver orienteringen af grænsen til den underliggende sandlinse. Yderst til venstre ses et forstørret lithologisk profil af kontaktzonen.

General view and profiles from Stenbjerghus gravel and sand pit, north of Tulstrup. The equal area net shows the fabric of the blue boulder clay. The great circle indicates the attitude of the border to the xenolithic sand lens further below.



citetsforskellen mellem den intrusive fase og den intruderede sidesten har været meget stor.

I N-S profilet i grusgravens østlige del kan »modergangen« ses opefter at »gaffe sig op« i flere mindre gange, og formen af de strukturer kunne tages til indtægt for den opfattelse, at intrusionen indtraf, mens der foregik bevægelser i den ovenliggende moræne. Det er dog umuligt ud fra det nu blottede at sige noget sikkert herom; intrusionen kunne også have fulgt en eksisterende slæbstruktur.

Stenbjerghus grusgrav nord for Tulstrup

De komplicerede strukturer, som denne grusgrav udviser, er blevet studeret ved gentagne besøg siden foråret 1972, inden for hvilket tidsrum gravningen er skredet kraftigt frem, se fig. 4. I foråret 1972, hvor det øst-vest-gående profil var langt, men ikke så dybt, sås det blå blokførende ler som en slags »øvre moræne«, der *tilsyneladende* havde udøvet et istryk fra NV! Det hvilede med en nordvesthældende kontakt oven på en synformt-lejret serie smeltevandsaflejringer, der omfattede både silt-holdige lag (med små-diapirer og involutioner) og sand- og gruslag, de sidste stedvis med et stort sten- og blokindhold. Da sikre op-og-ned bestemmelser ikke lod sig foretage, kunne det ikke afgøres, hvorvidt lagene dannede en – mod sydøst overklippet – synklinal eller en – mod nordvest overvæltet, liggende – antyklinal fold. Det strukturelle billede kompliceredes yderligere ved, at en 0,5–1 m mægtig morænelershorisont lidt østligere forekom oven over en anden foldestruktur, der ved hjælp af stratigrafisk op-og-ned bestemmelser kunne klassificeres som en mod nordvest overklippet antyklinal. Relationen mellem den 0,5–1 m mægtige morænelershorisont og det blå blokførende ler vest for synformen kunne på det tidspunkt ikke studeres direkte, men stentællinger og granulometriske analyser, som K. Strand Petersen velvilligst lod foretage (se Petersen & Konradi, 1974) viste, at der ingen lithologisk forskel var på det tynde (mere brunligt forvitrende) morænelerslag og det (?ovenliggende) blålige moræneler vest herfor.

Foråret 1973 var gravningen så fremskreden og profilet så dybt, at forbindelsen mellem de to morænelersforekomster var blevet frilagt, se det nederste profil i fig. 4. Samtidig afslørede, at kontakten mellem det blå blokførende ler og det tilgrænsende sand eller grus havde et yderst mærkværdigt forløb, hvis moræneleret skulle opfattes som liggende på primært leje. Kontaktføret mindede derimod om det, som visse basiske intrusioner i dybtliggende gnejsområder udviser.

Med den direkte forbindelse, der nu sås i profilets dybeste del, kunne det blå blokførende ler følges over en afstand af mere end 100 m gennem det Ø-V-gående profil, og det kunne også ses at forekomme syd herfor i gravens

sydøstlige og sydvestlige dele. Nu, efteråret 1973, er disse profiler desværre yderst dårligt blottede.

I forsommeren 73 sås en mindre, men tydelig iskile-struktur i grus- og sandlagene lige under kontakten til det blå blokførende ler i den vestlige del af profilet, hvor leret viser en mægtighed på flere meter. Denne struktur viste, at sand- og gruslagene under leret var retvendte her.

Kontakten mellem det blå blokførende ler og de tilgrænsede smeltevandslag er overalt forbavsende skarp – og oftest meget plan. Leret kan ses at være lidt sandet helt op imod kontakten, men ca. 10 cm fra kontakten har det sin normale morænelerskarakter. Det er dog bemærkelsesværdigt, at der op til ca. 0,6 m fra kontakten kan ses en tydelig kontakt-parallel »lagdeling« i det blå blokførende ler. Den fremkommer ved en vekslen mellem dm-tykke moræneler-lag og mm-tynde sandlag og sandfilm. Lokalt sås en ca. 4 m lang og 20 cm tyk linse af smeltevandssand arrangeret parallelt med denne »lagdeling«. Gruspartiklerne, stenene og blokkene i det blå moræneler er gennemgående orienteret med deres længste akser parallelle med »lagdelingen«. En stenorienteringsmåling udført i det mere kompakte ler oven over den nedre lagdelte zone viser en udpræget planar orientering – og en mindre fremtrædende, men dog absolut mærkbar linear orientering, idet NØ-SV orienteringer af stenenes længste akser er dominerende. »Grundmassen« i det blå blokførende ler indeholder foruden de erratiske blokke, hvoraf stentællinger findes publiceret i Petersen & Konradi (1974), også spredte mm til ca. 1 cm store fragmenter og afrundede indeslutninger af lysere lerbjergarter. Undertiden kan der i det blå ler ses en »finlagdeling«, der minder om flydelinier, og som bøjer sammen ved enderne af indeslutningen. Tilsvarende indbøjninger af »finlagdelingen« er set enkelte gange i forbindelse med større erratiske blokke. Små, fint afgrænsede normalforkastninger, der optræder i konjugerede sæt, vidner yderligere om en kraftig belastning af leret efter dets fremtrængen (»emplacering«). De konjugerede forkastninger kan også ses at fortsætte kontakten mod smeltevandssandet, fig. 4 delfigur A.

Det blå blokførende ler i Stenbjerghus grusgrav er også – ligesom i Bakkevold grusgrav og de øvrige lokaliteter, hvor det er påtruffet på ikke-pri-mært leje – karakteristisk ved at fremtræde som en kompakt, næsten hærnet lerbjergart, der har gennemgående sprækker.

Kontaktforholdene og deres relation til strukturerne i de omgivende smeltevandsaflejringer i Stenbjerghus grusgrav viser, efter forfatterens opfattelse, klart hen mod en intrusiv »emplacering« af det blå blokførende ler, som en gennemgående kun svagt transgressiv sill, der sender lokale apofyser ud. Intrusionen er åbenbart sket, *efter* at smeltevandsaflejringerne på grund af den Ungbaltiske is' overskridning fra sydøst er blevet overfoldede mod nordvest – og nær overfladen er blevet klemmt sammen til isoklinale former, da intrusionsbanerne er kontrolleret af disse folder. Foldeakserne i de over-

kippede til isoklinale strukturer viser retninger fra 30 til 60°, svarende til et istryk fra ca. SØ.

Tolkningen, hvorefter moræneleret opfattes som intrusivt, forklarer det ellers meget besynderlige kontaktføreløb, og de i leret forekommende sandlinser kan ganske enkelt anskues som »xenolither« eller »pendants« (indragende dele af sidestenen). De hybride kontaktzoner, der både findes på gangenes *overside* og *underside*, kan nu også forklares ved, at morænelers-suspensionen har optaget noget af sidestestens sand langs kontakterne, både de øvre og de nedre!

De erratiske blokke i det blå ler viser en tydelig kontakt-parallel orientering (»foliation«) og en foretrukken længdeorientering (»lineation«), som er parallel med foldeakserne i sidestestens istryksbetingede strukturer. Det kan anskues som sekundære, »metamorfe« overprægningstrukturer, der skyldes, at intrusionen skete, mens den Ungbaltiske is endnu dækkede området og endnu ikke var gået over i dødis-stadiet.

Men hvad blev der af vandet, som »bar« moræneleret i suspension? Det kan være undveget hurtigt – for at »bære« intrusionens fortsættelse videre, men det kan også tænkes, at den permafrosne sidestens afkølede virkning var tilstrækkelig til at fremkalde en hurtig »størkning«, det vil sige frysning, af intrusionen, og at det »suspenderende vand« derved blev til en del af grundisen, og først kunne sive bort efterhånden som jord- og solvarmen tøde permafrostlaget op.

I forbindelse med det spørgsmål påkalder den »lagdeling«, som findes i det blå blokførende lers kontaktnære del, sig opmærksomhed. De mm-tynde sandlag eller sandfilm minder meget om tynde sandlag, der danner en aksialfladeskifrihed i intenst foldet moræneler i den nedre moræne i kystklinten ved Græsmarken, Asnæs. De mm-tynde sandlag, der også her forekom med dm-afstand, kunne ses at være arrangeret parallelt med aksialfladen i en liggende fold, hvis flanke og ombøjning blev angivet af en ældre S-flade i form af en udtværet skrivekridtflage. I det eksempel kan der næppe være tvivl om, at sandfilmen langs aksialfladerne repræsenterer bevægelsesplaner, hvor tryksmelting har skabt vandfilm, hvori der er sket en borttransport af lerfraktionen, så kun et sandigt residuum er blevet tilbage.

Om de tynde sandlag i sill'en i Stenbjerghus grusgrav er dannet ved samme mekanisme som skifriheden i klinten ved Græsmarken, eller om de er opstået ved flydebevægelser og vandets undvigen under selve intrusionsprocessen, kan være vanskeligt at afgøre. Eksemplet fra Græsmarken er taget med her for at vise eventuelle skeptikere, at der findes tilfælde, hvor lagdelingen i moræneler ret entydigt kan ses at være opstået ved »metamorfe og kinematisk differentiation« i en intenst deformeret moræne.

Forfatteren skal medgive, at adskillige af de ovenfor beskrevne forhold kunne have været mere indgående undersøgt, men han må samtidig frem-

holde, at detaljerede opmålinger af profiler, der ofte ændres fra dag til dag, ville have været overordentlig tidskrævende. Det forhold, at profilerne skifter, giver imidlertid bedre muligheder for – ved at sprede indsatsen over et længere tidsrum – at sammenstykke tredimensionale billeder, hvad der i forbindelse med den foreliggende undersøgelse har været altafgørende; uden disse muligheder ville de beskrevne strukturers egenart næppe være blevet opdaget.

(Foredrag ved Dansk Geologisk Forenings årsmøde 3. november 1973)

Litteratur

- Andersen, L. J. 1970: De hydrologiske forhold og vandindvindingsmulighederne, kapitel 3 i *HAVHEST-udvalgets rapport over vandbehov og vandindvindingsmuligheder i det nordøstlige Sjælland, marts 1970*.
- Andersen, L. J. 1973: Hydrologi og vandindvindingsmuligheder, kapitel 3 i *SØHUND-udvalgets rapport over vandbehov og vandvindingsmuligheder i Nordøstsjælland, København 1973*.
- Berthelsen, A. (1974): On Weichselian ice advances and drift successions in Denmark. *Bull. geol. Instn. Univ. Uppsala*. (I trykken).
- Braunstein, J. & O'Brien, G. D. 1968: Diapirism and diapirs, a Symposium. Publ. by *Am Assoc. Petrol Geologists*, memoir 8, 444 p. Tulsa, Oklahoma.
- Graff-Petersen, P. 1967: Intraformational Deformations and Pore-Water Hydrodynamics. *Preprint to the 7th International Sedimentological Congress*, 4 pp.
- Hansen, S. 1930: Om Forekomsten af Glacialflager af palæocæn Mergel på Sjælland. *Danm. geol. Unders.*, række 4, 2(7), 22 p.
- Holmes, A. 1969: *Principles of Physical Geology*. 2. ed. 1288 pp. London: Thomas Nelson and Sons Ltd.
- Hubbert, M. K. & Rubey, W. W. 1959: Role of Fluid Pressure in Mechanics of Overthrust Faulting I. *Bull. geol. Soc. Am.* 70, 115–166.
- Milthers, V. 1922: Nordsjællands Geologi. *Danm. geol. Unders.*, række 5, 3, 182 p.
- Petersen, K. S. & Konradi, P. 1974: Lithologiske og palæontologiske beskrivelser af profiler i Kvartæret på Sjælland. *Dansk geol. Foren. Arsskrift for 1973*, 47–56.
- Rasmussen, L. Aa. 1973: *Glacialgeologien på Hven og den nærliggende skånske kyst*. 136 pp. Upubliceret besvarelse af Universitetets prisopgave i geologi for året 1971.
- Rørdam, K. 1893: De geologiske forhold i det nordøstlige Sjælland. Beskrivelse til Kortbladene »Helsingør« og »Hillerød«. *Danm. geol. Unders.*, række 1, 3, 110 pp.
- Sjørring, S. (in press): Some problems in the till stratigraphy of the northeastern part of Sjælland. *Bull. geol. Instn. Univ. Uppsala*. (I trykken).