

ENKELE PALEO-ECOLOGISCHE OPMERKINGEN OVER DE PLIOCENE AFZETTINGEN IN DE TUNNELPUT
NABIJ KALLO, BELGIË, PROVINCIE OOST VLAANDEREN,

DEEL 1.

door

P. A. M. Gaemers, Leiden.

Gaemers, P.A.M. Some paleoecological remarks on the Pliocene deposits exposed in the tunnelpit near Kallo, province of East Flanders, Belgium. Part 1. - Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., 12 (1): 25-37, 3 pls., March 1975.

With the help of many well-preserved structures and fossils, a paleoecological reconstruction of the Lower Pliocene strata (Sands of Kattendijk) is given. The most conspicuous feature in this formation is a large, in general regularly filled channel with a W - E longitudinal axis. Elsewhere the formation is usually thoroughly burrowed. The depth of the sea was at least 30-50 m. The environment was open marine. The climate was moderate.

Brs. P. A. M. Gaemers, Merendonk 81, Leiden, the Netherlands.

INLEIDING

In alle ontsloten pliocene formaties in de bouwput voor een tunnel onder het toekomstige "Eerste Kanaaldok" bij Kallo werden fraaie sedimentaire structuren waargenomen. Tesamen met gegevens over de respectievelijke fauna's kunnen interessante conclusies getrokken worden omtrent het milieu waarin deze sedimenten afgezet zijn en de omstandigheden waaronder de dieren geleefd hebben.

Tijdens drie korte excursies op 23 en 24 mei, 18 en 19 september en 10 december 1974 naar deze bouwput, waarin het zuidelijke gedeelte van de tunnel wordt aangelegd, werd het onderzoek verricht, waarbij diverse grote monsters werden genomen.

Voor een beschrijving van het gehele profiel en voor een stratigrafische interpretatie wordt verwezen naar Janssen (1974). Drs. W. M. Wiemer te Leiden wil ik bedanken voor enkele interessante suggesties, die mijn inzicht in de vorming van verschillende sedimentaire structuren hebben vergroot. Dank is ook verschuldigd aan de Dienst Ontwikkeling Linker Schelde-oever, Bestuur der Waterwegen, van het Ministerie van Openbare Werken te St. Niklaas, die ons toestemming verleende de bouwput te betreden.

Bij de oriëntatie van alle sedimentaire structuren moeten we bedenken, dat de lengterichting van de bouwput ongeveer NNE - SSW verloopt. De noordpijl van de topografische kaart vormt een hoek van 28° met de lengte-as van de tunnelput. De korte zijden van de put staan hier loodrecht op (zie ook Janssen, 1974, fig. 2).

In het eerste deel van dit artikel zullen de Zanden van Kattendijk worden besproken, terwijl in het tweede deel, dat zal verschijnen in de volgende aflevering van dit tijdschrift, de Zanden van Kallo en de Zanden van Kruisschans zullen worden behandeld.

DE ZANDEN VAN KATTENDIJK

Deze oud-pliocene afzettingen bevatten aan de basis een zeer grof grind en stenen met veel verspoelde septaria en fossielen. Er is flinke erosie opgetreden, wat te zien is aan het grove basisconglomeraat ("lag deposit"), het onregelmatige contact met de Klei van Boom en het grote stratigrafische hiaat: het gehele Mioceen ontbreekt hier.

Hoger in het profiel vallen vooral in het noordelijke deel van de bouwput enkele fossielniveau's op, welke ook veel grind bevatten. Dit grind is veel fijner dan dat in de basislaag (maximaal tot ongeveer 4,5 cm). Fosforieten zijn hierin zeer algemene elementen, evenals in het basisconglomeraat. Bij nadere bestudering blijkt, dat deze niveau's zich als ondiepe en smalle geultjes hebben ingesneden in sterk bioturbate zanden, welke veel minder en veel fijner grind bevatten. Een zeer duidelijk voorbeeld van zo'n erosief niveau bevindt zich op 4,20 m boven de basis van de formatie. De geultjes zijn ongeveer 10 à 15 cm diep en maximaal 1,20 m breed. Hun lengterichting verloopt, zeer globaal geschat, ongeveer oost-west. De fossielen in dit laagje zijn geconcentreerd door bijeen spoeling. Er is dus sprake van horizontaal transport van fossielen die gelijktijdig hebben geleefd. Ook komen hierin, net als in de basislaag, verspoelde fossielen voor uit de midden-miocene Zanden van Antwerpen (gefosforitiseerde steenkernen van mollusken). Daarnaast komen haaietanden en botfragmenten, soms sterk afgerold, in vrij grote hoeveelheden voor. Eveneens zullen er wel enige fossielen uit iets oudere lagen van de Zanden van Kattendijk afkomstig zijn, die samen met de overige fossielen een schelprijk niveau gevormd hebben. Grote foraminiferen zoals *Dentalina* en *Frondicularia* zijn hierin niet zeldzaam. Opvallend is verder nog het zeer geringe aantal otolieten in deze laag, terwijl andere beenvisresten toch heel frekwent zijn. De gehele onderste helft van de Zanden van Kattendijk

is trouwens arm aan otolieten.

Dit staat in tegenstelling tot de bovenste en tevens rijkste schelplaag, welke behoorlijk veel otolieten en minder botresten bevat; grote foraminiferen zijn hierin bovendien beduidend zeldzamer. Deze schelplaag is op een geheel andere manier ontstaan. Er is hierbij geen sprake van erosie, maar van een geringe sedimentatiesnelheid. De meeste schelpen zijn niet of nauwelijks verplaatst, wat door het voorkomen van doubletten en de meestal goede conservatietoestand van de mollusken aangetoond wordt.

Ook in de lagere, erosieve schelpenniveau's komen echter wel doubletten voor van diverse soorten bivalven (o.a. *Glycymeris*, *Venericardia*). Deze hebben ter plaatse geleefd of zijn over slechts zeer korte afstand getransporteerd.

In het zuidwestelijke deel van de bouwput is in de lange wand direct boven de "spleet" op 5,45 m boven de basis van de formatie, een veel groter erosief verschijnsel te zien. Het betreft een zeer regelmatig verlopende geul, waarvan de zuidelijke flank duidelijk waarneembaar is over een lengte van ongeveer 20 meter. Ondanks zijn grote breedte snijdt deze geul zich toch niet zeer diep in, want over een afstand van 16 meter werd slechts een hoogteverschil van 56 cm gemeten. De totale breedte van de geul kon niet achterhaald worden, omdat een deel ervan achter de korte zuidzijde van de put verscholen was en bovendien omdat de noordelijke flank niet gevonden is. Dit laatste duidt erop, dat de geul zijwaarts gemigreerd is. Op de korte zuidwand verloopt de basis van de geul precies horizontaal, zodat we mogen concluderen dat de geul in de lange westzijde van de put vrijwel exact op dwarse doorsnede te zien is en dus een WNW - ESE lengterichting heeft. Aan de basis is op één klein plekje nog een duidelijke rest van een flauw-hellende scheve gelaagdheid te zien. Verder is het gehele onderste deel van de geul doorgraven door minstens twee verschillende soorten dieren. Er komen namelijk twee typen graafgangen voor met duidelijk verschillende diameters (2-3 mm en 7-10 mm). Beide komen voornamelijk horizontaal maar ook wel verticaal voor. Beide hebben ook een zeer donkergroene wand, die vrijwel geheel uit glauconietkorrels bestaat, en een zeer licht gekleurde opvulling van vrijwel puur kwartszand. Dergelijke graafgangen met ontmengd sediment zijn ook van andere afzettingen bekend. Zo nam ik ze b.v. in grote getale waar in de jong-miocene zanden (Deurnien) van de Kesselberg bij Leuven.

In het diepste gedeelte van de geul komen zeer veel buisjes van de annelide *Ditrupa* voor. Hoger in de geul, evenals trouwens eronder, komt weer een ander type graafgang voor met een grotere diameter (1,5 - 2 cm), die een veel minder duidelijke afscheiding ten opzichte van het omringende sediment laat zien. Hiervoor zijn twee oorzaken aan te wijzen. Ten eerste zijn de wanden en de opvulling van de gangen weinig verschillend van het omringende sediment. In de tweede plaats is het sediment hier sterker doorgraven dan het zand dat zich in het onderste deel van de geul bevindt. Dit wijst vermoedelijk op een langzamere sedimentatie van deze afzettingen.

De zeer recht verlopende, vrijwel horizontale "spletten" welke vooral in het zuidwestelijke deel van de put goed te zien zijn, scheiden steeds lagen met een duidelijk verschillend graafgangenpatroon. Door het duidelijke en vrij scherpe verschil in opbouw van het sediment verweert het grensvlak van de twee lagen als een scherpe groef uit. Hieruit kunnen we een duidelijke stilstand in de sedimentatie afleiden die met erosie gepaard gegaan is, zonder dat er een relief met

geulen gevormd werd. Er is nu in tegendeel juist een zeer vlakke zeebodem ontstaan. Dergelijke afvlakkingen zijn alleen bekend van het open mariene milieu.

Verreweg de fraaiste sedimentaire structuur in de Zanden van Kattendijk is de grote geul met mega-scheve-gelaagdheid in de noordelijke helft van de westelijke lange zijde van de bouwput (pl. 2, fig. 6; pl. 3, fig. 1). In de oostelijke lange wand bevindt zich dezelfde structuur eveneens, maar hier is deze veel korter en ook minder diep dan aan de overzijde. Een dergelijke structuur werd, voor zover mij bekend, nooit eerder beschreven van de Zanden van Kattendijk.

In de westelijke wand is de geul over een afstand van 133 m te vervolgen. Zijn rechte, zeer vlakke bovenzijde ligt slechts 75 cm onder de top van de formatie. De maximale diepte van de geul bedraagt 3 m, maar omdat de geul zo breed is hellen de wanden ervan toch zeer weinig. De zuidelijke flank helt maximaal 7° en is iets steiler dan de noordelijke. De werkelijke maximale helling moet trouwens wat groter zijn, daar de geul niet exact dwars doorsneden is in de wand. Hetzelfde geldt voor de maximale hellingshoek van de scheef staande opvullingsstructuren, welke in de put ongeveer 20° bedraagt. De geul heeft zich tweemaal ingesneden in de onderliggende zanden, de tweede insnijding zelfs nog wat dieper dan de eerste. Dit is te zien aan een klein "trapje", een kleine maar plotselinge verspringing aan de basis van de geul (pl. 2, fig. 6).

De laterale opvulling van de geul van zuid naar noord is niet steeds even steil afgezet. In het begin is deze flauwhellend (6°), geleidelijk wordt ze steiler tot het maximum van 20° is bereikt. Vervolgens wordt de opvulling weer minder steil. Deze flauwer hellende flank wordt dan door een geringe erosie gedeeltelijk aangetast, zodat een kleine hoekdiscordantie ontstaat. De nu wat steilere geulflank neemt weer beduidend af in steilte totdat een nieuwe, nu veel uitgesprokener discordantie deze sedimenten afsnijdt. De erosie die deze discordantie deed ontstaan, tastte echter alleen geulsedimenten uit een eerder stadium aan en bereikte de onderliggende bioturbate zanden niet. De alweer wat steilere flank wordt hierna steeds flauwer hellend tot de gehele geul is opgevuld. Erosie en sedimentatie wisselden elkaar dus steeds af. Het midden van de geul verlegde zich daarbij steeds meer van zuid naar noord, doordat de sedimentatie toch de overhand had.

De afwisseling van erosie en sedimentatie is niet alleen in het groot maar ook in het klein te zien. Wanneer we namelijk de "scheve gelaagdheden" (dus de verschillende stadia van de zuidelijke geulflank) in detail gaan bekijken, zien we dat deze op verschillende manieren opgebouwd zijn. Er komen diverse combinaties voor van mega- en kleine-scheve-gelaagdheden, laminaties parallel aan de geulbasis en/of geulvormige structuren. Deze laatste zijn dus kleinere geulen op de zuidflank van de hoofdgeul. De eerste twee structuren getuigen van sedimentatie, de derde van erosie en daarna sedimentatie. De bovenzijden van deze kleinere geulopvullingen zijn meestal opnieuw afgesneden door erosieve stromingen. Op de zuidflank werden af en toe kleine-scheve-gelaagdheden aangetroffen, die tegengesteld gericht lijken te zijn (pl. 1, fig. 3). Dit is het enige gegeven, dat op getijdewerking zou kunnen wijzen.

Opvallend is nog, dat erosieverschijnselen het meest optreden in het zuidelijke deel van de geul, terwijl in het midden en in het noordelijke deel juist de sedimentatie overheerste. Dat er ook in dit laatste bereik erosie is opgetreden, is vooral te zien aan het feit, dat verschillende lagen met paral-

lelle laminaties elkaar afsnijden en dus flauwe hoeken met elkaar maken (pl. 1, fig. 4). Deze parallelle laminaties zijn in feite opeenvolgende stadia van de geulbasis, die geleidelijk aan werd opgehoogd. Zij lopen dus niet horizontaal, zoals dat in de klassieke voorbeelden van parallelle laminaties het geval is, welke daarom ook wel horizontale laminaties genoemd worden.

Behalve graafgangen werden in de geul geen fossielen aangetroffen. Hieruit mag geconcludeerd worden, dat de snelle sedimentatie en erosie, die de fraaie geulstructuur gevormd hebben, voor de meeste organismen een volkomen ongunstig milieu schiepen. Er zijn duidelijk twee typen graafgangen te onderscheiden. De dikste en langste gangen lopen zuiver verticaal en doorboren het sediment zó, dat de primaire structuren in de gangen totaal verdwenen zijn. Hun diameter is ca. 1 cm. Het zijn vluchtgangen, die noodzakelijk waren omdat in korte tijd een flink pakket zand werd afgezet (pl. 1, fig. 1). Het andere type bestaat uit zeer nauwe gangetjes van 2 à 3 mm diameter, die voornamelijk horizontaal gericht zijn. In tegenstelling tot de dikke gangen hebben deze een zeer grillig verloop. Er zitten afgeronde knikken en draaiingen in, waardoor zij ook deels verticaal of scheef lopen (pl. 1, fig. 2 en 3). Evenals de vorige gangen kunnen zij door weer en wind prachtig uitgerepareerd worden, omdat ze wat steviger en compacter zijn dan het omringende zand. Ongetwijfeld waren de makers van deze gangetjes uitstekend aangepast aan het leven in geulen, want in sommige lagen zijn zij zeer talrijk. Overigens werden de gangen alleen aan de zuidzijde van de geul waargenomen. Of ze ook in het midden of aan de noordkant aanwezig zijn kon niet worden vastgesteld, omdat het onmogelijk was daar dichtbij te komen.

Alhoewel er binnen de geul een veelheid van structuren aanwezig is, kan toch gezegd worden, dat het gehele complex zeer regelmatig is opgebouwd. Dit geldt ook voor alle andere afzettingen van de formatie, die grotendeels bestaat uit bioturbate zanden.

Zeer waarschijnlijk zijn er veel meer geulen geweest in de Zanden van Kattendijk. Alleen zal de sedimentatiesnelheid waarmee de geulen gevuld werden veel geringer geweest zijn, waardoor allerlei gravende dieren het zand dermate gehomogeniseerd hebben, dat van de geulen zelf nauwelijks meer iets te zien valt. Onder de noordflank van de grote geul in de westelijke wand is namelijk een van zuid naar noord oplopende lijn te zien, die vermoedelijk de basis markeert van een oudere geul, die opgevuld is met sterk bioturbate zanden. Bovendien is er nog de reeds besproken geul in het zuidwestelijke deel van de bouwput.

De op het eerste gezicht zeer rustig afgezette Zanden van Kattendijk bezitten dus vele structuren, die op onderbrekingen in de sedimentatie, sterke erosie en sterke stromingen wijzen. De stromingen hadden hoofdzakelijk een oost-west richting, want de lengte-as van de grote geul loopt oost-west (deze geul is gevormd door erosieve west-oost stromingen en opgevuld door stromingen met een duidelijke zuidelijke component, want de opvulling geschiedde van het zuiden uit) Of de stromingen van oost naar west liepen of omgekeerd, is met behulp van de in de bouwput aanwezige sneden niet uit te maken. Daarvoor is een doorsnede loodrecht op de bestaande noodzakelijk. Als de algemeen aanvaarde opvatting klopt, dat de kustlijn van de toenmalige Noordzee een eind ten zuiden van Antwerpen ongeveer oost-west verliep, dan betekent dit dat de geulen vrijwel parallel aan de kust gelopen hebben. Bovendien, als het algemene stromingspatroon in de Noordzee van toen overeenkwam met dat van nu - hetgeen aannemelijk is -, dan hebben de stromingen van west naar oost gelopen. Immers, langs onze huidige kust (de

oostelijke kust van de zuidelijke Noordzee) loopt een stroming van zuid naar noord en er zijn sterke aanwijzingen dat deze in het Pliocen eveneens zo liep langs de toenmalige oostelijke Noordzeekust (Lagaaij, mondelinge mededeling), die niet ver van de huidige grens met West-Duitsland gelegen was.

De fauna verschaft ons gegevens over zeediepte en temperatuur ten tijde van de afzetting van de Zanden van Kattendijk. Daarnaast leveren ook de sedimentaire structuren inlichtingen over de plaats in het mariene milieu.

De ordelijk opgebouwde grote geul, de over flinke afstanden te vervolgen "spletten" en schelplagen plus de zeer sterk bioturbate zanden wijzen tesamen op een milieu dat over grote afstanden eenvormig was. Dit milieu kan onmogelijk dicht bij een kust voorkomen en derhalve is het niet waarschijnlijk, dat het er echt ondiep was. Het vermoedelijke ontbreken van getijdewerking wijst ook op afzetting in wat dieper water op de shelf.

Gezien de grote graafoactiviteit van allerlei organismen en de schelpenbanken met mollusken in situ is een goede circulatie in de zee aanwezig geweest, welke overal voor voldoende zuurstof zorgde. Alle sedimentaire structuren wijzen op een afzetting in het open mariene milieu van de shelf.

De mollusken leveren ons ook enkele interessante gegevens, die de vorige conclusies aanvullen en bevestigen. Het regelmatige voorkomen van *Arctica islandica* (L.) wijst op wat dieper water (Boer, 1974), dat bovendien niet bijster warm kan zijn geweest. Het rijke voorkomen van soorten uit de familie der Pectinidae en de algemene aanwezigheid van *Astarte omalii omalii* De la Jonk. zijn ook aanwijzingen voor wat dieper water op de shelf. De brachiopode *Terebratulina* en de annelide *Ditropa* komen recent ook niet in ondiep water voor vlak bij de kust. De zeediepte zal zeker een 30 tot 50 meter bedragen hebben, mogelijk zelfs wat meer.

In de visfauna is het zeer sterke overheersen van de kabeljauwen (*Gadidae*) over alle andere families der vissen (zowel wat aantal soorten als aantal individuen betreft) zeer frappant; het wijst op een gematigd klimaat. De verreweg talrijkste soort, *Gadiculus benedeni* (Leriche), is een voorvader van de recente zilverkabeljauw - *G. thori* Schmidt -, welke tegenwoordig dieper voorkomt dan 60 meter en die de voorkeur geeft aan diepten van 100 tot 300 meter (Muus, 1966). Het geslacht *Merluccius*, waartoe de heek (= stokvis) *Merluccius merluccius* (L.) behoort, bewoont tegenwoordig ook voornamelijk het diepere gedeelte van de shelf en komt daarom niet voor in het zuidelijke gedeelte van de huidige Noordzee. De wijting leeft ondieper, namelijk van 0 tot 200 meter. Een voorloper van deze soort is algemeen in de Zanden van Kattendijk. Dat de levenswijze van recente soorten niet hoeft overeen te komen met die van hun voorouders wordt in ieder geval bewezen door het feit dat ook de voorloper van *Boreogadus saida* (Lepechin), de poolkabeljauw, in grote getale aanwezig is (Gaemers & Schwarzahns, in prep.). De recente soort leeft pelagisch, dicht bij de oppervlakte en bij temperaturen onder de 5° C (Muus, 1966). Zo koud kan de oudpliocene Noordzee onmogelijk geweest zijn. Evenmin is waarschijnlijk, dat de zee bij Kallo meer dan 100 meter diep is geweest, waar de levenswijzen van de recente *Gadiculus* en *Merluccius* op zouden wijzen.

Het interpreteren van zeediepten en temperaturen met behulp van de biotopen van recente nazaten van vroegere soorten kan dus niet zonder meer geschieden. Het is een terrein vol voetangels en klemmen. Alles wijst er daarentegen op,

dat vele soorten zich in flinke mate aan algemeen optredende veranderingen kunnen aanpassen. De vergelijking van een autochtone fossiele fauna met een recente fauna zal daarom altijd elementen opleveren, die in strijd lijken te zijn met elkaar. Het is daarom noodzakelijk om een gehele fauna en eventuele flora te bestuderen en aan de hand van het "gemiddelde" te proberen paleoecologische conclusies te trekken. Uiteraard moeten de allochtone soorten buiten beschouwing gelaten. Van alle bovengenoemde soorten kunnen we veilig aannemen, dat ze ter plaatse geleefd hebben, omdat ze alle algemeen voorkomen en geen sporen van transport vertonen.

manuscript ontvangen januari 1975

EXPLICATIE VAN PLAAT 1

Fig. 1. Kaarsrechte, verticale vluchtgangen in de zuidelijke flank van de grote geul in de Zanden van Kattendijk. Lengte van de hamersteel is 35 cm. Naar foto.

Vertical escape burrows bolt upright in the southern flank of the large channel in the Sands of Kattendijk. Length of the handle of the hammer is 35 cm. After photograph.

Fig. 2. Kleine, voornamelijk horizontale graafgangen in geulafzettingen in de zuidelijke flank van de grote geul in de Zanden van Kattendijk. Naar foto.

Small, mainly horizontal burrows in channel deposits in the southern flank of the large channel in the Sands of Kattendijk. After photograph.

Fig. 3. Tegengesteld gerichte scheve gelaagdheid in de zuidelijke flank van de grote geul in de Zanden van Kattendijk; ook kleine graafgangen. Naar foto.

Opposite directions in cross beddings in the southern flank of the large channel in the Sands of Kattendijk; also small burrows. After photograph.

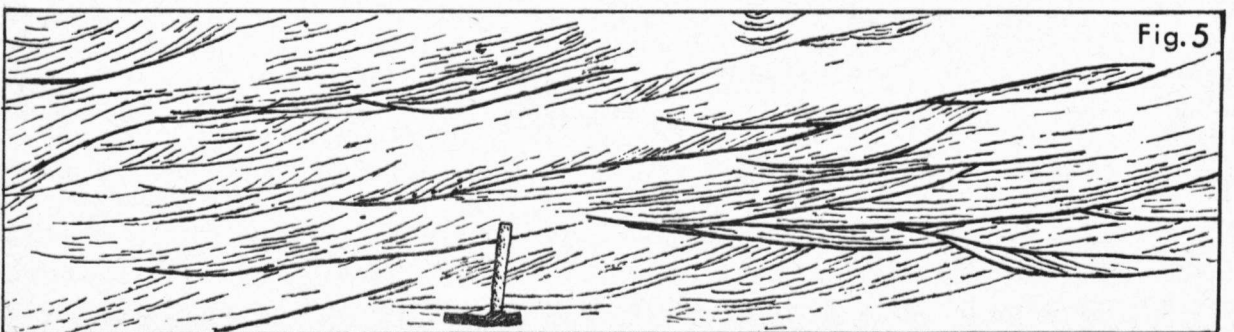
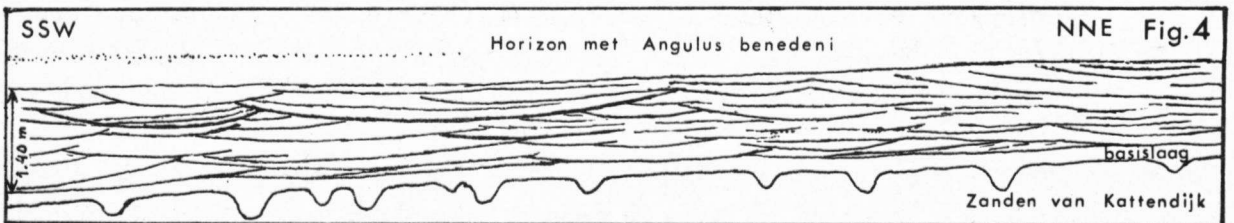
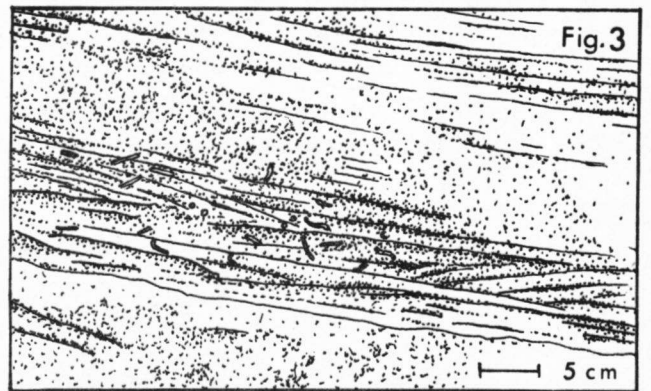
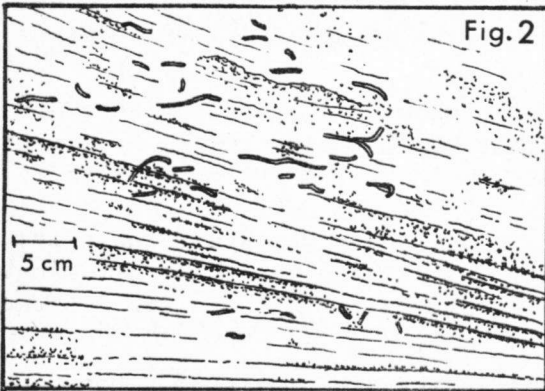
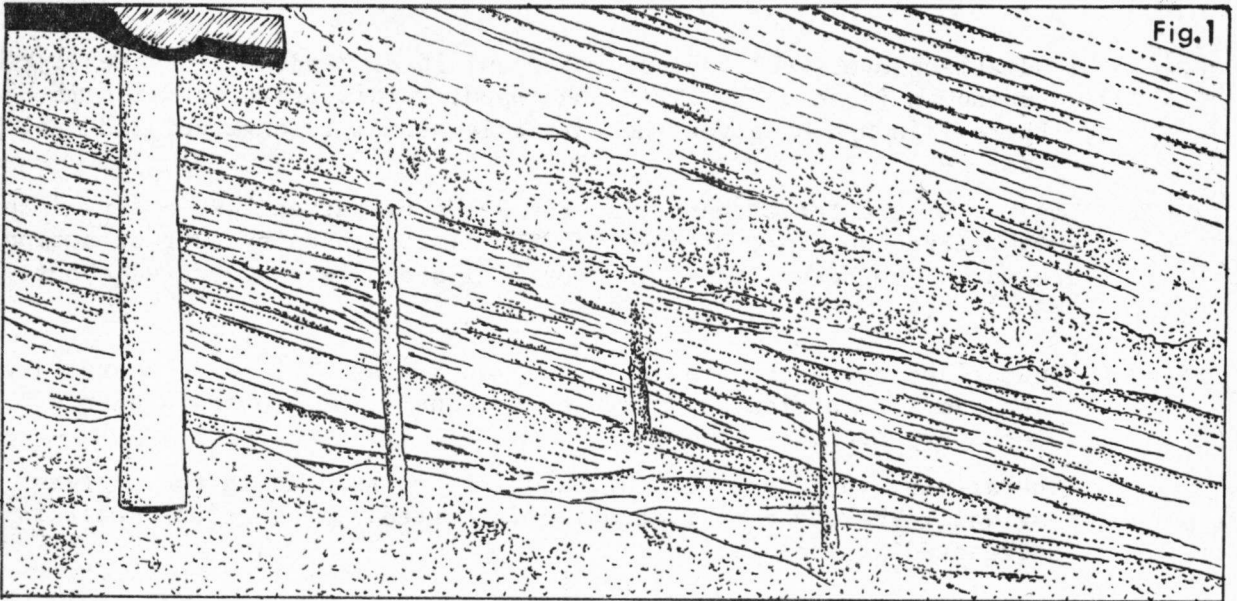
Fig. 4. Elkaar afsnijdende, ondiepe en brede geulen in de Zanden van Kallo, Horizon met *Pinna*, in het zuidelijke deel van de westelijke lange wand. Naar foto.

Challow and wide channels that cut of each other in the Sands of Kallo, Horizon with *Pinna*, in the southern part of the western long wall of the pit. After photograph.

Fig. 5. Patroon van elkaar afsnijdende geulen in de Zanden van Kruisschans (zuidelijke deel van de oostelijke lange wand. Het paleo-reliëf helt af naar links (= noordelijke richting). Naar foto.

Pattern of channels that cut of each other. Sands of Kruisschans in the southern part of the eastern long wall. The paleoslope inclines to the left (= northern direction). After photograph.

plaat 1



EXPLICATIE VAN PLAAT 2.

Fig. 6. Schematisch overzicht van de grote geul in de Zanden van Kattendijk, waargenomen in de westelijke lange wand. De discordanties zijn met dikkere lijnen aangegeven. De verticale schaal is ongeveer 3,3 maal overdreven.

Diagram of the large channel in the Sands of Kattendijk, observed in the western long wall of the pit. The discordances by current action are marked by heavy lines. The vertical scale is exaggerated about 3,3 times.

Fig. 7. Schematisch overzicht van de Zanden van Kruisschans in de oostelijke lange wand. De afvlakkingsfase is gestippeld. De hoogte is enkele malen overdreven.

General view in diagram of the Sands of Kruisschans in the eastern long wall. The phase of flattening is dotted. The vertical scale is exaggerated several times.

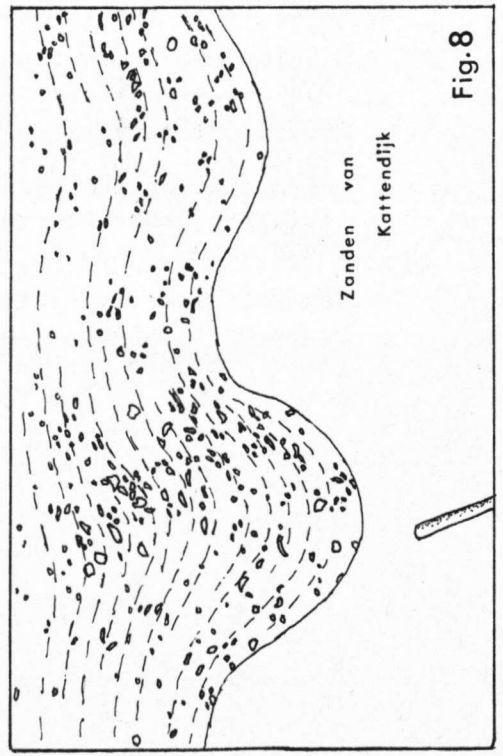
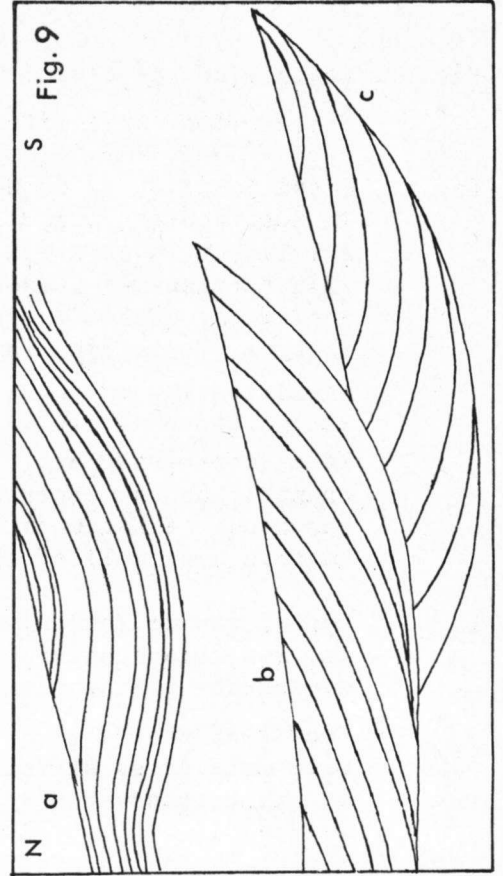
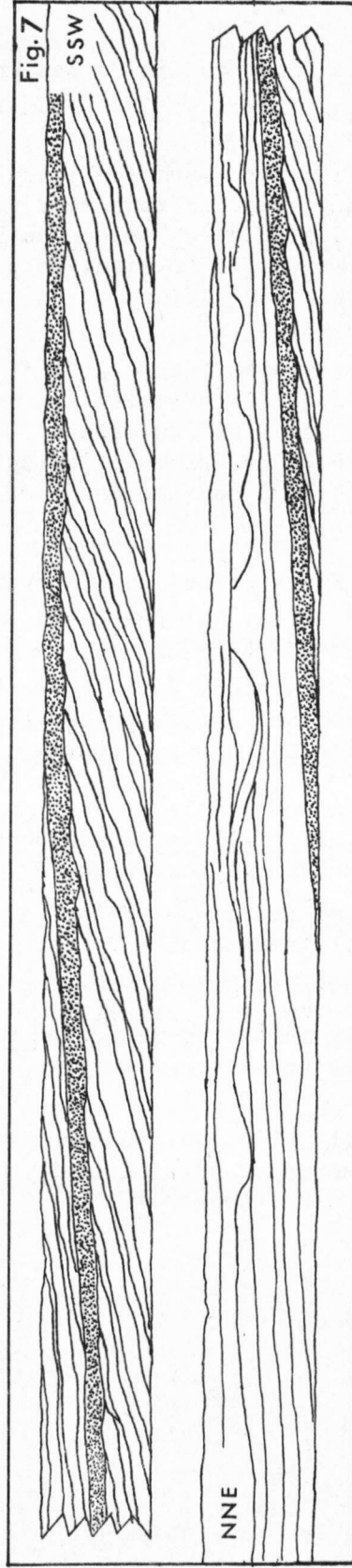
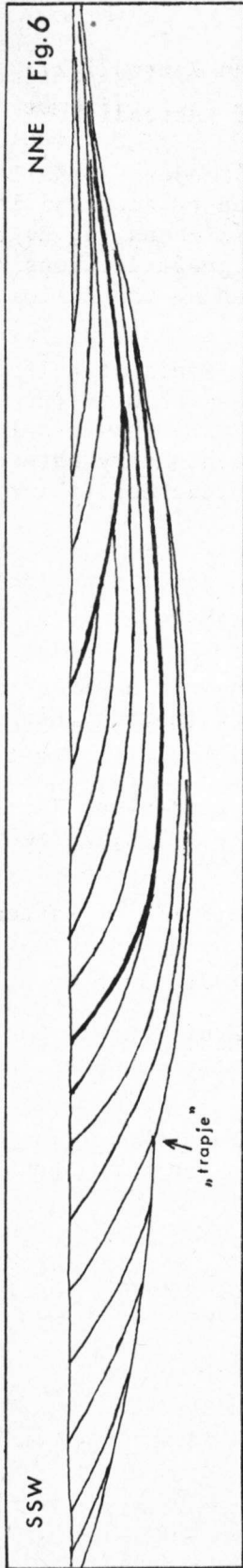
Fig. 8. Schelprijke basislaag van de Zanden van Kallo met depressies, die in elk geval gedeeltelijk door load cast extra diep zijn geworden. De stippellijnen geven de gelaagdheid aan. Alleen de grootste schelpen zijn aangegeven. Naar foto.

Shelly basal bed of the Sands of Kallo showing depressions that are at least partially caused by load cast. Broken lines mark the stratification. Only the larger shells are indicated. After photograph.

Fig. 9. Schematische doorsnede door geulen in de Zanden van Kruisschans in de oostelijke lange wand; a = exact dwarse doorsnede, b = stromingsrichting meer SW - NE gericht, c = stromingsrichting meer SE - NW gericht.

Outline of sections through channels in the Sands of Kruisschans in the eastern long wall; a = exact transverse section, b = direction of current more or less SW - NE, c = direction of current more or less SE - NW.

plaat 2



EXPLICATIE VAN PLAAT 3.

Fig. 1. Westelijke lange wand met grote geul in de Zanden van Kattendijk.
Western long wall with large channel in the Sands of Kattendijk.

Fig. 2. Fossiel reliëf in de Horizon met *Pinna* (HmP) van de Zanden van Kallo. In het rechter (zuidelijke) gedeelte zijn meer geulen te zien dan in het linker (noordelijke) deel. In de Zanden van Kruisschans (K, ZvKr) zijn rechtsboven duidelijke geulen te zien. De pijl geeft de grens aan tussen de Zanden van Kattendijk (onder) en de Zanden van Kallo (boven). Oostelijke lange wand.

Fossil relief in the Horizon with *Pinna* (HmP) of the Sands of Kallo. In the right (southern) part more channels can be seen than in the left (northern) part. The Sands of Kruisschans (K, ZvKr) show distinct channels at the upper right. The arrow indicates the boundary between the Sands of Kattendijk (below) and the Sands of Kruisschans (above). Eastern long wall of the pit.

Fig. 3. Detail van de Zanden van Kruisschans. Juist boven de hamer een planaire set met mega-scheve-gelaagdheid, hellend naar links (noord). Hogerop een exacte dwarse doorsnede door een geul.

Detail of the Sands of Kruisschans. Just above the hammer a planar set with mega cross stratification, inclining to the left (north). Higher an exact transverse section through a channel.

Fig. 4. Middelste, diepste gedeelte van de grote geul in de Zanden van Kattendijk (verg. ook pl. 3, fig. 1), voornamelijk met parallelle laminaties. Links enkele mega-scheve-gelaagdheden.

Middlemost, deepest part of the large channel in the Sands of Kattendijk, mainly with parallel laminations. To the left some mega cross stratifications.

Fig. 5. Overzicht van het fossiele reliëf in de Zanden van Kruisschans. Ook de afvlakkingsfase erboven is te zien. Zuidelijk deel van de oostelijke lange wand.

General view of the fossil relief in the Sands of Kruisschans. The phase of flattening in the upper part of these sands can also be seen. Southern part of eastern long wall.

plaat 3

