

ALOJZY BRYL

SPOSTRZEŻENIA NAD ZABURZENIAMI W GLINIE MORENOWEJ KLIFU MORSKIEGO W GRODNIE NA WOLINIE

ZARYS TREŚCI

Badania glin morenowych klifu w Grodnie wykazały, że są one w wielu miejscach mniej lub więcej zaburzone. Wyróżniono w nich makro-, mezo- i mikrostruktury zaburzeniowe. Są to zaburzenia glacitektoniczne (fałdowe, łuskowo-, „klinowe”), struktury obciążeniowe (antyklinalne ugięcia warstw, spękania w glinach, uskoki) oraz struktury związane ze sposobem akumulacji glacialnej (soczewki piasku szczylinowego).

Obserwacje terenowe prowadzono na odcinku około 2 km od Grodna w kierunku Międzyzdrojów. Brzeg morski na tym odcinku przyjmuje ogólną orientację północny wschód — południowy zachód. Ściany klifu są strome o średnim nachyleniu około 50°, ich wysokości sięgają od 10 do 65 m n.p.m.

BUDOWA GEOLOGICZNA KLIFU

Na budowę geologiczną klifu składają się różnej miąższości utwory plejstocenijskie. Najmłodsze, idąc od góry, reprezentowane są przede wszystkim przez piaski drobne, średnie, piaski margliste, mułki oraz cienkie pokłady gliny brązowej, napotkanej w niektórych tylko odcinkach klifu. Miąższość tej gliny jest nieznaczna i wynosi od kilkudziesięciu centymetrów do około trzech metrów. Utworami starszymi są pokłady gliny szarej, która w wielu miejscach dominuje w budowie geologicznej klifu, osiągając ponad 20-metrowe miąższości. Piaski, po glinach, zajmują drugie miejsce w budowie geologicznej klifu na tym odcinku, choć w niektórych miejscach zdarza się, że są one głównym materiałem budującym w całości jego ściany. Piaski te po większej części zalegają w stropowych partiach klifu i pochodzą z pierwotnej akumulacji fluwioglacialnej bądź są w niewielkiej ilości piaskami przewianymi. Piaski stropowe wypełniają w wielu miejscach zagłębienia w glinie morenowej, tworząc stosunkowo równą powierzchnię. Na omawianym odcinku stwierdzono serie piasku do 60 m miąższości.

Glina szara często zalega grubymi ławicami, które niekiedy posiadają przewarstwienia piasku, mułku, gliny piaszczystej oraz żwiru. Poszczególne poziomy gliny szarej różnią się między sobą. Charakterystyczna dla kli-

fu jest szara glina spągowa. Posiada ona strukturę chaotyczną, jest zbita i spękana, mało spiaszczona. Materiał zalegający na niej jest różny — są to piaski, glina piaszczysta lub smugowana.

„Przekładaniec” geologiczny klifu powstał w wyniku zmiennych warunków akumulacji lodowcowej i wodnolodowcowej. Pokłady gliny szarej zalicza się do starszego plejstocenu (L. Krygowska, B. Krygowski 1965) i można je raczej wiązać ze zlodowaczeniem środkowopolskim.



Fot. 1. Łuskowo „klinowe” zaburzenie glacitektoniczne

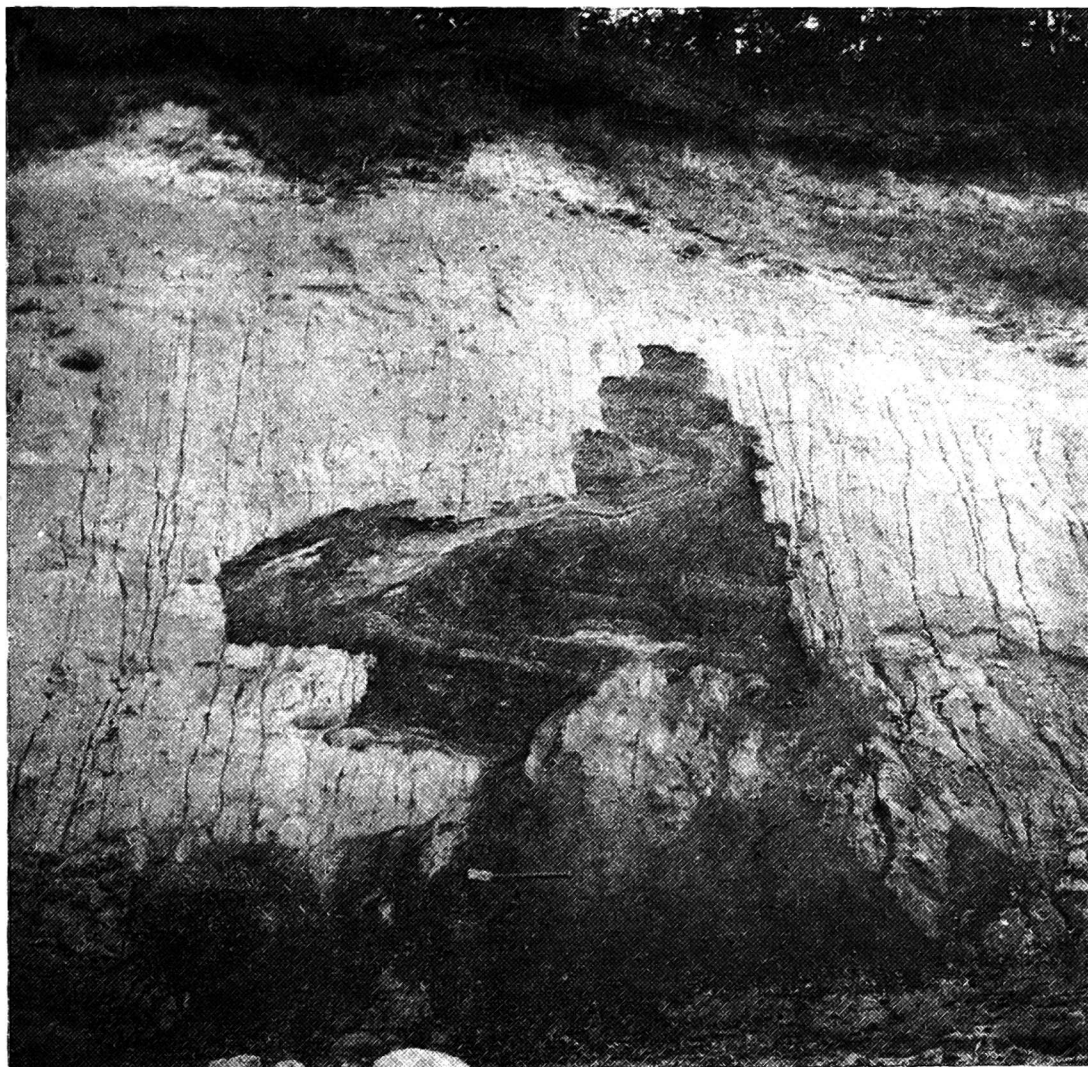
1 — spągowa glina szara, 2 — materiał marglisto-mułkowy, 3 — warstwy piaszczysto-żwirowe i gliniasto-mułkowe, 4 — bryła wapienna

Serię piasków fluwioglacjalnych S. Żynda (1962) włącza do zlodowaczenia bałtyckiego, choć mogą to być, zwłaszcza w części spągowej, również piaski interglacjalne. Górny pokład gliny brązowej z nadlegającą serią piasku pochodzi z jednej z ostatnich faz najmłodszego zlodowacenia (L. Krygowska, B. Krygowski 1965). Tworzą one wolińską morenę czołową.

Należy jeszcze nadmienić, że w podłożu czwartorzędu brak utworów trzeciorzędowych (R. Dadlez 1958).

TYPY ZABURZEŃ W GLINACH MORENOWYCH KLIFU

Materiał budujący klif stwarza pozory regularnego, prawie poziomego ułożenia, dopiero po odsłonięciu ścian stwierdzono w nich wiele zaburzeń. Typy zaburzeniowe w glinach morenowych można podzielić na trzy grupy: makro-, mezo- i mikrostruktury.



Fot. 2. Fałdowe zaburzenie glacitektoniczne w glinie smugowanej

MAKROSTRUKTURY ZABURZENIOWE

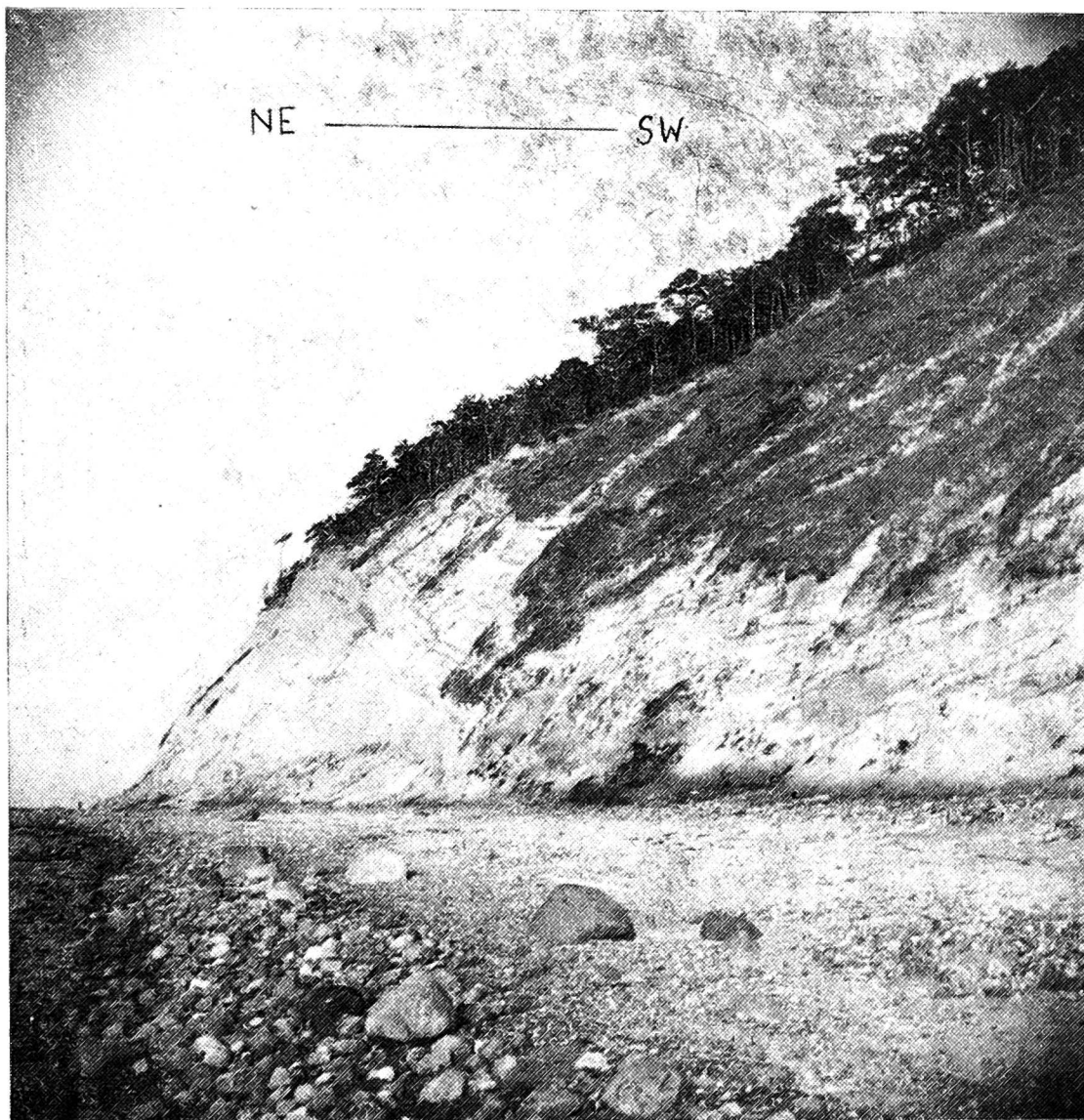
Do tego typu zaburzeń należą struktury glacitektoniczne. Na niewielkim odcinku klifu stwierdzono kilka przykładów wskazujących na zaburzającą działalność lądolodu.

Typową strukturę glacitektoniczną odsłonięto w wolnej od roślinności ścianie, 10-metrowej wysokości, niedaleko pomostu w Grodnie (fot. 1). W odsłonięciu stwierdzono następujące utwory:

glinę szarą, spągową, z poziomo ułożonymi gładzikami,
glinę brązowąszarą, piaszczystą, przylegającą do gliny szarej,
utwór marglisto-mułkowy z przewarstwieniami gliny szarej,
warstwy piaszczysto-żwirowe i gliniasto-mułkowe, tworzące klin za-
zaburzeniowy.

Zaburzenie to ma charakter łuskowo-„klinowy”.

Innym przykładem glacitektoniki jest struktura uprzednio stwierdzona i opisana przez L. B. Krygowskich (1965). Zaburzenie to składa się z dwóch łusek wzajemnie podpierających się, zbudowanych z gliny szarej. Struktura ta jest widoczna dzisiaj jako wypukły garb kilkunastometrowej wysokości. Zaburzenie zostało nieco zniekształcone abrazją, jednak kontakt dwóch łusek jest widoczny nawet bez odsłonięcia ściany.



Fot. 3. Dolina kopalna wypełniona koncentrycznie zalegającymi piaskami i mułkami

Posuwając się dalej w kierunku Międzyzdrojów, napotkano w klifie zaburzenie fałdowe (fot. 2). Struktura ta została wykształcona w glinie spiaszczonej koloru szarobrazowego z dużą ilością gładzików i cienkimi przewarstwieniami piasku i żwiru. Jest to glina smugowana, która na zwietrzałej powierzchni jest łupliwa. Miąższość zaburzonej gliny sięga 8 m. Główny fałd tego zaburzenia przewalony jest w kierunku SW.

Dalszymi przykładami glacitektonicznych przekształceń są struktury stwierdzone w ścianach przylegających do największej na tym odcinku kopalnej dolinki (fot. 3). Ściana przylegająca do tej „dolinki” od strony NE, zawiera pokłady gliny szarej 30-metrowej miąższości, której ławice tworzą łuski, ustawione pod kątem 45° - 60° i zapadające w kierunku SW.

Spąg klifu posiada tutaj zróżnicowaną budowę geologiczną, o czym świadczą zalegające warstwy gliny szarej, mułku, piasku i żwiru. Warstwy te wznoszą się ku „dolince” pod kątem około 10° , później zapadają i tworzą leżący fałd (fot. 4). Podobne zaburzenia występują w wyższych partiach klifu, w pobliżu kontaktu z „dolinnymi” piaskami. Spągowe gliny szare wraz z nadlegającymi warstwami piasku, mułku i żwiru tworzą powierzchnię niezgodności z piaskami i mułkami doliny kopalnej.

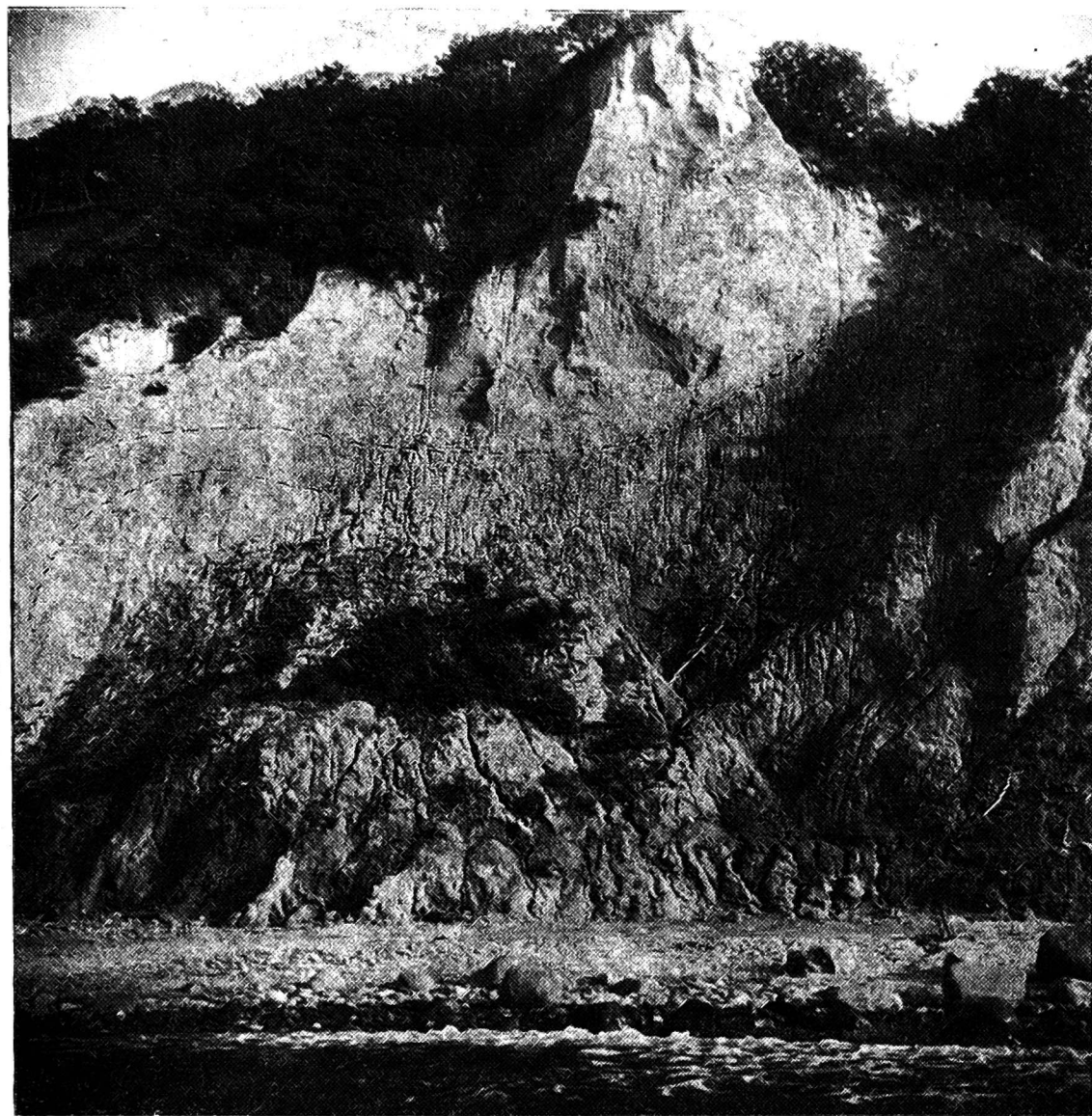


Fot. 4. Kontakt glin spągowych z piaskiem i mułkiem doliny kopalnej

Z drugiej strony „dolinki” (SW) stwierdzono duży, glacitektoniczny fałd (fot. 5). Zaburzenie to jest wykształcone w glinie szarej i szarobrazowej.

Dolina kopalna wypełniona jest warstwami piasku, mułku i piasku mułkowatego. Są to osady naprzemianległe, różnej miąższości — od kilkudziesięciu centymetrów do 1,5 m. Wszystkie warstwy zalegają koncentrycznie. Pomiar strukturalne w tych warstwach wykazały różne ich ułożenie. W części SW „doliny” zapadają one w kierunku NNW. Diagram biegów i upadów (rys. 1) wskazuje średni bieg 258° i średni upad 22° na NNW. W części NE kopalnej doliny warstwy przyjmują średni bieg 156°

i średni upad 15° na SW (rys. 2). W środku „dolinki” upady maleją i zawarte są w granicach od 0° do 5° w obu wymienionych kierunkach. Nie wszystkie piaski wykazują taki układ — piaski stropowe, najmłodszej akumulacji, tworzące formę wypukłą (65 m n. p. m.), posiadają zupełnie inną strukturę. Struktura piasków i mułków doliny kopalnej wskazuje na powiązanie z glacitektoniką.



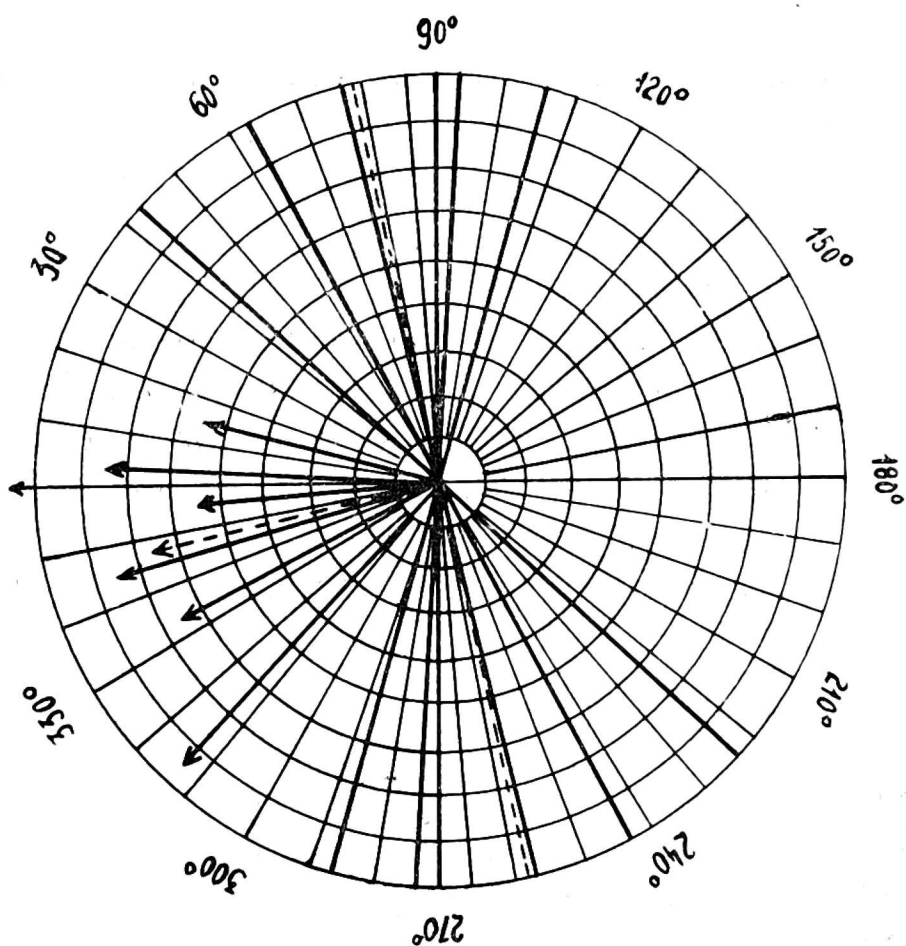
Fot. 5. Ugięcie glacitektoniczne w glinach morenowych

MEZOSTRUKTURY

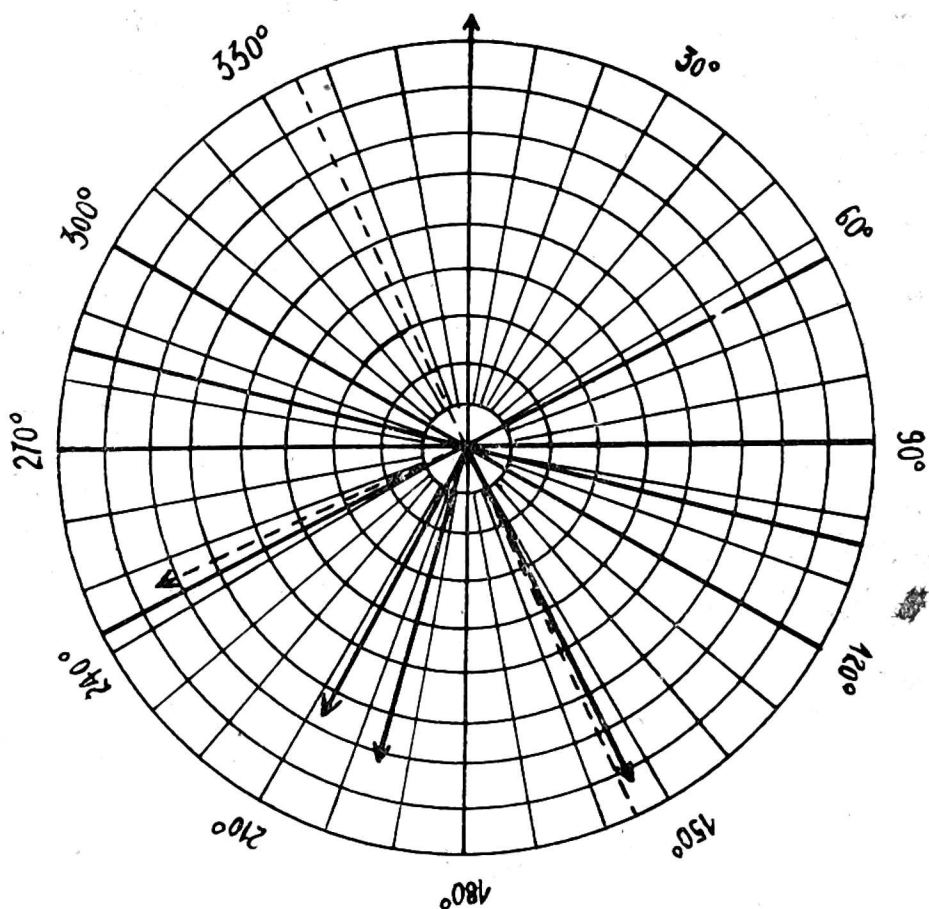
Są to mniejsze zaburzenia od poprzednich, ich wielkość sięga tutaj kilku metrów.

W spągowej części klifu stwierdzono warstwy piasku, mułku i gliny około 3 m miąższości. Zalegając na wypukłej powierzchni spągowej gliny szarej, warstwy te zostały ugięte i tworzą swego rodzaju antyklinę (fot 6). Gliny i piaski powyżej, o ponad 30 m miąższości, zalegają prawie poziomo.

W kilku miejscach gliniastych ścian klifu spostrzeżono odizolowany materiał piaszczystych soczewek. Przykładem takiej struktury jest soczewka wielkości 50×100 cm, zbudowana z piasku drobnego i średniego z cienkimi warstewkami mułku i gliny. Materiał ten zalega chaotycznie.



Rys. 1. Diagram biegunowy i kąta upadu warstw piasku i mułku w dolinie kopalnej (linie przerywane oznaczają wartości średnie)

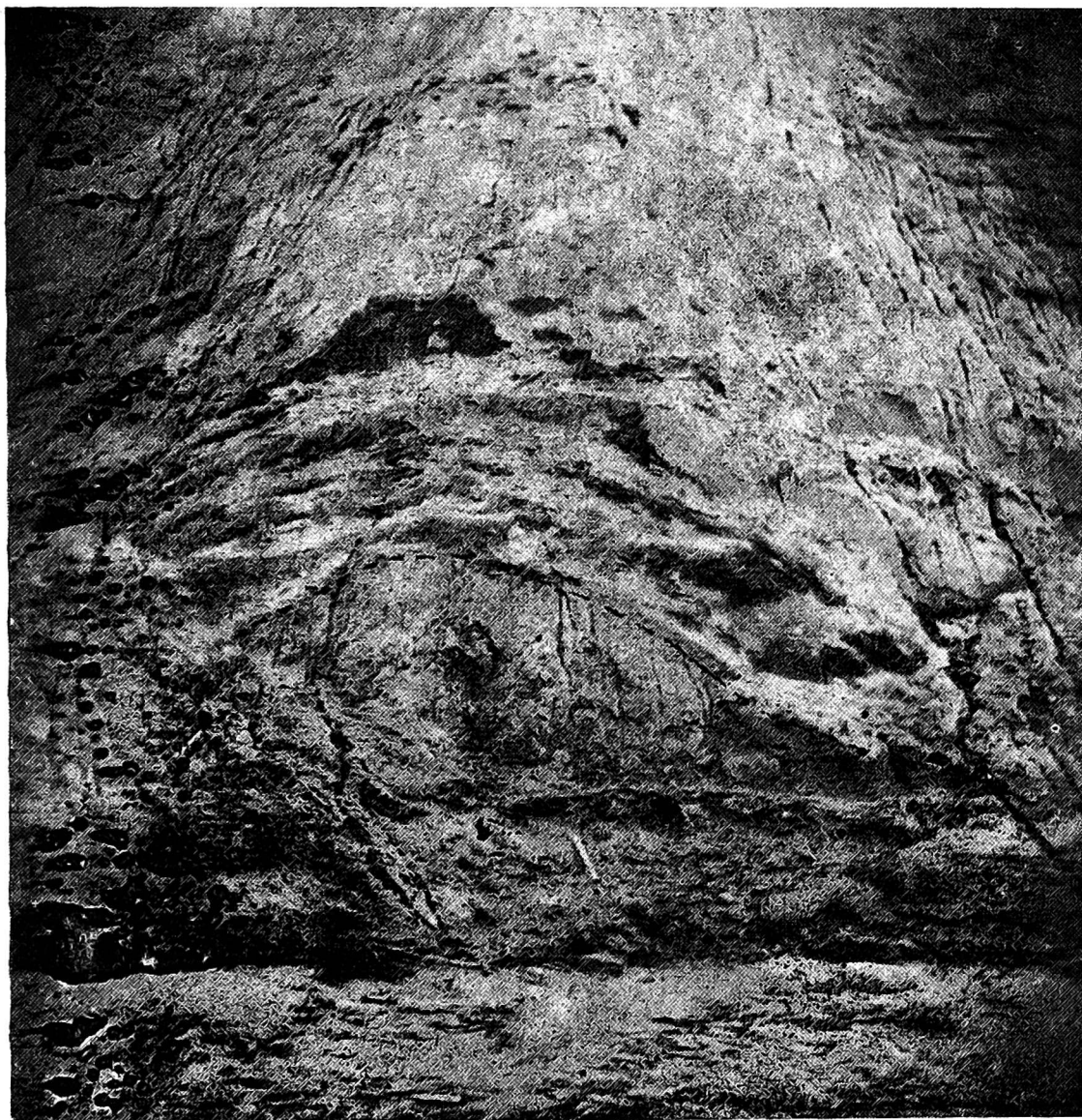


Rys. 2. Diagram biegunowy i kąta upadu warstw piasku i mułku w dolinie kopalnej (linie przerywane oznaczają wartości średnie)

Do mezostruktur zaliczono gliniaste „kolano” wciśnięte w warstwę piasku (fot. 7). Jest to struktura obciążeniowa.

MIKROSTRUKTURY

Należą do nich spękania w glinach. Występują one głównie w spągowych glinach szarych, lecz można je także spotkać w glinach położonych w wyższych partiach klifu. Spękania można podzielić na dwa rodzaje — I i II rzędu. Pierwsze są długie i obejmują zwykle całe ławice, drugie są drobniejsze, od kilku do kilkudziesięciu centymetrów i zawarte są między spękaniem głównymi. Obserwując je stwierdzono, że w obu typach linie pęknięć bardzo często przecinają się pod kątem prostym.



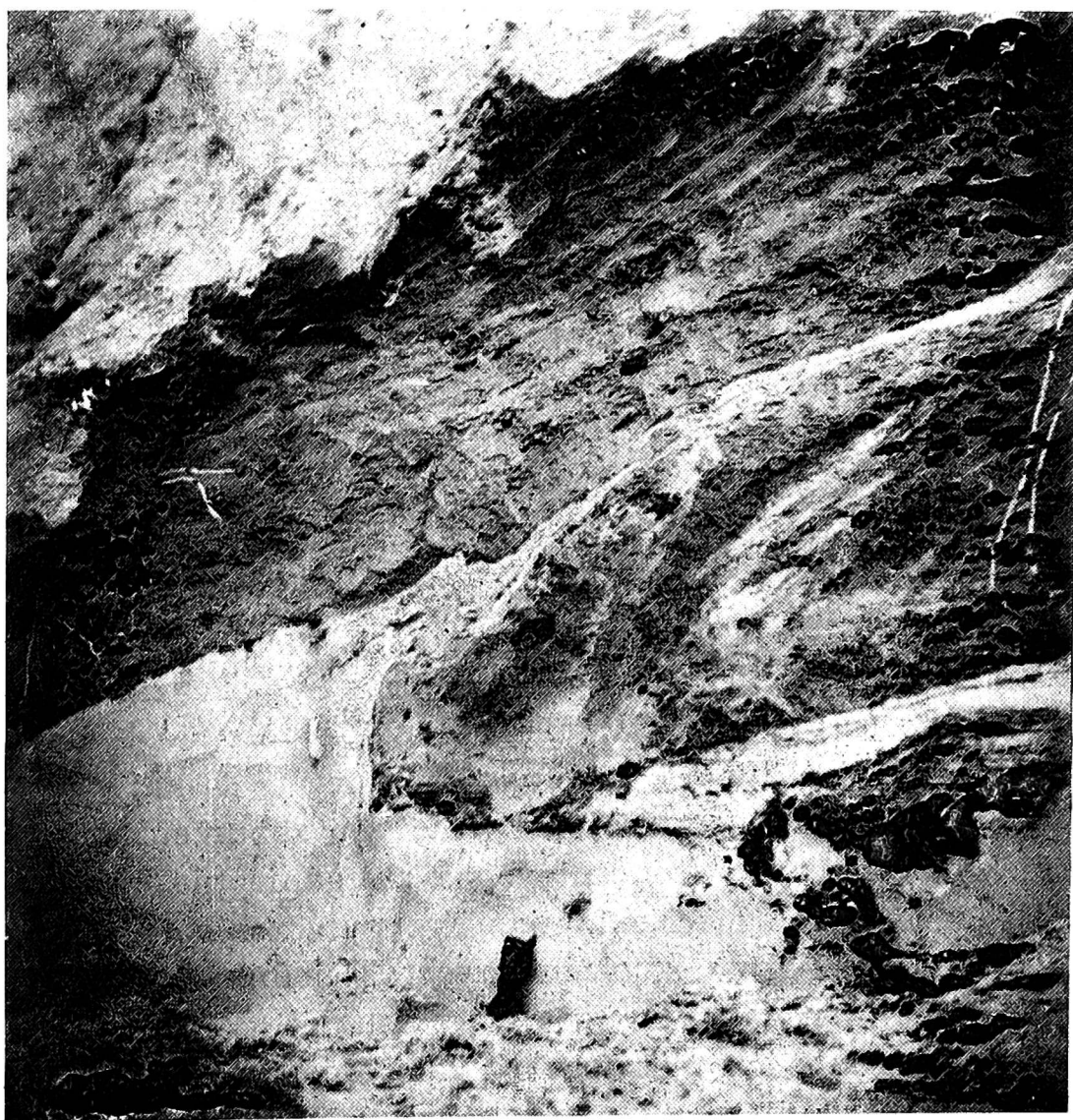
Fot. 6. Ugięcie obciążeniowe

Do mikrostruktur zaburzeniowych należą również niewielkie deformacje naciskowo-obciążeniowe, jak np. drobne fleksury i uskoki. Przykłady takich właśnie struktur stwierdzono m. in. na „zapleczu” zaburzenia glacitektonicznego w warstwie gliny szarej.

UWAGI KOŃCOWE

Struktury glacitektoniczne w klifie pod Grodnem należą do zaburzeń o małej i średniej skali. Mechanika procesu zaburzeniowego w poszczególnych przypadkach była różna, dlatego przedstawione struktury omówione są oddzielnie.

Pierwsze z opisanych zaburzeń jest strukturą łuskowo-„klinową”. Materiał w postaci silnie wygiętych warstw i klina (ściśnięty fałd) został wyciśnięty spod gliny szarej. W jaki sposób? Piasek, żwir, warstewki gliny i materiał marglisto-mułkowy zostały złożone w basenie przylodowcowym, a następnie przykryte gliną morenową¹. Osady te, znajdujące się w podłożu gliny, były plastyczne. Kolejne nasunięcie lądolodu spowodowało spękanie uprzednio zmarzniętej, sztywnej powłoki gliny,



Fot. 7. Struktura obciążeniowa

powstanie łusek, wyciśnięcie materiału z podłoża i jego zgniecenie w kleszczach gliniastych brył. Z głębszego podłoża prawdopodobnie został wyniesiony niewielki blok kredowy (fot. 1). Przedstawiając powyższą koncepcję procesu zaburzeniowego oparto się na teoriach wielu badaczy

¹ Z konsultacji terenowej z prof. dr B. Krygowskim.

(M. Liberacki, T. Morawski 1964, W. Niewiarowski 1964, S. Kozarski 1959, R. Köster 1958, B. Krygowski 1962, K. Rotnicki 1960, E. Rutkowski 1959).

Sposób zalegania spągowej gliny szarej każe rozważyć jeszcze jedną możliwość powstania w tym miejscu struktur glacitektonicznych. Gлина ta zalega nierównomiernie, posiada zagłębienia i wypukłości. Te ostatnie mogły być przeszkodą dla nacierającego lądolodu i sprzyjały powstaniu zaburzeń typu antykliny wymuszonej (B. Krygowski 1968).

Przedstawiony uprzednio glacitektoniczny fałd jest strukturą, która powstała w innych warunkach niż zaburzenia poprzednie. Fałd został wykształcony w glinie smugowanej.

Według B. Krygowskiego (1969) gliny morenowe na obszarze zachodniego wybrzeża Bałtyku często są warstwowane, a parametry obróbki ziarna wskazują na znaczny udział wód w tworzeniu tych glin. Akumulacja gliny smugowej miała miejsce w płytkim basenie wodnym, do którego wkroczył pływający lądolód². Płytkość zbiornika uniemożliwiała znaczniejszą segregację akumulowanego materiału, a obserwowana drobna zmienność sedymentologiczna w glinie smugowanej (smugi piasku i gliny piaszczystej) jest wynikiem wahań temperatury podczas akumulacji. Gлина ta była plastyczna i łatwo ulegała zaburzeniu pod wpływem nacierającego lądolodu — tego, który ją zakumulował. Z dotychczasowych obserwacji wiadomo, że klasyczne, glacitektoniczne struktury fałdowe mogły powstać, tak jak i tutaj, w materiale plastycznym, nawodnionym (B. Krygowski 1965 a, b). Miąższość zaburzonej gliny smugowanej jest różna, sięga 10 m. Przyczynami tego zróżnicowania są — nierówna powierzchnia dna basenu akumulacyjnego, działalność egzaracyjna i spiętrzająca lądolodu.

Zaburzenia glacitektoniczne w ścianach przylegających do kopalnej doliny zostały stosunkowo najslabiej zbadane, a to z tego powodu, że klif na tym odcinku jest mało dostępny. Struktury te są największe z dotychczas tu napotkanych. Spostrzeżenia nad tymi zaburzeniami pozwoliły wysunąć przypuszczenie, że koncentryczne zaleganie piasku i mułku w „dolinie” jest związane z glacitektoniką. Przypuszczenie to zdają się potwierdzać wyniki pomiarów strukturalnych. Z jednej strony „dolinki” (NE) piaski i mułki zapadają „do morza”, z drugiej (SW) „ku morzu”, co wskazuje na zaburzenie ich pierwotnego zalegania. W części SW „dolinki” warstwy piaszczysto-mułkowe zostały wygięte ku górze ponad 30 m i podparte spiętrzonymi masami gliny. Dalsze badania powinny wykazać, jaki jest związek pozostałych zaburzeń glacitektonicznych ze strukturą osadów doliny kopalnej i czy takowy zachodzi, zwłaszcza w ścianach klifu przylegającego od NE do „zbocza dolinki”. Szczegółowe badania są niezbędne dla określenia wieku tych zaburzeń.

² Z konsultacji terenowej z prof. dr B. Krygowskim.

Mezo- i mikrostruktury zaburzeniowe w glinach morenowych klifu powstały w wyniku działania siły ciężkości (ciężar nadlegających warstw geologicznych i lądolodu), przez boczny nacisk lądolodu, bądź są związane ze sposobem akumulacji lądolodowej. Na zniekształcenia pod wpływem ciężaru ścian narażone są przede wszystkim spągowe warstwy klifu. Proces ten ułatwia nierówne podłoże, jakie tworzy glina szara. Na jej wypukłościach następuje „przełamywanie” warstw i powstają antyklinalne struktury obciążeniowe. Inne partie materiału w wyniku działania tych samych sił ulegały kompaktacji, były ścieśniane i przesuwane. W taki sposób powstały drobniejsze struktury obciążeniowe.

W czasie nasunięć lądolodu procesy obciążeniowe potęgowały się, gdyż na spągowy materiał działała sumaryczna siła ciężkości — nadlegających warstw i masy lodowej.

Innym niejako typem zaburzeń są piaszczyste wkładki w glinach. Nazwano je soczewkami piasku szczelinowego³. Nazwa ta mówi częściowo o genezie tych struktur. Materiał piaszczysty znajdował się w niewielkiej szczelinie lądolodu. W czasie akumulacji gliny został on zrzucony i chaotycznie złożony w glinie szarej. Przez dalszą akumulację gliny piasek ten został odizolowany i utworzył soczewkę.

Z naciskiem lądolodu związane są nie tylko większe struktury glacitektoniczne i obciążeniowe, ale także mniejsze zaburzenia w postaci drobnych uskoków i fleksur. Takie właśnie zaburzenia odsłonięto na „zapleczu” zaburzenia glacitektonicznego i uznano je za struktury syngenetyczne. Tego typu zaburzenia mogły powstać w następstwie kompaktacji i ruchów masowych, które na badanym odcinku klifu są zjawiskiem powszechnym.

Spękania w glinach według B. Krygowskiego (1948) występują tam, gdzie nacisk lodu był szczególnie duży. Tenże autor przyjmuje, że w tej samej glinie morenowej może występować kilka nałożonych na siebie systemów spękań różnego wieku. Podobnie należy interpretować siatkę spękań w glinach szarych klifu. Należy przypuszczać, że spękania w spągowych glinach morenowych mogły również powstać pod wpływem ciężaru nadlegających warstw.

*Instytut Geografii
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu
Zakład Geografii Fizycznej*

LITERATURA

Dadlez R., 1958: Badania geologiczne nad antyklinorium pomorskim w 1957 r. (Summary: Notes on Geological Investigations on Pomorze Anticlinorium in 1957). Kwart. Geol., t. II, z. 4.

³ Z konsultacji terenowej z prof. dr B. Krygowskim.

- Kozarski S., 1959: O genezie chodzieskiej moreny czołowej (Summary: On the origin of the Chodzież end moraine). *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach.*, t. 5.
- Köster R., 1958: Schuppung und Faltung im glazialtektonischen Experiment. *Geol. Rundschau* 46.
- Krygowska L., Krygowski B., 1962: Dalsze dane o klifie pod Grodnem na wyspie Wolin. *Sprawozd. PTPN nr 3* (ogóln. zbioru nr 67) za III i IV kw.
- — 1965: Kilka spostrzeżeń dotyczących struktury klifu w Grodnie na Wolinie (Zusammenfassung: Einige Bemerkungen zur Struktur des Kliffs von Grodno auf Wolin). *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach.*, t. 15.
- Krygowski B., 1962: Uwagi o niektórych typach zaburzeń glacitektonicznych niżowej części Polski Zachodniej (Zusammenfassung: Bemerkungen über einige Typen glazitektonischer Störungen im Flachland Westpolens). *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach.*, t. 9.
- 1965a: O procesach glacitektonicznych. *Geogr. w Szkole* nr 4.
- 1965b: Eksperymenty z zakresu tzw. glacitektoniki dolinnej. *Sprawozd. PTPN nr 2* ogóln. zbioru nr 74) za III i IV kw.
- 1968: Kan man in Raume des polnischen Flachlandes von seiner „Talglaazitektonik“ und deren Bedeutung für die Gestaltung des heutigen Reliefs sprechen? *Bull. Soc. Amis Poznań, Série B. Liv. XX A*, 1966/67.
- 1969: Nowe dane do klasyfikacji glin morenowych Polski Zachodniej (New data to glacial till classification). *Zesz. Nauk. UAM., Geografia* nr 8, Poznań.
- Liberacki M., Murawski T., 1964: Niektóre problemy czwartorzędu w dolinie Wdy poniżej Gródka (Summary: Some quaternary problems in the valley of the Lower Wda below Gródek). *Zesz. Nauk. UMK, Nauki Mat.-Przyr.*, z. 10, Toruń.
- Niewiarowski W., 1964: Formy marginalne z wyciśniętym jądrem w okolicy Jaworca koło Wąbrzeźna (Summary: Marginal forms with sauced-up core in the region of Jaworze near Wąbrzeźno). *Zesz. Nauk. UMK, Nauki Mat.-Przyr.*, z. 10, Toruń.
- Rotnicki K., 1960: Uwagi o genezie Wzgórz Ostrzeszowskich w świetle nowych danych geologicznych i geofizycznych (Summary: Considerations on the genesis of the Ostrzeszów hills (southern Great-Poland Lowland, the Warta stadium) in the Light of new geological and geophysical data). *Zesz. Nauk. UAM, Geografia* nr 3, Poznań.
- Rutkowski E., 1959: Uwagi o mechanizmie powstawania niektórych struktur. *Przegl. Geol.* nr 1.
- Żynda S., Wyniki wstępnych badań nad moreną czołową wyspy Wolin (Summary: Results of preliminary investigations of end moraine of Wolin island). *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach.*, t. 9.

ALOJZY BRYL

EINIGE BEMERKUNGEN ÜBER STÖRUNGSSTRUKTUREN IM GESCHIEBELEHM DES KLIFFES VON GRODNO AUF WOLLIN

Zusammenfassung

Die im Geschiebelehm des Kliffes auftretenden Störungen sind dreierlei Art: Makro-, Mezo- und Mikrostrukturen.

Den grössten Ausmass haben glazitektonische Störungen. Es sind dies Struk-

turen kleineren und grösseren Ranges und verschiedener Art wie z. B. „Keil“ — Schuppenstrukturen, Schuppen- und Faltenstrukturen.

Die erstere entstand wahrscheinlich infolge Störung der im Vorland des Eises in Becken lagernden (Sande, Lehme, Tone) und mit Geschiebelehm bedeckten Bildungen.

Die Faltenstrukturen entstanden in dem „gebänderten“ Geschiebelehm, der unter dem fliessenden Eise in einem flachen Wasserbecken abgelagert war.

Die konzentrische Schichtung von Sanden und Tonen in dem „fossilen Tälchen“ (Phot. 3) schreibt der Verfasser glazitektonischen Prozessen zu und sieht ihren Zusammenhang mit den in den anliegenden Hängen beobachteten glazitektonischen Falten- und Schuppenstrukturen.

Mezostrukturen. Solche Strukturen sind: eine antiklinale Verbiegung der Schichten infolge Belastung der Seitenhänge (Phot. 6), eine Belastungsstruktur (Phot. 7) sowie eine „Keilsandlinse“. Diese Linse entstand durch Nachsacken von Sanden in einer Eisspalte während der Ablagerung des Geschiebelehmes.

Kleinstrukturen in den Geschiebelehmen des Kliffes sind: Spalten, Verwerfungen und Flexuren. Das Spaltennetz in den Geschiebelehmen entstand während der aufeinanderfolgenden Oszillationen des Inlandeises infolge der Belastung durch die auflagernden Schichten. Kleine Verwerfungen und Flexuren sind mit Glazitektonik, Pressungsprozessen und Massenbewegungen vergunden.

*Geographisches Institut der
A. Mickiewicz Universität in Poznań
Abteilung der Angewandten Physischen Geographie*

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Ahh. 1. Glazitektonische „Keil“ — Schuppentörung.

1 — grauer Geschiebelehm im Liegenden, 2 — tonmergelige Bildungen, 3 — sandkiesige und lehmtonige Schichten, 4 — Klackklotz.

Abb. 2. Glazitektonische Faltenstörung in der „gebänderten“ Lehmschicht.

Abb. 3. Mit konzentrisch lagernden Sanden und Tonen aufgefülltes fossiles Tal.

Abb. 4. Kontakt der Geschiebelehme im Liegenden mit den Tönen des fossilen Tales.

Abb. 5. Belastungsflexur.

Abb. 6. Belastungsstruktur.

FIGURENVERZEICHNIS

Fig. 1. und 2. Diagramme des Streichens und des Fallens der Sand- und Tonschichten in dem fossilen Tal (die gestrichelten Linien bezeichnen die Mittelwerte).