

ZAGADNIENIE GENETYCZNEGO ZRÓZNICOWANIA GLIN ZWAŁOWYCH I OSADÓW POKREWNYCH

UKD 551.332:551.791.022.4 + 551.799.022.4(438-35 woj. piotrkowskie, Rozwady)

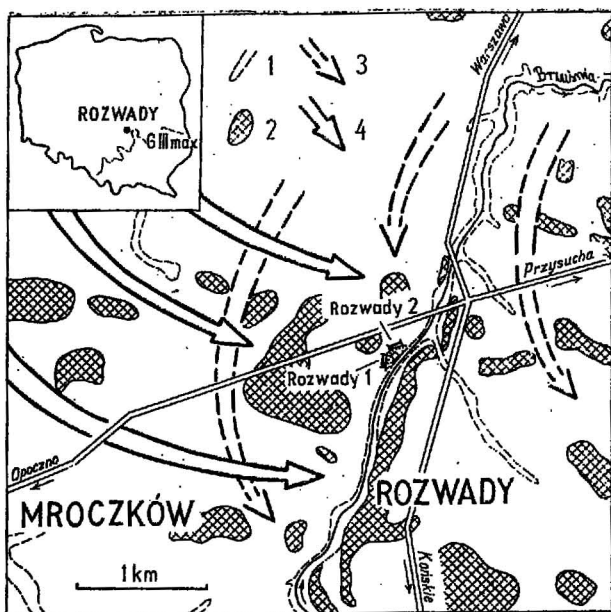
WYRÓZNIANIE ODREBNYCH POZIOMÓW GENETYCZNYCH W PLEJSTOCENSKICH ORAZ WSPÓŁCZESNYCH OSADACH LODOWCOWYCH

W badaniach plejstocenijskich osadów lodowcowych — podobnie jak osadów innego pochodzenia, ze starszych okresów geologicznych — początkowo koncentrowano się głównie na zagadnieniu ich wieku, a więc problematyce stratygraficznej. Serie akumulacji lodowcowej, reprezentowane przeważnie przez gliny zwałowe, traktowano najczęściej *en mass*, nie analizując szczegółowiej ich wewnętrznej budowy. Takiej sytuacji sprzyjało w dużej mierze szerokie rozprzestrzenienie na obszarach niżowych facji bezstrukturalnych glin zwałowych (ros. „monolitnaja morena”, ang. w niektórych wypadkach „massive till”), stwierdzanych bardzo często w odsłonięciach i rdzeniach wiertniczych. Jednak, jeśli nawet facja bezstrukturalna stanowi wyraźną przewagę w danym profilu gliny zwałowej, to zawsze lub prawie zawsze towarzyszą jej inne facje tego osadu, wykazujące odmienne cechy strukturalne, granulometryczne i (lub) inne.

Badania tych zagadnień rozwinęły się na szerszą skalę w drugiej połowie naszego stulecia (5, 8, 34, 44), a szczególnego tempa nabrały w latach siedemdziesiątych (6). To duże przyspieszenie spowodowane było m. in. przez przeprowadzanie systematycznych i ukierunkowanych badań dotyczących sedymentacji lodowcowej na obszarach współcześnie zlo-

dowaconych — często przez autorów, którym nieobca była problematyka osadów starszych zlodowaceń niżowych (2, 4, 9, 17, 26). Publikowanie wyników tych badań oraz bezpośrednie konfrontacje materiałów i poglądów — dotyczących genezy osadów lodowcowych współczesnych i starszych — na międzynarodowych sympozjach komisji INQUA do badań genezy i litologii osadów czwartorzędowych (Moskwa 1974, Warszawa 1975, Sztokholm 1976) doprowadziły do dość szybkiego rozpowszechnienia rezultatów tych prac. Ich największą zasługą jest prześledzenie i udokumentowanie wielu procesów sedymentacyjnych środowiska glacialnego oraz charakterystyka osadów, powstających w wyniku działania tych procesów, co daje również podstawy do interpretacji niektórych starszych serii lodowcowych.

Przy porównaniu serii akumulacji lodowcowej współczesnej (np. na dość dobrze zbadanych obszarach Spitsbergenu lub Islandii) ze starszymi seriami glacialnymi na obszarach niżowych, zarysowuje się ich odmienność. Polega ona m.in. na tym, że współczesne serie lodowcowe wykazują większe i łatwiej dostrzegalne makroskopowo zróżnicowanie facjalne (obserwowane często *in statu nascendi* — *op. op. cit.*), natomiast plejstocenijskie serie lodowcowe na niżu, jak już wspomniano, wydają się bardziej jednolite, przynajmniej w większości swojej masy. Przyczyną tej odmienności jest — oprócz wymienianej często różnej szerokości geograficznej tych obszarów i innej skali rozwoju lodowców — również zróżnico-



Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny odsłoneń osadów lodowcowych w Rozwadach koło Opoczna.

Rozwady 1 — południowy fragment ściany odsłoneń, Rozwady 2 — północny fragment ściany odsłoneń; 1 — dna współczesnych dolin rzecznych, 2 — współczesne wychodnie piaskowców i mułowców liasowych, 3 — kierunki ruchu lodolodu w czasie fazy przedmaksymalnej zlodowacenia środkowopolskiego, 4 — kierunki ruchu lodolodu w czasie fazy maksymalnej zlodowacenia środkowopolskiego.

Fig. 1. Localization of exposures of glacial deposits at Rozwady near Opoczno.

Rozwady 1 — southern fragment of exposure wall; Rozwady 2 — northern fragment of exposure wall; 1 — flood plains of the recent river valleys; 2 — actual outcrops of Liassic sandstones and siltstones; 3 — direction of ice movement during the pre-maximum phase of Middle Polish (Riss) Glaciation; 4 — direction of ice movement during the maximum phase of Middle Polish Glaciation.

wanie podłoża. Obszary współcześnie zlodowaczone charakteryzują się przeważnie podłożem zbudowanym ze skał litych i mającym urozmaiconą rzeźbę. Taka sytuacja stwarza bardzo różne warunki akumulacji pod lodowcem, uzależnione od stopnia obciążenia lodem (4, 10) i dające w efekcie duże zróżnicowanie (facjalne — genetyczne) osadów lodowcowych — nawet w takich samych warunkach klimatycznych.

Na terenach niżowych natomiast istnieją duże połacie wyrównanych powierzchni, gdzie nie zachodziły tak duże lokalne różnice w obciążeniu lodem i dlatego przebieg procesów akumulacji i zmiany facjalne osadów lodowcowych były uzależnione przede wszystkim od termiki powietrza, czyli zmian klimatycznych, których wpływ zaznaczał się jednocześnie na dość dużych obszarach, stąd większa jednorodność facjalna tych serii w ujęciu przestrzennym. Drugą przyczyną tej stosunkowo dużej jednolitości jest na obszarach niżowych (szczególnie środkowej Europy) znacznie większa jednorodność petrograficzna podłoża, co w efekcie często upodabnia do siebie osady lodowcowe różnego wieku lub różnej genezy. Jednak trzeba raz jeszcze podkreślić, że osady lodowcowe na terenach niżowych wykazują także zróżnicowanie genetyczne, które niejednokrotnie jest wyraźnie czytelne — szczególnie w ujęciu pionowym.

W Polsce powyższe zagadnienie jest badane równolegle z pracami prowadzonymi w tej dziedzinie na świecie, a zainteresowanie tą problematyką szybko wzrasta, ze względu na jej powiązania ze stratygrafią oraz aspektami praktycznymi. Problematykę tę — traktowaną jako główny lub jeden z głównych tematów — znajdujemy w licznych pracach (7, 11—25, 27—43, 45, 46).

W badaniach czwartorzędu regionu Gór Świętokrzyskich — a więc regionu, który swoją budową geologiczną i rzeźbą jest bardziej zbliżony np. do Spitsbergenu niż do Niziny Polskiej — L. Lindner stwierdził istnienie wielu profili osadów lodowcowych,

wykazujących wyraźną zmienność. Do najciekawszych z nich należy niewątpliwie profil odsłoneń w Rozwadach koło Opoczna, demonstrowany przez autorów na terenowym sympozjum: „Czwartorzęd zachodniej części regionu świętokrzyskiego” w czerwcu 1977 r. W niniejszym artykule problematykę odsłoneń w Rozwadach omówiono w formie wstępnego komunikatu, a obszerniejszy tekst, z bogatą dokumentacją fotograficzną i z uwzględnieniem wyników analiz mineralogicznych, jest obecnie przygotowywany do druku.

GENETYCZNE ZRÓŻNICOWANIE OSADÓW LODOWCOWYCH NA PRZYKŁADZIE ODSŁONIEŃ W ROZWADACH KOŁO OPCZNA

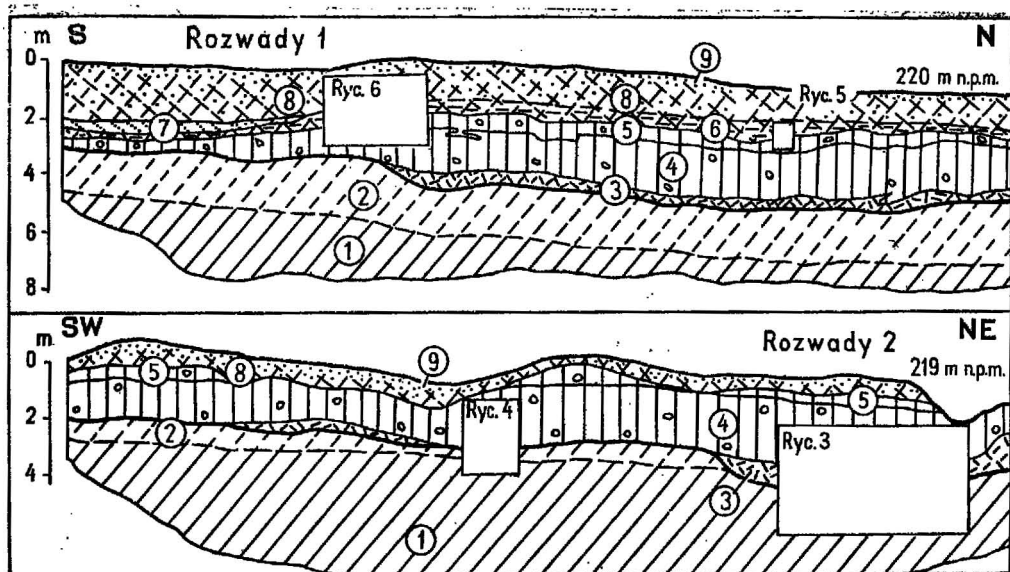
W Rozwadach (ryc. 1) odsłaniają się osady lodowcowe na dwóch, prawie prostopadłych względem siebie, ścianach (ryc. 2) niewielkiego kamieniołomu piaskowców liasowych. Kamieniołom ten nacina wschodnią część zbocza wyniosłości terenu — w odległości kilkudziesięciu metrów na W od doliny Brzuśni (dopływ Drzewiczki) i około 150 m na S od szosy łączącej Opoczno z Przysuchą. Jest on czynny od lat pięćdziesiątych naszego stulecia. W latach sześćdziesiątych badaniem dostępną była tylko zachodnia ściana kamieniołomu (o przebiegu N—S), w obrębie której na piaskowcach występowała warstwa wietrzelniny gliniasto-rumoszowej ze znaczną ilością gładzków skandynawskich, a wyżej była widoczna właściwa seria osadów lodowcowych. Seria ta w dolnej części była reprezentowana przez glinę zwałową, a w górnej przez warstwę głazowo-gruzową. Na podstawie prac kartograficzno-geologicznych oraz analizy materiałów wiertniczych stwierdzono (21), że glina ta dokumentuje pokrycie rejonu Rozwad przez lodolód zlodowacenia środkowopolskiego. Przykrywając ją warstwę głazowo-gruzową, uznano wówczas za przemieszczoną zboczowo w późniejszym okresie wietrzelninę piaskowców liasowych.

W rejonie położonym na W i SW od omawianych odsłoneń stwierdzono występowanie dwóch poziomów glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego (op. cit.). Starsza z nich przykrywa bezpośrednio kopalne doliny interglacjału wielkiego i występuje na stosunkowo nisko położonych obszarach. Ze względu na charakter i zasięg występujących nad nią osadów (por. 31, 32, 33) glinę tę wiązano z fazą przedmaksymalną zlodowacenia środkowopolskiego. Skład petrograficzny frakcji żwirowej tej gliny w nawiązaniu do charakteru litologicznego i ukształtowania podłoża dowodzi, że lodolód fazy przedmaksymalnej wkraczał na badany obszar od północy i północno-zachodu, napotykając tam prawie całkowicie zniszczone osady glacialne zlodowacenia krakowskiego i powszechnie odsłaniające się piaskowce liasowe, przykryte rumoszową wietrzelniną, typową dla stref peryglacialnych. Piaskowce te tworzyły w rejonie Gielniowa i Mroczkowa wyraźne sterzające wyniosłości, przy czym niektóre z nich wykazywały deniwelację rzędu kilkudziesięciu metrów. Niektóre z tych wyniosłości w brzeźnej części transgresyjnego, ogólnie od północy, lodolodu stanowiły najprawdopodobniej nunataki.

Młodsza glina zwałowa w wymienionym rejonie odpowiada maksymalnej fazie zlodowacenia środkowopolskiego (21). Obserwacje dotyczące jej struktury (op. cit.) oraz składu petrograficznego odpowiadających jej wiekowo form czołowomorenowych (20) wykazały, że kierunek transgresji lodolodu przebiegał w tym czasie z zachodu na wschód. Być może, podczas transgresji lodu fazy maksymalnej niektóre obniżenia były jeszcze zajęte przez niezupełnie wytopione bryły lodu pozostałe z poprzedniej transgresji. Większy zasięg lodolodu tej fazy sugeruje również większą miąższość lodu w tym rejonie i przykrycie przez lód poprzednio istniejących nunataków.

W czasie młodszych (pomaksymalnych) faz zlodowacenia środkowopolskiego lodolód nie sięgnął już do rejonu Rozwad (21).

Seria osadów lodowcowych w kamieniołomie w Rozwadach (ryc. 2) odsłania się na odcinku ok. 40 m długości. Kierunek głównej ściany odsłoneń jest północ — południe, a prawie prostopadłe nacięcie



Ryc. 2. Zgeneralizowany rysunek odsłoneń osadów lodowcowych w Rozwadach z lokalizacją rysunków szczegółowych (pokazanych na ryc. 3—6).

Rozwady 1 — południowy fragment ściany odsłoneń; Rozwady 2 — północny fragment ściany odsłoneń; 1 — piaskowce grubopłytkowe, 2 — piaskowce cienkopłytkowe, 3 — wietrzelina rumoszkowo-gliniasta piaskowców, 4 — glina zwałowa żółtawa, 5 — glina zwałowa brązowa, 6 — dolna część poziomu gwałow-gruzowego ze ścielnie upakowanym i prawie poziomo zorientowanym materiałem skalnym oraz koncentracją manganu w stropie, 7 — płaski warstwowane różno- i gruboziarniste akumulacji fluwioglacjalnej, 8 — górna część poziomu gwałow-gruzowego z chaotycznie i luźno ułożonym materiałem skalnym, 9 — poziom gwałow-gruzowy ze stosunkowo małą ilością dużych okruchów skalnych.

Fig. 2. Exposures of glacial deposits at Rozwady (generalized sketch) with localization of more detailed drawings (shown in Fig. 3—6).

Rozwady 1 — southern fragment of exposure wall; Rozwady 2 — northern fragment of exposure wall; 1 — thick-bedded sandstones; 2 — thin-bedded sandstones; 3 — clayey-debris weathering material; 4 — yellowish till; 5 — brown till; 6 — lower part of stone-and-debris horizon with tightly packed and nearly horizontally oriented rock particles and with manganese concentration at the top; 7 — coarse-grained, bedded sands of fluvioglacjal accumulation; 8 — upper part of stone-and-debris horizon with random and loose arrangement of rock particles; 9 — stone-and-debris horizon with comparatively small amount of larger rock fragments.

tej ściany w jej części południowej oraz zmiana jej kierunku na wschód — zachód w części północnej pozwalają prześledzić niektóre zagadnienia w dwóch różnych płaszczyznach.

Poniżej osadów lodowcowych w Rozwadach występują średnio zwięzłe piaskowce liasowe, szarozółtawe, o strukturze grubo- i drobno-płytkowej. Strop piaskowców wzdłuż ścian odsłoneń tworzy powierzchnię nieznacznie nachyloną ku NE. Jest to powierzchnia kopalnego wzniesienia o łagodnych zboczach, wydłużonego w kierunku SSW — NNE. W części przystropowej piaskowce są częściowo zwietrzałe, a na ich powierzchni występuje miejscami wietrzelina rumoszkowa lub silnie ilasta z glazkami skandynawskimi. Charakterystyczną cechą tej wietrzeliny są bardzo wyraźne ślady jej mechanicznego przemieszczania oraz wciskania w zagłębienia, które istniały w stropie piaskowców (ryc. 3).

Osady lodowcowe w Rozwadach składają się z dwóch poziomów, wyraźnie różniących się między sobą. Dolny poziom reprezentowany jest przez gliny zwałowe: żółtawą i brązową, a górny poziom stanowi dwudzielna warstwa gwałow-gruzowa (ryc. 2).

Glina zwałowa żółtawa jest bardzo piaszczysta i składa się głównie z materiału lokalnego (piaskowcowego), który nadał jej również charakterystyczne zabarwienie. Leży ona bezpośrednio na piaskowcach albo na ich wietrzelinie. Miejscami wietrzelina włączona jest w dolną część gliny w formie warstw i smug rozmazywanych w kierunku (ogólnie) południowym.

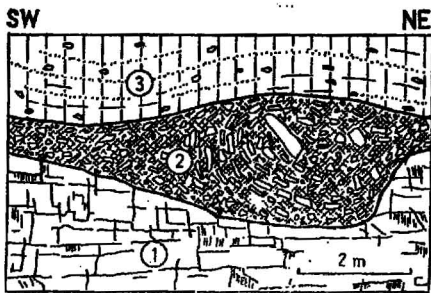
W północnej części kamieniołomu glina ta ma największą miąższość (do 3 m) oraz wykazuje odmienność strukturalną części dolnej i górnej (ryc. 4). W dolnej części glina jest wyraźnie warstwowana, co podkreślają też jasne smugi rozartego materiału piaskowcowego, który rozdziela poszczególne warstwy. Warstwy te układają się współkształtnie do leżącego niżej twardszego podłoża. Analogiczny układ wykazują także większe płaskie glazy, które występują w glinie, najczęściej na granicach warstw. Gór-

na część żółtawej gliny w północnej części kamieniołomu stanowi bezstrukturalną masę z pograżonym w niej dużym glazem.

W południowej części kamieniołomu omawiana glina zwałowa przeważnie nie różni się od jej dolnej części z północnego odcinka, jednak w niektórych miejscach jest ona reprezentowana prawie w całości przez bezstrukturalną masę, w której tkwią bryłowe kry piaszczyste. Kry są miejscami rozdrobione na mniejsze bryłki, a piaski, z których są zbudowane, mają zatartą pierwotną strukturę.

Na glinie zwałowej żółtawej leży zgodnie glina zwałowa brązowa. Stanowi ona nieciągłą warstwę, występującą głównie w południowej części odsłoneń. Miąższość jej jest niewielka i wynosi od kilku centymetrów do 40 cm. Glina ta już na pierwszy rzut oka wyróżnia się swoim zabarwieniem, a przy bliższej analizie wykazuje wyraźną przewagę materiału skandynawskiego, który buduje ją prawie w całości i tylko miejscami w stropowych częściach występują cienkie warstwy rozartego materiału piaskowcowego z lokalnego podłoża (ryc. 5). Glina brązowa jest przeważnie bezstrukturalna, ale położenie spłaszczonego gwałow w jej obrębie jest poziome lub prawie poziome. Charakterystyczną cechą jest również występowanie największych glazików i glazów, przede wszystkim w dolnej części lub wręcz w samym spągu tej gliny. Interesującą sytuację zaobserwowano w miejscu niewielkiego załamania ściany kamieniołomu z kierunku południowego na równoleżnikowy. To załamanie pozwoliło stwierdzić, że brązowa glina stanowi tu wydłużoną formę, występującą na północnym zapleczu dość dużego glazu granitowego (ryc. 6).

Na glinie zwałowej brązowej lub bezpośrednio na glinie żółtawej leży górny poziom akumulacji lodowcowej o miąższości 1,5—2 m (ryc. 2). Określono go jako poziom gwałow-gruzowy, ze względu na wybitną przewagę materiału grubego (gwałow-zwirowego z małą domieszką piasku) o minimalnym stopniu obtoczenia oraz brak cementującego materiału

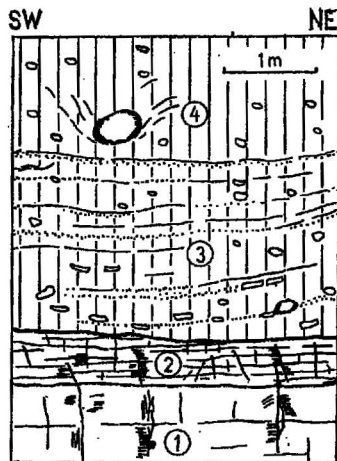


Fyc. 3. Wietrzelnina piaskowców, wciśnięta w zagłębienie istniejące w stropie piaskowców.

1 — grubopłytkowe piaskowce liasowe, 2 — wietrzelnina ilasto-rumoszowa z nielicznymi gładziami skandynawskimi, 3 — glina zwałowa żółtawa (warstwowana).

Fig. 3. Weathering material of sandstone bedrock, re-deposited and tightly packed into a cavity in the top of the sandstone.

1 — thick-bedded Liassic sandstones; 2 — clayey-debris weathering material containing scarce Scandinavian pebbles; 3 — yellowish (bedded) till.

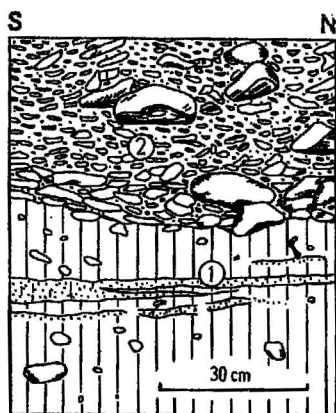


Ryc. 4. Zróżnicowanie strukturalne w obrębie gliny zwałowej żółtawej.

1 — piaskowce liasowe grubopłytkowe, 2 — piaskowce liasowe drobnopłytkowe, 3 — glina zwałowa żółtawa warstwowana, 4 — glina zwałowa żółtawa bezstrukturalna. Szczegółowsze objaśnienia w tekście.

Fig. 4. Structural differentiation within yellowish till.

1 — thick-bedded sandstones; 2 — thin-bedded sandstones; 3 — bedded yellowish till; 4 — massive (structureless) yellowish till. More detailed explanations in the text.



Ryc. 5. Glina zwałowa brązowa (1) z warstwami rozartego materiału piaskowcowego, przykryta przez poziom gładzowo-gruzowy (2).

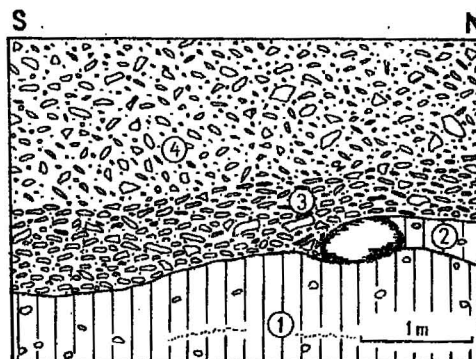
Ryc. 5. Brown till (1) containing layers of grinded sandstone material, and covered by stone-and-debris horizon (2).

ilastego i mulastego, co nie pozwala na zastosowanie nazwy glina zwałowa. Poziom gładzowo-gruzowy składa się głównie z materiału lokalnego i wykazuje bardzo nieznaczny udział materiału skandynawskiego.

Powierzchnia spągu poziomu gładzowo-gruzowego w paru miejscach ścina niezgodnie leżące niżej gliny zwałowe, tworząc płytkie wyżłobienie o ogólnym kierunku zachód — wschód. W najniższych częściach tych wyżłobień znajdują się często dość duże fragmenty piaskowcowe.

W wielu miejscach zaznacza się wyraźnie dwudzielność poziomu gładzowo-gruzowego (ryc. 6). Jego dolna część składa się z fragmentów (przeważnie płytek) piaskowcowych ułożonych najczęściej zgodnie z zarysem spągu tej serii i ściśle upakowanych. W jej stropie obserwuje się przeważnie koncentrację związków manganu.

Górna część poziomu gładzowo-gruzowego charakteryzuje się bezładnym układem brył i płyt piaskowcowych (lub układem wskazującym na swobodne, grawitacyjne przemieszczanie tego materiału) oraz ich zupełnie luźnym ułożeniem. Drugą charakterystyczną cechą jest częste występowanie — w jej spągu i części środkowej — piasków warstwowanych, występujących *in situ*. Górna część poziomu gładzowo-gruzowego ma na ogół większe miąższości niż jego dolna część, a w niektórych miejscach reprezentuje ona cały ten poziom.



Ryc. 6. Glina zwałowa żółtawa (1), przykryta przez glinę zwałową brązową (2) oraz przez dwudzielny poziom gładzowo-gruzowy, (3 — dolna część poziomu z materiałem ułożonym prawie poziomo i ściśle upakowanym, 4 — górna część poziomu z materiałem ułożonym luźno i chaotycznie).

Fig. 6. Yellowish till (1) covered by brown till (2) and by two-fold stone-and-debris horizon (3 — lower part of the horizon with tightly packed and nearly horizontally oriented rock fragments; 4 — upper part of the horizon with loosely and chaotically arranged rock fragments).

W obrębie czterech jednostek litologicznych, tworzących serię lodowcową w Rozwadach, nie stwierdzono śladów dłuższej trwającej przerwy sedymentacyjnej, a z badań stratygraficznych w tym rejonie (21) wynika, że mogą one odpowiadać co najwyżej dwóm fazowym nasunięciom lądolodu środkowopolskiego. Wynika z tego, że tak wyraźne (a czasem wręcz kontrastowe) różnice między nimi wynikają nie z odmiennych warunków, jakie mogłyby towarzyszyć nasunięciom lądolodów odrębnych zlodowaceń, ale wiążą się ze zmianami warunków egzaracji, transportu i akumulacji lodowcowej (opisanymi niżej), zachodzącymi w krótkim czasie nasunięcia lądolodu jednego stadiału.

INTERPRETACJA PROCESÓW SEDYMENTACYJNYCH WARUNKUJĄCYCH UTWORZENIE OSADÓW LODOWCOWYCH W ROZWADACH

Na podstawie omówionych odsłonień można podać następujący zarys (jak już wspomniano, szczegóło-

we opracowanie jest przygotowywane do druku przebiegu procesów, jakie działały tu w okresie akumulacji serii lodowcowej. Bezpośrednio przed osadzeniem się tej serii, tj. w czasie transgresji czołowej strefy lądolodu, następowało mechaniczne przemieszczanie pod lodem wietrzeli piaskowców, a więc nie było tu wtedy ani wyraźnej egzaracji (rozumianej jako przymarzenie materiału do stopy lądolodu) ani też intensywnej akumulacji lodowcowej (głównie wytapiania z lodu materiału morenowego). Pierwszy z tych procesów spowodowałyby całkowite usunięcie wietrzeli, aż do litej skały, a drugi utworzyłby na wietrzelinie warstwę izolacyjną świeżych osadów morenowych, które albo uchroniłyby wietrzelinę od zaburzeń, albo zaburzenia obejmowałyby łącznie wietrzelinę i osady. Podobne warunki, tj. istnienie stref pośrednich między dominującą egzaracją oraz dominującą akumulacją lodowcową opisuje dla środowisk współczesnych G. S. Boulton (3), a w stanie kopalnym na obszarach niżowych stwierdza je H. Ruszczyńska-Szenajch (36).

Od początkowych faz depozycji gliny zwałowej żółtawej aż do końca sedymentacji gliny brązowej, na badanym terenie panują bez przerwy warunki akumulacji lodowcowej. Opisane wyżej cechy tych glin wskazują, że obie reprezentują „lodgment tills”, tj. gliny odkładane pod posuwającym się lądolodem, jednak warunki ich akumulacji pod lodem ulegały wyraźnym zmianom.

Dolna część gliny żółtawej była odkładana stopniowo cienkimi warstwami, co wskazuje na niezbyt intensywną akumulację, a wybitnie lokalny charakter materiału tej gliny (szczególnie rozarty, niemal czysty materiał piaskowców liasowych oraz większe płyty piaskowcowe) dowodzi, że na bliskim zapleczu istniały warunki egzaracyjne. Akumulacja gliny następowała tu głównie przez wytapianie materiału z lodu, na co wskazuje m.in. rozmazywanie wietrzeli w obrębie dolnych warstw tej gliny. Nie jest jednak wykluczone, że niektóre warstwy były akumulowane przez odkucie pod lądolodem w stanie zamrożonym. Obydwa te typy akumulacji, których efekty końcowe, tj. osady mogą być bardzo podobne, stwierdzane są na obszarach zlodowaconych współcześnie (1, 26).

Górna część gliny żółtawej (bezstrukturalna) z północnego odcinka kamieniołomu oraz glina z tych miejsc, w obrębie których występują bryłowe kry piaszczyste, reprezentują niewątpliwie okres intensywniejszego wytapiania pod lądolodem od razu większej ilości materiału (por. 36).

Po okresie tej stosunkowo intensywnej akumulacji, w czasie której nastąpiło wytopienie z dolnej części sunącego lodu materiału lokalnego z bliskiego zapleczka, budującego w przeważającej większości glinę żółtawą, nastąpiła akumulacja materiału skandynawskiego, budującego glinę brązową. Materiał ten znajdował się poprzednio w strefie lodu „bazalnego” nie objętego jeszcze topnieniem, tj. w strefie powyżej lodu transportującego materiał lokalny (usytuowanie materiału z dalszych źródeł powyżej materiału z obszarów bliższych jest często notowane w badaniach dolnych części współczesnych lodowców). Dość duża koncentracja grubszego materiału w spągu gliny brązowej oraz występowanie wydłużonych form akumulacyjnych na zapleczu większych głazów rzuca światło na ówczesne procesy sedymentacyjne, jakie stwierdza się również w środowiskach współcześnie zlodowaconych. Mianowicie, w warunkach wzmagającej się intensywności wytapiania materiału, większe fragmenty skalne w najniższej części lodu stanowią elementy hamujące transport przydenny i sprzyjają szybszej akumulacji gliny zwałowej na ich zapleczu (4).

Proces wytapiania pod sunącym lądolodem materiału prawie wyłącznie skandynawskiego, budującego brązową glinę, był w końcowych etapach akumulacji tej gliny parokrotnie przerywany — nie wykluczone, że wskutek krótkotrwałych chłodniejszych wahań klimatycznych — i zastępowany przez przemieszczanie pod lądolodem materiału piaskowcowego z najbliższego sąsiedztwa (ryc. 5).

Z poprzednio opisanych faktów oraz z powyższych rozważań wynika, że procesy sedymentacyjne, które doprowadziły do utworzenia gliny brązowej, nie różniły się istotnie od procesów, które uformowały glinę żółtawą. Nie stwierdza się również wyraźnej zmiany kierunku ruchu lądolodu w czasie akumulacji tych dwóch glin, który przez cały czas jest skierowany — ogólnie — z północy na południe. Podstawową cechą natomiast, różniącą te gliny, jest wielokrotnie dalszy transport materiału budującego „skandynawską” glinę brązową w porównaniu z lokalnym charakterem gliny żółtawej.

Opisana poprzednio powierzchnia spągu poziomu gładowo-gruzowego, ścinająca niezgodnie obję gliny, wskazuje na okres wyraźnie zaznaczonej egzaracji. Kierunek posuwania się lodu w tym okresie, odczytany z przebiegu wyżłobień egzaracyjnych, a miejscami również z ułożenia płytek piaskowcowych spągowej części poziomu gładowo-gruzowego, był różny od kierunku ruchu lodu, któremu towarzyszyła akumulacja glin i był on skierowany z zachodu na wschód. Jest bardzo prawdopodobne, że egzaracja ta łączy się z następnym (fazowym) nasunięciem lądolodu i że poprzedziło ją całkowite uwolnienie od lodu tego obszaru.

Po okresie tej egzaracji, na badanym obszarze (w strefie omawianych odsłoneń) zapanowały już niepodzielnie warunki akumulacji lodowcowej, które dały w efekcie utworzenie poziomu gładowo-gruzowego. Charakterystyczne ułożenie i upakowanie materiału, budującego dolną część tego poziomu, wskazuje na sedymentację pod posuwającym się lądolodem. Jest to więc gładowo-gruzowy odpowiednik „lodgment till”. Natomiast luźne i bezładne ułożenie materiału górnej części poziomu oraz występowanie w tej części licznych wkładek i przewarstwień piaszczystych *in situ*, określa jej ablacyną genezę. Swobodnemu wytapianiu materiału ze stagnującego już lodu towarzyszyły tu w tym czasie niewielkie przepływy wodne, a osady piaszczyste akumulacji tych przepływów przykrywane były przeważnie przez przemieszczany po nachylonych powierzchniach, wytapiający się z lodu materiał gruzowy. A więc różnice w strukturze i częściowo w litologii (udział piaszków warstwowanych) dolnej i górnej części poziomu gładowo-gruzowego, wynikają przede wszystkim z różnych warunków sedymentacyjnych, w jakich były one uformowane: pod sunącym lodem i ablacja od powierzchni.

Największy kontrast, zaznaczający się między poziomem gładowo-gruzowym a omówionymi glinami zwałowymi, wynika m.in. ze specyficznych warunków egzaracji, tj. wyjątkowo dużej podaży grubego materiału budującego ten poziom oraz bardzo krótkiego transportu tego materiału, co ograniczyło do minimum procesy ścierania.

UWAGI KOŃCOWE

W zakończeniu warto podkreślić, że metody aktualistyczne w badaniach osadów lodowcowych mogą mieć znacznie bardziej szczegółowe i bezpośrednio zastosowanie w rejonie Gór Świętokrzyskich, charakteryzujących się występowaniem skał litych o urozmaiconej rzeźbie — podobnie jak wiele obszarów obecnie zlodowaconych — niż na obszarach niżowych, które w zasadzie nie mają swoich odpowiedników, zlodowaconych współcześnie i dostępnych do badań.

Z punktu widzenia problematyki stratygraficznej i paleogeograficznej godny podkreślenia jest fakt, że szczegółowe badania sedymentologiczne serii glacialnych mogą wykazać (lub potwierdzić) obecność wahań klimatycznych o charakterze fazy i mniejszych, zapisanych nie tylko w formie transgresji i recesji czoła lądolodu, ale odzwierciedlonych również w warunkach sedymentacji (i egzaracji) pod lądolodem. Badania te określają też stosunkowo precyzyjnie zmiany kierunków płynięcia lodu.

LITERATURA

1. Boulton G. S. — Till genesis and fabric in Svalbard. In: Till. A. Symposium (R. P. Goldthwait Ed.), Ohio State Univ. Press, Columbus, 1971.

2. Boulton G. S. — Modern Arctic glaciers as depositional models for former ice sheets. *Jour. Geol. Soc.*, 1972, vol. 128.
3. Boulton G. S. — The role of thermal regime in glacial sedimentation. *Inst. Brit. Geogr. Spec. Publ.*, 1972, no. 4.
4. Boulton G. S. — Processes and patterns of subglacial sedimentation: a theoretical approach. In: „Ice Ages: Ancient and Modern”. Ed. A. E. Wright and F. Moseley, *Geol. Jour. Spec. Issue*, Liverpool, 1975, no. 6.
5. Dreimanis A. — Selection of genetically significant parameters for investigation of tills, *Zesz. Nauk. UAM, Geografia*, 1969, nr 8.
6. Dreimanis A. — Tills: Their Origin and Properties. In: *Glacial Till. Spec. Publ. of the Royal Society of Canada, Ottawa*, 1976, no. 12.
7. Falkiewicz A. — Własności fizyczno-mechaniczne glin zwałowych środkowego Mazowsza. *Biul. geol. Wydz. Geol. UW*, 1962, t. 2.
8. Flint R. F. — *Glacial and Pleistocene geology*. John Wiley and Sons Inc., New York, 1957.
9. Goldthwait R. P. — Introduction to Till, Today. In: *Till. A Symposium* (R. P. Goldthwait Ed.) Ohio State Univ. Press, Columbus, 1971.
10. Hillefors A. — The stratigraphy and genesis of stoss and lee-side moraines. *Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala*, 1974, no. 5.
11. Karczewski A. — Morfologia i struktura moreny dennej okolic Rewala (Pomorze Zachodnie). *Badania fizjogr. nad Polską zach.*, 1961, t. 7.
12. Kopczyńska-Lamparska K. — Geneza i stratygrafia glin zwałowych klifu okolic Rewala. *Zesz. nauk. UAM, 1974, Geografia*, nr 10.
13. Kopczyńska-Lamparska K. — Typy litologiczne i deformacje glin zwałowych klifu okolic Rewala w aspekcie stratygraficznym. *Biul. geol. Wydz. Geol. UW*, 1975, t. 18.
14. Kostrzewski A. — Tekstura gliny zwałowej klifu w Rewalu. *Badania fizjogr. nad Polską zach.*, 1967, t. 17.
15. Kowalski W. C., Kowalski A. — Analiza czynnikowa — sposób R w zastosowaniu do środkowo- i północnopolskich glin zwałowych regionu warszawskiego, białostockiego i olsztyńsko-białostockiego. *Biul. geol. Wydz. Geol. UW*, 1975, t. 20.
16. Kowalski W. C., Lipińska N. — Rodzaje gruntów serii glin zwałowych Warszawy. *Prz. geol.*, 1963, nr 9.
17. Kozarski S., Szupryczyński J. — Glacial forms and deposits in the Sidujökull deglaciation area. *Geogr. pol.*, 1973, nr 26.
18. Krajewska-Pinińska J. — Inżyniersko-geologiczna charakterystyka glin zwałowych w nadkładzie węgla brunatnego okolic Turka. *Biul. geol. UW*, 1969, t. 11.
19. Krygowski B. — New data to glacial till classification. *Zesz. nauk. UAM, Geografia*, nr 8.
20. Lamparski Z. — Egzaracja lodowcowa w marginalnej strefie zlodowacenia środkowopolskiego. *Biul. geol. UW*, 1971, t. 13.
21. Lindner L. — Stratygrafia plejstocenu i paleogeomorfologia północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Stud. geol. pol.*, 1971, vol. 35.
22. Lindner L. — An attempt to reconstruction of direction of ice-sheet movement on the basis of analysis of glacial deformations in tills (exemplified on north-western margin of the Holy Cross Mountains). *Zesz. nauk. UAM, 1976, Geografia*, nr 12.
23. Lipińska N. — Application of discriminant function for differentiating two horizons of boulder clays on the area of Szczecin and its vicinity. *Biul. geol. UW*, 1973, t. 16.
24. Lipińska N. — Zastosowanie wielozmiennej funkcji wyróżniającej do rozdzielania drugiego poziomu glin zwałowych. *Zesz. nauk. UAM, 1974, Geografia*, nr 10.
25. Lipińska N. — Testowanie przydatności analizy czynnikowej — sposób R zastosowanej do populacji geologicznej glin zwałowych z obszaru m. Szczecina i okolic. *Biul. geol. UW*, 1975, t. 20.
26. Ławruszyn J. A. — Strojenije i formirowanije osnovnych moren materikowych oledenienij. *Izd. „Nauka”*, Moskwa, 1976.
27. Niewiarowski W. — Stone arrangement in the till of the last inland ice in the Lower Vistula region. *Zesz. nauk. UAM, 1969, Geografia*, nr 8.
28. Niewiarowski W. — The main directions of till study in Poland. *Ibidem*, 1976, nr 12.
29. Nunberg J. — Próba zastosowania metod statystycznych do badań zespołu głazów fennoskandyjskich występujących w utworach glacialnych północno-wschodniej Polski. *Stud. geol. pol.*, 1971, vol. 37.
30. Olszewski A. — Jednostki litofacjalne glin subglacialnych nad dolną Wisłą w świetle analizy ich makrostruktur i makrotektur. *Stud. Soc. Sc. Torunensis Sect. C*, 1974, vol. 8, nr 2.
31. Różycki S. Z. — Middle Poland, Guide-book of Excursion. From the Baltic to the Tatras. Part. 2, vol. 1, Vith Congr. INQUA, 1961.
32. Różycki S. Z. — Klimatostratygraficzne jednostki podziału plejstocenu. *Acta geol. pol.*, 1964, vol. 14, nr 3.
33. Różycki S. Z. — Plejstocen Polski Środkowej. *Wyd. I, PWN*, 1967.
34. Różycki S. Z. — Dynamiczne uławicenie glin zwałowych i inne procesy w dennej części moren łądolodów czwartorzędowych. *Acta geol. pol.*, 1970, vol. 20, nr 3.
35. Różycki S. Z. — Basal moraines composed of local material („Exaration Moraines”) in Małopolska Upland. *Zesz. nauk. UAM 1976, Geografia*, nr 12.
36. Ruszczyńska-Szenajch H. — Głacitektoniczne depresje i kry lodowcowe na tle budowy geologicznej południowo-wschodniego Mazowsza i południowego Podlasia. *Stud. geol. pol.*, 1976 vol. 50.
37. Ruszczyńska-Szenajch — Examples of differentiation of tills due to bedrock conditions prevailing in the place of deposition. *Zesz. nauk. UAM, 1976, Geografia*, nr 12.
38. Ruszczyńska-Szenajch H., Lindner L. — Pleistocene melt-out till at Nowe Miasto on the Pillica River (Middle Poland). *Ibidem*.
39. Rzechowski J. — Genetyczna klasyfikacja osadów morenowych. *Kwart. geol.*, 1969, vol. 13, nr 2.
40. Rzechowski J. — O litotypach glin zwałowych dolnego i środkowego plejstocenu na Niżu Polskim. *Zesz. nauk. UAM, 1974, Geografia*, nr 10.
41. Rzechowski J. — Lithological peculiarities of Polish lowland tills. *Ibidem*, 1976, nr 12.
42. Stankowska A., Stankowski W. — Próba rozpozniowania glin zwałowych Polski Zachodniej w świetle analiz mineralogicznych i chemicznych. *Badania fizjogr. nad Polską zach.*, 1967, t. 17.
43. Stankowski W. — The till fabric expressing the movement of the ice-sheet overtaking different substratum topography. *Zesz. nauk. UAM, 1976, Geografia*, nr 12.
44. Szancer E. W. — Oczerki uczenia o gienietycznych tipach kontinentalnych osadocznich obrazowanij. *AN SSSR, Geolog. Inst., Trudy, wyp. 161, „Nauka”*, Moskwa, 1966.
45. Wiatr I. — Model statystyczny wybranych cech środowiska inżyniersko-geologicznego kopalnych dolin Przykony i Małgorzaty w okolicy Turka. *Biul. geol. Wydz. Geol. UW*, 1971, t. 15.
46. Wysokiński L. — Wpływ spękań w glinach zwałowych na stateczność skarpy wiślanej w Płocku na tle analizy aktualnych powierzchniowych ruchów masowych. *Ibidem*, 1967, t. 9.

SUMMARY

The problem of distinguishment of genetic horizons within glacial deposits of Pleistocene and recent age is discussed in a general way. The series of glacial accumulation exposed at Rozwady near Opoczno (Figs. 1—6) is described as an example of genetic differentiation of glacial deposits, and the interpretation is given concerning the sedimentation processes responsible for the formatin of this series. This is a preliminary discussion of glacial series at Rozwady, and more comprehensive paper (in English) including numerous photographs and results of mineralogical analyses is being prepared for publication.

РЕЗЮМЕ

В статье рассуждается вопрос выделения отдельных генетических горизонтов в пределах плейстоценовых и современных ледниковых отложений. Примером генетической дифференциации ледниковых осадков является обнажение в Розвадах около Опочна (рис 1—6). Приведена интерпретация седиментационных процессов обуславливающих образование этих отложений. Проблематика обнажений в Розвадах представлена здесь в форме предварительного сообщения, более обширная статья, содержащая богатую фотографическую документацию и результаты минералогических анализов, приготавливается авторами к печати.