

PERYGLACJALNE OSADY STOKOWE RYTMICZNIE WARSTWOWANE

Zarys treści

Podano przegląd zagadnienia osadów stokowych rytmicznie warstwowanych, wyróżnionych w 1948 roku przez A. Cailleux'a jako *éboulis ordonnés*. Y. Guillien w 1951 roku podobne utwory oznaczył terminem *grèzes litées*.

Autor rozpoznał rytmiczne osady stokowe w dolinach krawędziowej strefy Wyżyny Łódzkiej. Przypominają one utwory opisywane w literaturze francuskiej. Występują w podobnej sytuacji geomorfologicznej. Mają podobne cechy strukturalne i teksturalne. Odróżniają się natomiast drobniejszą frakcją i odwrotnym typem asymetrii położenia. Francuskie *éboulis ordonnés* i *grèzes litées* występują na stokach zorientowanych w kierunkach wschodnich, a podłódzkie rytmiczne osady stokowe są eksponowane w kierunkach zachodnich.

Osady stokowe rytmicznie warstwowane powstały w warunkach peryglacjalnych w następstwie działania kongeliflukcji i spłukiwania. Prawdopodobnie znaczną rolę w tworzeniu się tych osadów odegrały zaspy śnieżne nagromadzone przez wiatry wschodnie. Podkreślono zazębianie się utworów stokowych z osadami rzecznyymi, które dominują w spagowych częściach utworów stokowych. Stwierdzono również narastającą ku stropowi osadów stokowych działalność kongeliflukcji kosztem zanikającego procesu spłukiwania. Fakt ten wytłumaczono postępującym zaostreniem się klimatu.

Rytmiczne osady stokowe mają duże znaczenie dla morfogenezy peryglacjalnej. Wynika to z ich związku z asymetrią dolin, z nieckami i ostrogami denudacyjnymi oraz ze zrównaniami stokowymi. Szczególnie ważny i interesujący jest związek pomiędzy zagadnieniem osadów stokowych rytmicznie warstwowanych i peryglacjalnymi zrównaniami. Peryglacjalne zrównania stokowe wykazują podobieństwo do teras altyplanacyjnych i wraz z nimi należą do kategorii pedymentów.

Wiadomo dzisiaj powszechnie, że najbardziej charakterystyczną cechą morfogenezy peryglacjalnej była wielka żywotność procesów stokowych. Rozpoznano cały szereg tych procesów, a różnorodność zdarzeń odbywających się na stoku była jeszcze większa wskutek tego, że poszczególne czynniki działały w różnym wykształceniu i z rozmaitym nasileniem. Różne sposoby powiązań synchronicznie działających procesów prowadziły do dalszego spotęgowania peryglacjalnej dynamiki stoku.

W następstwie denudacji stoków powstały osady odpowiednie nie mniej zróżnicowane, niż procesy niszczące, które doprowadziły do ich akumulacji. Relacje właściwe pomiędzy procesami i odpowiadającymi im osadami można ustalać bezpośrednio jedynie na współczesnych obszarach peryglacjalnych. Natomiast w krainach znajdujących się w zasięgu plejstocénskich stref peryglacjalnych sam osad stokowy w powiązaniu z formami rzeźby jest jedynym informatorem o dynamice procesów działających niegdyś na stoku.

Stąd wynika wielka doniosłość możliwie najdokładniejszego poznania utworów stokowych, których badania w Polsce są mało jeszcze zaawansowane. Peryglacjalne osady stokowe, dość licznie opisywane i w zasadzie właściwie rozpoznane, są jeszcze niedostatecznie zróżnicowane. Dotychczasowe próby wydzielania odrębnych kategorii utworów stokowych odnoszą się przede wszystkim do osadów kongeliflukcyjnych.

ÉBOULIS ORDONNÉS, GRÈZES LITÉES — POJĘCIE I DZIEJE ZAGADNIENIA

We Francji badania stoku i peryglacjalnych utworów stokowych są bardzo zaawansowane, czego wyrazem są liczne kategorie form i osadów odpowiadających bardzo zróżnicowanym procesom. Niezmiernie osobliwą formą utworów stokowych są osady warstwowane rytmicznie, znane pod nazwą *éboulis ordonnés* lub *grèzes lités*.

Ten typ utworów stokowych wyróżnia po raz pierwszy A. Cailleux w 1948 r. (9, str. 58—60) i wprowadza dla niego termin *éboulis ordonnés*. Później opisuje tego rodzaju osady Bout w dorzeczu górnej Loary (7) i w Velay (6). Guillien bada je w Charente, gdzie osady te są najlepiej rozwinięte i oznacza je terminem *grèzes lités* (16), a później przedstawia ich rozprzestrzenienie we Francji (17). Beaujeu-Garnier (2, 3) znajduje je w Masywie Centralnym.

Osady stokowe rytmicznie warstwowane zostały również rozpoznane na Grenlandii, w Disko (24) oraz na Islandii (8).

STRUKTURA I TEKSTURA

Najbardziej uderzającą cechą omawianego typu utworów jest rytmiczne następstwo warstw grubego i drobnego materiału, sytuacja stokowa i nachylenie warstw w kierunku podstawy stoku. Rytmika ułożenia warstw jest tak wyrazista i rygorystyczna, że zarówno Beaujeu-Garnier (3, str. 262) jak i Tricart (15, str. 93) nie wahają się mówić o układzie warwowym. Miąższość tych utworów jest różna: w Limousin stwierdzono 1,5 m (3, str. 257), a w dolinie Rodanu koło Valence — 30 m (28, str. 143). Grubość poszczególnych warstw wynosi od niewielu do kilkunastu cm. Spotyka się festonowate wygięcia warstw (3, str. 257) i drobne uskoki (15, str. 91). Nachylenie warstw zgodne ze stokiem osiąga różne wartości w granicach od 1° do 38° (15, str. 91), przy czym wartość nachylenia zmniejsza się w kierunku podstawy stoku. Obserwowano zmienność frakcji materiału w profilu podłużnym. W przeciwieństwie do zwykłych osypisk grawitacyjnych uderza tutaj przewaga materiału drobniejszego w częściach dystalnych.

Typowe są własności teksturalne osadu. W klasycznych *éboulis ordonnés* opisywanych przez Cailleux (9) i Tricart (28) warstwy materiału grubszego składają się z kamyków o rozmiarach 5—10 cm przeważnie krawędzistych o kształcie płytkowatym. Należące do tego samego typu *grèzes litées* posiadają wedle Guillien (24, str. 713) w zakresie materiału grubszego charakter żwirów, a więc cząstek o rozmiarach większych, niż 5 mm. Natomiast rytmicznie warstwowane utwory stokowe w Limousin odznaczają się drobniejszą frakcją. W warstewkach grubszego materiału 50% ziarn wykazuje rozmiary powyżej 2 mm (3, str. 257).

Większe kamyki są ułożone równolegle do stoku według większości autorów. Cailleux twierdzi, że częste są kamienie wychylone ku górze z pozycji równoległej do stoku. Guillien podkreśla, że żwiry uczestniczące w osadach omawianego typu mają cechy mrozowe — *cryérgie* — a nie posiadają śladów transportu rzeczno (24, str. 713). Warstwy materiału grubszego nie zawierają przymieszek drobnej frakcji. Mają więc teksturę *openwork* (28, str. 143) wskazującą na proces wymywania.

Warstwy materiału drobniejszego są mniej homogeniczne. Składają się z piasków, a nawet i grubszych ziarn aż do 1 cm oraz z często panującej frakcji pylastej (28, str. 143). W Limousin warstwy grubszego materiału są ciemne, a drobniejszego — jasne, żółtawe lub kremowe, przy czym żadne ziarno nie przekracza 2 mm (2, str. 132; 3, str. 257). Według Guillien (24, str. 713) ogólną cechą *grèzes litées* jest znaczny stopień homogeniczności materiału.

ROZMIESZCZENIE, ZWIĄZEK Z LITOLOGIĄ I SYTUACJA GEOMORFOLOGICZNA

Warstwowane osady stokowe zostały rozpoznane na rozległych obszarach Francji (17). Szczególnie dobrze rozwinięte są one w Charente, Poitou, Szampanii, Lotaryngii, Burgundii, w zagłębiu Saony oraz wzdłuż Rodanu między Lyonem i Marsylią. Występowanie tych utworów w Jurze opisał S. Judson (19). W Masywie Centralnym są one wykształcone odmiennie — są zbudowane z drobniejszego materiału i posiadają małą miąższość (2, 3).

Występowanie *éboulis ordonnés* we Francji wiąże się najczęściej z wapiennymi skałami płytkowymi. Jednakże, jak mówi Tricart (15, str. 93), znaczenie facji skały, jakkolwiek jest doniosłe, nie jest decydujące. Osady w Roquebrune — Alpes Maritimes — są zbudowane z materiału pochodzącego z wapieni masywnych. W Limousin są one wytworzone

z materiału krystalicznego. Wydaje się wobec tego, że charakter macierzystej skały raczej wpływa na sposób wykształcenia warstwowych utworów stokowych, niż decyduje o ich powstaniu w ogóle.

Charakterystyczna jest wreszcie sytuacja topograficzna francuskich *éboulis ordonnés*. Wykazują one mianowicie stałą ekspozycję na poszczególnych obszarach. W Lotaryngii występują na stokach zwróconych na NE lub ENE, a w Charente — na południowy wschód. Wynika stąd, że występowanie warstwowych utworów stokowych w dolinach jest asymetryczne i wiąże się z ogólniejszym problemem asymetrii dolin (15, str. 92).

GENEZA

Problem genezy warstwowych osadów stokowych zawiera dwa główne zagadnienia, a mianowicie — pochodzenia materiału i sposobu tej osobliwej akumulacji. Takie ujęcie problemu podaje Cailleux (9, str. 60), który starając się rozwiązać oba zagadnienia, całkowicie wyjaśnia tylko pierwsze z nich.

Zagadnienie pochodzenia materiału i w szczególności wytworzenia frakcji uczestniczącej w budowie *éboulis ordonnés* można uważać jako rozwiązane jednoznacznie przez wszystkich badaczy francuskich. Zasadniczym czynnikiem przygotowującym materiał jest, jak to już stwierdził Cailleux (9, str. 60), wietrzenie mrozowe, czyli geliwacja według nomenklatury francuskiej. Proces wietrzenia trwał i podczas wędrówki materiału, w związku z czym w częściach dystalnych osadu frakcja jest drobniejsza (9, str. 60; 28, str. 208—209). Cailleux sądzi, że i zróżnicowanie osadu na warstwy z grubego i drobnego materiału można wytłumaczyć przez zmienną intensywność mrozowego wietrzenia. Warto zauważyć, że w podobny sposób tłumaczy się zróżnicowanie osadów jaskiniowych (20).

W sposobie akumulacji pewną rolę odgrywa grawitacja. Cailleux stwierdza, że w osadach omawianego typu nad Charente udział kamieni wychylonych do góry z pozycji równoległej do stoku stanowi ponad 50%. Stąd wniosek o ruchu grawitacyjnym raczej *en masse*, niż swobodnym. Mechanizmu warstwowania Cailleux nie wyjaśnia.

Malaurie na podstawie obserwacji w zachodniej Grenlandii dochodzi do wniosku, że proces tworzenia się warstwowych osadów stokowych był bardzo złożony. Nasycone wodą masy plastyczne poruszały się soliflukcyjnie warstwami, w obrębie których dokonywał się zróżnicowany ruch cząstek — *creeping différentiel*. Ponadto cała masa obejmująca szereg warstw posuwała się na dół po stoku pod wpływem grawitacji działającej w sposób ułatwiony przez obecność zmarzliny (23, str. 6).

Teorię zróżnicowanego ruchu rozszerza P. B o u t, który twierdzi, że warstwowanie osadów stokowych nie jest uprzednio wytworzone, na przykład przez rozproszone spłukiwanie. Warstwowanie wytwarza się i udoskonala w rezultacie dynamiki ruchu. Z obserwacji wynika, że układ warstwowy nie tylko powstaje podczas ruchu, ale może ponownie zaniknąć wskutek odpowiedniego działania tych samych czynników, które go wytwarzają. Jako jeden z dowodów postawionej hipotezy podaje B o u t fakt, że w jeziorach soliflukcyjnych warstwowanie istnieje w spągu, w stropie i na bokach, a nie ma go w środku (8, str. 59—60). Warto tutaj zauważyć, że A. J a h n już w 1951 r. w podobny sposób tłumaczył strukturę osadów stokowych, które zaliczył do kategorii soliflukcji warstwowej (18, str. 186).

Tricart nawiązuje do poglądów C a i l l e u x stwierdzając podstawowe znaczenie gwałtownie przebiegającego wietrzenia mrozowego oraz działania grawitacyjnego ułatwionego w peryglacjalnym środowisku (kongeliflukcja). Równocześnie wysuwa bardzo ciekawą koncepcję, według której *éboulis ordonnés* są niewydarzoną odmianą pasowego układu ziem strukturalnych. Zamiast układu pasowego powstaje warstwowy, powtarzający rytmicznie w przekroju pionowym elementy podobne do powierzchniowo zróżnicowanych w układzie pasowym. Wynika to ze zbyt małego dopływu drobnego materiału oraz z bardzo silnego dopływu grubego materiału okruchowego, który pokrywa poprzednie warstwy uniemożliwiając wykształcenie układu pasowego (28, str. 144—145).

Koncepcję Tricart'a rozwinął J. C o r b e l w 1954 r. (10, str. 31—33) powołując się na obserwacje dokonane na Spicbergu. C o r b e l twierdzi, że segregacja materiału widoczna w strukturach pasowych dokonywuje się powyżej stoku, na którym te struktury występują, a nie podczas wędrówki na dół. W okresie ciepłym — czerwiec, lipiec — obserwowany jest gwałtowny ruch potoków błotnych, które zamierają w sierpniu, w początkach okresu zamarzania. Natomiast potoki kamienne poruszają się ku dołowi wskutek wyższej temperatury kamieni ślizgających się po zmarzniętym podłożu. Odwrotnie, wskutek odmarzania sięgającego do podłoża kamienie zanurzają się w błocie. Wynikający stąd wzrost współczynnika tarcia w podłożu wywołuje wybitne zwolnienie ruchu kamiennych potoków.

Rozwojowi układów pasowych na Spicbergu sprzyjają skały krzemionkowe. Wspaniałe są one wykształcone w piaskowcach Isfjordu, a zanikają na obszarach wapiennych. Natomiast *éboulis ordonnés* najlepiej wykształcone spotyka się na wapiennych terenach, zarówno współcześnie w krainach polarnych, jak i plejstocieńskie we Francji.

Wskutek rozmarzania materiał drobny staje się na pół płynnym

i spływa na dół po stoku. Nie tworzy jednak potoków równoległych jak w układach pasowych, lecz posuwa się w postaci ciągłej pokryw. Podczas zamarzania skały powyżej ulegają dezintegracji i materiał kamienisty ślizga się pokrywowo po zmarzniętym podłożu, które powleka ciągłą warstwą. W następnej fazie rozmarzania nowy płaszcz błotny pokrywa warstwę kamienistą.

Zdecydowanie asymetryczna sytuacja osadów stokowych nie znalazła wyjaśnienia w przedstawionych teoriach. Wytlumaczenie tej charakterystycznej cechy omawianych utworów podaje Y. Guillien w 1951 r. (16) na podstawie badań w Charente. Później rozwija tę teorię (24) uzupełniając ją analizą granulometryczną. Według Guillien ważne znaczenie dla tworzenia się *grèzes litées* miały pola i zasypy śnieżne osadzone w cieniu wiatru i przetrwałe w okresie krótkiego i słonecznego lata. Rola tych pól śnieżnych polegała na związanych z ich obecnością procesach dezintegracji, o których wiadomo także z prac Bocza (4), Lewisa (21, 22) i Patersona (25) oraz przede wszystkim na dostarczaniu wody podczas powolnego tajania. Spłukiwanie dokonujące się na powierzchni zmarzliny pozwala, zdaniem Guillien, zrozumieć mechanikę transportu i sortowania prowadzącego do powstawania warstwowanych osadów stokowych. Proces spłukiwania liniowego lub pokrywowego decydujący według Guillien, nie wykluczał jednak procesu soliflukcji.

Bardzo interesujące i ważne są wypowiedzi Guillien (24) na temat sytuacji geomorfologicznej i struktury osadu. *Grèzes litées* występują zazwyczaj poniżej powierzchni wyższej, słabo nachylonej. Powierzchnia ta jest często zdenudowana aż do podłoża, z którego pochodzi materiał stokowy. Osady stokowe znajdują się często poniżej załamania oddzielającego zdenudowaną powierzchnię wyższą od podłoża osadów. W konstrukcji całego utworu widać bezpośrednio ewolucję w kierunku profilu dojrzałości i że struktura utworu rozwija się pod wieloma względami według reguł delty jeziernej.

Hipoteza Guillien została przyjęta we Francji powszechnie. Znalazło to między innymi wyraz w wypowiedziach uczestników XXXVI Międzyuniwersyteckiej Wycieczki Geograficznej w 1953 r. Przyjęto bez poważniejszych zastrzeżeń przede wszystkim zasadniczy związek pomiędzy warstwowanymi osadami stokowymi i zaspami śnieżnymi akumulowanymi eolicznie w cieniu wiatru. Wypowiedziano natomiast szereg odmiennych poglądów na temat bezpośrednich czynników tej osobliwej formy akumulacji stokowej.

Tricart (15, str. 93) ogranicza rolę spłukiwania do wymywania drobnego materiału i wytwarzania tekstury *openwork*. Głównym czynnikiem ruchu według niego jest krioturbacyjna wędrówka materiału

en masse. Podkreśla również, zgodnie ze stanowiskiem Cailleux i własnym z 1950 r. (28, str. 208—209), podstawową rolę gwałtownie przebiegającego wietrzenia mrozowego w szczególnych warunkach litologicznych, klimatycznych i topograficznych. Intensywną działalność kongeliflukcji ułatwia występowanie cząstek mułkowatych, a być może również znaczna wilgotność na brzegach płatów śnieżnych. Zmienność warstw wymytych o teksturze *openwork* i drobnych, mułkowatych, wynikała z nieregularnego rozwoju płatów śnieżnych w poszczególnych latach. Lata bardzo śnieżne z zaspami utrzymującymi się przez całe lato odznaczały się wzmożonym wymywaniem. Lata mniej obfite w śnieg, z nielicznymi zaspami lub zupełnie ich pozbawione, przeciwnie, sprzyjały wzmożonej kongeliflukcji pokrywowej, która osadzała warstwy mułkowe.

Być może, że w pewnych warunkach klimatycznych i litologicznych osadzanie się warstw odpowiadało rytmowi sezonowemu. Nie podobna jednak przyjąć tego jako prawidło ogólne ze względu na zbyt małą liczbę warstw obserwowanych w znanych odkrywkach.

WARSTWOWANE OSADY STOKOWE W POLSCE

W Polsce nie wspomniano dotąd o istnieniu utworów typu *éboulis ordonnés*. Zdaniem autora występują u nas osady stokowe rytmicznie warstwowane, które mimo pewnych różnic należą do kategorii powyżej omawianych utworów. Między innymi osady te są pospolite w bliskich okolicach Łodzi, a przede wszystkim w dolinach położonych w krawędziowej strefie Wyżyny Łódzkiej. Obserwowano je w dolinach Moszczenicy, Mroźcy, Mrogi, Skierniewki, Rawki i w szeregu innych pomniejszych.

Szczególnie piękne odsłonięcia tych utworów znajdują się w dolinie Mroźcy, w stokach świeżo podciętych przez rzekę. Wszystkie te odkrywki są położone po prawej stronie rzeki, a więc odsłaniające stoki zwrócone ku zachodowi lub północnemu zachodowi. Są to mianowicie odsłonięcia pod Niesułkowem, Nowostawami, Marianowem Kołackim oraz pomiędzy Jabłonowem i Poćwiardówką.

Ze strukturą i teksturą tych osadów najlepiej się można zapoznać w dwu odsłonięciach w lesie, między Jabłonowem i Poćwiardówką (fot. 1). Obie odkrywki wznoszące się bezpośrednio ponad Mroźcą, znajdują się w odległości około 200 m. W jednym odsłonięciu osady stokowe występują na całej wysokości ściany, od rzeki do stropu okazując miąższość 7—8 m. W drugim odsłonięciu, w dół biegu rzeki, osady te posiadają miąższość zaledwie 3,5 m i spoczywają na piaskach dolinnych, praw-

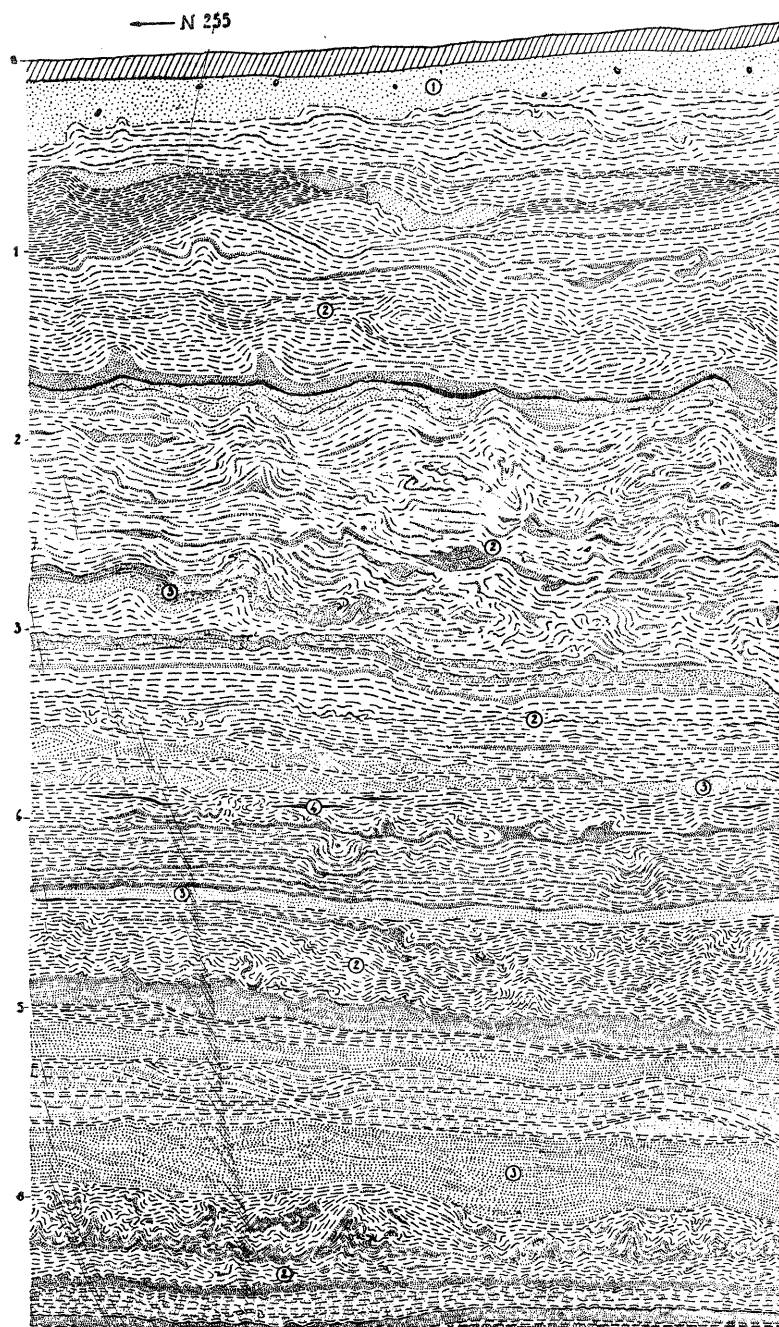


Fig. 1. Jabłonów I. Rytmiczne osady stokowe

1. bezstrukturalny piasek pokrywowy z głazikami; 2. mulki; 3. piasek średnioziarnisty;
4. allochtoniczna gleba kopalna

dopodobnie peryglacialnych. Pomiedzy tymi odkrywkami utworów stokowych nie ma. Mają więc one, jak z tego wynika, bardzo ograniczoną szerokość. Również i w głąb, w kierunku prostopadłym do osi doliny zanikają w odległości kilkudziesięciu metrów.

Ograniczenie przestrzenne omawianych osadów stwierdzono również w szeregu innych miejsc: nad Mrożycą — w Nowostawach, w Marianowie i pod Niesułkowem; nad Moszczenicą — pod Skoszewami oraz nad

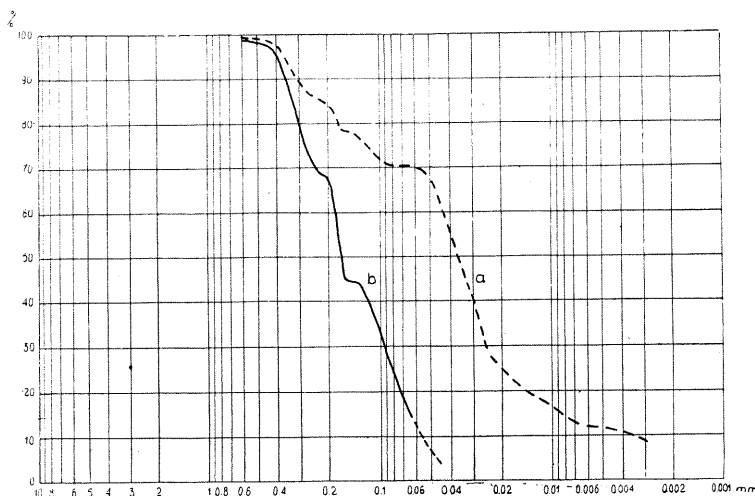


Fig. 2. Jabłonów I. Krzywe granulometryczne utworów stokowych
a. materiał drobny; b. materiał grubszy

Rawką — pod Kurzeszynem. Należy podkreślić, że to ograniczenie przestrzenne odnosi się do wszystkich trzech wymiarów.

Całość osadu okazuje wyraźny rytm warwowy (fig. 1; fot. 2, 3, 4). Składają się nań rytmicznie powtarzające się jedną nad drugimi warstwy mułku i warstwy piasku. Grubość tych warstewek waha się od kilku mm do 40 cm, a przeciętnie wynosi 10 cm. Warstwy są nie zawsze ciągłe. Często mają kształt soczewek urywających się na przestrzeni 3 m. Ważnym szczegółem strukturalnym są wygięcia warstw, czasem tak znaczne i tak przechylone, że nabierają charakteru plikacji (fot. 5, 6, 8). Warstwy są nachylone w kierunku osi doliny. Charakterystyczne jest przy tym, że wartość nachylenia warstw wzrasta od stropu do spągu oraz na zewnątrz od osi doliny.

Osobliwie przedstawia się tekstura osadu (fot. 6, 7, 9). Materiał mułkowy posiada o wiele bardziej zróżnicowaną frakcję, od piaszczystej przez pylastą aż do ilastej. Natomiast w warstewkach grubszego mate-

riału występuje stosunkowo bardzo znaczna monotonia frakcji (fig. 2). Można tu mówić o teksturze *openwork* w miniaturze.

Stokowy charakter warstwowanych osadów mułkowo piaszczystych, pospolitych w strefie krawędziowej Wyżyny Łódzkiej nie ulega najmniejszej wątpliwości. Świadczy o tym znaczny udział materiału pylastego, struktura tych utworów i sytuacja geomorfologiczna.

Nachylenie warstw zgodne ze stokiem widoczne w wielu odkrywkach oraz struktury fałdkowe, rozwinięte nieraz w postaci pięknych plikacji, dowodzą denudacyjnego i stokowego pochodzenia utworów. W Dobieszkowie utwory mułkowo piaszczyste występują nie tylko na terasowatym spłaszczeniu, lecz również w pobocznych nieckach korazyjnych, położonych około 20 m powyżej tego spłaszczenia (11, 12). Obecność tego typu osadów w nieckach korazyjnych jest także niewątpliwym dowodem stokowego pochodzenia omawianego typu utworów.

Wspomniana już sytuacja osadów mułkowo piaszczystych w dolinie Mroźnicy dowodzi również tego, że nie są one związane z procesami działającymi wzdłuż osi doliny, lecz z procesami zorientowanymi poprzecznie do osi dolinnej. Spąg ich znajduje się w różnych poziomach w stosunku do dna dolinnego i ukazują się one na stoku lokalnie. Bardzo charakterystyczna jest dla nich morfologia stoków, na których się ukazują. Występują często poniżej spłaszczeń stokowych wyraźnie denudacyjnych, bo okazujących powierzchnię podłoża. Częsty jest ich związek z ostrogami denudacyjnymi, które niejednokrotnie, zwłaszcza w niższych partiach stokowych, są otulone tymi utworami. Podobnie występują *grèzes litées*, jak widać z przedstawień Malaurie i Guillien (24, str. 717) oraz Guilcher i Tricart (15, str. 92). Bardzo wymownym dowodem stokowego pochodzenia omawianych osadów jest również występowanie warstewek gleby kopalnej widoczne w wielu poziomach aż do głębokości około 7 m (fig. 1; fot. 8).

Peryglacjalne utwory stokowe rytmicznie warstwowane posiadają wiele cech wspólnych z francuskimi *éboulis ordonnés* lub *grèzes litées*. Mają podobną sytuację geomorfologiczną oraz szereg cech strukturalnych i teksturalnych. Posiadają ten sam rytm warwowy określony przez sposób następstwa materiału grubszego i drobniejszego. W całości wykazują znaczną homogeniczność materiału, przy czym drobniejszy materiał jest bardziej zróżnicowany granulometrycznie. Materiał grubszy jest bardziej jednorodny podobnie jak we francuskich *grèzes litées*. Sytuacja na stoku, wyraźna asymetria występowania oraz spękania i inne zaburzenia peryglacjalne układu osadów dopełniają szereg cech upodabniając podłódzkie utwory z francuskimi osadami stokowymi rytmicznie warstwowanymi.

Należy jednak podkreślić i pewne różnice naszych utworów w sto-

sunku do francuskich. Najbardziej z nich uderzające dotyczą jakości materiału i typu asymetrii. Olbrzymia większość *éboulis ordonnés* opisywanych w literaturze francuskiej odznacza się grubszym materiałem, często płytkowatym. Nie wydaje się jednak, aby z tego powodu nie można było zaliczyć podłódzkich utworów do tej samej kategorii. Wszakże w Limousin nie ma w osadach stokowych odkrytych przez Beaujeu-Garnier materiału grubego. Tylko połowa najgrubszych ziarn przekracza 2 mm. Charakter materiału w *éboulis ordonnés* zależy przede wszystkim od cech litologicznych obszaru i od właściwości klimatycznych

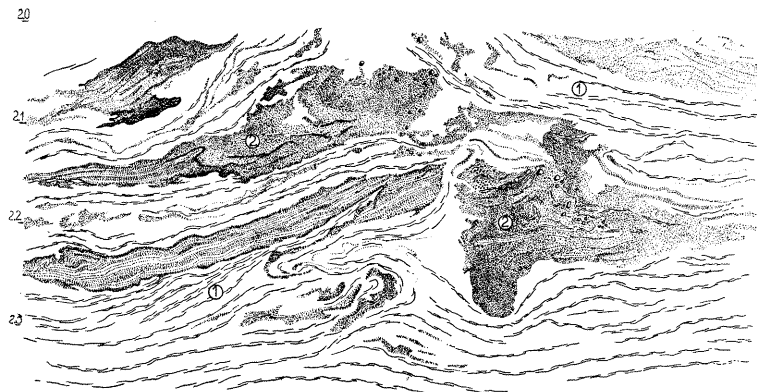


Fig. 3. Jabłonów I. Wycinek przedstawiający strukturę osadu
1. mułki; 2. piasek średnio- i gruboziarnisty, bezstrukturalny

modyfikujących przebieg procesów stokowych. Tricart (15, str. 93) sądzi, że przy nielicznych zaspach śnieżnych dominował proces kongeliflukcji pokrywowej osadzającej warstwy mułkowe.

Za mało w tej chwili znamy podłódzkie stokowe osady warstwowane. Na podstawie jednak szeregu cech, a przede wszystkim obfitości materiału pylastego oraz struktur plikacyjnych, można wnosić o wybitnym, może nawet decydującym udziale kongeliflukcji w transporcie, który doprowadził do wytworzenia tych osobliwych utworów (fot. 8, 10).

Przykłady odkrywek znad Mrożycy wskazują na znaczny udział spłukiwania w wytworzeniu omawianych osadów (fig. 1, 3). Wynika to z istnienia warstw, warstewek i smug piaszczystych. Warto przypomnieć, że znaczenie spłukiwania w tworzeniu osadów typu *éboulis ordonnés* jest silnie podkreślane przez wielu badaczy. Szczególnie akcentuje rolę tego procesu Malaurie (24, str. 712—713) na podstawie swych studiów grenlandzkich. Znamienne i godne uwagi jest to, że udział warstw piaszczystych nie jest jednakowy w całości osadu. Częstotliwość i grubość tych warstw zmniejsza się od spągu do stropu. Ku górze warstwy piasku

stają się coraz cieńsze i pojawiają się coraz rzadziej ustępując miejsca mułkom, które wreszcie stanowią prawie jednolitą masę.

Nasuwa się interpretacja klimatyczna przedstawionego faktu. Od spągu ku stropowej masie mułkowej zaznaczają się zdarzenia wynikające ze zmian klimatycznych. Przeważająca początkowo działalność wody

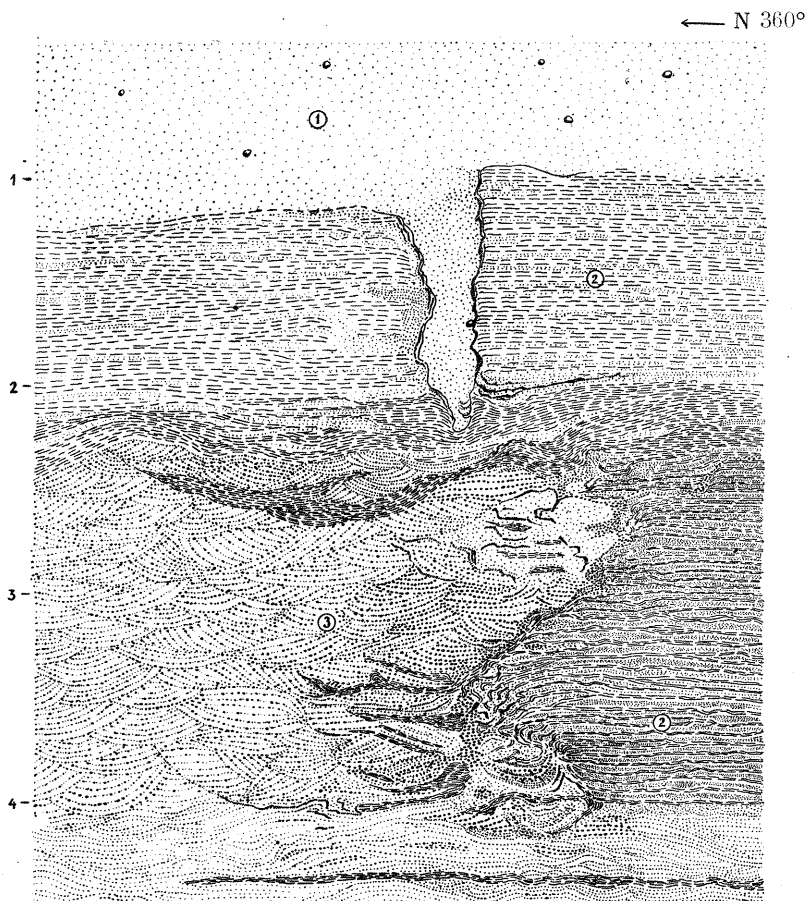


Fig. 4. Jabłonów II. Rytmiczne osady stokowe

1. bezstrukturalny piasek pokrywowy z glazikami; 2. mułki; 3. warstwowany piasek rzeczny

w postaci spłukiwania stopniowo się zmniejsza. Odpowiednio narasta działalność kongeliflukcji, która wreszcie panuje niemal niepodzielnie.

Na tej podstawie można wnosić, że od początku ku końcowi powstawania warstwowanych osadów stokowych zmniejszała się wilgotność. Stopniowe ograniczanie wilgotności było wynikiem zaostrejającego się klimatu, czego jaskrawym dowodem jest klin zmarzlinowy wcięty w osa-

dy mułkowate widoczny w drugiej odkrywce pod Jabłonowem (fig. 4; fot. 11).

Nie podobna natomiast w tej chwili zdecydować, czy kongeliflukcyjny transport mułków dokonywał się jedynie w rezultacie powierzchniowego tajania wiecznej zmarzliny, czy też należy się liczyć z wybitniejszą rolą płatów śnieżnych. Według Bocza (4, str. 214—217) najdrobniejszy materiał przedostawał się pod pokrywą śnieżną i stamtąd był

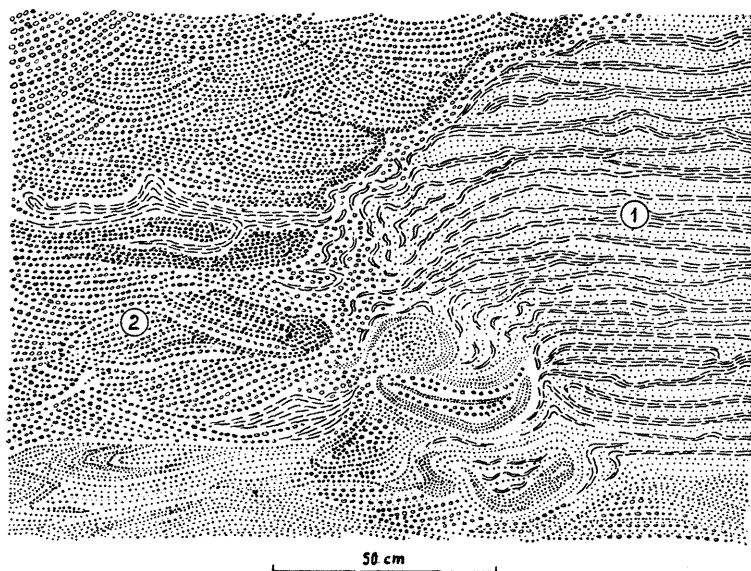


Fig. 5. Jabłonów II. Wycinek przedstawiający synchroniczne osady rzeczne i stokowe

1. mułki; 2. rzeczny piasek warstwowany

dalej po stoku transportowany przez podśnieżną kongeliflukcję. Za prawdopodobieństwem udziału płatów czy raczej zasp śnieżnych przemawia, jak się zdaje, asymetryczne występowanie osadów stokowych rytmicznie warstwowanych.

Odkrywki nad Mrożycą pozwalają na dalsze wnioski klimatyczne. Wiążą się one z utworem wieńczącym szereg osadów stokowych. W najwyższej części tych osadów znajduje się utwór kamienisto piaszczysty tworzący płaszcz grubiejący w kierunku osi doliny. Jest to również niewątpliwie osad stokowy. Przypomina on utwór opisywany przez Guillion (24, str. 719) spotykany w stropie *grèzes litées*. Nad Mrożycą materiał tego typu występuje zarówno w stropie osadów warstwowanych jak i w ich częściach dystalnych, zupełnie podobnie jak w przedstawieniach

Guillien. Są dowody, aby powstanie tego utworu tłumaczyć analogicznie do wyjaśnień Guillien, który je wiąże z wilgotniejszym klimatem w końcowym okresie powstawania peryglacjalnych osadów stokowych. Omawiany materiał stropowy nad Mrożycą wypełnia kliny zmarzlinowe, do czego przecież trzeba było ocieplenia klimatu, czemu znów musiał towarzyszyć wzrost wilgotności.

W dolnej części drugiej odkrywki pod Jabłonowem nad Mrożycą wi-

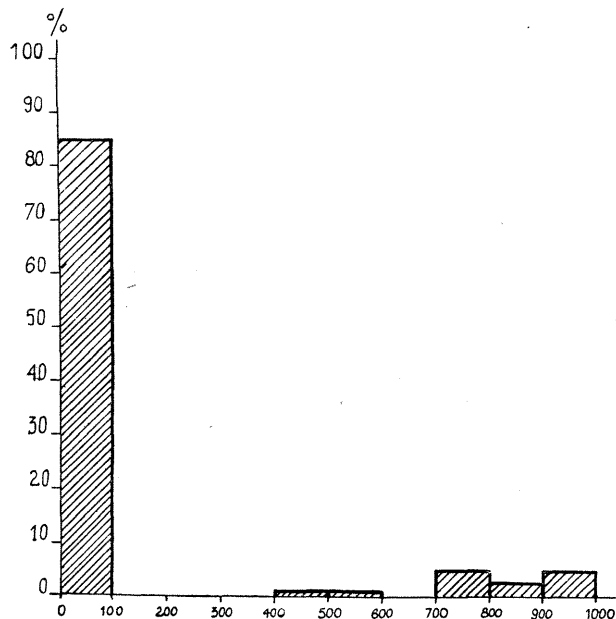


Fig. 6. Jabłonów II. Wskaźnik zaokrąglenia peryglacjalnych (?) osadów rzecznych

doczne jest zazębienie się osadów stokowych i rzecznych (fig. 4, 5). Z załączonych ilustracji można odczytać, że forma utworzona przez osady stokowe wtargnęła aż na dno dolinne (fot. 12). Później otuliły ją piaski i żwiry rzeczne. W strefie kontaktu pomiędzy obydwoimi typami osadów powstały zaburzenia stworzone przez ruchy mas i podrywającą działalność wód płynących (fot. 13). Wynika stąd, że warstwowane piaski spągowe są utworami wód peryglacjalnych. Można stąd wyprowadzić jeszcze jeden wniosek dotyczący stosunku osadów stokowych do dawnej rzeki peryglacjalnej (fig. 6). Denudacja stokowa doprowadzała materiał nie tylko do dna dolinnego, ale nawet do samej rzeki, która przez większą część roku była zamrożona. Warstwowane utwory stokowe były składane nawet na lodzie rzeczny. W okresie wylewów letnich osady rzecz-

ne były osadzane lokalnie na utworach stokowych w ich części spagowej. Równocześnie, po ruszeniu lodów dokonywało się podcinanie brzegów i erozja wgłębna. Wskutek tego wyższe części osadów stokowych powstawały już ponad poziomem rzeki i nie spotykamy w nich ławic rzecznych. Tego rodzaju mechanizm i w szczególności stosunek utworów stokowych do rzeki opisuje Malaurie z obszaru Skansen na Grenlandii (24, str. 709—710).

Nie prowadzono dotąd systematycznych badań warstwowanych osadów stokowych. Nie podobna więc w tej chwili dokładnie określić wielu cech tych utworów, a między innymi ich sytuacji. Na przykładzie jednak występowania tych utworów w dolinach Moszczenicy, Mroźnicy, Mrogi i Rawki można stwierdzić ich asymetrię przeciwną, niż we Francji. Osady te bowiem we wspomnianych dolinach są spotykane jedynie na stokach eksponowanych w kierunkach zachodnich.

Z tego faktu wynika, że i nasze warstwowane osady stokowe, jak i francuskie, mają sytuację asymetryczną. Stąd więc, jak również z tego, że są położone często poniżej spłaszczeń stokowych wynika ich możliwy związek z zaspami śnieżnymi. Należałoby jednak przyjąć odwrotny, niż we Francji kierunek przeważających wiatrów zimowych i surowszy klimat, który pozwalałby na dłuższe zaleganie śniegu na cieplejszych stokach. Sprawa ta wymaga jednakże dokładniejszych badań, bez których nie można się wypowiedzieć na temat warunków towarzyszących powstawaniu tych niezwykle interesujących utworów. Wolno jednak tymczasem zauważyć, że Poser (26, str. 65) dowodzi dominacji wschodnich wiatrów peryglacjalnych podczas Würmu na obszarze położonym na wschód od Odry.

Sprawa peryglacjalnych osadów stokowych rytmicznie warstwowanych jest nowa w Polsce jedynie ze względu na okoliczności towarzyszące ich genezie. Wszakże to zagadnienie jeśli się nie mieści w kategorii soliflukcji warstwowej wyróżnionej przez Jahnna (18, str. 259—260) to przynajmniej pozostaje z nią w bardzo ścisłym pokrewieństwie. Należałoby jednak zająć się nią bliżej, gdyż może ona rzucić wiele światła na szereg problemów klimatycznych i morfogenetycznych.

Jak widać z przeprowadzonych rozważań zagadnienie warstwowanych osadów stokowych wiąże się z kierunkami wiatrów peryglacjalnych i być może ze sprawą zaśnieżenia. Utwory te są również, i to najbardziej bezpośrednio, związane z asymetrią przebiegu procesów stokowych, a więc z tą kategorią zdarzeń morfogenetycznych, która miała największe znaczenie w morfogenezie peryglacjalnej.

Zarysowuje się w tym problemie zagadnienie niwacji w peryglacjalnym środowisku morfogenetycznym. Studia nad warstwowanymi osadami

stokowymi zapowiadają wiele w dziedzinie poznania szeregu elementów peryglacialnej rzeźby. Wynika to z ich związku z ostrogami denudacyjnymi i z nieckami korazyjnymi. Może najbardziej jednak interesujący jest związek tych utworów ze zrównaniami stokowymi. Przykłady znad Mroźcy zaznaczają kierunek wnioskowania, według którego zrównania wznoszące się ponad stokowymi osadami warstwowanymi prezentują się jako podobne do teras altyplanacyjnych. Taki jest prawdopodobnie charakter pedymentów peryglacialnych.

Pospolitym w dolinie Mroźcy spłaszczeniom denudacyjnym bardzo często odpowiadają stokowe osady warstwowane położone w dystalnych

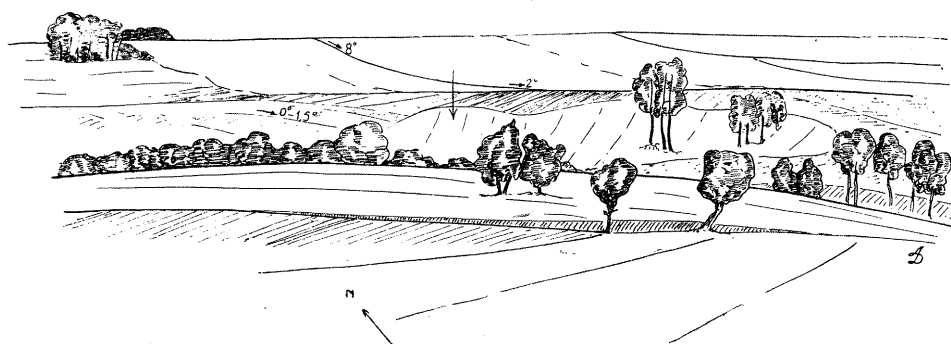


Fig. 7. Zrównanie stokowe w dolinie Mroźcy pod Niesułowem. Widoczne odsłonięcie utworów rytmicznie warstwowanych

częściach spłaszczeń. Powyżej, na materiale glacialnego podłoża występuje cienki płaszcz allochtonicznej zwietrzliny wykształconej podobnie jak stropowe części odkrywek pod Jabłonowem. Charakterystyczna przy tym jest warstwa głazów. Spłaszczenia takie, które zasługują na nazwę zrównań stokowych typu pedymentu, szczególnie pięknie wykształcone wskazać można pod Dobieszkowem i pod Niesułowem (fig. 7). W Niesułowem ponad małym zrównaniem stokowym widoczny jest stok stosunkowo stromy, o nachyleniu 8° .

Charakter rzeźby, ścięte podłoża zrównań i powlekający je materiał zwietrzelinowy u góry gruby i niewarstwowany, a w części dystalnej warstwowany pozwala opisywane formy tłumaczyć przy pomocy mechanizmu znanego z prac Eakina (14), Bocza (4) oraz Bocza i Krasnowa (5). Stromy stok jest efektem gwałtownego wietrzenia mroźowego być może przy współudziale zasp śnieżnych. Tę strefę intensywnego wietrzenia Bocza i Krasnow nazywają *strefą mroźowego*, względnie *śnieżnego zaboja*. Powierzchnie płaskie kształtują peryglacial-

ne procesy denudacyjne w postaci swobodnej wędrówki kamieni po nachylonej powierzchni śniegu, splukiwania i kongeliflukcji. Ten typ zrównania znany w rosyjskiej literaturze jako goliznowe terasy (*golcowyje tierrasy*) odpowiada terasom altyplanacyjnym. Wydaje się słusznym, aby zgodnie z Bauligiem (1, str. 181—182) zrównania tego typu włączyć do kategorii pedymentów.

Nasuwa się wreszcie pytanie, czy podobna do rytmicznie warstwowych osadów stokowych struktura lessów (13) nie pozostaje w związku z warunkami morfogenetycznymi omawianych utworów. Podobnie wydaje się również prawdopodobne, że tak zwane piaski wysokiego zasypiania wyróżnione przez Pożaryskiego (27) powstały w warunkach podobnych do osadów stokowych typu *éboulis ordonnés*. Wszakże są także utworami stokowymi i posiadają wybitnie zaznaczony rytm warwowy.

Literatura

1. Baulig H. — Surfaces d'aplanissement. *Ann. Géogr.*, no 325, 326, 1952.
2. Beaujeu-Garnier J. — A propos du modelé péri-glaciaire du Limousin. *Bull. Ass. Géogr. Français*, no 228, 1952.
3. Beaujeu-Garnier J. — Modèle périglaciaire dans le Massif Central français. *Rev. Géomorph. Dyn.*, 1953, no 6.
4. Bocz S. G. — Snieżniki i śnieżnaja erozija w sjewiernych czastiach Urała (Snowpatches and nivation in the northern part of Ural). *Izw. Wsjes. Gieogr. Obszcz.*, t. 78, wyp. 2, 1946.
5. Bocz S. G., Krasnow I. I. — Process golcowogo wyrówniwania i obrazowanie nagornych tierrasy (Process of altiplanation and origin of mountain terraces). *Priroda*, 1951, no 5.
6. Bout P. — Les dépôts de pente anciens du Vellay. *C. R. som. Soc. Géol. France*, 1949.
7. Bout P. — Sur un dépôt de pente villafranchien cryoturbé à Vazeilles (Hte-Loire). *Bull. Soc. Géol. France*, 5^e sér., t. 19, 1949.
8. Bout P. — Etudes de géomorphologie dynamique en Islande. *Expéd. Polaires Franç.*, 3, Paris 1953.
9. Cailleux A. — Cryopédologie. *Centre de Doc. Univ. Sorbonne*, Paris 1948.
10. Corbel J. — Sols striés et éboulis ordonnés. *Rev. Géomorph. Dyn.*, 1954, no 1.
11. Dylik J. — The concept of the periglacial cycle in Middle Poland. *Bull. Soc. Sci. Lettr. Łódź*, vol. III, 5, 1952.
12. Dylik J. — O peryglacjalnym charakterze rzeźby środkowej Polski. (résumé: Du caractère périglaciaire de la Pologne centrale). *Acta Geogr. Univ. Lodz.*, nr 4, Łódź 1953.
13. Dylik J. — Zagadnienie genezy lessu w Polsce (The problem of the origin of loess in Poland). *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 1, 1954.
14. Eakin H. M. — The Yukon-Koyukuk region, Alaska. *U. S. Geol. Surv.*, Bull. no 631, 1916.
15. Guilcher A., Tricart J. — La XXXVI^e Excursion Géographique Inter-universitaire, Champagne et Lorraine. *Ann. Géogr.*, no 335, 1954.

16. Guillien Y. — Les grèzes litées de Charente. *Rev. Géogr., Pyrénées et S-O.*, t. 22, 1951.
17. Guillien Y. — Présentation de la carte des phénomènes cryonivaux de la France. *Bull. Ass. Géogr. Français*, no 229—230, 1952.
18. Jahn A. — Zjawiska krioturbacyjne współczesnej i plejstocenijskiej strefy peryglacjalnej (summary: Cryoturbate phenomena of the contemporary and of the Pleistocene periglacial zone). *Acta Geol. Polonica*, vol. 2, 1951.
19. Judson S. — Rock-fragment slopes caused by past frost action in the Jura Mountains (Ain), France. *Jour. Geol.*, vol. 57, 1949.
20. Lais R. — Über Höhlensedimente. *Quartär*, Bd. 3, 1941.
21. Lewis W. V. — Nivation, river grading, and shoreline development in South-East Iceland. *Geogr. Jour.*, vol. 88, 1936.
22. Lewis W. V. — Snow-patch erosion in Iceland. *Geogr. Jour.*, vol. 94, 1939.
23. Malmström J. — Evolution actuelle des pentes sur la côte ouest du Groenland (baie de Disko). *Bull. Ass. Géogr. Français*, no 198—199, 1949.
24. Malmström J., Guillien Y. — Le modelé cryo-nival des versants meubles de Skansen (Disko, Groenland). Interprétation générale des grèzes litées. *Bull. Soc. Géol. France*, 6^e sér., t. 3, 1953.
25. Paterson T. T. — Physiographic studies in North West Greenland. *Medd. om Grönland*, Bd. 151, no 4, 1951.
26. Poser H. — Boden- und Klimaverhältnisse in Mitteleuropa während der Würmeiszeit. *Erdkunde*, Bd. 2, 1948.
27. Pożaryski W. — Plejstocen w przełomie Wisły przez Wyżyny Południowe (summary: The Pleistocene in the Vistula gap across the Southern Uplands). *Prace Inst. Geol.*, t. 9, 1953.
28. Tricart J. — Le modelé des pays froids, fasc. 1: Le modelé périglaciaire. *Cours de géomorphologie*, 2^e partie, fasc. I, CDU, Paris.



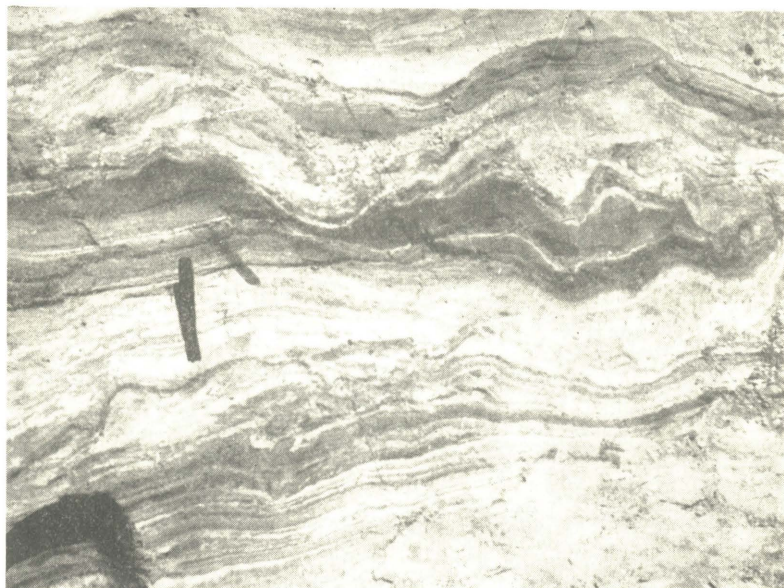
fot. autor, 1955

Fot. 1. Jabłonów I. Osady stokowe rytmicznie warstwowane



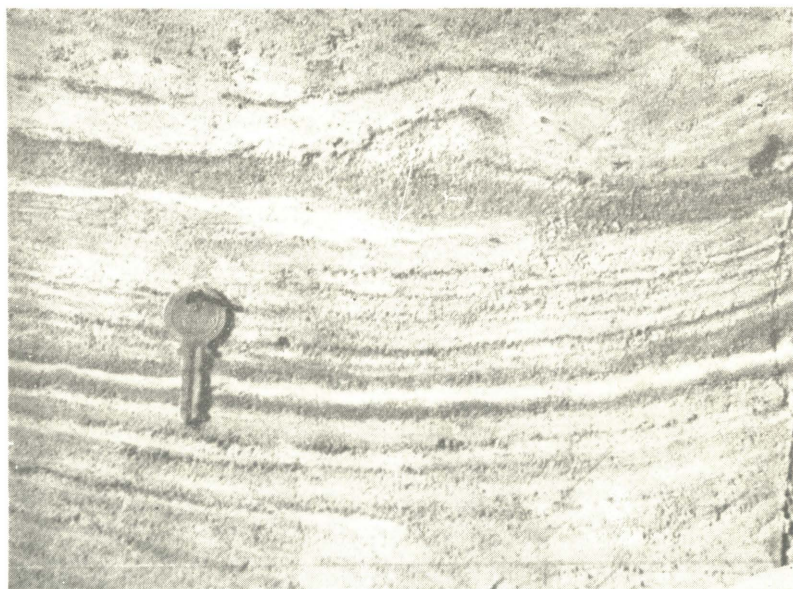
fot. autor, 1955

Fot. 2. Jabłonów I. Struktura osadów stokowych



fot. autor, 1955

Fot. 3. Jabłonów I. Struktura osadów stokowych



fot. autor, 1955

Fot. 4. Jabłonów I. Struktura rytmicznych osadów stokowych



fol. autor, 1955

Fot. 5. Jabłonów I. Struktura typu plikacji w osadach stokowych. Widoczne zróżnicowanie tekstury



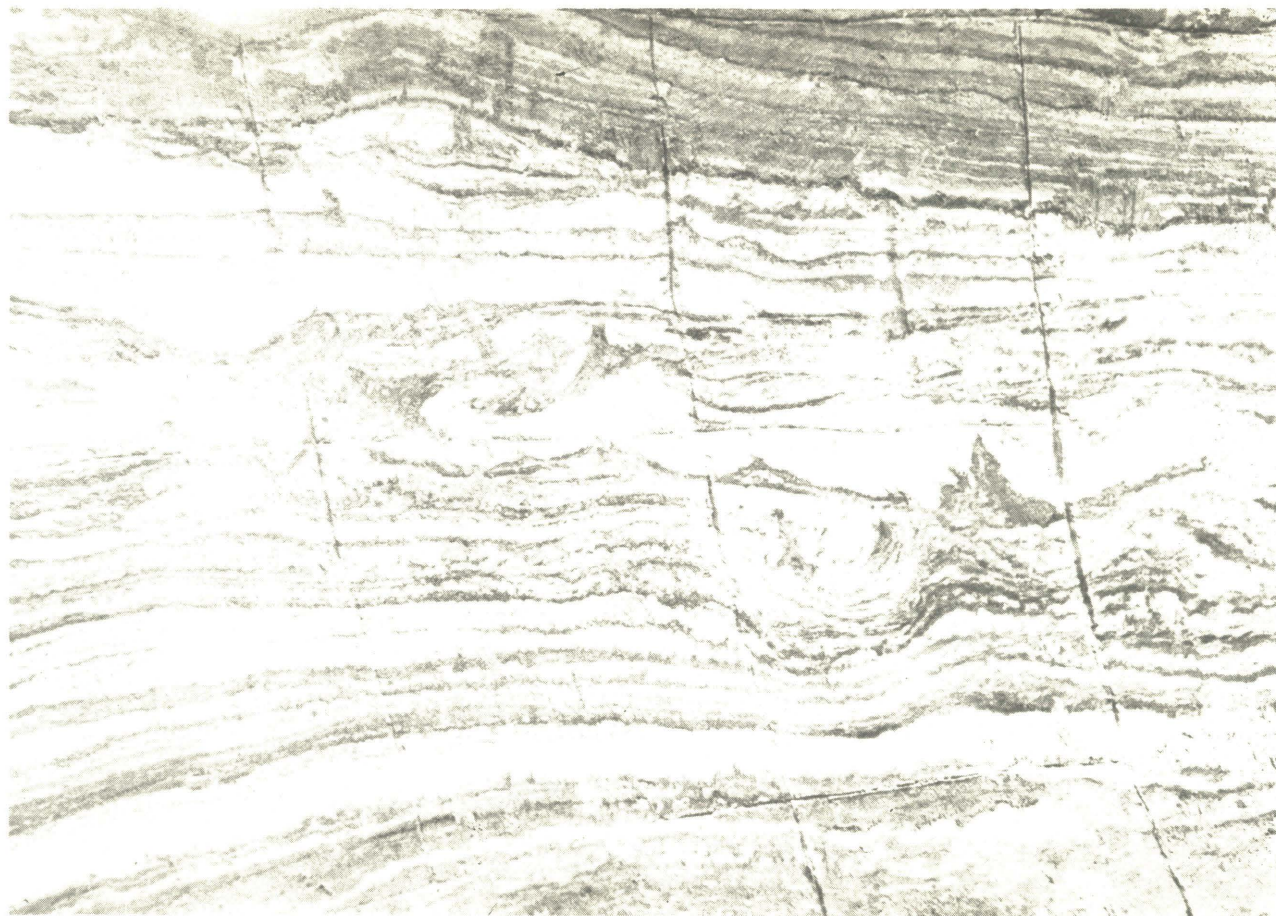
fot. autor, 1955

Fot. 6. Jabłonów I. Fragment plikacji. Widoczne zróżnicowanie tekstury

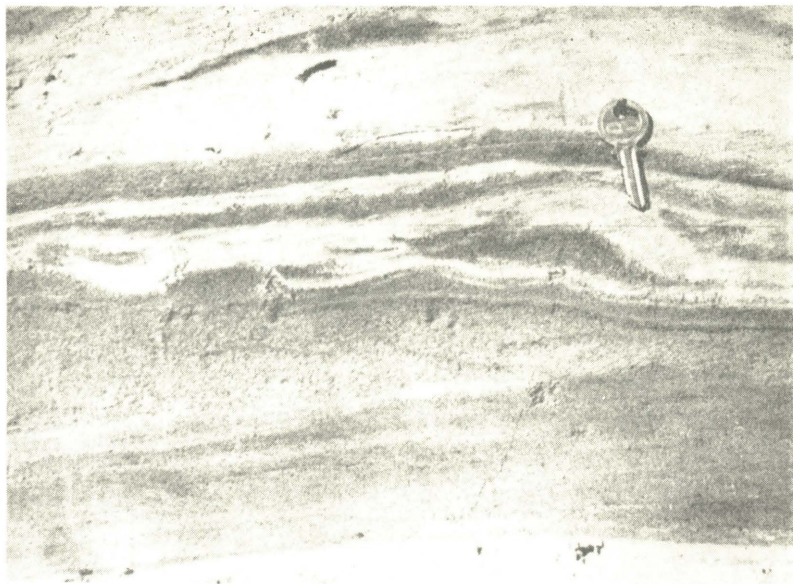


fot. autor, 1955

Fot. 7. Jabłonów I. Tekstura osadów stokowych

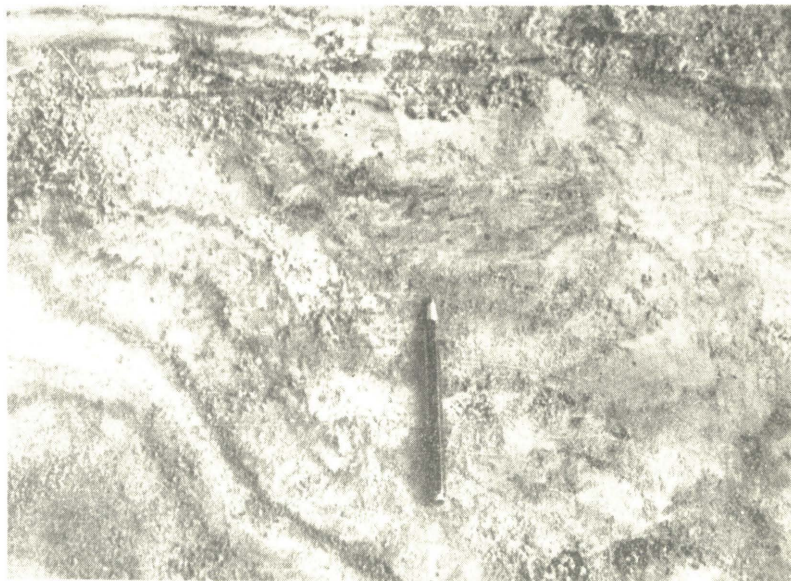


Fot. 8. Jabłonów I. Struktura osadów stokowych. Allochtoniczna gleba kopalna w plikacjach *fot. autor, 1955*



fot. autor, 1955

Fot. 9. Jabłonów I. Zróznicowanie tekstury



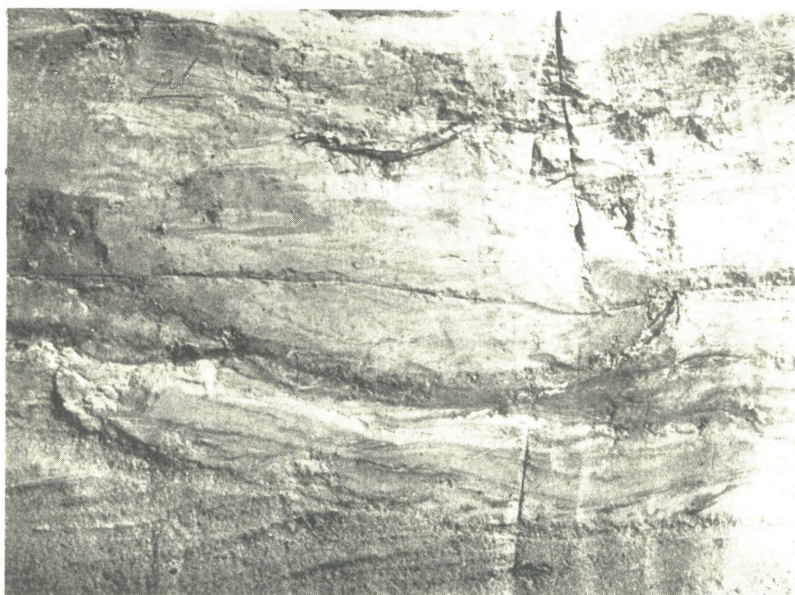
fot. autor, 1955

Fot. 10. Jabłonów I. Struktura kongeliflukcyjna w planie



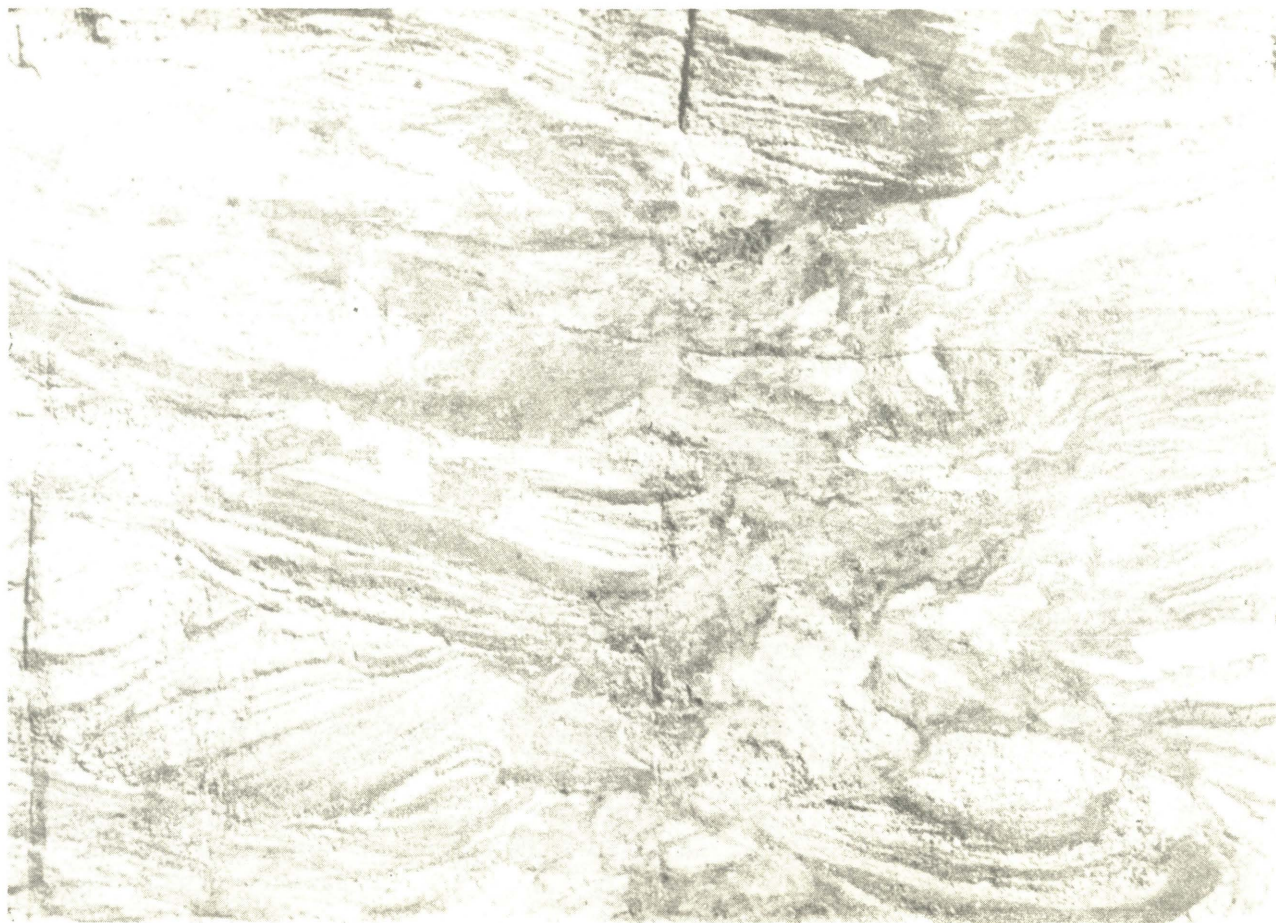
fot. autor, 1954

Fot. 11. Jabłonów II. Klin zmarzlinowy w stropie osadów stokowych



fot. autor, 1955

Fot. 12. Jabłonów II. Spąg osadów stokowych ścinających utwory rzeczne



fot. autor, 1955

Fot. 13. Jabłonów II. Kontakt utworów stokowych (prawa strona) z rzecznyymi