

Klasyfikacja litogenetyczna peryglacialnych pokryw stokowych w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego

Halina Pawelec*

Lithogenetic classification of periglacial slope covers in the southern part of the Ojców Plateau (southern Poland). Prz. Geol., 52: 990–996.

S u m m a r y. New genetic classification of periglacial slope covers is proposed on the basis of sedimentological studies carried out in the southern part of the Ojców Plateau (S Poland). The investigations aimed at recognition of diagnostic criteria for slope deposits classification, through detailed sedimentological analysis. The following periglacial slope covers have been distinguished and described: weathered debris, scree deposit, deposit of low-dense mass flow, deposit of solifluction or of dense mass flows, slope loess, deluvial loess. This paper is a case study for a discussion on diagnostic criteria for slope deposit types identification. The proposition may be a step towards a uniform genetic typology of terrestrial slope covers.

Key words: slope loess, deluvia, deposit of mass flows, scree deposit, Ojców Plateau, periglacial, Pleistocene

W ostatnich latach nastąpił rozwój badań lądowych pokryw stokowych, opartych na szczegółowej analizie teksturalno-strukturalnej. Do niedawna utwory te rzadko były obiektem zainteresowania sedymentologów, obecnie prowadzone są coraz liczniejsze badania regionalne, zmierzające do uporządkowania ich genetycznej typologii (m.in. Bertran i in., 1995, 1997; Van Steijn i in., 1995; Blikra, Nemeč, 1998; Matsuoka, 2001). W nurcie tym mieszczą się badania przeprowadzone przez autorkę w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego, których rezultatem jest przedstawiona niżej klasyfikacja peryglacialnych pokryw stokowych. Klasyfikacja ta może być traktowana jako przyczynek do dyskusji nad diagnostycznymi kryteriami wydzielenia utworów stokowych. W literaturze dotyczącej obszaru Polski stan badań w tym zakresie nie jest zadowalający. W regionalnych opracowaniach pokryw gruzowych dominuje opis oparty na cechach teksturalnych np. pokrywy gliniasto-gruzowe, piaszczysto-gruzowe. Szczególnie słabo rozpoznane są spływowe osady stokowe. W badaniach lessów, współwystępujące osady stokowe najczęściej są traktowane marginalnie i nazywane ogólnikowo solifluktydami, koluwiami, deluwiami. Chociaż stosunkowo liczne są opracowania poszczególnych typów utworów stokowych, rzadko podejmowano próby stworzenia ich generalnej typologii oraz uporządkowania terminologii i metodyki badań (Migoń, Traczyk, 1998). Również w podstawowych w polskiej literaturze podręcznikach dotyczących analizy osadów nie poświęcono wiele uwagi lądowym utworom stokowym (Rühle, 1973; Gradziński i in., 1986; Mycielska-Dowgiałło, Rutkowski, 1995). Opracowania geomorfologiczne koncentrowały się na rzeźbie stoków i formach akumulacji podstokowej (Klimaszewski, 1978; Marks, 1992). Zdaniem autorki, jedynie dalszy rozwój badań opartych na szczegółowej analizie sedymentologicznej umożliwi utworzenie w przyszłości jednolitej typologii genetycznej lądowych pokryw stokowych, która będzie dobrą podstawą dla rekonstrukcji paleogeograficznych

oraz studiów porównawczych przebiegu procesów stokowych.

Obszar badań

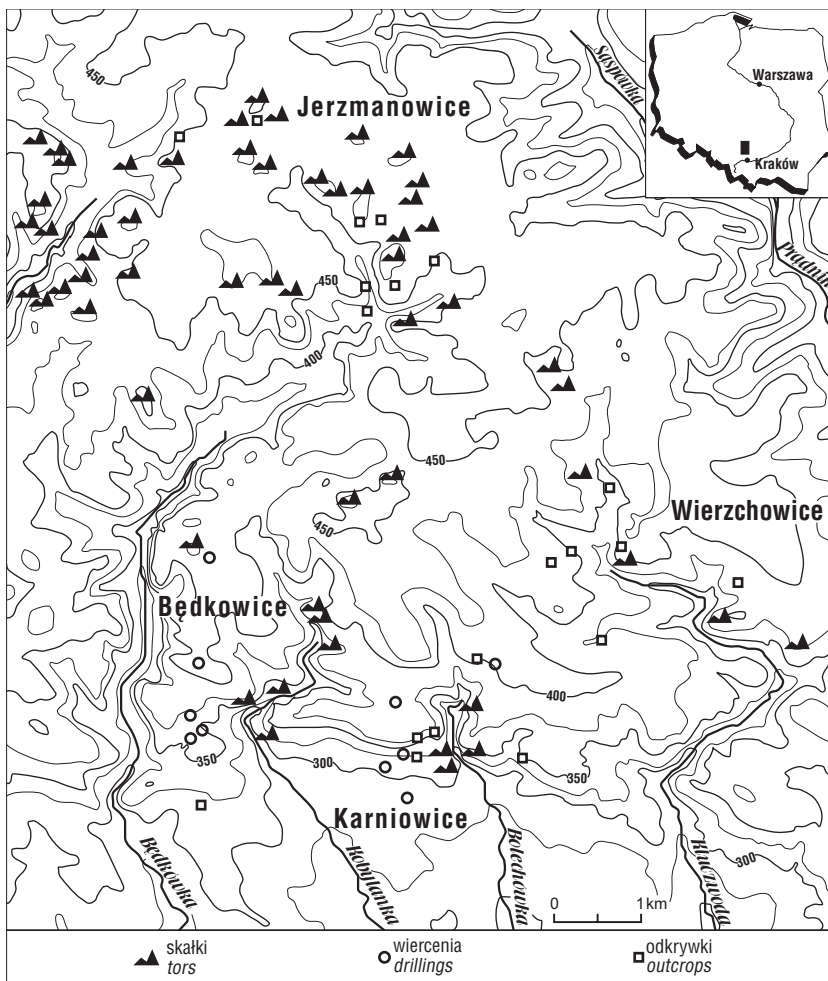
Obszar badań leży w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego (ryc. 1). W podłożu tego obszaru znajduje się południowa część monokliny śląsko-krakowskiej oraz północna krawędź i brzeżne części Rowu Krzeszowickiego. Podłoże czwartorzędu w obrębie monokliny śląsko-krakowskiej tworzą wapienie górnej jury, zróżnicowane facjalnie na wapienie masywne oraz uławiczone (Dżułyński, 1952; Matyszkiewicz, 1997). Lokalnie występują utwory górnej kredy (Rutkowski, 1993). W obszarze Rowu Krzeszowickiego skały mezozoiku przykryte są osadami morza miocenijskiego (Rutkowski, 1993). Plejstocen reprezentują osady jaskiniowe (Madeyska-Niklewska, 1969) oraz lessy i gruzowe osady stokowe (Walczak, 1956; Gradziński, 1972; Rutkowski, 1993; Pawelec, 2001). W literaturze istnieją informacje o obecności w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego zwietrzelin krasowych (m.in. Alexandrowicz, 1969; Felisiak, 1992) oraz osadów glacialnych (Walczak, 1956; Rutkowski, 1993). W przedstawianych badaniach rezydium krasowe oraz glacialne napotkano jedynie w krawędziowej strefie płaskowyżu (Pawelec, 2001). Na przeważającej części badanego obszaru, bezpośrednio na górnourajskim podłożu, występują pokrywy peryglacialne, będące przedmiotem niniejszego opracowania. Są to utwory zbudowane z gruzu (powstałego w rezultacie wietrzenia mrozowego) oraz materiału lessowego.

Powierzchnia obszaru nachylona jest w kierunku południowym. Obniża się od 512 m n.p.m. (Skalka) do 350 m n.p.m. w rejonie proggu płaskowyżu, gdzie opada krawędzią tektoniczną (o wysokości ok. 50 m) do Rowu Krzeszowickiego. Wierzchowina ma charakter falistej powierzchni (przeważają nachylenia: 2–5°), ponad którą wznoszą się formy skałkowe o wysokości do ok. 20 m. Teren rozcinają doliny rzeczne o przebiegu południkowym.

Metody badań

Rozpoznanie budowy pokryw stokowych oparto na analizie 50 stanowisk (odkrywek i wierceń z użyciem mechanicznej wiertni ślimakowej). Opracowano szcze-

*Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; hpawelec@wnoz.us.edu.pl



Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny obszaru badań

Fig. 1. Location of study area

główne profile litologiczne. Dokonano pomiarów orientacji długich osi klastów oraz azymutów kątów upadu lamin i warstw osadów. Wykonano analizy uziarnienia pokryw stokowych (metodą sitową i areometryczną). Ze względu na udział lessu w budowie pokryw stokowych podział na typy granulometryczne oparto na klasyfikacji Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego.

Typy genetyczne peryglacialnych pokryw stokowych

W przedstawianym opracowaniu terminem pokrywa stokowa zostały określone wszystkie utwory powstałe na stokach (zwietrzelinowe, eoliczne oraz wszelkie osady redeponowane w efekcie procesów stokowych). W rezultacie badań rozpoznano następujące typy genetyczne peryglacialnych pokryw stokowych: pokrywy zwietrzelinowe, osady usypiskowe, osady spływów masowych małej gęstości, osady soliflukcyjne lub spływów masowych dużej gęstości, lessy stokowe, deluwia lessowe. W tabeli 1 zestawiono diagnostyczne kryteria ich wydzielenia. Przedstawiona niżej charakterystyka poszczególnych typów pokryw obejmuje ich główne cechy teksturalno-strukturalne, będące podstawą interpretacji genetycznej.

Pokrywy zwietrzelinowe reprezentowane są przez diamiktony gruboziarniste o zwartym szkieletcie ziarnowym i masywnej strukturze. Zbudowane są z klastów o frakcji drobniejszej w kierunku stropu oraz orientacji długich osi zgodnej z przebiegiem szczelin, spękań i ławic zaznaczających się w skalistym podłożu. Utwory te wystę-

pują na lokalnych spłaszczeniach stokowych, na powierzchni lub pod przykryciem osadów stokowych. Osiągają miąższość do 1,5 m. Zbudowane są z ostrokrawędzistych wapieni i krzemieni. W pokrywach zalegających na powierzchni współczesne procesy wietrzenia chemicznego/glebowe zaznaczyły się przeobrażeniem ich stropowych części. Występują tam klasty wapieni o gładkich powierzchniach i zaokrąglonych kształtach, bez śladu krawędzi. W składzie ziarnowym pokryw zwietrzelinowych dominują frakcje gruboziarniste (udział frakcji 5–30 cm: 57–70%). W obrębie materiału drobnoziarnistego (<2 mm) przeważają frakcje piaszczyste (45–60%) a udział frakcji ilastych jest niewielki (zawartość łu koloidalnego: 15–18%), (ryc. 2D). Badane pokrywy cechuje zróżnicowanie kształtu klastów. Część z nich zbudowana jest z klastów o pokroju zbliżonym do izometrycznego a w pozostałych dominują klasty o pokroju zbliżonym do tabliczkowego.

Dominacja w pokrywach zwietrzelinowych ostrokrawędzistych wapieni dowodzi, że są one bezpośrednim produktem wietrzenia mrozowego. Potwierdza to niewielka w nich zawartość łu koloidalnego. Dowiedziono bowiem że frakcje koloidalne powstają głównie w rezultacie wietrzenia chemicznego (Hopkins, Sigafos, 1951; Lautridou, Ozouf, 1982; Mycielska-Dowgiałło, 1995). Dominacja frakcji gruboziarnistych świadczy, że wapienie występujące w podłożu badanego obszaru, ulegały makrogeliwacji czyli rozpadowi na grube frakcje — bloki, gruz, przy niewielkim udziale frakcji drobnoziarnistych (Tricart,

1960). Zróżnicowanie kształtu klastów, w omawianych pokrywach, wykazuje ścisły związek ze zmiennością facjalną skalistego podłoża. Pokrywy zwietrzelinowe, rozwinięte na podłożu wapieni masywnych, zbudowane są z klastów o kształcie zbliżonym do izometrycznego a pokrywy zwietrzelinowe, rozwinięte na podłożu wapieni uławicznych — z klastów o pokroju zbliżonym do tabliczkowego.

Osady usypiskowe reprezentowane są przez diamiktony gruboziarniste, o zwartym szkielecie ziarnowym. W osadach tych dominuje masywna struktura oraz chaotyczna orientacja długich osi klastów (Francou & Héty, 1989; Blikra, Nemeč, 1998). Występują one u podnóży stromych stoków skalistych. Na badanym obszarze osady usypiskowe występują w postaci kopalnej (pod lessem, deluwiami lessowymi lub osadami spływów masowych). Stwierdzona miąższość osadów usypiskowych wynosi co najmniej 2 m. Tworzą je grzyby wapieni i krzemieni. Przy dominującej masywnej strukturze zaznacza się niekiedy pewne uporządkowanie klastów. Przejawia się ono obecnością

największych bloków w spągowej części osadów lub występowaniem warstwy klastów drobniejszych na warstwie osadów grubszej frakcji. Chociaż w omawianych osadach typowa jest bezładna orientacja klastów, w profilach zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie skałek stwierdzono orientację dłuższych osi klastów zgodną z nachyleniem stoku. W składzie osadów usypiskowych dominują frakcje gruboziarniste a udział frakcji poniżej 0,2 cm jest niewielki. Podobnie jak w pokrywach zwietrzelinowych, zaznacza się zróżnicowanie kształtu klastów wapieni (uwarunkowane zmiennością facjalną podłoża). Część opisywanych osadów usypiskowych posiada teksturę szkieletu ziarnowego bez matriksu (*openwork*). Przestrzenie pomiędzy klastami tylko miejscami wypełnia pelit wapienny, osypany z ich powierzchni. W pozostałych diamiktonach obecny jest pyłowy matriks (ryc. 2C).

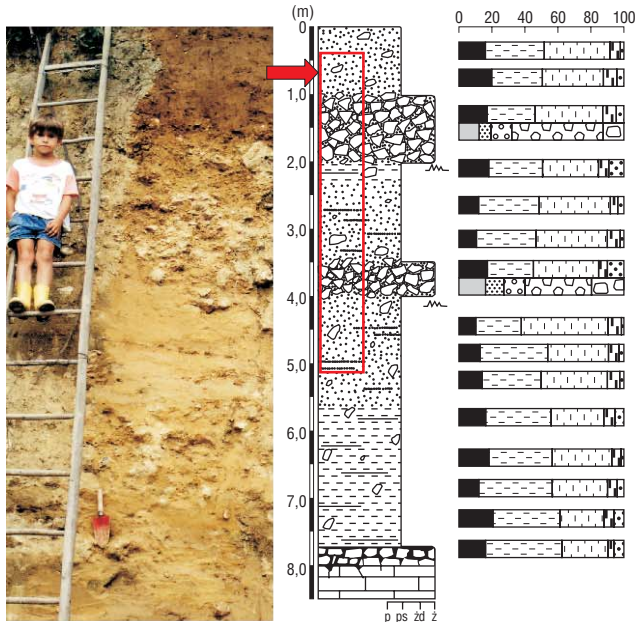
Stwierdzone w osadach usypiskowych uporządkowanie klastów, przejawiające się obecnością pojedynczych dużych bloków w spągowej części osadów, tłumaczy mechanizm akumulacji na stoku usypiskowym. Dowie-

Tab. 1. Diagnostyczne kryteria wydzielenia pokryw stokowych w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego

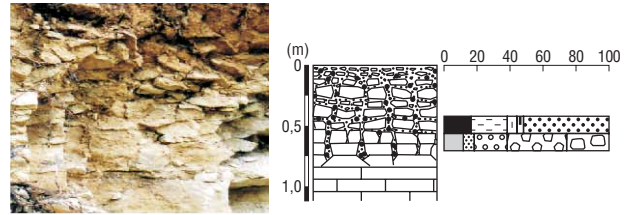
Table 1. Diagnostic criteria for slope covers classification in the southern part of the Ojców Plateau

Typ genetyczny <i>Genetic type</i>	Morfologiczna lokalizacja <i>Morphology location</i>	Maksymalna miąższość lawic <i>Max. thickness</i>	Tekstura <i>Texture</i>		Struktura <i>Structure</i>	Orientacja długich osi klastów <i>Clast orientation</i>
pokrywy zwietrzelinowe <i>weathered debris</i>	spłaszczenia stokowe <i>slope terraces</i>	1,5 m	diamikton gruboziarnisty, o zwartym szkielecie ziarnowym <i>coarse-grained, clast-supported diamicton</i>	normalne uziarnienie frakcjonalne <i>normal grading</i>	masywna <i>massive</i>	zgodna z kierunkami spękań podłoża concordant <i>to joint network in bedrock</i>
osady usypiskowe <i>scree deposits</i>	podnóża ścian skalnych <i>foot of rock walls</i>	co najmniej <i>at least</i> 2 m		często tekstura "openwork" <i>often openwork</i>		beźładna lub zgodna z kierunkiem nachylenia stoku <i>chaotic or concordant to slope inclination</i>
osady spływów o małej gęstości <i>low-dense debris</i>	podnóża stromych stoków <i>foot of steep slopes</i>	1,2 m		homogeniczna lub normalne uziarnienie frakcjonalne <i>homogeneous or normal grading</i>		zgodna z kierunkiem nachylenia stoku <i>concordant to slope inclination</i>
osady soliflukcyjne lub spływów o dużej gęstości <i>solifluctites and high-dense debris</i>	łagodne stoki, ich podnóża, spłaszczenia stokowe <i>gentle slopes, foot of gentle slopes, slope terraces</i>	3 m	diamikton gruboziarnisty, o rozproszonym szkielecie ziarnowym <i>coarse-grained, matrix-supported diamicton</i>		masywna, miejscami laminacja pozioma lub fluidalna <i>massive, points horizontal lamination or flow folds</i>	zgodna z kierunkiem nachylenia stoku, prostopadła do nachylenia stoku <i>concordant or discordant to slope inclination</i>
lessy stokowe <i>slope loess</i>	stoki <i>slopes</i>	7 m	pył ilasty lub il pyłasty z pojedynczymi okruchami <i>silty clay or clayey silt with singular angular clasts</i>		masywna, miejscami laminacja pozioma <i>massive, points horizontal lamination</i>	beźładna <i>chaotic</i>
deluwia lessowe <i>loess deluvia</i>	podnóża stoków, spłaszczenia stokowe <i>footslopes, slope terraces</i>	6 m			laminacja pozioma lub falista <i>horizontal or wavy lamination</i>	zgodna z kierunkiem nachylenia stoku <i>concordant to slope inclination</i>

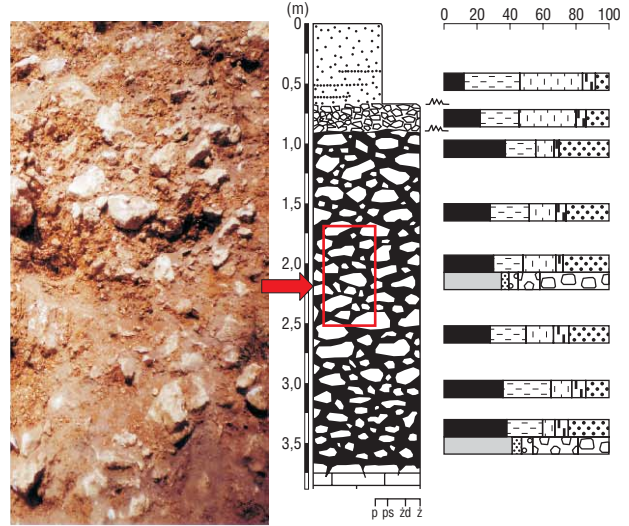
Ryc. 2. Typy genetyczne peryglacialnych pokryw stokowych w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego
Fig. 2. Genetic types of the periglacial slope covers in the southern part of the Ojców Plateau



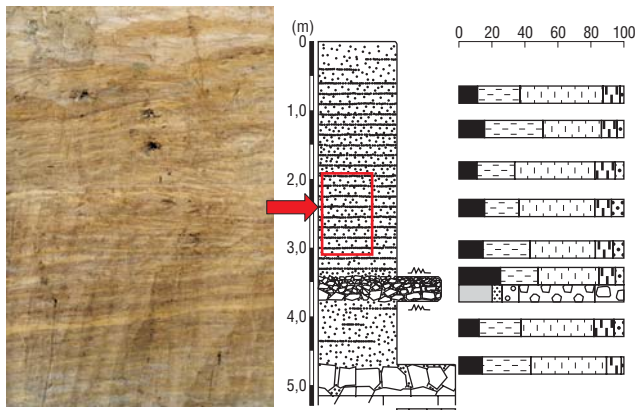
A – lessy stokowe, przewarstwione osadami splywu małej gęstości
slope loess intercalated with deposits of low-density mass flows



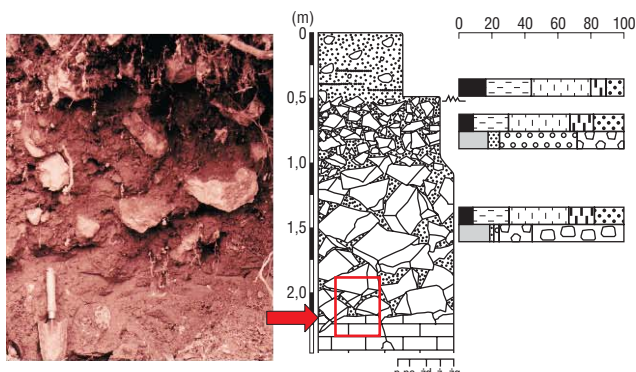
D – pokrywa zwietrzelinowa
weathered debris



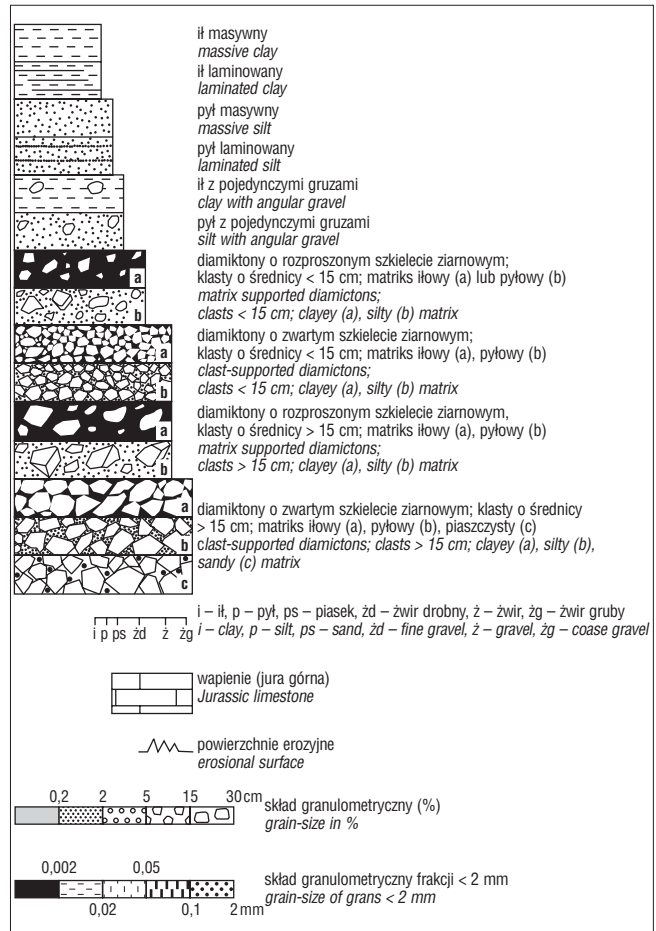
E – osady soliflukcyjne, w stropie osady splywu małej gęstości a na nich deluwia lessowa
a succession of solifluctite covered by low-dense debris and loess deluvia on top



B – deluwia lessowa, przewarstwione osadami splywu małej gęstości
loess deluvia intercalated with deposit of low-density mass flow



C – osady usypiskowe, w stropie deluwia lessowa z pojedynczymi okruchami
scree deposit covered by loess deluvia with singular scree



dziono, że ruch odłamków po powierzchni stoku usypiskowego jest kontrolowany przez ich wielkość — największe i najcięższe docierają najdalej i gromadzone są w dolnych częściach stoków, zaś na nie stopniowo wkracza materiał drobniejszy (Kotarba, 1976; Jahn, 1992). Obecność największych bloków stwierdzono w profilach oddalonych od współczesnych stoków skalistych, prawdopodobnie reprezentujących dolne części stoków usypiskowych. Uporządkowanie klastów, przejawiające się występowaniem warstwy klastów drobniejszych na warstwie gruboziarnistej, można tłumaczyć zmianą warunków klimatycznych (ochłodzeniem) podczas akumulacji osadów usypiskowych. Według badań Kotarby (1976) makrogeliwacja przeważa w klimacie umiarkowanie zimnym (o średniej rocznej temperaturze powyżej 0°), natomiast w klimacie bardzo chłodnym powstaje gruz drobniejszy. Podłużna orientacja klastów, spotykana w osadach zalegających w bezpośrednim sąsiedztwie skałek wskazuje, że osady te reprezentują górne części stoków usypiskowych. Chaotyczne ułożenie klastów jest uważane za typowe dla niższych części stoków (Francou & Héту, 1989; Blikra & Nemec, 1998). Dominacja frakcji kamienistych w składzie osadów usypiskowych potwierdza prawidłowość obserwowaną już przy analizie pokryw zwietrzelinowych — w wietrzeniu mrozowym dominowały procesy makrogeliwacji. Tekstura szkieletu ziarnowego bez matriksu jest typowa dla osadów usypiskowych (Blikra & Nemec, 1998). Drobnoziarnisty matriks obecny w części analizowanych osadów to materiał lessowy. Dowodzi tego uziarnienie matriksu (typowe dla lessu) a także niewielki udział frakcji drobnoziarnistych w składzie pokryw zwietrzelinowych oraz obserwowane w terenie ząębienie się lessu z osadami usypiskowymi. Wzbogacenie części osadów usypiskowych w materiał lessowy może być wynikiem zróżnicowanego przebiegu sedymentacji lessu na urozmaiconym podłożu. Może też ono świadczyć o występowaniu kilku generacji osadów usypiskowych, z których jedne powstały w okresie akumulacji lessu a drugie w okresie przerwy w jego depozycji.

Osady spływów masowych małej gęstości (niekohezyjnych) reprezentują diamiktony gruboziarniste. W ich składzie granulometrycznym dominują frakcje 2–15 cm (53–69%). Obecny w nich drobnoziarnisty matriks ma skład pyłu lub iłu pylastego (ryc. 2 A i B). Osady te tworzą pokrywy u podnóży stromych stoków. Osiągają miąższość do 1,2 m. Często tworzą przewarstwienia w obrębie lessów lub deluwiów lessowych. Zalegają zawsze na powierzchniach erozyjnych. Są to diamiktony o zwartym szkielecie ziarnowym i masywnej strukturze oraz dominującej orientacji długich osi klastów zgodnej z kierunkiem nachylenia stoku (Nemec & Steel, 1984; Postma, 1986; Blikra & Nemec, 1998). Osady spływów małej gęstości, występujące w postaci przewarstwień w lessach, mają teksturę homogeniczną. Natomiast w osadach spływów małej gęstości, tworzących przewarstwienia w deluwiach lessowych, występuje tekstura homogeniczna lub zaznacza się normalne uziarnienie frakcjonalne (por. Todd, 1989; Blikra & Nemec, 1998). W osadach przewarstwiających deluwia

spotykane są drobne bruzdy erozyjne o głębokości i szerokości kilku cm.

Analiza osadów zakwalifikowanych jako deponowane w rezultacie spływów masowych małej gęstości wskazuje na zróżnicowane warunki ich genezy. Głównymi czynnikami powodującymi formowanie się spływów małej gęstości była stromość stoków oraz silne uwodnienie utworów ulegających redepozycji (por. Rapp, 1960; Postma, 1986; Blikra & Nemec, 1998). Część omawianych osadów została deponowana w rezultacie spływów silnie uwodnionych. Na genezę w warunkach silnego uwodnienia wskazuje frakcjonalne uziarnienie oraz obecność bruzd erozyjnych. Część omawianych osadów powstała w efekcie mniej uwodnionych spływów niekohezyjnych. Są to diamiktony o zwartym szkielecie i homogenicznej strukturze, które występują jako przewarstwienia w lessie. Brak w nich śladów intensywnego zwilgotnienia środowiska, warunkującego rozwój spływów silnie uwodnionych (zawierają ostrokrawędziste wapienie i materiał lessowy podobny do otaczającego lessu). Osady tego typu powstały u podnóży bardzo stromych stoków, na których już przy niewielkim udziale wody mogło dojść do cieniokiego spływu.

Osady soliflukcyjne lub spływów masowych dużej gęstości (kohezyjnych) reprezentowane są przez diamiktony gruboziarniste o dominującej masywnej strukturze, rozproszonym szkielecie ziarnowym oraz dominującej orientacji długich osi klastów zgodnej z kierunkiem nachylenia stoku (ryc. 2E). Osady te tworzą pokrywy na łagodnych stokach, lokalnych spłaszczeniach stokowych oraz u podnóży stoków. Występują na powierzchni lub pod przykryciem osadów stokowych. Osiągają miąższość do 3 m. Uziarnienie analizowanych osadów wykazuje bimodalny rozkład frakcji. Obok frakcji żwirowych znaczny jest udział frakcji < 2 mm (34–41%). W obrębie drobnoziarnistego matriksu zawartość frakcji iłowych, pyłowych i piaszczystych jest zróżnicowana. Szkielet ziarnowy opisanych diamiktonów tworzą wapienie i krzemienie. Podobnie jak w wyżej omówionych typach utworów zaznacza się zróżnicowanie kształtu klastów, uwarunkowane zmiennością facjalną podłoża. Chociaż dla opisanych osadów typowa jest masywna struktura miejscami występuje laminacja pozioma lub falista. W analizowanych osadach dominuje orientacja długich osi klastów zgodna z kierunkiem nachylenia stoku. Miejscami stwierdzono nachylenie długich osi klastów prostopadłe do kierunku nachylenia stoku (pozycja „wynurzająca”).

Cechy teksturalno-strukturalne opisanych osadów są uznawane za typowe zarówno dla osadów soliflukcyjnych, jak i osadów deponowanych w efekcie spływów dużej gęstości. Brak kryteriów, umożliwiających makroskopowe rozdzielenie tych zbliżonych genetycznie osadów był powodem, dla którego zdecydowano się na połączenie ich we wspólną kategorię. Stwierdzony bimodalny rozkład uziarnienia charakteryzuje gęste spływy (Pierson, 1986; Blikra & Nemec, 1998) a spotykany jest również w osadach deponowanych w rezultacie soliflukcji (Ballantyne & Harris, 1994; Matsuoka, 2001). W analizowanych osadach, bimodalny rozkład ziarnowy, jest rezultatem udziału w ich budowie lessu oraz materiału gruzowego, powstałego w

efekcie wietrzenia mrozowego skalistego podłoża. W strukturze omawianych osadów nie stwierdzono śladów segregacji mrozowej (polegającej na koncentracji grubszych frakcji w stropowej części), która świadczyłaby o udziale procesów mrozowych podczas soliflukcji (Washburn, 1973; Matsuoka, 2001). Wskazuje to na powstanie analizowanych osadów w rezultacie procesów zdominowanych przez geliflukcję tzn. powolne przemieszczanie gruntu w dół stoku przy udziale wody porowej, pochodzącej z topnienia lodu gruntowego i opadu (Washburn, 1973). Również obecność falistych struktur warstwowych wskazuje na depozycję w procesach zdominowanych przez geliflukcję (Jahn, 1970; Benedict, 1976) albo też w efekcie spływów o dużej gęstości (Bertran i in., 1997; Blikra & Nemec, 1998). Napotkana w omawianych osadach, prostopadła do nachylenia stoku orientacja klastów jest charakterystyczna dla osadów tworzących czoło jezora soliflukcyjnego (Lundqvist, 1949; Bertran i in., 1995), a także czoło spływu dużej gęstości (Blikra & Nemec, 1998).

Lessy stokowe to osady, w których uziarnieniu dominuje frakcja pyłowa (0,02–0,05 mm): 37–52%. Zawierają one 25–46% łu grubego i 9–20% łu koloidalnego. Tworzą pokrywy na stokach oraz u podnóży stoków. Osiągają miąższość do 7 m. Na łagodnie nachylonych stokach posiadają strukturę masywną. Na stromych stokach oraz u podnóży stoków są to osady miejscami laminowane. W lessach występujących u podnóży stoków spotykane są pojedyncze gruzy oraz przewarstwienia w postaci gruboziarnistych diamiktonów (ryc. 2A).

Opisane osady zaklasyfikowano jako lessy stokowe (koluwalne) zgodne z kryteriami Jahna (1950), Jersaka (Jersak, 1973; Jersak i in., 1992) i Maruszczaka (1986, 1991). Są to lessy deponowane w wyniku synchronicznie działających procesów eolicznych i stokowych. Spotykana w nich laminacja wskazuje na sedymentację przy udziale spłukiwania. Obecne w nich pojedyncze okruchy są efektem wietrzenia mrozowego i odpadania, które działały na skalistych wychodniach. Gruboziarniste diamiktony, przewarstwiający lessy stokowe, są interpretowane jako osady spływów małej gęstości (opisane wyżej). Znaczny, w omawianych lessach, udział łu grubego może być efektem synsedymencyjnych procesów wietrzenia chemicznego (Jersak, 1973) lub mieć charakter pierwotny, uwarunkowany uziarnieniem skał występujących w podłożu Wyżyny Małopolskiej (Chlebowski & Lindner, 1999).

Deluwia lessowe to wtórne pokrywy materiału lessowego, redeponowanego w rezultacie procesów spłukiwania. Głównymi cechami różniącymi je od lessów są laminacja osadów oraz ich występowanie u podnóży stoków w postaci pokryw, oddzielonych wyraźnymi granicami (często erozyjnymi) od lessów. Na powierzchni badanego terenu występują deluwia lessowe o miąższości do 6 m. Zawierają one 37–50% pyłów (0,02–0,05 mm) oraz 25–40% łu grubego. W osadach zalegających u podnóży stoków skalistych spotykane są pojedyncze okruchy wapieni i krzemieni oraz przewarstwienia w postaci gruboziarnistych diamiktonów. Deluwia są drobnolaminowane (laminy o miąższości 0,5–3 cm). Występuje warstwowanie płaskie lub faliste (ryc. 2B).

Opisane osady powstały w wyniku procesów spłukiwania, rozwijających się w stropie pokrywy lessowej. Skład granulometryczny osadów deluwialnych i lessu jest podobny. Obecność gruzów w deluwiach lessowych jest wynikiem wietrzenia mrozowego i odpadania, działających na skalistych stokach oraz późniejszego spłukiwania tego materiału (Stochlak, 1978; Blikra & Nemec, 1998). Występujące w postaci przewarstwień, gruboziarniste diamiktony, interpretowano jako osady spływów małej gęstości (opisane wyżej).

Wnioski

1. W południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego rozpoznano i opisano następujące typy genetyczne peryglacialnych pokryw stokowych: pokrywy zwietrzelinowe, osady usypiskowe, osady soliflukcyjne lub spływów dużej gęstości, osady spływów małej gęstości, lessy stokowe, deluwia lessowe.

2. Ustalono diagnostyczne kryteria wyróżniania typów genetycznych pokryw stokowych.

3. Poszczególne typy genetyczne pokryw stokowych różnią się między sobą zarówno cechami litologicznymi jak morfologiczną lokalizacją:

a) najważniejszym kryterium identyfikacji wyróżnionych typów pokryw są teksturalne cechy osadów — skład ziarnowy oraz typ szkieletu ziarnowego,

b) drugim ważnym kryterium jest orientacja długich osi klastów. Pozwala ona odróżnić pokrywy zwietrzelinowe (orientacja zgodna z kierunkami spękań w podłożu) od osadów usypiskowych (dominuje orientacja bezładna) oraz osadów deponowanych w rezultacie spływów masowych i spłukiwania (dominuje orientacja zgodna z kierunkiem nachylenia stoku),

c) miąższość ławic jest dodatkowym kryterium odróżniania osadów deponowanych w rezultacie spływów dużej gęstości (większa miąższość ławic) od osadów deponowanych w wyniku spływów małej gęstości (mniejsza miąższość ławic),

d) dominującą strukturą badanych pokryw stokowych jest struktura masywna. Jedynie dla deluwiów lessowych typowa jest laminacja osadów (pozioma lub falista),

e) istnieją wyraźne związki pomiędzy rzeźbą stoków a występowaniem osadów usypiskowych (podnóża ścian skalnych), osadów spływów małej gęstości (stromy stoki) oraz osadów soliflukcyjnych lub spływów dużej gęstości (łagodne stoki). Jedynie deluwia lessowe występują zarówno u podnóży stromych jak łagodnych stoków.

4. Przedstawiona klasyfikacja pokryw stokowych ma charakter regionalny i może być przyczynkiem do dyskusji nad utworzeniem jednolitej typologii genetycznej łądowych pokryw stokowych.

Literatura

- ALEXANDROWICZ S.W. 1969 — Utwory paleogenu w południowej części Wyżyny Krakowskiej. Roczn. Tow. Geol., 39: 681–696.
 BALLANTYNE C.K. & HARRIS C. 1994 — The Periglacialation of Great Britain. Cambridge University: 1–325.
 BENEDICT J.B. 1976 — Frost creep and gelifluction features: a review. Quatern. Res., 6: 55–76.

- BERTRAN P., FRANCOU B. & TEXIER J-P. 1995 — Stratified slope deposits: the stone-banked sheets and lobes model. [W:] Slaymaker O. (red.) — *Steepland Geomorphology*, Wiley, Chichester, 147–169.
- BERTRAN P., HETU B., TEXIER J-P. & VAN STEIJN H. 1997 — Fabric characteristics of subaerial slope deposits. *Sedimentology*, 44, 1–16.
- BLIKRA L.H. & NEMEC W. 1998 — Postglacial colluvium in western Norway: depositional processes, facies and palaeoclimatic record. *Sedimentology*, 45: 909–959.
- CHLEBOWSKI R. & LINDNER L. 1999 — Peryglacialne procesy wietrzeniowe i warunki akumulacji lessów młodszych na Wyżynie Małopolskiej. *Acta Geogr. Lodz.*, 76: 25–35.
- DŻUŁYŃSKI S. 1952 — Powstanie wapieni skalistych jury krakowskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 21: 125–180.
- FELISIAK I. 1992 — Osady krasowe oligocenu i wczesnego miocenu oraz ich znaczenie dla poznania rozwoju tektoniki i rzeźby okolic Krakowa. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 62: 173–207.
- FRANCOU B. & HÉTU B. 1989 — Eboulis et autres formations de pente hétérométriques. Contribution à une terminologie périglaciaire. Notes et Comptes-rendus du groupe de travail “Régionalisation du Périglaciaire”, XIV: 11–144.
- GRADZIŃSKI R. 1972 — Przewodnik geologiczny po okolicach Krakowa. *Wyd. Geol.*
- GRADZIŃSKI R., KOSTECKA A., RADOMSKI A. & UNRUG R. 1986 — *Zarys sedimentologii*. *Wyd. Geol.*
- HOPKINS D.M. & SIGAFOOS R. S. 1952 — Frost action and vegetation patterns on the Seward Peninsula, Alaska. *United States Geol. Surv. Bull.*, 974C: 1–100.
- JAHN A. 1950 — Less, jego pochodzenie i związek z klimatem epoki lodowej. *Acta Geol. Pol.*, 3: 257–310.
- JAHN A. 1970 — Zagadnienia strefy peryglacialnej. PWN.
- JAHN A. 1992 — Periglacial structures in Svalbard as indicators of a Central European climate in the Last Glaciation. *Geogr. Pol.*, 60: 79–102.
- JERSAK J. 1973 — Litologia i stratygrafia lessu wyżyn południowej Polski. *Acta Geogr. Lodz.*, 32: 1–139.
- JERSAK J., SENDOBRZY K. & ŚNIESZKO Z. 1992 — Postwarciańska ewolucja wyżyn lessowych w Polsce. *Pr. Nauk. U Śl.*, 1227: 1–197.
- KLIMASZEWSKI M. 1978 — *Geomorfologia*. PWN.
- KOTARBA A. 1976 — Współczesne modelowanie węglanowych stoków wysokogórskich na przykładzie Czerwonych Wierchów w Tatrach Zachodnich. *Pr. Geogr.*, 120: 1–128.
- LAUTRIDOU J-P. & OZOUF J.C. 1982 — Experimental frost shattering, 15 years of research at the Centre de Géomorphologie du CNRS. *Progress in Physical Geography*, 6: 217–232.
- LUNDQVIST G. 1949 — The orientation of the block material in certain species of earth flow. *Geografiska Annaler*, 1–2: 335–347.
- MADEYSKA-NIKLEWSKA T. 1969 — Górnoplejstocenijskie osady jaskiń Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. *Acta Geol. Pol.*, 19: 341–392.
- MARKS L. 1992 — Ruchy masowe i ewolucja stoku. [W:] Lindner L. (red.) — *Czwartorzęd, osady, metody badań, stratygrafia*. PAE.
- MARUSZCZAK H. 1986 — Lessy w Polsce. Ich stratygrafia oraz interpretacja paleogeograficzna. [W:] Maruszczak H. (red.) — *Problems of the stratigraphy and paleogeography of loesses*. *Ann. UMCS, Sect. B*, 61: 15–54.
- MARUSZCZAK H. 1991 — Ogólna charakterystyka lessów w Polsce. *Zróżnicowanie stratygraficzne lessów polskich*. [W:] Maruszczak H. (red.) — *Podstawowe profile lessów w Polsce*. UMCS, Lublin: 1–35.
- MATSUOKA N. 2001. Solifluction rates, processes and landforms: a global review. *Earth Science Reviews*: 107–134.
- MATYSZKIEWICZ J. 1997 — Microfacies, sedimentation and some aspects of diagenesis of Upper Jurassic sediments from the elevated part of the Northern peri-Tethyan Shelf: a comparative study on the Lochen area (Schwabische Alb) and the Cracow area (Cracow–Wieluń Upland, Polen). *Berliner geowiss. Abh.*, E, 21: 1–111.
- MIGON P. & TRACZYK A. 1998 — Pokrywy stokowe-środowisko powstania i cechy diagnostyczne. [W:] Mycielska-Dowgiałło E. (red.) — *Struktury sedimentacyjne i postsedymentacyjne w osadach czwartorzędowych i ich wartość interpretacyjna*. *Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa*: 285–301.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. 1995 — Wybrane cechy teksturalne osadów i ich wartość interpretacyjna. [W:] Mycielska-Dowgiałło E. & Rutkowski J. (red.) — *Badania osadów czwartorzędowych*. *Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa*: 29–105.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & RUTKOWSKI J. (red.) 1995 — *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*. *Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, UW, Warszawa*: 1–356.
- NEMEC W. & STEEL R.J. 1984 — Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. [W:] Koster E.H. & Steel R.J. (red.) — *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. *Mem. Can. Soc. Petrol. Geol.*, 10: 1–30.
- PAWELEC H. 2001 — Peryglacialna morfogeneza południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego na podstawie analizy pokryw stokowych. *Maszynopis pracy doktorskiej*. UŚ, WNoZ, Sosnowiec.
- PIERSON T.C. 1986 — Flow behavior of channelized debris flows, Mount St. Helens, Washington. [W:] *Hillslope Processes*. Allen & Unwin (Boston): 269–296.
- POSTMA G. 1986 — Classification for sediment gravity-flow deposits based on flow conditions during sedimentation. *Geology*, 14: 291–294.
- RAPP A. 1960 — Talus slopes and mountain walls at Tempelfjorden, Spitsbergen: a geomorphological study of the denudation of slopes in an arctic locality. *Norsk Polarinstittutt Skrifter*, 119: 1–96.
- RUTKOWSKI J. 1993 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusze Kraków, wraz z objaśnieniami. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- RÜHLE E. (red.) 1973 — *Metodyka badań osadów czwartorzędowych*. *Wyd. Geol., Warszawa*: 1–683.
- STOCHLAK J. 1978 — Struktury i tekstury młodoplejstocenijskich osadów deluwialnych. *Biul. Inst. Geol.*, 306: 115–164.
- TODD S.P. 1989 — Stream-driven, high-density gravelly traction carpets: possible deposits in the Trabeg Conglomerate Formation, SW Ireland and some theoretical considerations of their origin. *Sedimentology*, 36: 513–530.
- TRICART J. 1960 — *Zagadnienia geomorfologiczne*. PWN.
- VAN STEIJN H., BERTRAN P., FRANCOU B., HÉTU B. & TEXIER J-P. 1995 — Models for the genetic and environmental interpretation of stratified deposits. *Permafrost and Periglacial Processes*, 6: 125–146.
- WALCZAK W. 1956 — Twory czwartorzędowe i morfologia południowej części Jury Krakowskiej w dorzeczu Będkówek i Kobylanki. *Biul. Inst. Geol.*, 100: 419–453.
- WASHBURN A.L. 1973 — *Periglacial Processes and Environments*. Edward Arnold, London: 1–320.