

Paleoklimatyczna wymowa peryglacialnych pokryw stokowych na podstawie badań w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego

Halina Pawelec*



Palaeoclimatic significance of periglacial slope covers — a study from southern part of the Ojców Plateau, S Poland. *Prz. Geol.*, 53: 1051–1057.

S u m m a r y. Slope covers investigation reveal possibilities of extensive palaeoclimatic/stratigraphic reconstructions. This paper approaches the problem by presenting the results of sedimentological analyses upon periglacial slope deposits in the southern part of the Ojców Upland. Periglacial slope covers (loess, weathered debris, sediments deposited in result of slope proceses), originated during and after the youngest loess accumulation (in conditions of permafrost thawing), have been the object of research. Both climatic and morphologic conditions of slope covers genesis are analysed in detail. Climate reconstruction is based on the analyses of slope deposits successions examined underneath the rock walls, on the steep slopes and gentle slopes, respectively. Presented research proved that slope cover analysis may be a basis for palaeoclimatic interpreta-

tions, however it must have been preceded by studies of morphological conditions of slope material redeposition. The same climate changes may have resulted in different succession of slope deposits, depending on local slope relief.

Key words: slope covers, loess, periglacial, Pleistocene, Ojców Plateau.

Budowa pokryw stokowych jest zapisem geologicznych, topograficznych i klimatycznych warunków ich genezy. Dyskusyjnym problemem jest określenie czy znaczenie wymienionych uwarunkowań jest równorzędne, czy też jeden z czynników (struktura podłoża, rzeźba stoków, klimat) decyduje o zaistnieniu poszczególnych procesów depozycyjnych. Szczególnie istotne jest rozpoznanie roli klimatu w formowaniu pokryw stokowych oraz określenie możliwości rekonstrukcji paleoklimatycznych na podstawie analizy ich sukcesji. Istnieje pogląd, że osady te nie stanowią dobrej podstawy do wnioskowania o klimacie, albowiem ich budowa jest silnie uzależniona od warunków lokalnych (Van Steijn i in., 1995). Jednak wielu badaczy dowodzi, że analiza sedymentologiczna osadów stokowych daje podstawę do interpretacji paleoklimatycznych (Dylik, 1966; Bertran i in., 1994; González Dèez i in., 1996; Matthews i in., 1997; Blikra & Nemeč, 1998; Nemeč & Kazanci, 1999). Problem ten nabiera szczególnego znaczenia w badaniach pokryw peryglacialnych, występujących na stokach gór i wyżyn Europy, które na wielu obszarach są jedynym zapisem plejstocenu. W interpretacji stratygraficznej pokryw stokowych często nie sprawdzają się metody powszechnie stosowane w badaniach osadów plejstocenijskich. Powodem tego jest brak osadów organicznych, których obecność umożliwiłaby datowanie wieku bezwzględne oraz silne, oboczne zróżnicowanie pokryw stokowych, które często uniemożliwia wyznaczenie serii przewodnich i względną korelację stratygraficzną.

Do podjęcia dyskusji dotyczącej paleoklimatycznej wymowy pokryw stokowych skłoniły autorkę wyniki badań przeprowadzonych w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego. Na obszarze tym do peryglacialnych pokryw stokowych należą: gruzowe pokrywy zwietrzelinowe (będące produktem wietrzenia mrozowego), lessy stokowe oraz osady powstałe w rezultacie redepozycji

materiału gruzowego i lessowego przez procesy stokowe. Wyróżniono następujące typy osadów powstałych w wyniku procesów stokowych: deluwia lessowe, osady usypiskowe, osady spływów o małej gęstości (silnie oraz słabo uwodnionych), osady soliflukcyjne i spływów o dużej gęstości (Pawelec, 2004). Aby określić, który z czynników — rzeźba stoków czy klimat, decydował o powstaniu poszczególnych typów osadów, przeanalizowano zarówno klimatyczne, jak i morfologiczne warunki ich genezy. Prześledzono budowę pokryw stokowych u podnóży ścian skalnych, na stromych i łagodnych stokach. Rezultatem tych badań jest przedstawiona niżej rekonstrukcja sukcesji pokryw stokowych oraz odpowiadającej jej sukcesji klimatu.

Obszar badań

Obszar badań obejmuje południową część Płaskowyżu Ojcowskiego (ryc. 1). W podłożu tego obszaru znajduje się południowa część monokliny śląsko-krakowskiej oraz północna krawędź i brzeżne części rowu krzeszowickiego. Podłoże plejstocenu, w obrębie monokliny śląsko-krakowskiej, tworzą wapienie górnej jury (Dżułyński, 1952; Matyszkiewicz, 1997). W strefie rowu krzeszowickiego, w podłożu plejstocenu występują osady morza miocenijskiego — głównie ility badenu (Rutkowski, 1993). W południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego występują rezydualne glaciogeniczne, związane ze zlodowaczeniem południowopolskim (Walczak, 1956; Rutkowski, 1993). Podczas późniejszych glacialów obszar ten znajdował się w strefie peryglacialnej, w zasięgu sedymentacji lessu. Zapisem peryglacialnej morfogenezy są gruzowe osady stokowe, zazębiające się z pokrywą lessową (Walczak, 1956; Gradziński, 1972; Rutkowski, 1993; Pawelec, 2004).

Powierzchnia południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego nachylona jest w kierunku południowym i opada krawędzią tektoniczną do rowu krzeszowickiego. Charakterystycznym elementem rzeźby tego obszaru jest falista, łagodnie nachylona wierzchowina (przeważają nachylenia: 2–5°), ponad którą wznoszą się formy skałkowe o stromych ścianach i wysokości do ok. 20 m.

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

Teren rozcinają doliny rzeczne o przebiegu ogólnie południkowym i głębokości do 50 m. Rzeźba zrębowa jest rezultatem miocenijskich ruchów tektonicznych (Dzudyński, 1953; Rutkowski, 1986). Po miocenie nastąpiły okresy ożywienia pionowych ruchów skorupy ziemskiej, które odmłodziły tę rzeźbę i stymulowały przebieg procesów erozyjno-denudacyjnych (Felisiak, 1992; Lewandowski, 1993).

Metody badań

Podstawą badań była analiza sedymentologiczna pokryw stokowych. Opracowano szczegółowe profile litologiczne. Dokonano pomiarów orientacji długich osi klastów oraz azymutów kątów upadu lamin i warstw osadów. Wykonano badania uziarnienia pokryw stokowych oraz zawartości CaCO_3 i Fe_2O_3 , a także składu mięczaków występujących w lessach.

Analizę sukcesji pokryw stokowych oraz odpowiadającej jej sukcesji klimatu oparto na przesłedzeniu

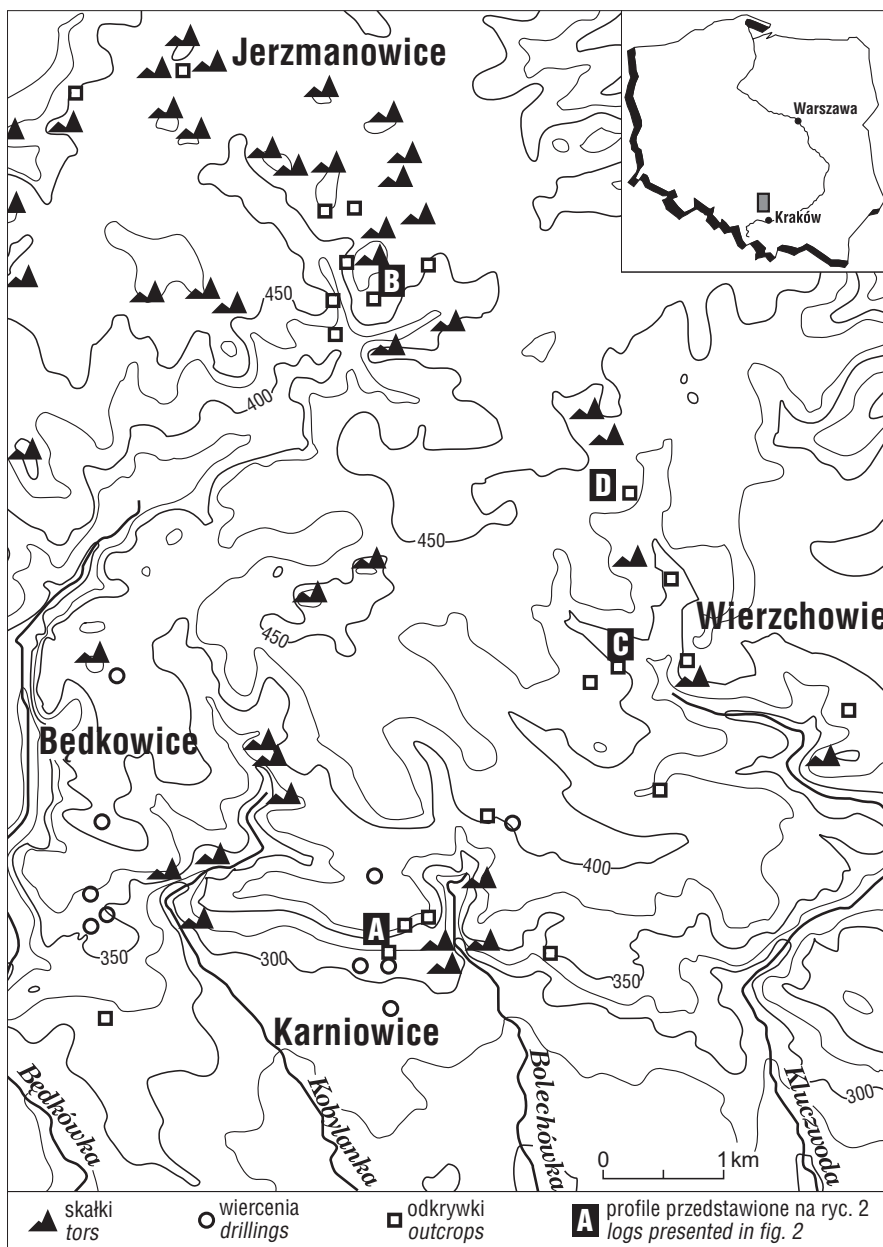
wzajemnych relacji pomiędzy pokrywą lessową, pokrywami powstałymi w rezultacie wietrzenia mrozowego oraz osadami redeponowanymi w wyniku procesów stokowych.

Rekonstrukcja sukcesji pokryw stokowych oraz odpowiadającej jej sukcesji klimatu

Pokrywa lessowa. Pokrywa lessowa jest przewodnim horyzontem niniejszej rekonstrukcji. Obszar badań znajduje się w zasięgu miechowskiego płata lessowego (Jersak i in., 1992). Lessy tworzą na jego powierzchni nieciągłą pokrywę o zmiennej miąższości (do 8 m). Na przeważającej części tego obszaru osady pyłowe o cechach litologicznych najmłodszego poziomu lessu (lessu młodszego IIb, wg Jersaka, 1973; lessu młodszego górnego wg Maruszczaka, 1980) leżą bezpośrednio na wapieniach górnourajskich lub na cienkiej pokrywie osadów stokowych.

Częste występowanie, w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego, najmłodszego poziomu lessu bezpośrednio na mezozoicznym podłożu, a także intensyfikację procesów stokowych w początkach jego sedimentacji dokumentuje Alexandrowicz (1991). Początek sedimentacji najmłodszego poziomu lessu oraz towarzyszący mu rozwój procesów stokowych datowane są w Maszkowie (na podstawie datowania ^{14}C muszli mięczaków) na ok. 24 000 lat BP (Alexandrowicz, 1991).

Analiza składu mięczaków, występujących w badanych lessach, wykazała obecność bogatego zespołu fauny oraz jego ubożenie w kierunku stropu lessów (wskutek zaniku gatunków o wyższych wymaganiach ekologicznych), (ryc. 2A). Obecność takiego zespołu ślimaków dowodzi, że omawiane lessy reprezentują dolną część najwyższego poziomu lessu, powstałą w warunkach jeszcze wilgotnego klimatu. Malakofauna lessów akumulowanych w suchym i zimnym klimacie pleniglacjału jest bowiem bardzo uboga, reprezentowana głównie przez *Pupilla loessica* (por. Alexandrowicz, 1991, 1995).



Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny obszaru badań

Fig. 1. Location of study area

Zubożenie zespołu mięczaków w górnej części profilu (ryc. 2A) wskazuje na postępujące ochładzanie się klimatu.

Wniosek, że omawiane osady reprezentują dolną część najwyższego poziomu lessu znajduje potwierdzenie w ich cechach litologicznych, które świadczą o wilgotnych warunkach sedymentacji — przy udziale procesów glejowych (por. Jersak, 1973; Jersak i in., 1992). Dowodzi tego obecność w lessach kongrecji żelazisto-manganowych i smug limonitycznych oraz występujące miejscami szarżółte zabarwienie osadów. O wilgotnym środowisku sedymentacji omawianych lessów i związanym z nim synsedymentacyjnym wietrzeniem chemicznym, może też świadczyć podwyższona (w stosunku do lessu typowego) zawartość ilu (Jersak, 1973). Badane osady zawierają 25–46% frakcji 0,02–0,002 mm i 9–20% frakcji < 0,002 mm). Jednak zawartość ilu w lessach może też być uwarunkowana uziarnieniem skał występujących w podłożu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (Chlebowski & Lindner, 1999).

Podczas sedymentacji omawianych lessów działały procesy stokowe, których rozwój był uwarunkowany wilgotnym środowiskiem. Lessy występujące u podnóży stromych, skalistych stoków zawierają materiał gruzowy w postaci pojedynczych klastów (powstałych w wyniku wietrzenia mrozowego i odpadania) oraz przewarstwień gruzowych deponowanych w rezultacie spływów małej gęstości (ryc. 2A). Spotykane w profilach lessowych osady słabo uwodnionych spływów małej gęstości są prawdopodobnie zapisem krótkich faz zmian klimatu (niewielkiego zwilgotnienia). Zmienność klimatu w początkowej fazie akumulacji najmłodszego poziomu lessu udokumentowano w profilu Odonów (Dwucet & Śnieszko, 1996).

Występowanie na badanym obszarze jedynie dolnych części najmłodszego poziomu lessu dowodzi, że pokrywa lessowa została tam mocno zredukowana przez późniejsze procesy denudacyjne. Z tego powodu nie jest możliwe prześledzenie zależności pomiędzy przebiegiem sedymentacji lessu a rzeźbą podłoża. Wyraźny jest natomiast związek pomiędzy rzeźbą stoków a cechami litologicznymi lessu. Na spłaszczeniach i łagodnych stokach lessy mają strukturę masywną i nie zawierają materiału gruzowego. Na stromych stokach i ich podnóżach występują lessy miejscami warstwowane oraz zawierające materiał gruzowy. Osady te są wynikiem synchronicznego rozwoju sedymentacji eolicznej oraz procesów stokowych (Jersak, 1973).

Osady słabo uwodnionych spływów małej gęstości stwierdzono wyłącznie w lessach występujących u podnóży bardzo stromych stoków (o nachyleniu ok. 40°), na których już przy niewielkim udziale wody mogło dojść do cienkiego spływu (Rapp, 1960; Lowe, 1982; Bertran i in., 1997).

Osady występujące w spągu lessów

Osady podścielające lessy składają się z ostrokrawędzistego gruzu wapiennego i/lub materiału lessowego o cechach litologicznych najmłodszego poziomu lessów. W

rejonach spłaszczeń są to pokrywy powstałe w rezultacie wietrzenia mrozowego. Na stokach oraz u ich podnóży, w spągu lessów, występują osady deponowane w rezultacie procesów stokowych (usypiskowe, soliflukcyjne, spływów masowych). Pozycja tych osadów, a także obecność w nich ostrokrawędzistego gruzu wapiennego oraz materiału lessowego (o cechach litologicznych najmłodszego lessu), dowodzą rozwoju procesów stokowych w początkach sedymentacji najmłodszego poziomu lessu, podczas narastania wieloletniej zmarzliny.

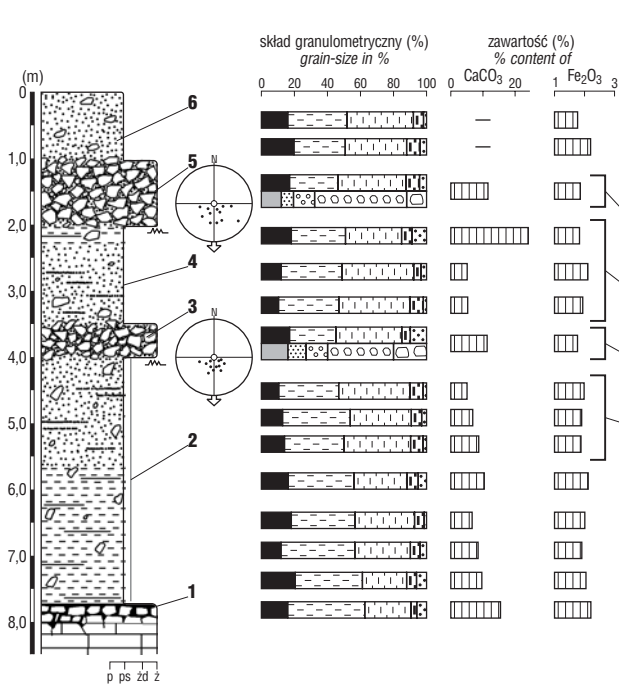
Liczne badania dowiodły, że na Wyżynach Polskich zasadniczą część lessu powstała w pleniglacjałach — podczas panowania klimatu wybitnie zimnego i suchego, lecz jego sedymentacja rozpoczęła się już wcześniej, w warunkach narastania wieloletniej zmarzliny — w stosunkowo wilgotnym klimacie (m.in. Jersak i in., 1992; Mojski, 1993; Maruszczak, 2001).

Na badanym obszarze stwierdzono też obecność — lokalnie występujących — osadów stokowych, będących zapisem starszych faz rozwoju procesów denudacyjnych. Różnią się one od osadów stokowych, powstałych w początkach sedymentacji najwyższego poziomu lessu, przeobrażeniem przez wietrzenie chemiczne. Są zbudowane z ogładzonych wapieni oraz materiału lessowego, zmienionego przez procesy glebowe. Przejawem tych procesów jest m.in. podwyższona (w porównaniu z najmłodszym poziomem lessu) zawartość ilu koloidalnego i wolnych tlenków żelaza (ryc. 2C–1). Osady te, z powodu lokalnego występowania, nie są przedmiotem tej pracy.

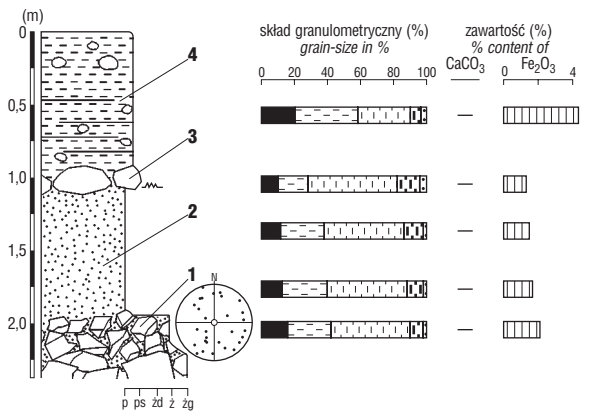
Pokrywy zwietrzelinowe będące rezultatem wietrzenia mrozowego, są wskaźnikiem mroźnego, lecz wilgotnego klimatu (o średniej temperaturze ok. 0°). Liczne badania dowiodły, że intensywność wietrzenia mrozowego jest wprost proporcjonalna do ilości przejść temperatury przez graniczną wartość 0°, powodujących multigelację — wielokrotne zamarzanie i odmarzanie skały (m.in. Tricart, 1960; Lautridou & Ozouf, 1982; Williams & Robinson, 1991). Na badanym obszarze, w rejonach spłaszczeń podłoża, omawiane pokrywy zwietrzelinowe występują w spągu lessów (ryc. 2A). Dowodzi to intensywnego rozwoju wietrzenia mrozowego w okresie bezpośrednio poprzedzającym akumulację lessów.

Rzeźba stoków wpływała na intensywność wietrzenia mrozowego. Na stromych stokach zwietrzelinowy szybciej były uprzątane przez procesy stokowe. Powodowało to częstsze odnawianie ekspozycji wietrzeniowej skalistego podłoża i w rezultacie intensywniejszy przebieg wietrzenia (Jahn, 1954; Kirkby, 1987). Na badanym obszarze, w wyniku intensywnego rozwoju procesów stokowych, pokrywy zwietrzelinowe zachowały się jedynie w rejonach spłaszczeń podłoża.

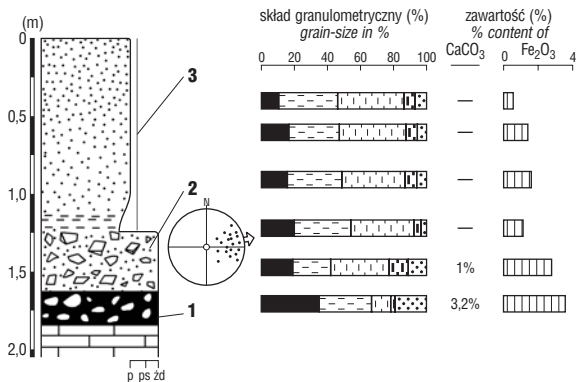
Osady usypiskowe są również zapisem warunków klimatycznych, sprzyjających intensywnemu wietrzeniu mrozowemu (Rapp, 1960; Nemeč & Kazanci, 1999). W badanych osadach usypiskowych często obserwowano zróżnicowanie frakcji (warstwa drobniejszych klastów zalegająca na warstwie grubszych klastów), co interpretowano jako wynik ochłodzenia klimatu podczas sedymentacji.



A Less (2, 4, 6), pokrywa zwietrzelinowa (1), osady sypków małej gęstości (3, 5)
Loess (2, 4, 6), weathered debris (1), low-dense mass flow deposit (3, 5)

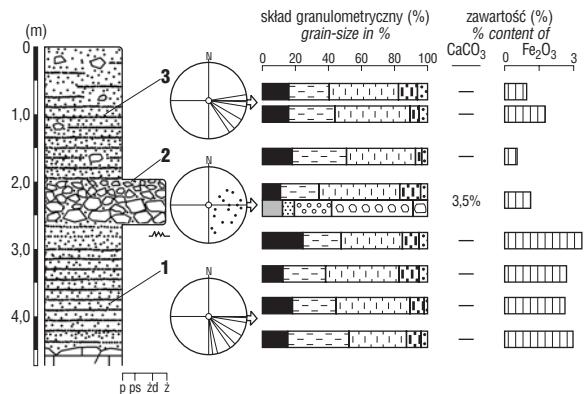


B Osady usypiskowe (1), less (2), powierzchnia erozyjna (3), deluwia lessowe (4)
Scree deposit (1), loess (2), erosional surface (3), deluvial loess (4)

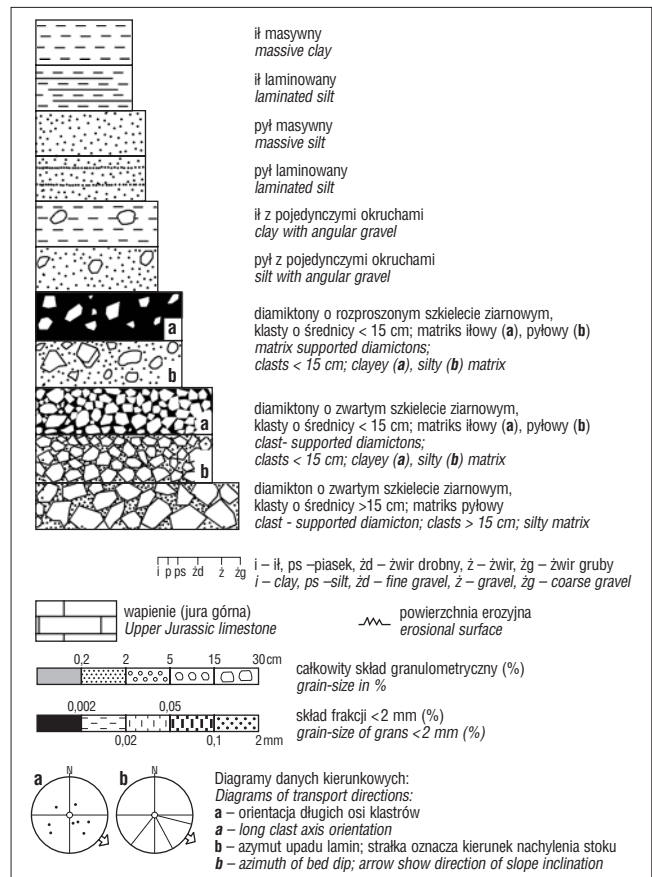


C Osady soliflukcyjne lub sypku dużej gęstości (1, 2), less (3)
Solifluction or dense mass flow deposit (1, 2), loess (3)

malakofauna malacofauna									
liczebność okazów w skali od I do V number of shales in scale: I - V									
próbka sample	<i>Succinea oblong elongata</i> (Sandberger)	<i>Pupilla muscorum</i> (Linnaeus)	<i>Pupilla loessica</i> (Ložek)	<i>Clausilia dubia</i> (Draparnaud)	<i>Columella columella</i> (Martens)	<i>Falonia tenuilabris</i> (Sandberger)	<i>Verigo percerdentata</i> (Braun)	<i>Trichia hispida</i> (Linnaeus)	<i>Semilimax kontulai</i> (Westerlund)
d	III	-	I	I	-	-	-	I	II
c	V	II	V	-	I	III	-	-	-
b	IV	II	IV	II	I	III	I	I	-
a	V	III	V	II	II	II	I	I	-



D Deluwia lessowe (1, 3), osady sypku małej gęstości (2)
Deluvial loess (1, 3), low-dense mass flow deposit (2)



tacji tych osadów. Literatura dowodzi, że makrogeliwacja — mrozowy rozpad skał na grube frakcje, przeważa w klimacie umiarkowanie zimnym (o średniej rocznej temperaturze powyżej 0°), w klimacie bardziej chłodnym natomiast powstaje gruz drobniejszy (Kotarba, 1976). Osady usypiskowe są więc nie tylko wskaźnikiem klimatu sprzyjającego intensywnemu wietrzeniu mrozowemu, ale odzwierciedlają również zmiany klimatu mniejszej rangi. Wniosek o sedymentacji badanych osadów usypiskowych w warunkach postępującego ochłodzenia potwierdza pozycja tych osadów — w spągu pokrywy lessowej oraz obecny w nich lessowy matriks, świadczące o rozwoju wietrzenia mrozowego i odpadania w początkach akumulacji lessów (ryc. 2B).

Powstanie osadów usypiskowych było w równym stopniu uwarunkowane klimatem, jak obecnością stromych, skalistych stoków. Na badanym obszarze osady usypiskowe występują u podnóży ścian skalnych, w obszarach spłaszczeń podłoża. Na stokach, podobnie jak pokrywy zwietrzelinowe, zostały one uprzątnięte w rezultacie procesów stokowych.

Soliflukcja jest uwarunkowana mroźnym klimatem, w którym jednak dochodzi do odmrażania wieloletniej zmarzliny (Ballantyne & Harris, 1994; Matsuoka, 2001). Ograniczona zawartość wody w gruncie sprzyja też rozwojowi **splywów o dużej gęstości** (Lowe, 1982; Blikra & Nemeč, 1998). W podobnym środowisku działały również procesy wietrzenia mrozowego i odpadania. Na stokach badanego obszaru, synchroniczny rozwój wietrzenia mrozowego i odpadania oraz soliflukcji (gęstych spływów) prowadził do redepozycji materiału gruzowego. Obecnie tworzy on pokrywy soliflukcyjne (gęstych spływów) występujące pod lessem na łagodnych stokach oraz u ich podnóży (ryc. 2C).

Zaistnienie procesów soliflukcji i spływów dużej gęstości było w równym stopniu uwarunkowane klimatem jak rzeźbą stoków. Osady odpowiadające tym procesom stwierdzono wyłącznie na łagodnych stokach (o nachyleniu do 10°).

Osady występujące w stropie lessów

Na badanym obszarze do osadów młodszych od lessów należą deluwia lessowe oraz osady deponowane w rezultacie silnie uwodnionych spływów małej gęstości.

Deluwia lessowe powstałe z rozmycia najwyższego poziomu lessów występują powszechnie na powierzchni badanego obszaru. Osiągają one miąższość do 8 m i zalegają bezpośrednio na wapieniach górnourajskich lub w stropie lessów, na powierzchni erozyjnej (ryc. 2B). Dominują deluwia powstałe w środowisku glejowym. Reprezentują je szarozółte i szare pyły bezwęglanowe, zawierające do 3,2% Fe₂O₃ (ryc. 2D). Występują w nich liczne konkrecje żelazisto-manganowe typu „pieprzy” oraz smugi limoni-

tyczne. Osady te zostały rozcięte przez współczesne doliny rzeczne.

Obecność deluwiów lessowych jest zapisem wilgotnego klimatu, umożliwiającego rozwój spłukiwania. Na wyżynach polskich wyróżniono kilka etapów intensywnego rozwoju spłukiwania u schyłku plejstocenu i we wczesnym holocenie (Śnieszko, 1995). Cechy litologiczne opisanych deluwiów (oglejenie) pozwalają wnioskować o ich powstaniu, przy obecności wieloletniej zmarzliny w podłożu. Wskazuje to na pierwszą fazę ocieplenia klimatu i związanego z tym wytapiania wieloletniej zmarzliny. Nastąpiła u schyłku plejstocenu, przed intensywnym rozwojem erozji dolinnej. Według Śnieszki (1995) zakończenie akumulacji najwyższego poziomu lessów i początek degradacji pokrywy lessowej na wyżynach polskich przypada na okres 14–12,5 ka BP (na podstawie analizy wyników datowań radiowęglowych z osadów formowanych po zakończeniu akumulacji lessów).

Rozmieszczenie deluwiów lessowych nie wykazuje związku z nachyleniem stoków. Występują one u podnóży zarówno stromych, jak i łagodnych stoków. Potwierdziła się zależność pomiędzy długością stoku a miąższością osadów deluwialnych (Lewkowicz, 1988) — deluwia o największej miąższości występują u podnóży najdłuższych stoków.

Osady silnie uwodnionych spływów małej gęstości stosunkowo rzadko występują na badanym obszarze, wyłącznie u podnóży stromych stoków. Osady te tworzą przewarstwienia w obrębie deluwiów lessowych (ryc. 2D). Zaistnienie silnie uwodnionych spływów małej gęstości było w równym stopniu uwarunkowane obecnością materiału gruzowego, rzeźbą stoku, jak i wilgotnym środowiskiem. Rozwijały się one w obrębie pokryw gruzowych, intensywnie przepojonych wodą (Bertran i in., 1997; Blikra & Nemeč, 1998). Takie warunki istniały podczas ocieplenia klimatu i związanego z tym rozwoju spłukiwania — po zakończeniu akumulacji lessów. Pokrywy gruzowe, nie zawierające materiału lessowego, istniały wtedy jedynie na wysoko położonych wierzchołkach — tam, gdzie deflacja przeważała nad sedymentacją lessów.

Reasumując, można stwierdzić, że sukcesja analizowanych pokryw stokowych jest zapisem zmian klimatu (ryc. 3):

- 1) klimat zimny i wilgotny, narastanie wieloletniej zmarzliny — początkowa faza akumulacji lessów, pokrywy zwietrzelinowe, osady usypiskowe (ściany skalne), osady słabo uwodnionych spływów małej gęstości (stromy stoki), osady soliflukcyjne lub spływów dużej gęstości (łagodne stoki);
- 2) klimat bardzo zimny i suchy, kontynentalny, wieloletnia zmarzlina — akumulacja lessów, luka erozyjna obejmująca górne części lessów;
- 3) klimat zimny i wilgotny, początkowa faza wytapiania wieloletniej zmarzliny — luka erozyjna obejmująca osady deponowane w rezultacie procesów stokowych;

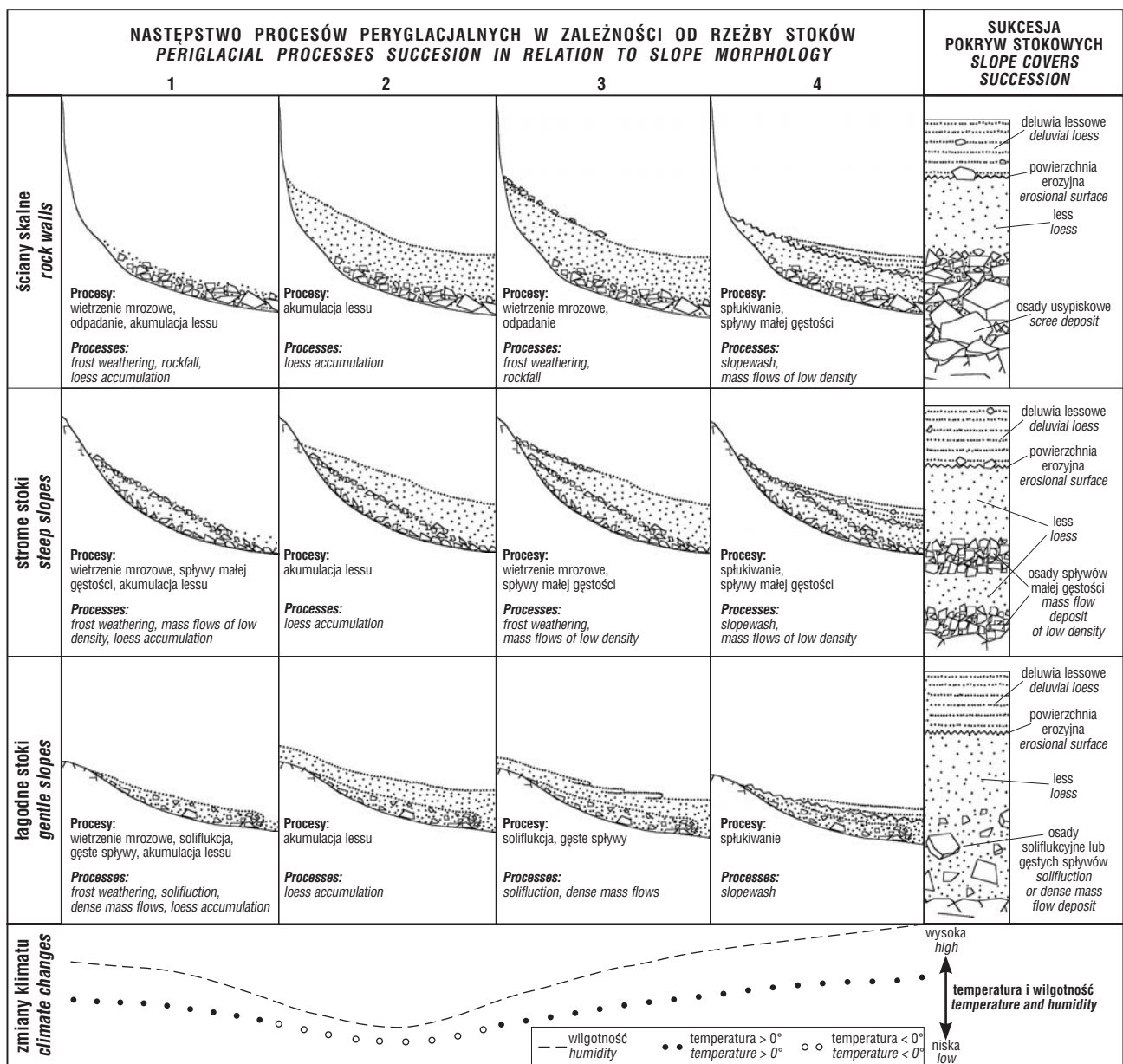
Ryc. 2. Budowa peryglacialnych pokryw stokowych na przykładzie wybranych profilów
Fig. 2. Lithology of periglacial slope covers in exemplary logs



4) klimat wilgotny, wytapianie wieloletniej zmarzliny — deluwia lessowe, miejscami osady silnie uwodnionych spływów małej gęstości.

Synchroniczny rozwój odpadania, soliflukcji, spływów dużej gęstości oraz słabo uwodnionych spływów małej gęstości dowodzi, że zaistnienie tych procesów było w równym stopniu uwarunkowane rzeźbą stoków, jak i klimatem. Paleoklimatyczna wymowa osadów odpowiadających tym procesom jest jednoznaczna i potwierdzona ich pozycją w stosunku do pokrywy lessowej. Następnie, w okresie peryglacialnego pessimum, na całym obszarze dominowała intensywna akumulacja lessów. Potem, w warunkach stopniowo łagodniejszego klimatu, ponownie doszło do depozycji stokowej w formie osadów usypiskowych, soliflukcyjnych i spływów masowych. Intensywność wietrzenia mrozowego i współdziałających procesów stokowych była jednak ograniczona, z powodu zalegającej

na stokach pokrywy lessowej. Warunki do powstawania pokryw gruzowych istniały jedynie w rejonach wychodni wapieni jurajskich — na stromych stokach i wysoko położonych wierzchołkach, gdzie deflacja dominowała nad sedymentacją lessów. Na łagodnych stokach, w stropie pokrywy lessowej, rozwijały się procesy soliflukcji i spływów dużej gęstości. Te słabo wykształcone pokrywy stokowe (w stropie lessów) zostały wkrótce usunięte w rezultacie intensywnych procesów denudacyjnych, wywołanych ociepleniem klimatu i gwałtownym wytapianiem wieloletniej zmarzliny. Luka erozyjna obejmuje osady powstałe w początkach zaniku wieloletniej zmarzliny oraz górne części lessów. Świadectwem intensywnego rozwoju spłukiwania są deluwia lessowe o znacznej miąższości. W rejonie stoków skalistych deluwia te zawierają materiał gruzowy a miejscami spotykane są tam również osady silnie uwodnionych spływów małej gęstości.



Ryc. 3. Zapis zmian klimatu w sukcesji peryglacialnych pokryw stokowych, w zależności od rzeźby stoków
Fig. 3. Climate changes interpreted from the periglacial slope covers succession in relation to slope morphology

Przedstawione badania prowadzą do wniosku, że analiza sukcesji peryglacialnych pokryw stokowych może być podstawą interpretacji paleoklimatycznej/stratygraficznej. Należy jednak podkreślić, że w formowaniu osadów usypiskowych, soliflukcyjnych i spływów masowych rolę czynnika morfologicznego i klimatycznego są równorzędne. Z tego powodu wnioskowanie o stratygrafii pokryw stokowych powinno być poprzedzone analizą morfologicznych uwarunkowań ich genezy. Albowiem w zależności od rzeźby stoków zapisem tej samej sukcesji klimatu są różne sukcesje osadów stokowych.

Autorka składa serdeczne podziękowania Panu prof. dr hab. Stefanowi W. Alexandrowiczowi za oznaczenie składu gatunkowego malakofauny.

Literatura

- ALEXANDROWICZ S.W. 1991— Malakofauna i wiek lessów z Maszkowa w Dolinie Dłubni. [W:] Kostrzewski A. (red.) — Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych. Seria Geografia, 50, UAM, Poznań: 379–389.
- ALEXANDROWICZ S.W. 1995— Malakofauna of the Vistulian Loess in the Cracow Region (S Poland). Ann. MCS University, Section B1: 1–28.
- BALLANTYNE C.K. & HARRIS C. 1994 — The Periglacial of Great Britain. Cambridge University: 1–325.
- BERTRAN P., COUTARD, J.P., FRANCOU, B., OZOUF J.C., TEXIER J.P. 1994 — New data on grèzes bedding and their palaeoclimatic implications. [W:] Evans D. J. A. (red.) — Cold Climate Landforms, John Wiley & Sons, Chichester: 437–455.
- 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 wietrzeńcowe i warunki akumulacji lessów młodszych na Wyżynie Małopolskiej. Acta Geogr. Lodz., 76: 25–35.
- DWUCET K. & ŚNIESZKO Z. 1996 — Ewolucja neoplejstocenijskiej pokrywy lessowej na przykładzie zmian w profilu Odonów (południowa Polska). Biul. Peryglacialny, 35: 7–44.
- DYLIK J. 1966 — Znaczenie peryglacialnych elementów w stratygrafii plejstocenu. Czas. Geogr., 37: 131–146.
- DŻUŁYŃSKI S. 1952 — Powstanie wapieni skalistych jury krakowskiej. Roczn. Pol. Tow. Geol., 21: 125–180.
- DŻUŁYŃSKI S. 1953 — Tektonika południowej części Wyżyny Krakowskiej. Acta Geol. Pol., 3: 325–440.
- 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.
- GONZÁLEZ DĚEZ A., SALAS L., DĚAZ DE TEREÁN J.R. & CENDRERO A. 1996 — Late Quaternary climate changes and mass movement frequency and magnitude in the Cantabrian region, Spain. Geomorphology, 15: 291–309.
- GRADZIŃSKI R. 1972 — Przewodnik geologiczny po okolicach Krakowa. Wyd. Geol. Warszawa: 1–335.
- JAHN A. 1954 — Denudacyjny bilans stoku. Czasopismo Geograficzne, 25: 38–58.
- JERSAK J. 1973 — Litologia i stratygrafia lessu wyżyn południowej Polski. Acta Geogr. Lodz. 32: 1–139.
- JERSAK J., SENDOBYRY K. & ŚNIESZKO Z. 1992 — Postwarciańska ewolucja wyżyn lessowych w Polsce. Pr. Nauk. U Śl. 1227, Katowice: 1–197.
- KIRKBY M.J. 1987 — General models of long-term slope evolution through mass movement. [W:] M.G., Anderson, K.S., Richards (red.) — Slope Stability, John Wiley & Sons, Chichester: 359–380.
- 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.
- LEWANDOWSKI J. 1993 — Rzeźba podczwartorzędowa regionu śląsko-krakowskiego i jej ewolucja morfogenetyczna. Folia Quaternaria, 64: 101–121.
- LEWKOWICZ A.G. 1988 — Slope processes. [W:] Clark, M.J. (red.) — Periglacial Geomorphology, John Wiley & Sons, Chichester, 325–370.
- LOWE D.R. 1982 — Sediment gravity-flows: II Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. J. Sedimentary Petrol., 52: 279–297.
- MARUSZCZAK H. (red.) 2001 — Podstawowe profile lessów w Polsce II. UMCS, Lublin: 1–180.
- MATSUOKA N. 2001 — Solifluction rates, processes and landforms: a global review. Earth Science Reviews, 55: 107–134.
- MATTHEWS J.A., BRUNSDEN D., FRENZEL B. & GLÄSER B. — WEISS M.M. 1997 — Rapid mass movements as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung 19, Gustav Fischer, Stuttgart: 1–444.
- 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. 21E: 1–111.
- MOJSKI J.E. 1993 — Europa w plejstocenie, ewolucja środowiska przyrodniczego. PAE, Warszawa: 1–332.
- NEMEC W. & KAZANCI N. 1999 — Quaternary colluvium in west-central Anatolia: sedimentary facies and paleoclimatic significance. Sedimentology, 46: 139–170.
- PAWELEC H. 2004 — Klasyfikacja litogenetyczna peryglacialnych pokryw stokowych w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego. Prz. Geol., 10: 990–996.
- RAPP A. 1960 — Recent development of mountain slopes in Kärkevagge and surroundings, Northern Scandinavia. Geogr. Ann., 42: 65–200.
- RUTKOWSKI J. 1986 — O trzeciorzędowej tektonice uskoku okolic Krakowa. Prz. Geol., 34: 587–590.
- RUTKOWSKI J. 1993 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Kraków, wraz z objaśnieniami. Inst. Geol., Warszawa.
- ŚNIESZKO Z. 1995 — Ewolucja obszarów lessowych Wyżyn Polskich w czasie ostatnich 15 000 lat. Pr. Nauk. U Śl. 1496, Katowice: 1–122.
- TRICART J. 1960 — Zagadnienia geomorfologiczne. PWN, Warszawa: 11–234.
- VAN STEIJN H., BERTRAN P., FRANCOU B., HETU 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 — Utwory czwartorzędowe i morfologia południowej części Jury Krakowskiej w dorzeczu Będkówek i Kobylanki. Biul. Inst. Geol., 100: 419–453.
- WILLIAMS R.B.G. & ROBINSON D.A. 1991 — Frost weathering of rocks in the presence of salts — a review. Permafrost and Periglacial Processes, 2: 347–353.