

Maria ŁANCZONT, Maria WILGAT

ZRÓŻNICOWANIE LESSÓW KARPACKICH W OKOLICY PRZEMYSŁA W ŚWIETLE BADAŃ
MINERAŁÓW CIĘŻKICH

Differentiation of the Carpathian Loesses in Przemyśl Environs in the Light of Heavy Minerals Analysis

WPROWADZENIE

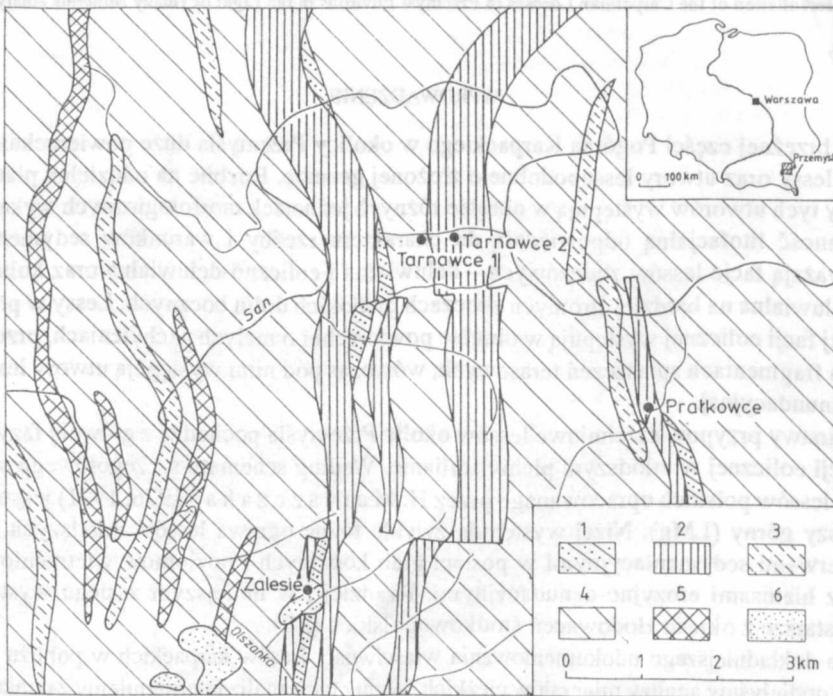
W brzeżnej części Pogórza Karpackiego w okolicy Przemyśla duże powierzchnie zajmują lessy oraz utwory lessopodobne o złożonej genezie. Rozbite na oddzielne płyty pokrywy tych utworów występują w obrębie różnych jednostek morfologicznych wykazując zmienność litofacjalną odpowiednią do charakteru rzeźby i warunków sedymentacji; przeważają facje lessów zboczowych – deluwialna i eoliczno-deluwialna oraz koluwialno-deluwialna na bardziej stromych zboczach głębokich dolin bocznych. Lessy w podstawowej facji eolicznej występują w obrębie powierzchni o małych nachyleniach, przeważnie na fragmentach spłaszczeń terasowych; wówczas pod nimi występują utwory lessowe facji inundacyjnej.

Warstwy przypowierzchniowe lessów okolic Przemyśla pochodzą z głównej fazy akumulacji eolicznej w młodszym plenivistulianie. Według schematu szczegółowego stratygrafii lessów polskich opracowanego przez H. M a r u s z c z a k a (1976, 1991) jest to less młodszy górnym (LMg). Niżej występują zwykle różne ogniwa lessów młodszych (LM) z przerwami sedymentacyjnymi w postaci gleb kopalnych i poziomów wietrzeniowych oraz z hiatusami erozyjno-denudacyjnymi. Rzadziej i w mniejszym zasięgu występują lessy starsze z okresu zlodowaceń środkowopolskich (LS).

Dla dokładniejszego udokumentowania właściwości lessów karpackich w pobliżu Przemyśla podjęliśmy analizy minerałów ciężkich. Wynik tych analiz interpretujemy z punktu widzenia warunków sedymentacji oraz postsedymentacyjnych procesów hipergenicznych, jak również bliższej identyfikacji materiału wyjściowego. Opracowanie nasze nawiązuje do wcześniejszych prac nad litogenezą lessów w Prałkowcach (M. K r y s o w s k a - I w a s z k i e w i c z, M. Ł a n c z o n t 1992) i na przedpołu Karpat Przemyskich (R. R a c i n o w s k i 1976). Do badań wytypowane zostały trzy profile spośród opracowanych przez M. Łanczont, a mianowicie Tamawce 1, Tamawce 2 oraz Zalesie.

METODA OPRACOWANIA

Badaniom składu minerałów ciężkich został poddany materiał reprezentujący różne facjalne typy utworów lessowych oraz różne ich poziomy stratygraficzne, a także utwory innej genezy podścielające less. Minerale ciężkie określono dla 32 próbek w reprezentatywnej dla lessów frakcji 0,06–0,01 mm, wydaje się bowiem, że udział minerałów o takich średnicach w poważnym stopniu wpływa na ogólny obraz frakcji ciężkiej utworów lessowych (R. R a c i n o w s k i 1976). Oznaczono minerale przezroczyste określając co najmniej 300 ziarn w próbce. Odrębnie oznaczono ilość glaukonitu, muskowitu oraz minerałów nieprzezroczystych. Węglały określono tylko dla próbek lessu z Zalesia; w próbkach z pozostałych profili zostały usunięte, podobnie jak w lessach z Prałkowce. Dla minerałów ciężkich przezroczystych obliczono wskaźnik dojrzałości zespołu $\frac{O}{S+N}$ który daje syntetyczny obraz liczbowy relacji minerałów najbardziej odpornych (cyrkon, rutyl, tu-



Ryc. 1. Sytuacyjny szkic geologiczny Pogórza Karpackiego w okolicy Przemyśla według Mapy Geologicznej Polski 1 : 200 000 (1980) z lokalizacją stanowisk badawczych; 1 – łupki wierzowskie, pstre i zielone (kreda), 2 – margle krzemionkowe (turon-senon), 3 – margle z Węgierki (senon), 4 – piaskowce i łupki warstw z Ropiarki (senon-paleocen), 5 – łupki pstre (eocen), 6 – ły, piaskowce (neogen, tzw. transgresywny miocen)
 Geologic situation sketch of the Carpathian Foothills in Przemyśl environs (after Geologic Map of Poland 1:200 000, 1980), with location of the investigated sites; 1 – Wierzów shales, spotted and green shales (Cretaceous), 2 – siliceous marls (Turonian-Senonian), 3 – Węgierka marls (Senonian), 4 – Ropianka sandstones and shales (Senonian-Paleocene), 5 – spotted shales (Eocene), 6 – clays, sandstones (Neogene, so-called transgressive Miocene)

malin) do pozostałych oraz inny wskaźnik mineralny $\frac{C}{G+A}$ wyrażający stosunek ilości cyrkonu do sumy ziarn granatu i amfibolu. W 11 wytypowanych próbkach z profili Tarnawce 1 i Zalesie na podstawie szczegółowych obserwacji granatu określono udział ziarn wyraźnie zdeformowanych przez zagłębienia i wżery korozyjne oraz z powłokami limonitowymi.

WARUNKI GEOLOGICZNE OKOLIC PRZEMYSŁA

Lessy polskie wykazują wyraźne powiązania z miejscowymi osadami alimentacyjnymi; były formowane ze zwietrzelin lokalnych skał przedczwartorzędowych, jak również wietrzejących osadów plejstoceńskich (J. Burczyński i in. 1986, R. Chlebowski, L. Lindner 1976, T. Gerlach 1992, A. Jahn 1956, J. Jersak 1991, H. Maruszczak, J. Morawski 1976, H. Maruszczak, R. Racinowski 1976, R. Racinowski 1976). W nawiązaniu wydaje się więc, że dla określenia źródła materiału lessów przemyskich wskazane jest naświetlenie geologicznego tła otoczenia profili, szczególnie pod kątem zróżnicowania składu minerałów ciężkich.

Tab. 1. Zakres zmienności występowania głównych przezroczystych minerałów ciężkich w kompleksach fliszowych okolic Przemysła (w procentach ilościowych)

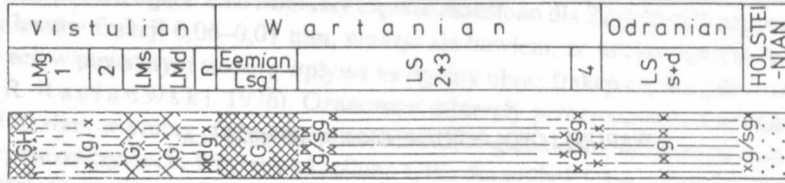
Range of the content variability of the main transparent heavy minerals in the flysch complexes in Przemysł environs (in percents of grain quantities)

Kompleksy fliszowe	Granat	Cyrkon	Turmalin	Rutyl	Staurolit
Seria piaskowcowo-łupkowa – warstwy inoceramowe górne ^b	9–25	48–70	3–8	9–16	1–4
Seria piaskowcowo-łupkowa – warstwy inoceramowe środkowe ^b	19–33	40–59	3–10	7–17	1–6
Seria piaskowcowo-łupkowa – warstwy inoceramowe dolne ^b	5–27	45–66	4–12	16–22	1–3
Margle z Węgierki ^a	2–55	18–68	7–27	4–24	1–8
Margle krzemionkowe ^b	1–2	75–79	4–2	16–17	śladowo

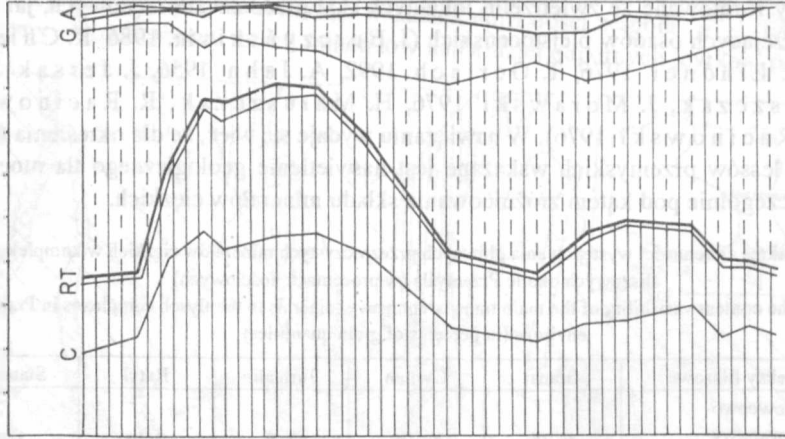
^a W pełnym składzie mineralnym według M. Kryrowskiej-Iwaszkiewicz (S. Geroch i in. 1979); In the complete mineral composition after M. Kryrowska-Iwaszkiewicz (S. Geroch et al. 1979); ^b We frakcji < 0,088 mm według J. Szczurowskiej (S. Wdowiarz i in. 1974); In the fraction < 0,088 mm after J. Szczurowska (S. Wdowiarz et al. 1974).

Przedczwartorzędowe podłoże okolic Przemysła stanowią utwory fliszowe górnej kredy i paleogenu wchodzące w skład brzeżnej strefy jednoski skolskiej. Podstawowe typy petrograficzne skał są reprezentowane przez margle krzemionkowe, bakulitowe margle z Węgierki oraz łupkowo-piaskowcowe serie inoceramowe; podrzędnie w wąskich smugach ukazują się różnowiekowe łupki (ryc. 1). Pod względem uziarnienia dominujące zna-

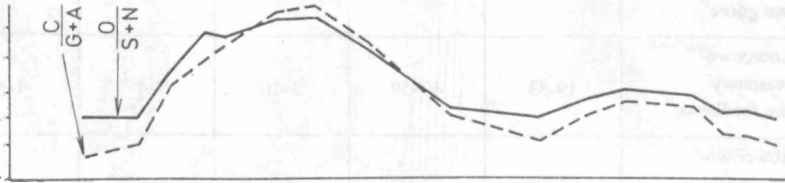
Stratigraphy



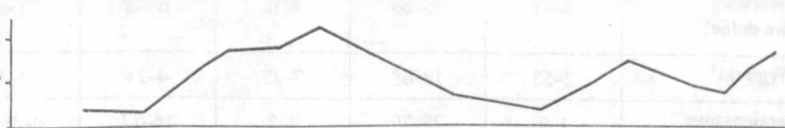
MC III



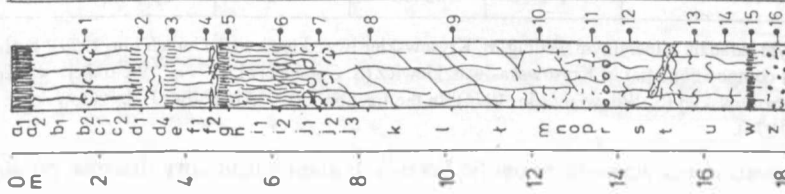
MC II



MC I



Lithology



czenie mają frakcje od drobnopelitycznych do drobnopiaszczystych. Składniki detrytyczne klastyczne, jak kwarc i skalenie, a pobocznie łyszczyki i glaukonit oraz bioklastyczne, tkwią w przeważnie ilastym spoiwie wapiennym, które jest głównym składnikiem wpływającym na zawartość CaCO_3 w skałach fliszowych: do 41–58% w marglach krzemionkowych, 33–82% w marglach z Węgierki oraz 12–51% w warstwach inoceramowych (J. Bromowicz 1974, S. Geroch i inni 1979).

W skład frakcji ciężkiej omawianych kompleksów fliszowych wchodzi jedna stosunkowo monotonna asocjacja składników podstawowych: cyrkon, rutyl, turmalin i granat w zmieniających proporcjach (tab. 1). Oprócz nich występują minerały poboczne i akcesoryczne, jak: epidot, staurolit, dysten, tytanit, apatyt, amfibol, biotyt, muskowitz, chloryt i glaukonit (S. Geroch i inni 1979, S. Wdowiarz i inni 1974). Stosunki między poszczególnymi składnikami ulegają wahaniom w zależności od średnicy badanej frakcji. J. Szczurowska (S. Wdowiarz i inni 1974) podaje, że w obrębie tych samych kompleksów fliszowych części brzeżnej płaszczowiny skolskiej we frakcji drobniejszej w większych ilościach gromadzą się minerały o małej średnicy, jak cyrkon i rutyl, a w grubszej o średnicy większej, jak granat, turmalin i staurolit. Tłumaczy to, że w drobnopelitycznym fliszu, przeważającym na tym terenie, najobficiej występuje cyrkon, który stanowi ponad połowę wszystkich minerałów ciężkich. Wysoki udział tego składnika wpływa na wielkość wskaźnika dojrzałości zespołu minerałów ciężkich: do około 5 w łupkowo-piaszkowcowych warstwach inoceramowych, do 4 w marglach bakulitowych oraz 13 w marglach krzemionkowych.

Ryc. 2. Profil utworów lessowych Tarnawce 1; Litologia – profil litologiczny: a-z – symbole warstw. Diagramy składu minerałów ciężkich: MCI – zawartość nieprzezroczystych, MCII – wskaźniki składu przezroczystych, MCIII – skład przezroczystych. Symbole literowe minerałów przezroczystych: C – cyrkon, R – rutyl, T – turmalin, G – granat, A – amfibol, O – odporne, S – średnio odporne, N – nieodporne. Symbole literowe stratygraficznych jednostek glebowych i lessowych: GH – gleba holocenańska, GJ – gleba interglacialna, Gi – gleba interstadialna, sg – sediment glebowy, g – oznaki rozwoju pedogenezy, LMg – less młodszy górny, LMs – less młodszy środkowy, LMd – less młodszy dolny, LMn – less młodszy najniższy, LSg1 – less starszy górny późny, LSg2+3 – less starszy górny wczesnośrodkowy, LSg4 – less starszy górny najwcześniejszy, Lsd+s – less starszy dolnośrodkowy. Sygnatury graficzne: 1 – less niezwięznięty, 2 – less bezwęglanowy, 3 – gleba holocenańska i interglacialna, 4 – gleba interstadialna, 5 – sediment glebowy i oznaki oglejenia, 6-8 – ility, piaski i żwiry aluwialne, 9 – cokół skalny, 10 – numer i miejsce poboru próbek do analizy minerałów ciężkich, zestawionych w tab. 2, 11 – odporne minerały ciężkie, 12 – średnio odporne minerały ciężkie, 13 – nieodporne minerały ciężkie

The Tarnawce 1 profile of loess deposits; Lithology: a-z – symbols of layers. Diagrams of mineral composition of heavy fraction: MCI – opaque minerals content, MCII – composition indices of transparent minerals, MCIII – composition of transparent minerals: C – zircon, R – rutile, G – garnet, A – amphibole, O – resistant minerals, S – medium resistant minerals, N – non-resistant minerals. Letter symbols of stratigraphic units of soils and loesses: GH – Holocene soil, GJ – interglacial soil, Gi – interstadial soil, sg – soil sediments, g – symptoms of development of pedogenesis, LMg – upper younger loess, LMs – middle younger loess, LMd – lower younger loess, LMn – lowest younger loess, LSg1 – late upper older loess, LSg2+3 – early-middle upper older loess, LSg4 – earliest upper older loess, Lsd+s – middle and lower older loess. Graphic signatures: 1 – non-weathered loess, 2 – carbonate-free loess, 3 – Holocene and interglacial soil, 4 – interstadial soil, 5 – soil sediment and signs of gley processes, 6-8 – alluvial clays, sands and gravels, 9 – rock socle, 10 – number and site of sampling for the heavy minerals analysis shown in Table 2, 11 – resistant heavy minerals, 12 – medium resistant heavy minerals, 13 – non-resistant heavy minerals

POŁOŻENIE ORAZ OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA
LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA PROFILI

Stanowiska w Tamawcach występują na prawym zboczu doliny Sanu, odznaczającym się schodowym układem półek i spłaszczeń nawiązujących do systemu plejstocenijskich teras wyróżnianych w tej dolinie (M. K l i m a s z e w s k i 1936). W odślonięciach tych znajdują się:

1. Tamawce 1 – lessy starsze i młodsze, które nadbudowują serie osadów rzecznych związanych zapewne z terasą tzw. wysoką Sanu (M. K l i m a s z e w s k i 1936), wznoszącą się 40–60 m nad współczesne koryto rzeki. Strop odślonięcia jest na wysokości 248 m n.p.m.

2. Tamawce 2 – lessy młodsze przykrywające pokrywę aluwialną terasy zwanej średnią (M. K l i m a s z e w s k i 1936), której rozległa powierzchnia wznosi się 20-35 m nad dnem doliny. Strop odślonięcia znajduje się 225 m n.p.m.

Profil Zalesie z lessami młodszymi facji zboczowej spoczywającymi na podłożu fliżowym badano w wyrobisku cegielni zlokalizowanej na zboczu doliny niewielkiego potoku w zlewni Olszanki, jednego z większych dopływów Sanu w okolicy Przemyśla.

Podstawowe wyniki badań litologiczno-stratygraficznych omawianych profili zestawiono na ryc. 2–4. Szczegółowy opis profili z Tamawiec wraz z wynikami analiz fizykochemicznych przedstawiony został we wcześniejszych opracowaniach (M. Ł a n c z o n t 1991b, 1993). W naszej pracy ograniczymy się zatem do podania tylko tych informacji o budowie profili, jakie są niezbędne do dalszych rozważań.

Tamawce 1 (ryc. 2). Między stosunkowo cienkim pokładem lessopodobnych utworów facji aluwialnej i powodziowej ze zlodowacenia Odry (Saalian I) a miąższym i złożonym kompleksem lessów bagiennych (LSg4) i deluwialnych (LSg3+2+1) z wartanianu (Saalian II) występuje długotrwała chyba luka stratygraficzna udokumentowana powierzchnią erozyjną z brukiem żwirowym. W obrębie bezwęglanowych utworów lessowych z piętra warty na warstwach LSg4 i LSg2 występują poziomy wietrzeniowe bez zróżnicowania oznak pedogenezy w profilu pionowym.

Interwał dzielący zlodowacenia wartanian i vistulian jest reprezentowany przez glebę leśną rozwiniętą na warstwach lessu starszego górnego późnego. Sedymentacja eoliczna lessów młodszych wiązała się z udziałem procesów stokowych redukujących miąższość osadu. Także horyzonty wietrzeniowe na warstwach LMd i LMs noszą oznaki denudacji zaawansowanej w różnym stopniu. W górnym plenivistulianie następowała akumulacja najbardziej jednorodnego, typowego lessu eolicznego.

Tamawce 2 (ryc. 3). Sedymentacja utworów pyłowych rozpoczęła się w fazie wstępującej vistulianu w obrębie przystokowej części ówczesnej równi zalewowej Sanu. Cechy teksturalne LMn i LMd w obrębie warstw dolnych wskazują na depozycję osadu w środowisku przeważnie subakwalnym, bagiennym, niekiedy w warunkach wzrostu zasięgu wód powodziowych Sanu. Akumulacja eoliczna lessów w środkowym plenivistulianie okresowo przebiegała przy synchronicznym współdziałaniu procesów stokowych, w tym soliflukcji. Lessy z pleniglacjału młodszego reprezentują fację eoliczną. W rejonie tego stanowiska były raczej korzystne warunki do rozwoju i zachowania gleb interstadialnych.

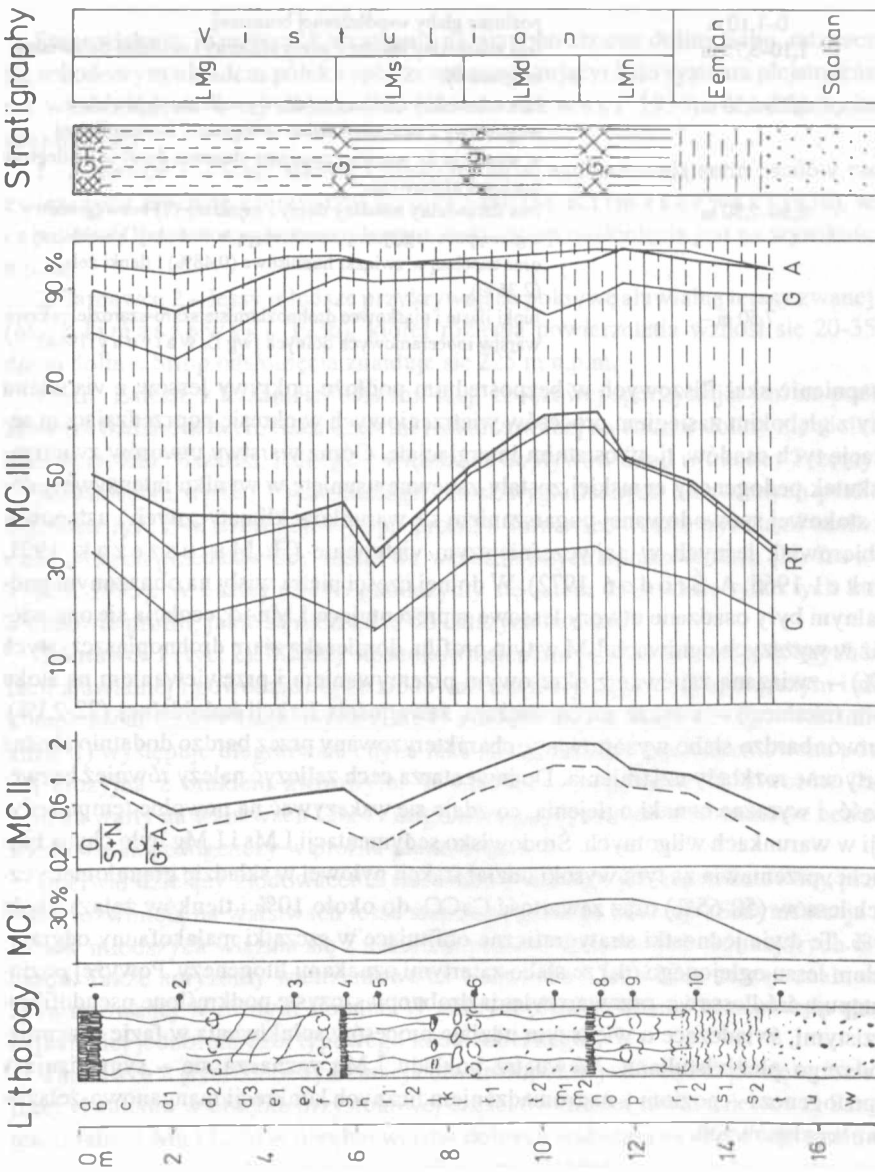
Zalesie (ryc. 4). W tym dotychczas nie publikowanym profilu sekwencja warstw jest następująca:

a ₁ -a ₂	0-1,10 m	poziomy gleby współczesnej brunatnej,
b-c ₃	1,10-3,75 m	less subaeralny młodszy górny eoliczny i eoliczno-deluwialny, węglanowy,
d ₁ -e	3,75-6,30 m	less subaeralny młodszy środkowy eoliczno-deluwialny, węglanowy z oznakami słabej pedogenezy interstadialnej w warstwie d ₁ ; warstwy najniższe stanowią deluwia podległego poziomu glebowego,
f-g	6,30-7,50 m	less deluwialny młodszy dolny i najniższy (?) bezwęglanowy z glebą pseudoglejową zawierającą 30% frakcji koloidalnej oraz zasobną w związki humusowe (0,48%) i tlenki żelaza (2,36%),
	7,50 m -	łupki ilaste i piaskowce drobnopiaszczyste szaro-szarozielonkawe warstw inoceramowych dolnych (wg L. Wałczy 1964).

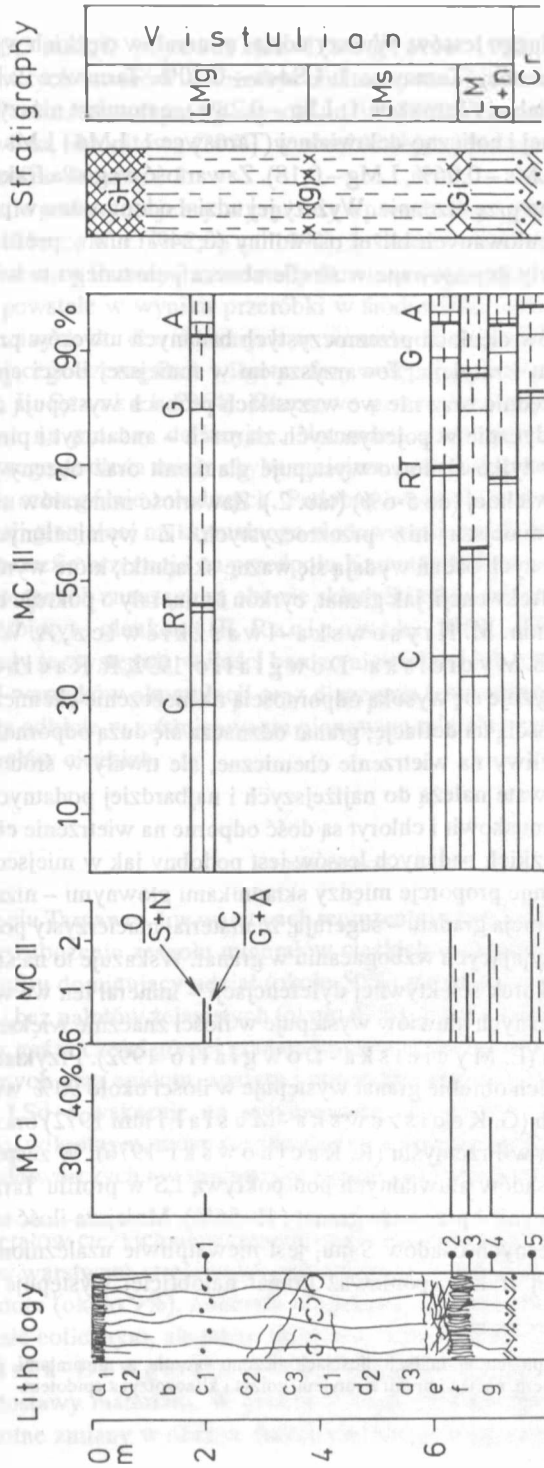
Odwapnienie skał fliszowych w bezpośrednim podłożu pokrywy lessów z vistulianu wiążemy z głębokim zasięgiem procesów wietrzeniowych w okresie poprzedzającym sedymentację tych osadów, tj. w ostatnim interglacjale. Górne warstwy utworów zwietrzałych wskutek pedogenezy eemskiej zostały zapewne usunięte w wyniku intensywnej denudacji stokowej spowodowanej pogarszaniem się warunków klimatycznych i ustępowaniem zbiorowisk leśnych w najwcześniejszym vistulianie (H. Maruszczak 1991, L. Starkeł 1965, A. Środóń 1972). W dolnej części piętra wisty na obnażonym podłożu skalnym były osadzane utwory lessowe reprezentujące LMn+d; cechują się one większą, niż w wyższych ogniwach LM w tym profilu, domieszką ziarn drobnopiaszczystych (12-14%) – związaną zapewne z okresowym przemywaniem i przewiewaniem na stoku materiału lokalnego – a także nieco większą zawartością frakcji koloidalnej (22-23%). Jest to utwór bardzo słabo wysortowany, charakteryzowany przez bardzo dodatnio skośne leptokurtyczne rozkłady uziarnienia. Do inwentarza cech zaliczyć należy również bezwęglanowość i wyraźne oznaki oglejenia, co zdaje się wskazywać na powolne tempo sedymentacji w warunkach wilgotnych. Środowisko sedymentacji LMn i LMg było chyba bardziej suche; przemawia za tym wysoki udział frakcji pyłowej w składzie granulometrycznym tych lessów (50-65%) oraz zawartość CaCO₃ do około 10% i tlenków żelaza około 1,5-1,9%. Te dwie jednostki stratygraficzne obfitujące w szczątki malakofauny odgranicza poziom lessu oglejonego (d₁) ze słabo zatartymi oznakami litogenezy. Powyżej poziomu występują śródlessowe przewarstwienia drobnopiaszczyste podkreślone pseudofibrami żelazistymi, świadczące o większym udziale procesów spłukiwania w fazie wstępującej młodszego plenivistulianu. Wewnątrz pokładu LMg zaznacza się – sygnalizujący wzrost pedogenezy – poziom z nagromadzeniem licznych konkrecji manganowo-żelazistych oraz węglanowych.

ANALIZA MINERAŁÓW CIĘŻKICH I INTERPRETACJA WYNIKÓW

Zawartość frakcji ciężkiej określona dla próbek utworów plejstocenijskich z Tarnawiec jest stosunkowo niewielka oraz pionowo zróżnicowana w obu profilach, co zapewne wy-



Ryc. 3. Profil utworów lessowych Tamawce 2 (objaśnienia jak na ryc. 2)
 The Tamawce 2 profile of loess deposits (explanations see Fig. 2)



Ryc. 4. Profil utworów lessowych w Zalesiu (objaśnienia jak na ryc. 2)
The Zalesie profile of loess deposits (explanations see Fig. 2)

nika z charakteru facjalnego lessów. Wyższy udział minerałów ciężkich występuje w lesie facji aluwialno-bagiennej (Tarnawce 1: LSd+s – 0,20%, Tarnawce 2: LMn – 0,36%, LMd – 0,67%) i deluwialnej (Tarnawce 1: LSg – 0,28%), natomiast niższy – w subacralnym lesie facji eolicznej i eoliczno-deluwialnej (Tarnawce 1: LMd i LMs – 0,04%, LMg – 0,12%, Tarnawce 2: LMs – 0,06%, LMg – 0,18). Zawartość wagowa frakcji ciężkiej jest wśród LM zróżnicowana przestrzennie. Wyższy jej udział odnotowano w profilu Tarnawce 2 w utworach akumulowanych bliżej osi doliny (0,24%) niż w profilu Tarnawce 1, gdzie lessy młodsze były deponowane w strefie zbocza położonego w większej od niej odległości (0,13%).

W składzie minerałów ciężkich przezroczystych badanych utworów przeważa granat w asocjacji z cyrkonem i rutylem. Towarzyszą im w mniejszej ilości epidot, staurolit, chloryt, amfibol. Podrzędnie oraz nie we wszystkich próbach występują dysten, tytanit, biotyt i apatyt, a sporadycznie w pojedynczych ziarnach – andaluzyt i piroksen*. Wśród wszystkich składników tylko śladowo występuje glaukonit oraz obecny jest muskowitz w ilości zmiennej i niewielkiej (do 5-6%) (tab. 2.). Zawartość minerałów nieprzezroczystych (21-44%) jest mniejsza niż przezroczystych. Z wymienionych minerałów wskaźnikowymi dla naszych badań wydają się ważne składniki, które wyróżniają się największymi wahaniami frekwencji, jak granat, cyrkon i minerały o pokroju blaszkowatym. Według wielu opinii (m.in. M. Kryśowska - Iwaszkiewicz, A. Wójcik 1990, J. Morawski 1965, E. Mycielska - Dowgiałło 1992, R. Racinowski 1976, 1992) cyrkon charakteryzuje się wysoką odpornością na niszczenie chemiczne i mechaniczne oraz małą odpornością na deflację; granat odznacza się dużą odpornością na abrazję mechaniczną, jest wrażliwy na wietrzenie chemiczne, ale trwały w środowisku wilgotnym; minerały blaszkowate należą do najłżejszych i najbardziej podatnych na transport eoliczny, a wśród nich muskowitz i chloryt są dość odporne na wietrzenie chemiczne.

Skład minerałów ciężkich badanych lessów jest podobny jak w miejscowych skałach fliszowych, natomiast inne proporcje między składnikami głównymi – niższy udział cyrkonu oraz duża koncentracja granatu – sugerują, że materiał macierzysty podlegał redepozycji w warunkach sprzyjających wzbogacaniu w granat. Wskazuje to na środowisko fluwialne, w którym – wskutek selektywnej dyferencjacji – minerał ten we wszystkich frakcjach i typach litologicznych aluwii występuje w ilości znacznie większej niż w obrębie osadów źródłowych (E. Mycielska - Dowgiałło 1992). Przykładem są współczesne aluwia Sanu. W ich obrębie granat występuje w ilości około 90% we frakcji 0,25–0,1 mm w Prałkowcach (G. Kociszewska - Musiał i inni 1972) oraz w ilości 81% we frakcji 0,1–0,06 mm w Przemyślu (R. Racinowski 1976). W zespole minerałów ciężkich z kopalnych osadów aluwialnych pod pokrywą LS w profilu Tarnawce 1 i LM w profilu Tarnawce 2 również przeważa granat (41–56%). Mniejsza ilość tego składnika, niż w obrębie współczesnych osadów Sanu, jest niewątpliwie uzależniona od średnicy (0,06-0,01 mm) badanej frakcji, ponieważ granat najobficiej występuje we frakcjach

* Niektóre minerały występujące w małych ilościach liczono łącznie z minerałami głównymi: spinel z granatem, monacyt z cyrkonem, anataz i brukit z rutylem, zoizyt i klinozoizyt z epidotem.

grubszych > 0,3 mm (E. M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o 1992), a także – w przypadku górnych warstw tych utworów – może być efektem postsedymentacyjnych procesów wietrzeniowych. Przemawia za tym np. wysoki udział (50%) ziarn granatu dotkniętych korozją oraz z powłoką limonitową (20%) w obrębie objętej pedogenezą interstadialną warstwy „w” w profilu Tarnawce 1.

W tym świetle podtrzymujemy wyrażony uprzednio pogląd (M. K r y s o w s k a - I w a s z k i e w i c z, M. Ł a n c z o n t 1992), że bardzo ważne źródło alimentacji lessów karpaccich w okolicy Przemyśla stanowiły fluwio-peryglacyjne nanosy w strefach równi zalewowych, powstałe w wyniku przeróbki w środowisku rzeczonym zwietrzelin fliszowych, dostarczanych do den dolinnych w warunkach wzmoczonego transportu poprzecznego, cechującego szczególnie wilgotne fazy wstępujące pięter glacialnych (S. W. R ó - ż y c k i 1972, L. S t a r k e l 1964). Okresowo przesuszane drobnoziarniste osady były bardzo podatne na procesy deflacyjne. Natomiast wietrzejące wychodnie skał przedczwartorzędowego podłoża miały chyba mniejsze znaczenie jako bezpośredni obszar zasilania lessów, szczególnie młodszych. Podobny wniosek nasuwa się w odniesieniu do osadów sukcesji glacialnej maksymalnego zlodowacenia san 2, których większe skupiska znajdują się w strefie brzeżnej i na przedpołu Karpat koło Przemyśla. We frakcji ciężkiej tych osadów w sposób znaczący są obecne składniki takie, jak piroksen, amfibol, sylimanit, andaluzyt, biotyt i glaukonit (R. R a c i n o w s k i 1969, 1976), natomiast w naszych lessach minerały te występują w ilościach bardzo niewielkiej lub też ich nie stwierdzono.

Zmiennosc warunków akumulacji oraz diagenetyza lessów karpaccich w okolicy Przemyśla znalazły odbicie w zróżnicowaniu pionowym udziału poszczególnych składników zespołu minerałów ciężkich.

LESSY STARSZE

W odslonięciu Tarnawce 1 w warstwach reprezentujących LSd+s uwidacznia się ku górze stopniowe zubożenie zespołu minerałów ciężkich w składniki mniej odporne. W dolnej części profilu dominujący udział (około 50%) ma granat z przewagą ziarn świeżych (ponad 70%) i bez nalotów żelazistych (około 97%), który występuje w asocjacji z cyrkonem i rutylem, zaś w części górnej granatu jest wyraźnie mniej, a wzrasta ilość minerałów bardzo odpornych oraz epidotu, apatytu i minerałów nieprzezroczystych. Taki obraz frakcji ciężkiej LSd+s wskazuje na sedymentację początkowo w warunkach stabilnych i w środowisku wilgotnym, może subakwalnym, a następnie przy większej intensywności procesów osadotwórczych i w środowisku bardziej suchym powodującym wietrzenie granatu.

Skład minerałów ciężkich najwcześniejszego lessu starszego górnego (LSg4) jest dość podobny jak w warstwach stropowych podległego utworu lessowego. Stosunkowo znaczny udział epidotu (około 9%), minerału reagującego wzbogaceniem na abrazję mechaniczną w procesie eolicznym, ale także amfibolu, mało odpornego na ten rodzaj wietrzenia (E. M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o 1992) – również sugerują niejednorodny charakter transportu i dostawy materiału. W profilu wczesnośrodkowego lessu starszego górnego występują istotne zmiany w obrazie frakcji ciężkiej polegające na stopniowym odwraca-

Tab. 2. Skład mineralów ciężkich i współczynniki składu mineralnego utworów plejstocenijskich okolic Przemysła
 Heavy minerals composition and indices of mineral composition of the Pleistocene deposits in the Przemysł environs

Profil	Jednakośnie stratygraficzne ^a	Numer próbki	Minerały nieprzetworzone (w %)	Udział węglanów (w %)	Udział glaukonitu (w %)	Udział muskowitu (w %)	Minerały przetworzone w % ilości ziarn ($\Sigma = 100\%$)												Wskaźniki składu mineralnego														
							Cyrtan	Rudy	Turmalin	Dyksen	Stawrolit	Tryfanit	Granat	Epidot	Andaluzyn	Amfibol	Furkoka	Biotry	Chloryt	Apatyt	Zwierzczak i nieznaczące	$\frac{O}{S+N}$	$\frac{C}{G+A}$										
Turkawce 1	LMg 2	1	23,4		1,0	18,7	16,2	1,2	0,3	1,5	0,3	57,7	0,5	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	0,58	0,32					
	Gi/LMs	2	23,0		—	22,4	13,5	1,3	—	1,3	0,5	58,0	0,8	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,5	0,38				
	Gi/LMd	3	28,3		—	40,6	21,2	0,7	0,2	0,9	0,5	32,3	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	1,4	1,73	1,26			
	LImin	4	33,6		—	46,8	28,9	2,6	0,3	2,9	0,9	11,3	3,5	—	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9	3,76	3,77	3,77			
	GI1/LSg1	5	37,2		—	42,8	30,1	3,8	0,3	2,8	0,8	15,2	3,5	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,3	—	3,29	2,77		
	sg/LSg2	6	37,4		—	45,4	32,9	2,4	0,3	3,9	—	8,9	4,2	—	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	4,32	4,64	4,64		
	LSg2 + 3	7	42,4		—	47,0	32,0	1,3	0,3	2,7	—	8,3	5,4	—	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,3	1,1	4,33	5,00	
		8	36,8		—	41,7	25,6	2,1	0,5	3,1	0,5	14,5	5,7	—	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,5	3,6	1,4	2,38	2,75	
	LSg4	9	26,9		0,3	25,7	15,5	1,4	—	2,1	0,7	39,3	8,5	—	2,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	2,8	1,4	0,74	0,60	0,60	
		10	23,7		0,2	21,7	14,4	1,5	0,6	1,7	1,2	48,8	3,5	—	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	1,9	0,2	0,8	0,61	0,42	
	LSd + s	11	29,9		—	26,1	19,1	1,4	—	2,0	0,8	35,3	8,8	—	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,6	—	1,6	0,90	0,66
		12	35,1		—	27,5	21,3	1,0	0,4	2,9	1,0	34,0	4,6	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,8	4,4	0,8	1,01	0,80	
	Alwsiwie piszczy	13	29,4		—	30,1	16,6	1,3	0,6	1,3	0,4	40,2	3,4	0,2	0,8	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3	2,1	0,4	0,93	0,73
		14	27,8		—	23,5	16,0	0,7	—	2,0	—	49,6	2,6	0,2	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9	2,4	0,9	0,68	0,46	
	Holcienian	15	33,6		—	24,9	14,3	0,9	0,7	1,8	—	51,6	2,0	—	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,7	1,1	0,5	0,68	0,47
		16	36,6		—	13,7	23,3	0,8	—	2,7	0,2	53,3	2,2	—	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	2,9	0,4	0,61	0,44

c.d. tab. 2

Profil	Jednostki litologiczno-stratygraficzne*	Numer próbki	Minerały nieprzezroczyste	Udział węglianów (w %)	Udział glaukonitu (w %)	Udział muskowitu (w %)	Minerały przezroczyste w % ilości ziarna ($\Sigma = 100\%$)													Wskaźniki składu mineralnego								
							Cytka	Kuzy	Turmalin	Dyska	Stawrolit	Tyranit	Granat	Biszka	Andazyt	Ambol	Praska	Biotyt	Chloryt	Apatyt	Zwężalc i niezręczone	$\frac{O}{S+N}$	$\frac{C}{G+A}$					
Iarnawce 2	GH	1	32,2			5,9	33,1	14,4	2,0			1,3	0,2	30,6	7,6							1,3	0,2	2,3	1,03	0,91		
		2	26,9		0,3	3,6	19,1	14,1	2,7			2,2	1,0	38,8	7,4							1,5	4,2	—	1,5	0,57	0,41	
		3	27,4		0,3	2,7	23,8	15,3	1,8			1,0	0,8	46,9	4,0							1,0	1,8	0,2	1,0	0,70	0,48	
		4	21,8			3,0	20,4	20,1	2,8			0,2	0,9	48,4	2,3							0,2	2,3	—	0,9	0,78	0,41	
		5	21,5			0,4	16,3	14,0	1,5			0,2	2,5	58,9	2,5							0,2	1,2	—	1,2	0,48	0,28	
		6	26,9				31,3	18,7	0,6				0,9	0,3	41,9	1,5							0,9	0,3	3,3	1,10	0,74	
		7	31,8			0,2	32,6	26,9	3,4				1,8	1,0	21,4	7,2	0,2						—	0,5	0,8	2,3	1,80	1,40
		8	32,2			0,3	33,8	27,0	2,0			0,2	2,0	1,0	25,5	4,4							—	0,2	0,2	1,7	1,77	1,23
		9	32,3					29,9	21,4	1,7			1,7	0,8	38,0	3,7							—	0,6	0,8	1,1	1,15	0,78
		10	30,3					27,2	19,4	1,6		0,2	2,8	0,2	41,2	2,6							—	0,5	0,7	1,9	0,97	0,64
		11	22,2			0,3	1,6	17,8	14,1	0,8			0,9	1,9	0,5	55,6	1,1						0,8	2,4	2,1	2,4	0,50	0,32
Za karcie	LMg	1	23,9	23,9		0,9	28,8	16,7	1,2		0,5	1,7	0,5	38,3	5,6							0,7	1,7	1,4	0,90	0,72		
		2	44,0	1,2	0,5	1,4	37,1	29,7	1,4		0,2	1,8	0,4	18,2	5,2							0,4	1,8	0,4	1,6	2,26	1,86	
		3	31,0	2,9	0,9	5,0	33,5	20,5	1,5		0,2	1,9	—	24,4	3,8							0,2	10,5	0,4	1,5	1,29	1,30	
		4	37,6	0,2		0,9	44,6	22,9	0,8		0,2	1,4	0,6	21,1	3,4	0,2	1,8					0,2	0,8	0,4	1,4	2,26	1,95	
	Praktyczne drobnoziarniste Cr (ilinc. prof.)	5	36,4	0,3	0,4	38,4	23,6	1,1		0,2	1,6	1,1	10,3	1,1							—	0,7	0,5	0,7	5,11	5,31		

* Jednostki lessowe według symboli literowych jednostek stratygraficznych i poziomów glebowych (przyjęte za H. Maruszczakiem 1991)

niu proporcji składników głównych. O ile w dolnej części tego kompleksu dominuje granat, sporo jest minerałów mniej odpornych, jak amfibol i chloryt oraz pojawia się glaukonit, to powyżej warstwy „I” radykalnie wzrasta ilość cyrkonu, rutylu, turmalinu, staurolitu i minerałów nieprzezroczystych, a zmniejsza się udział minerałów blaszkowatych i granatu, w znacznym stopniu zwietrzałego. Nie tylko zróżnicowanie składu minerałów ciężkich, lecz także zmienność cech uziarnienia oraz zespół struktur sedymentacyjnych (M. Łanczont 1993) świadczą, że podczas akumulacji tego lessu nastąpiła zmiana charakteru i dynamiki procesów osadotwórczych, wśród których większe znaczenie miało spłukiwanie powierzchniowe, sprzyjające redepozycji nawiewanego materiału w obrębie stoku. Malejący ku górze udział granatu w składzie frakcji ciężkiej wydaje się być zarówno wynikiem dostawy komponenty lokalnej ze stoku, którą mogą reprezentować ziarna pochodzące ze zwietrzeli miejscowych skał fliszowych, jak i efektem jego wietrzenia w procesie transportu eolicznego w warunkach okresowo bardziej suchych, co pośrednio wskazuje na incydentalny charakter procesów z udziałem wód stokowych. Górne warstwy (j_1-j_3) omawianego lessu zostały objęte pedogenezą interstadialną. W świetle wskaźników $\frac{O}{S+N} = 4,33$ i $\frac{C}{G+A} = 5,00$ skład frakcji ciężkiej z tego poziomu wietrzeniowego jest bardziej dojrzały niż w nadległej glebie interglacjalnej. Większa jest tu także zawartość cyrkonu i minerałów nieprzezroczystych, a równie niewielka (około 8%) ziarn granatu, z których relatywnie więcej jest skorodowanych (tab. 3). Wydaje się, że otrzymany obraz frakcji ciężkiej jest łącznym efektem dużej intensywności procesów osadotwórczych podczas sedymentacji lessowego tworzywa gleby interstadialnej, natężenia tej pedogenezy, ale może także wskazywać na możliwość nakładania się na rezultaty subarktycznych procesów glebowych głębokiego wpływu pedogenezy eemskiej, poniżej poziomu diagnostycznego Bt. Podobnie głęboki zasięg interglacjalnego wietrzenia chemicznego stwierdzono w profilu lessów w Prałkowcach (M. Kryśowska-Iwaszkiewicz, M. Łanczont 1992).

Warstwy lessu starszego górnego późnego (LSg1), w całości objęte pedogenezą eemską, wyróżniają się w całym profilu lessów w Tarnawcach I wysoką zawartością minerałów odpornych, jak cyrkon, rutyl, turmalin, staurolit oraz poważnym zubożeniem ilości granatu, amfibolu i muskowitu. W obrębie profilu glebowego następują niewielkie wahania udziału tych mniej odpornych minerałów. W poziomie A_1 jest nieco więcej granatu, co chyba należy wiązać z wilgotniejszymi i chłodniejszymi warunkami w schyłkowych fazach tego interglacjału i w najwcześniejszym vistulianie (świadczą o tym m. in. oznaki górnego oglejenia), oraz mniej jest amfibolu i muskowitu, co może być uwarunkowane mechaniczną abrazją tych składników, wskutek nasilających się wówczas procesów denudacji stokowej (odpowiedzialnych za częściowe zniszczenie i zaburzenie tego poziomu).

LESSY MŁODSZE

Skład frakcji ciężkiej tych lessów wykazuje wyraźnie powiązania z charakterem litofajalnym utworu. O większej intensywności i zróżnicowaniu procesów odpowiedzialnych za sedymentację lessów aluwialnych i deluwialnych, reprezentujących wczesny vistulian i dolny pleniglacjał, świadczą bardziej dojrzałe wskaźniki składu minerałów ciężkich

$\frac{0}{s+N}$ (odpowiednio 1,15-1,80 oraz 0,90-3,76) niż w lessie eolicznej facji z pleniglacją ą środkowogórnego (0,28-0,72).

Tab. 3. Wyniki badań ziarn granatu w wybranych próbkach z profili Tamawce 1 oraz Zalesie (miejsce pobrania próby oznaczone przy profilach litologicznych przestawionych na ryc. 2)

Results of the investigations of garnet grains in the selected samples from the Tamawce 1 and Zalesie sections (sampling points are marked on the lithologic diagrams in Fig. 2)

Profil	Numer próbki	Udział procentowy ziarn według stopnia korozji i deformacji powierzchni ($\Sigma = 100\%$)		Udział ziarn z powłokami i nalotem limonitowym w procentach
		bez oznak wietrzenia	z wżerami i zagłębieniami korozyjnymi	
Tamawce 1	1	74,9	25,1	3,7
	2	53,0	47,0	12,5
	4	52,3	47,7	5,9
	6	64,7	35,3	2,2
	8	53,6	46,4	4,4
	10	69,5	30,5	3,5
	14	72,4	27,6	2,1
	16	58,6	41,4	19,4
Zalesie	3	61,1	38,9	0,3
	4	48,9	51,1	1,6
	5	58,6	41,4	1,0

Wśród analizowanych przykładów najwyższy udział minerałów bardzo odpomych występuje we frakcji ciężkiej lessu deluwialnego, odpowiadającego LMn w profilu Tamawce 1, który jest bardzo podobny jak w podległej glebie interglacjalnej. Pozwala to przyjąć, że ważnym źródłem materiału tego lessu były deluwia glebowe przemieszczone z wyżej położonych elementów stoku i nawarstwiane jednocześnie z depozycją świeżego pyłu. Z eoliczną dostawą materiału można wiązać mniejszy niż w glebie eemskiej udział minerałów nieprzezroczystych, natomiast względnie większą ilość kryształów granatu uszkodzonych korozyjnie i z nalotami tlenków żelaza – z bardzo powolną sedymentacją i równoczesnym wietrzeniem tego lessu. Podobnie niejednorodne warunki transportu i dostawy materiału były zapewne także udziałem środowiska akumulacji warstwy dolnej (g) lessu w profilu Zalesie, charakteryzowanej przez zespół minerałów ciężkich z dużym udziałem składników bardzo odpomych. Korozyjne wżery zniekształcające ponad połowę ziarn granatu mogły powstać wskutek synsedymentacyjnego wietrzenia tego osadu. Obraz frakcji ciężkiej omawianego lessu, który był osadzany bezpośrednio na podłożu skalnym, różni się od podległej zwietrzliny fliszu wyraźnie mniejszym udziałem cyrkonu, a większym minerałów mniej odpomych, jak granat, epidot i amfibol. Nie możemy więc tego utworu interpretować, zgodnie z koncepcją J. C e g ł y (1963), jako bezpośredniego produktu peryglacjalnego wietrzenia skał fliszowych.

Środowisko sedymentacji lessu facji aluwialnej reprezentowanego przez dolne warstwy (m₁-p) w profilu Tamawce 2 cechowała nieco mniejsza dynamika czynnika transportującego niż przy akumulacji równowiekowego lessu deluwialnego w innych profilach.

Dokumentuje to zespół minerałów ciężkich uboższy w cyrkon i rutyl, a bogatszy w granat. Stosunkowo niewielki udział składników nieodpornych może być częściowo wiązany z procesami wietrzeniowo-glebowymi, na co wskazuje semistrefowe oglejenie utworu.

Wyraźna odrębność lessu eolicznego od innych facji polega na znacznie większej zawartości granatu oraz niższej rutylu, a także cyrkonu, co świadczy o bardziej jednorodnych warunkach transportu i dostawy materiału, a także szybszym narastaniu pokrywy tego lessu. Wysoki udział granatu z przewagą form świeżych w warstwach lessu z pleniglacjału środkowego i faz wstępujących górnego możemy tłumaczyć wilgotnym, przeciwdziałającym wietrzeniu tego minerału, środowiskiem sedymentacyjnym. Natomiast mniej zasobne w granat najmłodsze warstwy LMg wiążą się z bardziej suchymi warunkami transportu eolicznego.

W warstwach lessu młodszego, objętych pedogenezą interstadialną, tj. w obrębie poziomów i słabiej rozwiniętych sedymentów glebowych przeważnie mniej (niż w utworze macierzystym) jest składników średnio i nieodpornych, jak np. granat i amfibol. Wśród ziarn granatu blisko połowa jest zwietrzałych, a wiele posiada otoczki limonityczne. Z analizowanych przykładów najbardziej dojrzały zespół minerałów ciężkich ($\frac{O}{S+N} = 1,75$) wykazuje poziom /B/ częściowo zdenudownanej gleby subarktycznej z dolnego plenivistulianu Gi/LMd(T) w profilu Tamawce 2. Wydaje się, że przyczyna tego jest dość złożona, bo chociaż tworzywo tej gleby stanowi less deluwialny, który w świetle naszych analiz jest zubożony w składniki mniej odporne, to – w związku z wyjątkowo małą miąższością nadległego LMs – nie można wykluczyć nakładania się wpływu pedogenezy związanej z ociepleniem w interplenivistulianie na rezultaty starszego procesu glebowego. Natomiast wyraźnie bogatsze w granat niż utwór macierzysty są zespoły minerałów ciężkich z horyzontów glebowo-wietrzeniowych rozwiniętych na LMd w profilach Tamawce 2 i Zalesie. Wiążemy ten fakt z krótkotrwałym (B. Mańko w s k a 1966) raczej niż słabym działaniem procesów pedogenetycznych. W tej sytuacji skorodowane pod wpływem kwasów humusowych większe kryształy granatu mogły ulec już mechanicznie rozdrobnieniu na mniejsze okruchy, co dało efekt wzbogacenia w ten składnik frakcji lessowej.

Stopień zaawansowania pedogenezy holocenińskiej, określony dla profilu Tamawce 2, udokumentowany jest we frakcji ciężkiej większą ilością minerałów nieprzezroczystych niż w lessie wyjściowym oraz przewagą cyrkonu nad granatem w asocjacji składników głównych. Udział amfibolu, muskowitu i epidotu jest dość wysoki i podobny jak w lessie niezwiertrzałym, w większym stopniu należy to wiązać z charakterem procesów osadotwórczych niż z wtórnymi procesami glebowymi.

WNIOSKI

Skład minerałów ciężkich lessów karpackich w okolicy Przemyśla jest podobny jak w miejscowych skałach fliszowych, ale zasadniczo odmienna frekwencja wyróżnionych składników dowodzi, że materiał wyjściowy podlegał przeróbce w wielu cyklach sedymentacyjnych. Główne źródło pyłu było wspólne dla wyróżnionych poziomów stratygra-

ficznych lessów i stanowiły go bogate w granat peryglacyjne osady rzeczne. Niewątpliwie mniejsze znaczenie miała alimentacja lessów bezpośrednio z wietrzejących wychodni skał fliszowych i osadów akumulacji glacialnej.

Badane lessy są utworem lokalnym w skali topograficznej. Świadczy o tym powinowactwo pod względem składu frakcji ciężkiej z lessami występującymi w sąsiedztwie na bezpośrednim przedpołu Karpat Przemyskich (R. R a c i n o w s k i 1976) oraz wyraźna odrębność w tym zakresie w stosunku do lessów w rejonie Brzozowa w zachodniej części Pogórza Dynowskiego, dla których materiałem wyjściowym były fliszowe warstwy krośnieńskie (T. G e r l a c h 1992).

Zapewne ze względu na dużą zmienność facjalną badanych lessów skład minerałów ciężkich nie różnicuje się w zależności od wieku osadu, jak to stwierdzono na przykładzie lessów z Prałkowiec (M. K r y s o w s k a - I w a s z k i e w i c z, M. Ł a n c z o n t 1992) oraz lessów wyżynnych (H. M a r u s z c z a k, M. W i l g a t 1978).

Wyróżniono trzy podstawowe facje lessu, które wykazują wyraźną odrębność w średnich wartościach wskaźnika dojrzałości zespołu minerałów ciężkich $\frac{O}{S+N}$: deluwialna – 1,96, aluwialno-bagienna – 1,18, eoliczna (eoliczno-deluwialna) – 0,65. Podobne relacje tego wskaźnika dotyczą karpaccich lessów i utworów lessopodobnych z innych profili w zachodniej części Pogórza Karpacciego (S. W. A l e x a n d r o w i c z i i n n i 1991 a, b, T. G e r l a c h i i n n i 1991, M. K r y s o w s k a - I w a s z k i e w i c z, A. W ó j c i k 1990). Fację deluwialną charakteryzuje wskaźnik mineralny 0,29–0,83, a fację eoliczną 0,12–0,39, niższe wartości bezwzględne wskaźnika wiążą się zapewne z inną średnicą (poniżej 0,5 mm) badanej przez M. K r y s o w s k ą - I w a s z k i e w i c z frakcji ciężkiej.

Istotne zmiany właściwości lessów następowały pod wpływem interglacialnych, a także interstadialnych procesów glebotwórczych. W składzie minerałów ciężkich zmiany wywołane pedogenezą obrazuje wzrost udziału składników bardziej odpornych oraz nieprzezroczystych, także w pewnej strefie poniżej wyraźnie wyodrębniających się diagnostycznych poziomów glebowych.

Wahania ilości oraz forma występowania granatu w lessach pozostają w wyraźnym związku z charakterem sedymentacji i jej środowiskiem. Najwyższą ilością granatu z dominacją form świeżych i nie uszkodzonych wyróżnia się less eoliczny; najmniej jego ziarn, z których znaczna część jest zwietrzała, ma less deluwialny. Pod wpływem procesów pedogenetycznych ilość granatu poważnie maleje, a wśród jego ziarn znaczny udział mają kryształy uszkodzone i z otoczką limonityczną. Mechaniczny rozpad skorodowanych ziarn pod wpływem krótkotrwałej pedogenezy interstadialnej może być przyczyną występowania większej ilości granatu w poziomie glebowym niż w lessie macierzystym.

LITERATURA

- Alexandrowicz S. W., Butrym J., Krysowska-Iwaszkiewicz M., Zuchiewicz W. 1991 a; Profil utworów lessopodobnych w Siennej koło Nowego Sącza. Podstawowe profile lessów w Polsce, UMCS, 156–164, Lublin.
- Alexandrowicz S. W., Krysowska-Iwaszkiewicz M., Zuchiewicz W. 1991 b; Profil utworów lessowych w Podymaczu koło Zakliczyna. Podstawowe profile lessów w Polsce, 172–178.

- Bromowicz J. 1974; Zmienność facjalna i wykształcenie litologiczne piaskowców inoceramowych jednostki skolskiej między Rzeszowem a Przemyślem. Pr. Geol., 84, Warszawa.
- Buraczyński J., Rzechowski J., Wojtanowicz J. 1987; The conditions and course of the sedimentation of older and younger loesses in the Wożuczyn profile (SE Poland). Annales UMCS, sect. B, XLI/1986, 149–164.
- Cegła J. 1963; Porównanie utworów pyłowych kotlin karpackich z lessami Polski. Annales UMCS, sect. B, XVIII, 69–116, Lublin.
- Chlebowski R., Lindner L. 1976; Próba zastosowania analizy minerałów ciężkich w problematyce lessów na przykładzie lessów młodszych zachodniej części regionu świętokrzyskiego. Biul. IG 297, Z badań czwartorzędu w Polsce, 18, 293–306, Warszawa.
- Gerlach T. 1992; A model of deposition of loess in central part of the Polish Flysch Carpathians during the last cold stage. Geographia Polonica, 60, 175–179, Warszawa.
- Gerlach T., Kryowska-Iwaszkiewicz M., Szczepanek K., Alexandrowicz S. W. 1991; Karpcka odmiana lessów w Humniskach koło Brzozowa na Pogórzcu Dynowskim w polskich Karpatach fliszowych. Kwart. AGH, Geologia., 17/1–2, 193–219, Kraków.
- Geroch S., Kryowska-Iwaszkiewicz M., Michalik M. i inni 1979; Sedymentacja margli z Węgierki. Rocznik PTGeol., 49, 105–134.
- Jahn A. 1956; Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd. PWN Warszawa.
- Jersak J. 1991; Lessy formacji umiarkowanie wilgotnej na Płaskowyżu Głubczyckim. [W:] Less i osady dolinne, red. J. Jersak. Pr. Nauk. UŚ, 1107, 10–50, Katowice.
- Klimaszewski M. 1936; Z morfologii doliny Sanu między Leskiem a Przemyślem. Prz. Geogr. 16, 107–132, Warszawa.
- Kociszewska-Musiał G., Kosmowska-Ceranowicz B., Musiał T. 1972; Charakterystyka sedimentologiczna współczesnych aluwów Sanu. Pr. Muzeum Ziemi, Pr. Geol., 19, 136–157, Warszawa.
- Kryowska-Iwaszkiewicz M., Wójcik A. 1990; Wyniki badań późnoplejstocennych stokowych pokryw gliniastych w Jedliczach (Doły Jasielsko-Sanockie). St. Geom. Carp.-Balc., 24, 65–86, Kraków.
- Kryowska-Iwaszkiewicz M., Łanczont M. 1992; Zróżnicowanie składu minerałów ciężkich w osadach plejstocennych w Prałkowcach koło Przemyśla (Karpaty Przemyskie). Prz. Geol., 60, 9, 551–555, Warszawa.
- Łanczont M. 1991 a; Profil utworów lessowych w Prałkowcach koło Przemyśla. Podstawowe profile lessów w Polsce, UMCS, Lublin, 117–125.
- Łanczont M. 1991 b; Profil utworów lessowych w Tamawcach koło Przemyśla.. Podstawowe profile lessów w Polsce, UMCS, Lublin, 126–133.
- Łanczont M. 1991 c; Profil utworów lessowych w Dybawce Dln. koło Przemyśla. Podstawowe profile lessów w Polsce, 1334–140.
- Łanczont M. 1991 d; Profile utworów lessowych w Krasicach koło Przemyśla. Podstawowe profile lessów w Polsce, 141–149.
- Łanczont M. 1993; Warunki akumulacji plejstocennych utworów lessowych w dolinie Sanu koło Przemyśla. Kwartalnik AGH, Geologia 19, 2, 75–108, Kraków.
- Manikowska B. 1966; Gleby młodszego plejstocenu w okolicach Łodzi. Acta Geogr., Lodz., 22, Łódź, s. 166.
- Mapa Geologiczna Polski 1:200 000 1980; Ark.Przemyśl., Kalników, Wyd. Geol., Warszawa.
- Maruszczak H. 1976; Stratygrafia lessów Polski południowo-wschodniej. Biul. IG 297, Z badań czwartorzędu w Polsce, 18, 135–176, Warszawa.
- Maruszczak H. 1991; Zróżnicowanie stratygraficzne lessów polskich. Podstawowe profile lessów w Polsce, UMCS, 13-35, Lublin.
- Maruszczak H., Morawski J. 1976; Zróżnicowanie składu minerałów ciężkich w podstawowych jednostkach litologiczno-stratygraficznych lessów polskich. Biul. IG 297, Z badań czwartorzędu w Polsce, 18, 63–76, Warszawa.
- Maruszczak H., Racinowski R. 1976; Dynamika akumulacji eolicznej lessu młodszego w okolicy Lublina w świetle badań uziarnienia i składu minerałów ciężkich. Biul. IG 297, Z badań czwartorzędu w Polsce, 18, 221–226, Warszawa.

- Maruszczak H., Wilgat M. 1978; Zróżnicowanie stratygraficzne i paralelizacja profili lessowych z Niedwi i Odonowa w świetle badań minerałów ciężkich. *Folia Soc. Sci. Lub.*, 20, 2, 89–96. Lublin.
- Morawski J. 1965; Spostrzeżenia nad odpornością i typami granatów w piaskach różnych środowisk sedymentacyjnych. *Annales UMCS, sect. B, XX*, 27–54, Lublin.
- Mycielska-Dowgiatto E. 1992; Wybrane cechy teksturalne osadów i ich wartość interpretacyjna. *Badania sediment. osadów czwart., Letnia Szkoła Sedymet., Murzynowo*, 21–30.
- Racinoński R. 1969; Badania granulometryczne i mineralno-petrograficzne glin zwalowych Polski wschodniej. *Biul. IG 220, Z badań czwartorzędu w Polsce*, 12, 289–323, Warszawa.
- Racinoński R. 1976; Uwagi o składzie minerałów ciężkich lessów lubelskich i przemyskich. *Biul. IG 297, Z badań czwartorzędu w Polsce*, 18, 227–248, Warszawa.
- Racinoński R. 1992; Uwagi o wykorzystaniu wyników analiz minerałów ciężkich w problematyce badań osadów czwartorzędowych Polski. *Badania sediment. osadów czwart., Letnia Szk. Sedymet., Murzynowo*, 191–222.
- Różycki S. W. 1972; Plejstocen Polski środkowej. *Wyd. II, PWN, Warszawa*, s. 314.
- Starkel L. 1964; Chronology of denudation processes in the last glacial period in the flysch Carpathians. *Geogr. Pol.*, 2, Warszawa, 62–67.
- Starkel L. 1965; Rozwój rzeźby polskiej części Karpat wschodnich (na przykładzie dorzecza górnego Sanu). *Pr. Geogr. IG PAN*, 50, Warszawa.
- Środoń A. 1972; Roślinność Polski w czwartorzędzie. [W:] *Szata roślinna Polski*, red. W. Szafer, K. Zarzycki, t. I, PWN, 527–569, Warszawa.
- Watycha L. 1964; Budowa geologiczna okolic Birczy, Olszan i Rybotycz. *Biul. Inst. Geol., Warszawa*.
- Wdowiarz S., Wieser T., Szczurowska J. i inni 1974; Budowa geologiczna jednostki skolskiej i jej podłoża w profilu Cisowa I. G. 1. *Biul. IG 273, Z badań geologicznych w Karpatach* 18, 5–77, Warszawa.

SUMMARY

For characterization of the Carpathian loesses in Przemysł environs the heavy minerals analyses were carried out. Their results were interpreted with reference to the sedimentation conditions, to the postsedimentation hypogenetic processes, and to the kind of parent material. In the fraction 0.06–0.01 mm the heavy minerals composition was determined (Tab. 2) and separately the quantity of weathered garnet grains and of garnet grains with limonite coatings was counted (Tab. 3). The samples representing different facial types of loess deposits, their different stratigraphic horizons and the deposits underlying loess were taken from three loess sections (Tab. 2, Fig. 2-4).

Heavy minerals composition of the investigated loesses is similar as in the local flysch layers (Tab. 1, Fig. 1), but distinctly different quantities of the main components, i. e. of zircon, rutile and garnet, show that the parent material had to undergo several sedimentation cycles. Fluvio-periglacial sediments were the main source of the material of the Carpathian loesses; we suppose that the direct alimentation from the outcrops of the weathered flysch rocks and from the covers of glacial origin sediments was less important. As the other Polish loesses, the investigated loess deposits are the local formation in topographic scale.

Distinct connection between the mineral composition of heavy fraction and the facial character of loess was found. Among the distinguished facies, the highest content of very resistant minerals is typical for the deluvial loess, lower content for alluvial one, and the lowest for the eolian one. However, we did not find the increasing content of the resistant minerals following the age of the deposits. The strongest transformation of the heavy minerals composition in the loess covers was the result of the pedogenesis during the Eemian interglacial and the interstadials.

