

Jan MORAWSKI

**Charakterystyka minerałów ciężkich
z lessów Płaskowyżu Nałęczowskiego**

Характеристика тяжелых минералов из лёссов Наленчовского возвышения

Characteristics of the Heavy Minerals from the Loesses of the Nałęczów Plateau

W budowie geologicznej Płaskowyżu Nałęczowskiego skały lessowe odgrywają ważną rolę; tworzą one strop osadów czwartorzędowych w strefie rozciągającej się pomiędzy dolinami Wisły i Bystrzycy. Ten wielki płat lessu ogranicza od strony wschodniej dolina Bystrzycy na odcinku od Zemborzyc po ujście rzeki Ciemieni do Bystrzycy w okolicy Sobianowic. Granica północna lessu przebiega prawie prostolinijnie z NWW ku SEE wzdłuż północnej krawędzi Wyżyny Lubelskiej, na południe od Puław, Końskowoli, Kurowa i Garbowa. Granicą zachodnią jest dolina Wisły na odcinku Puławy—Kazimierz nad Wisłą. Granica południowa jest prawie równoległa do północnej i przebiega na południe od Kazimierza, Nałęczowa, docierając do doliny Bystrzycy w okolicy Zemborzyc. Less tworzący strop osadów czwartorzędowych na Płaskowyżu Nałęczowskim uważany jest powszechnie za utwór najmłodszy wśród lessów Wyżyny Lubelskiej.

W zachodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego koło Kazimierza nad Wisłą na Kwaskowej Górze pod lessem młodszym zachowały się warstwy lessu starszego. Na ten interesujący profil utworów lessowych pierwszy zwrócił uwagę W. Pożaryski (25, 26), następnie opisywali go A. Jahn (6), J. Malinowski (13), H. Maruszczak i K. Konecka-Betley (8), opracowanie mineralogiczne tego profilu wykonali J. Morawski i J. Trembaczowski (21) oraz J. Morawski (22).

Zagadnieniem genezy, stratygrafii i składu mechanicznego lessów Wyżyny Lubelskiej zajmowało się wielu badaczy. Skład mechaniczny lessu, a także w pewnym stopniu skład mineralny, opracowany został dotychczas głównie z południowo-wschodniej części Wyżyny Lubelskiej.

W składzie mechanicznym lessów lubelskich przeważają ziarna mineralne wielkości 0,02—0,05 mm. W okolicy Lublina udział tej frakcji w pro-

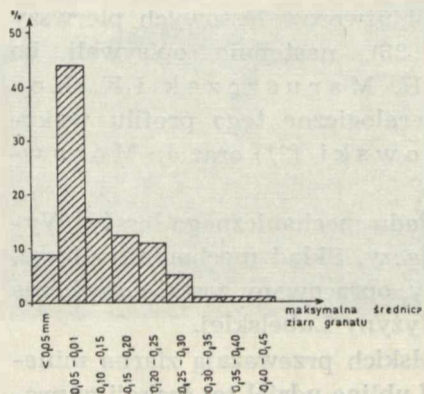
filu lessu młodszego (23) waha się od 41% do 55%, co stanowi około 50% całego tworzywa lessowego.

Nawiązując do prędkości opadania cząstek mineralnych w powietrzu, na podstawie badań R. A. B a g n o l d a (1) nasuwa się wniosek, że tylko najdrobniejsze pyły, o średnicy ziarna poniżej 0,008 mm, mogły być transportowane przez wiatr na większe odległości. Podkreślił to już w swojej pracy A. M a l i c k i (10), wysuwając tezę, że lessy polskie są tworem tylko bliskiego transportu. Potwierdzają to także obserwacje składu mechanicznego pyłu (3), opadłego na Wyżynie Lubelskiej w dniu 15 IV 1965 r., którego średnia wielkość średnicy ziarn wahała się w granicach od 0,0047 mm do 0,0057 mm.

Ponieważ w lessach lubelskich obok wyraźnie dominującej frakcji drobnopylastej, której średnica ziarn waha się od 0,02 do 0,05 mm, występują także większe ziarna mineralne, a miejscami nawet spotyka się wkładki piaszczyste, można na tej podstawie przypuszczać, że te grubsze składniki mineralne transportowane były wiatrem po powierzchni ziemi w formie trakcji i saltacji, a ziarna drobniejsze na nieznacznej tylko wysokości i to raczej z niezbyt dużych odległości. Tylko najdrobniejszy pył mógł być przyniesiony przez wiatr na Płaskowyż Nałęczowski z dalej położonych obszarów deflacyjnych.

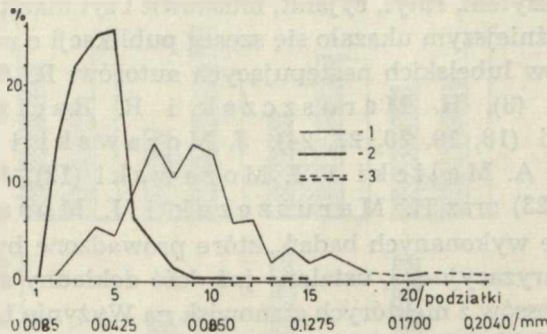
Podobne zróżnicowanie wielkości ziarn mineralnych występuje także i we frakcji ciężkiej. Można to najłatwiej zaobserwować wśród takich minerałów, jak: granaty i cyrkonny, które stanowią duży odsetek frakcji ciężkiej. Wśród granatów przeważają wyraźnie ziarna o średnicy w granicach od 0,05 mm do 0,30 mm, stanowią one 88,5% ogólnej liczby granatów (18). Procentowy udział różnej wielkości granatów w lessie lubelskim ilustruje ryc. 1.

Wielkość cyrkonów jest także zróżnicowana, a ponieważ tworzą one przeważnie kryształy wyraźnie wydłużone, dlatego pomiary długości



Ryc. 1. Wykres procentowego udziału różnej wielkości granatów w lessie lubelskim
Graph of percentage of share of the garnets of various size in Lublin loess

i maksymalnej szerokości kryształów najlepiej odzwierciedlają te stosunki (ryc. 2). Długość cyrkonów w lessach Płaskowyżu Nałęczowskiego waha się w dużych granicach, od 0,019 mm do 0,2 mm. Dominują jednak kryształy, których długość zawarta jest w mniejszych granicach od 0,051 mm do 0,085 mm. Ekstremalne szerokości analizowanych kryształów wahają się od 0,0102 mm do 0,127 mm. Przeważają wyraźnie cyrkonony o szerokości zawartej w granicach od 0,017 mm do 0,042 mm (19).



Ryc. 2. Diagram ilustrujący długość i szerokość cyrkonów w lessie Płaskowyżu Nałęczowskiego. Objasnienia: 1 — długość; 2 — szerokość; 3 — linia przerywana brak danych. Wielkość jednej podziałki=0,0085 mm

Diagram illustrating the length and width of the zircons in the loess of the Nałęczów Plateau. Explanations: 1 — length; 2 — width; 3 — dashed line-lack of data. Size of one scale=0.0085 mm

Przytoczone wyżej dane dotyczące wielkości ziarn mineralnych w lessach Płaskowyżu Nałęczowskiego wskazują, że źródła alimentacji głównej masy pyłowej lessu nie mogły znajdować się zbyt daleko od północnej krawędzi Wyżyny Lubelskiej. Pogląd ten byłby zgodny z hipotezą A. M a l i c k i e g o (10) o pochodzeniu materiału pyłowego lessów lubelskich.

Obszary alimentacyjne lessów Płaskowyżu Nałęczowskiego mogły obejmować swoim zasięgiem szeroką strefę rozciągającą się niemal od krawędzi łądolodu aż po Wyżynę Lubelską. Grubszy materiał pylasty mógł być dostarczany z obszarów bliżej położonych, a drobny pył niesiony wiatrem z bardziej odległych. Warunki takie mogły istnieć zarówno podczas zlodowacenia środkowopolskiego w czasie transgresji lub kontynentalnej fazy recesji łądolodu, jak i zlodowacenia bałtyckiego.

Jednym z pierwszych badaczy, który wydzielił kilka typów utworów lessowych był N. I. K r i s z t a f o w i c z (9). Stwierdził on, że występują w nich następujące minerały: kwarc, ortoklaz, mikroklin, plagioklaz, muskowił, biotyt, turmalin, amfibol, rutyl, granat, spinel, staurolit, sylimanit, andaluzyt, limonit, glaukonit, kalcyt oraz wodorotlenki i tlenki żelaza.

Obecność tych minerałów w lessach wskazuje, że pochodzą one z różnych typów skał zarówno magmowych, metamorficznych, jak i osadowych.

Stosunki procentowe pomiędzy minerałami frakcji ciężkiej lessów określiła dopiero 50 lat później M. Turnau-Morawska, zamieszczając wyniki swoich badań nad minerałami ciężkimi lessu z przedmieścia Lublina — Czechowa w pracy opublikowanej wspólnie z A. Jahnem (7). W zbadanym zespole minerałów przeważają: chloryt, amfibol, cyrkon i apatyt, dość liczne są: turmalin, granat i biotyt, mniejszy udział mają epidot z zoizytem, rutil, cyjanit, muskowitz i sylimanit.

W okresie późniejszym ukazało się szereg publikacji o minerałach frakcji ciężkiej lessów lubelskich następujących autorów: R. Gwóźdź i R. Racinowski (3), H. Maruszczak i R. Racinowski (16), J. Morawski (18, 19, 20, 22, 24), J. Morawski i J. Trembaczewski (21), A. Malicki i J. Morawski (12), J. Morawski i J. Nowak (23) oraz H. Maruszczak i J. Morawski*.

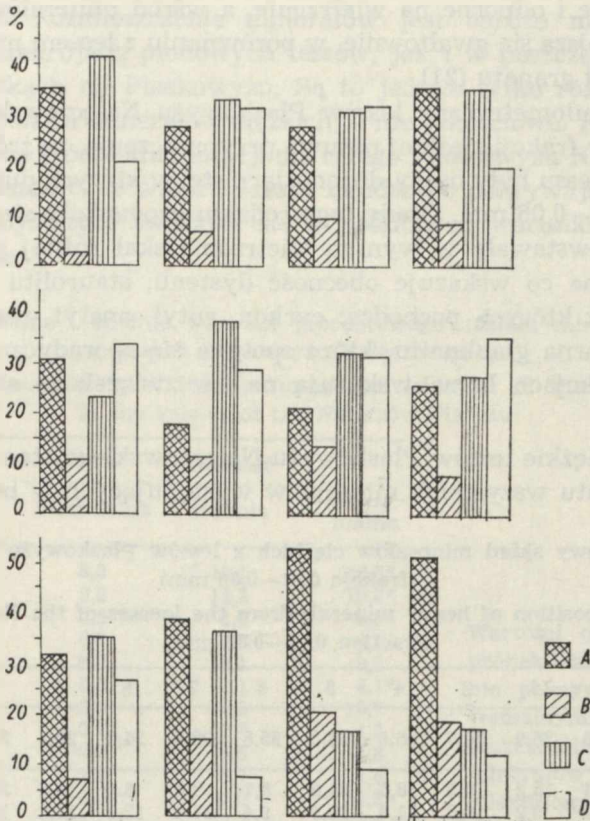
Na podstawie wykonanych badań, które prowadzone były przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego, ustalono już dość dokładny skład mineralny frakcji ciężkiej lessów z niektórych stanowisk na Wyżynie Lubelskiej. Brak było natomiast dokładniejszej charakterystyki poszczególnych minerałów frakcji ciężkiej. W niektórych tylko pracach (18, 19, 20, 21, 22) znajdujemy opisy ważniejszych minerałów ciężkich, a zwłaszcza granatu, cyrkonu, amfibolu i epidotu.

Autor zajął się bardziej szczegółowym scharakteryzowaniem minerałów ciężkich występujących w lessach Płaskowyżu Nałęczowskiego.

Strop osadów czwartorzędowych Płaskowyżu Nałęczowskiego tworzy tzw. less młodszy. W lessie tym występuje zasadniczo jeden zespół minerałów ciężkich o stosunkowo mało zróżnicowanym procentowym udziale poszczególnych gatunków minerałów. Zespół ten tworzą minerały różnej odporności na procesy wietrzenia. Wśród minerałów powszechnie uznawanych za bardzo odporne występują: cyrkon, rutil i turmalin. Z minerałów odpornych: staurolit, sylimanit, dysten, muskowitz, tytanit i anataz. Minerały średniej odporności reprezentowane są przez: epidot, zoizyt i granat, a mało odporne przez: amfibol, piroksen, biotyt, chloryt, apatyt i sporadycznie spotykany glaukonit. Największy jednak udział procentowy mają minerały nieprzeźroczyste, a więc różne tlenki żelaza i tytanu. Stosunki procentowego udziału wyróżnionych grup mineralnych we frakcji ciężkiej Płaskowyżu Nałęczowskiego ilustruje ryc. 3.

Skład mineralny frakcji ciężkiej lessów młodszych jest na ogół podobny, tak w przekroju pionowym lessów, jak i na całym Płaskowyżu

* Zróżnicowanie składu minerałów ciężkich w podstawowych jednostkach litologiczno-stratygraficznych lessów polskich (w druku).



Ryc. 3. Procentowy udział wydzielonych grup minerałów ciężkich o różnym stopniu odporności na procesy wietrzenia w lessach Płaskowyżu Nałęczowskiego. Objasnienia: A — minerały bardzo odporne; B — odporne; C — średnio odporne; D — mało odporne

Percentage of share of separated groups of heavy minerals of various degree of resistance to the weathering processes in the Nałęczów Plateau loesses. Explanations: A — highly resistant minerals; B — resistant; C — medium resistant; D — little resistant

Nałęczowskim. W lessie tym przeważają minerały ciężkie, średnio i mało odporne (ryc. 3), zwłaszcza granat i amfibol. Duży procent minerałów mało odpornych na wietrzenie może świadczyć o stosunkowo młodym wieku tzw. lessów młodszych pokrywających Płaskowyż Nałęczowski.

W okolicy Kazimierza nad Wisłą w profilu lessowym na Kwaskowej Górze pod lessem młodszym zalega małej miąższości warstwa tzw. lessu starszego. W lessie tym występuje podobny zespół minerałów ciężkich jak w lessie młodszym, ale stosunki procentowe pomiędzy poszczególnymi grupami mineralnymi są odmienne. W lessie starszym dominują minerały

bardzo odporne i odporne na wietrzenie, a wśród minerałów średnio odpornych zmniejsza się gwałtownie, w porównaniu z lessiem młodszym, procentowy udział granatu (21).

Skład granulometryczny lessów Płaskowyżu Nałęczowskiego oraz zespół mineralny frakcji ciężkiej nasuwa przypuszczenie, że źródłem alimentacyjnym dla lessu były osady drobnoziarniste, w których duży udział miała frakcja 0,02—0,06 mm. Osady tego rodzaju gromadziły się na przedpolu lądolodu, a powstawały w wyniku wietrzenia skał różnej genezy: metamorficznych, na co wskazuje obecność dystenu, staurolitu i sylimanitu; magmowych, z których pochodzą: cyrkon, rutyl, apatyt, turmalin i inne. Pojedyncze ziarna glaukonitu, które spotyka się sporadycznie głównie w grubszych frakcjach lessu, wskazują na ich związek ze skałami osadowymi.

Minerały ciężkie lessów Płaskowyżu Nałęczowskiego stanowią zaledwie ułamek procentu wszystkich minerałów występujących w badanej frakcji

Tab. 1. Procentowy skład minerałów ciężkich z lessów Płaskowyżu Nałęczowskiego (frakcja 0,01—0,06 mm)

Percentage composition of heavy minerals from the loesses of the Nałęczów Plateau (fraction 0.01—0.06 mm)

Minerały	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nieprzeźroczyste	32,5	35,0	34,7	35,6	34,0	25,8	28,2	24,0	20,3	33,5	48,9	46,7
Cyrkon	21,4	15,2	15,5	18,5	24,6	8,7	8,0	8,6	13,6	28,1	31,2	36,5
Rutyl	13,1	9,2	10,3	11,3	10,2	9,4	11,3	12,9	15,2	10,7	19,8	13,5
Turmalin	0,9	3,4	2,0	1,1	1,0	0,7	2,0	5,0	0,8	0,8	2,2	1,3
Staurolit	0,3	1,7	1,1	3,1	—	—	—	0,7	—	0,8	3,1	4,1
Sylimanit	0,5	—	—	—	—	—	—	—	0,8	—	—	—
Dysten	0,5	0,9	1,1	1,9	—	1,4	—	0,7	—	0,7	2,2	4,1
Muskowit	—	3,4	3,1	3,1	6,5	10,1	10,7	4,3	4,8	9,0	11,3	9,4
Tytanit	0,9	0,9	3,1	2,0	1,0	0,7	2,0	2,8	1,6	4,8	3,1	1,3
Anataz	—	—	1,1	1,1	1,0	—	1,3	—	—	—	1,0	—
Epidot	5,0	4,3	6,1	5,1	2,8	11,6	5,3	7,9	10,4	4,1	9,4	8,1
Zoizyt	0,5	1,7	2,0	1,1	2,0	2,2	2,0	4,3	1,6	—	3,1	4,1
Granat	36,4	27,4	22,7	17,4	30,9	25,4	25,3	16,4	24,0	32,9	4,1	5,4
Amfibol	17,4	28,4	27,7	31,0	17,0	21,0	20,7	28,6	20,8	5,7	6,3	8,1
Piroksen	1,3	—	—	—	1,0	2,9	2,7	2,1	1,6	0,7	2,2	—
Biotyt	—	0,9	1,1	1,1	—	—	—	—	—	—	1,0	—
Chloryt	—	1,7	2,0	1,1	—	3,7	5,3	4,3	4,0	—	—	—
Apatyt	1,8	0,9	1,1	1,1	2,0	2,2	2,7	1,4	0,8	1,7	—	4,1
Glaukonit	—	—	—	—	—	—	0,7	—	—	—	—	—

Objaśnienia: suma minerałów przezroczystych potraktowana jako 100%. Pochodzenie próbek: 1. Ciecierzyn, 2. Lemszczyzna, 3. Czechów Górny, 4. Lublin, ul. Zana, 5. Rury Bonifraterskie, 6. Nałęczów, 7. Wąwolnica, 8. Drzewce, 9. Rąbłów, 10. Kwaskowa Góra — less młodszy, 11—12 — less starszy.

Explanation: the total of the transparent minerals is taken as 100%. Source of the samples: 1. Ciecierzyn, 2. Lemszczyzna, 3. Czechów Górny, 4. Lublin, Zana St., 5. Rury Bonifraterskie, 6. Nałęczów, 7. Wąwolnica, 8. Drzewce, 9. Rąbłów, 10. Kwaskowa Góra — younger loess, 11—12 — older loess.

0,02—0,06 mm. Rozmieszczenie minerałów jest bardzo nierównomierne zarówno w przekrojach pionowych lessów, jak i w poszczególnych badanych stanowiskach na Płaskowyżu. Są to jednak tylko różnice ilościowe pomiędzy zespołami minerałów ciężkich, a nie jakościowe. Fakt ten wskazuje na podobne źródła alimentacji dla całego Płaskowyżu Nałęczowskiego. Można przypuszczać, że warstwa lessu młodszego pokrywająca Płaskowyż od Wisły po Bystrycę tworzyła się w podobnych warunkach i w takim samym okresie.

Tab. 2. Ekstremalne i średnie wartości procentowego udziału minerałów ciężkich w lessach Płaskowyżu Nałęczowskiego

Extreme and mean values of the percentage participation of the heavy minerals in the loesses of the Nałęczów Plateau

Minerał	Wartość			
	minimalna	średnia	maksymalna	
1. Cyrkon	8,0	19,1	36,5*	Wartości obliczone dla 12 próbek lessu z 10 stanowisk nie pokrywają się z ekstremalnymi wartościami poszczególnych gatunków minerałów ciężkich zamieszczonych przy ich opisie.
2. Rutyl	9,2	12,2	19,8*	
3. Turmalin	0,9	1,8	5,0	
4. Staurolit	0,0	1,2	4,1	
5. Sylimanit	0,0	0,1	0,8	
6. Dysten	0,0	1,1	4,1*	
7. Muskowit	0,0	6,3	10,7	
8. Tytanit	0,7	2,0	4,8	
9. Anataz	0,0	0,5	1,3	
10. Epidot	2,8	6,7	11,6	
11. Zoizyt	0,0	2,0	4,3	
12. Granat	4,1*	22,3	36,4	
13. Amfibol	5,7	19,4	31,0	
14. Piroksen	0,0	1,2	2,9	
15. Biotyt	0,0	0,3	1,1	
16. Chloryt	0,0	1,8	5,3	
17. Apatyt	0,0	1,6	4,1*	
18. Glaukonit	0,0	0,06	0,7	

Objaśnienia: minerały ciężkie uszeregowane zostały w przybliżeniu według malejącej ich odporności na procesy wietrzenia. Minerały 1—3 — bardzo odporne; 4—9 — odporne; 10—13 — średnio odporne; 14—18 — mało odporne. Liczby oznaczone gwiazdką odnoszą się do lessu starszego.

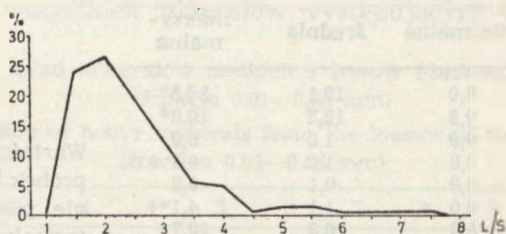
Explanations: heavy minerals have been ordered according to their decreasing resistance to the weathering processes. Minerals from 1 to 3 — highly resistant; from 4 to 9 — resistant; from 10 to 13 — of medium resistance; from 14 to 18 — of little resistance. Numbers with asterisk concern older loess.

Charakterystyka poszczególnych gatunków minerałów ciężkich Płaskowyżu Nałęczowskiego została zestawiona w kolejności coraz mniejszej ich odporności na procesy wietrzenia i przedstawia się następująco.

Cyrkon — $ZrSiO_4$ — przeważają kryształy bezbarwne, bardzo rzadkie są kryształy z odcieniem zielonawym i jasnożółtym, a tylko spora-

dycznie spotyka się kryształy o budowie pasowej. Dominują ziarna częściowo obtoczone. Kryształy idiomorficzne występują w ilości kilkunastu procent, a obtoczone w ilości kilku procent. Wysoki jest również udział ułamków cyrkonów, przeciętnie do 20%. Stopień wydłużenia cyrkonów obliczono na podstawie stosunku długości do szerokości kryształów (L/S), wykonując pomiary na kilkuset ziarnach tego minerału przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego MIN-4, zaopatrzonego w okular z podziałką.

Wydłużenie cyrkonów waha się w dużych granicach od 1 do 7,5, przy czym udział kryształów o wydłużeniu mniejszym niż 2 jest niemal równy procentowo udziałowi kryształów, których wydłużenie jest większe od 2. Dominują kryształy o wydłużeniu w granicach od 1,5 do 3 (ryc. 4). Zaobserwowano pewną korelację pomiędzy stopniem wydłużenia a obtocze-



Ryc. 4. Diagram elongacji cyrkonów w lessach młodszych Płaskowyżu Nałęczowskiego. L/S — stosunek długości kryształu do maksymalnej szerokości

Diagram of the elongation of the zircons in the younger loesses of the Nałęczów Plateau. L/S — relation of the length of the crystal to the maximal width

niem ziarn; im ziarna są bardziej wydłużone, tym są mniej obtoczone, kryształy o wydłużeniu powyżej 3,5 nie są prawie nigdy obtoczone.

W lessie młodszym i starszym występują te same typy cyrkonów w podobnych stosunkach procentowych, ilustruje to tabela przedstawiająca udział barwnych odmian cyrkonów w lessach Kwaskowej Góry w Kazimierzu nad Wisłą (tab. 3). Także stopień obtoczenia i wydłużenia cyrkonów jest w obu lessach prawie taki sam (22).

W lessach zachodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego (Kwaskowa Góra) w porównaniu z lessami okolic Lublina występuje nieco większy procent cyrkonów bezbarwnych, tu też spotyka się sporadycznie cyrkonny o budowie pasowej. W lessach Kwaskowej Góry przeważają wyraźnie cyrkonny o wydłużeniu mniejszym od 2, podczas gdy w lessie z obszaru Lublina udział cyrkonów o wydłużeniu mniejszym od 2 jest w większości przypadków prawie procentowo równy udziałowi kryształów o wydłużeniu większym od 2.

Tab. 3. Procentowy udział różnych typów cyrkonów i cyrkonów o różnym stopniu wydłużenia (elongacji) w lessach Kwaskowej Góry w Kazimierzu Dolnym

Percentage participation of various types of zircons and zircons of various degree of elongation in the loesses of Kwaskowa Góra in Kazimierz Dolny

Barwa kryształów	Numery próbek			
	1	2	3	4
Bezbarwne	90,0	90,5	91,0	89,0
Żółte	7,0	5,0	5,0	3,5
Zielonawe	2,0	3,0	3,5	3,5
Szare	1,0	1,5	0,5	4,0
Budowa pasowa	5,0	2,5	3,5	2,0
Ułamki kryształów	14,0	19,0	20,0	23,0

Wydłużenie L/S	Numery próbek			
	1	2	3	4
1,0—1,5	32	40	56	32
1,5—2,0	34	24	31	37
2,0—2,5	20	18	10	9
2,5—3,0	6	14	5	10
3,0—3,5	3	3	4	5
3,5—4,0	1	1	3	4
4,0—4,5	—	—	—	1
4,5—5,0	3	—	1	1
5,0—5,5	1	—	—	—
5,5—6,0	—	—	—	—
6,0—6,5	—	—	—	1

Objaśnienia: próbki nr 1 i 2 pochodzą z lessu górnego (młodszego); próbki nr 3 i 4 z lessu dolnego (starszego).

Explanation: samples No. 1—2 originate from the upper (younger) loess; samples No. 3 and 4 from the lower (older) loess.

Cyrkony występujące w lessach Płaskowyżu Nałęczowskiego mogą pochodzić z rozpadu różnych skał magmowych, zwłaszcza skał kwaśnych, pegmatytów, obojętnych skał magmowych oraz łupków krystalicznych, a nawet z okrukowych skał osadowych, w których cyrkon występuje na złożu wtórnym. Udział tego minerału waha się w granicach od 8% (Wąwolnica) do 28,1% (Kwaskowa Góra), a w lessie starszym nawet do 36,5%.

Rutyl — TiO_2 — najliczniejsze są kryształy ciemnoczerwonobrunatne, obok nich spotyka się kryształy czerwonożółte i ciemnożółte, przeważają kryształy wydłużone. Na niektórych kryształach widoczne są ciemne prążki równoległe do wydłużenia kryształów. Ziarna obtoczone przeważają wyraźnie nad kanciastymi. Rutyl występuje dość licznie we frakcji ciężkiej, przeciętnie w ilości kilkunastu procent, maksymalnie do 20%, może pochodzić z kwaśnych skał magmowych i metamorficznych oraz ze skał osadowych.

Turmalin jest to borokrzemian glinu, magnezu i żelaza o skomplikowanym i zmiennym składzie chemicznym zawierający takie pierwiast-

ki, jak: sól, wapń i inne. Turmaliny są urozmaiconą grupą minerałów izomorficznych. Barwa turmalinów zależy od składu chemicznego: elbait jest bezbarwny; drawit — brunatny lub brunatnoczarny; szeryl — czarny, a uwit — ciemnobrunatny. Ziarna zwykle silnie pleochroiczne, przeważnie w odcieniach brunatnawych, prawie wszystkie ziarna tego minerału są częściowo obtoczone. W porównaniu z rutyłem, a zwłaszcza cyrkonem, turmalin występuje we frakcji ciężkiej w niewielkich ilościach, od ułamka do kilku procent. Turmalin może pochodzić ze skał magmowych kwaśnych, pegmatytów i skał metamorficznych.

D y s t e n — Al_2SiO_5 — ziarna płaskie, wydłużone, niektóre z wyraźnymi szczelinami łupliwości w dwu kierunkach, nieobtroczone lub częściowo obtoczone, niepleochroiczne. Mineral ten, podobnie jak turmalin, jest stosunkowo nieliczny w badanych próbkach lessu, ale udział jego jest nieco wyższy niż turmalinu, przeciętnie występuje w ilości kilku procent. Mineral ten pochodzi wyłącznie ze skał metamorficznych, w skałach magmowych nie występuje, spotykany jest tylko w pegmatytach przecinających paragnejsy lub łupki mikowe zawierające dysten.

S t a u r o l i t — $\text{Al}_4\text{FeO}_2(\text{OH})_2(\text{SiO}_4)_2$ — występuje w postaci kryształów o różnym pokroju lub częściowo obtoczonych ziarn o nierównej pokrytej drobnymi zagłębieniami powierzchni. Barwa brunatnożółta lub żółta, pleochroizm słaby w odcieniach żółtych. Jest stosunkowo mało liczny, maksymalny jego udział stwierdzono w lessach Kwaskowej Góry (4,1%). Staurolit jest minerałem typowym dla łupków krystalicznych zawsze pochodzenia osadowego. Występuje w łupkach łyszczykowych, rzadziej w fylitach i niektórych paragnejsach. Na wtórnym złożu występuje często w okrucowych skałach osadowych.

S y l i m a n i t — Al_2SiO_5 — kryształy wydłużone o pokroju włóknistym, nieobtroczone, szarawobiałe z odcieniem brunatnozielonawym lub zielonawym, czasem z czarnymi wrostkami. Występuje tylko sporadycznie w niektórych badanych próbkach w ilości nie przekraczającej 1%. Jest to mineral skał metamorficznych, występuje w gnejsach, granulitach, łupkach łyszczykowych, eklogitach itp., niekiedy w granitach.

M u s k o w i t — $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ — cieniutkie płytki kanciaste lub częściowo obtoczone, bezbarwne, rzadko z jasnożółtym odcieniem, często spotyka się w nich ciemne wrostki. Płytki muskowitu według łupliwości (001) mają niską dwójłomność. Mineral ten występuje czasem w większej ilości, nawet do ponad 20%, zwłaszcza w zachodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego, zwykle jednak w ilości kilku procent. Ponieważ ciężar właściwy muskowitu waha się w granicach 2,76—3,10, dlatego spotyka się go także we frakcji lekkiej obok kwarcu i skaleni. Należy więc mieć na uwadze fakt, że zmiany w procentowym udziale tego minerału we frakcji ciężkiej mogą być uzależnione od obecności we frakcji pylastej musko-

witów o różnym ciężarze właściwym. Jest to rozpowszechniony minerał skałotwórczy w skałach magmowych, takich jak granity, występuje w pegmatytach. Jest jednym z głównych minerałów łupków łyszczykowych oraz gnejsów.

Tytanit — $\text{CaTi}[\text{SiO}_4]\text{O}$ — brunatne lub bezbarwne, częściowo obtoczone, nieforemne kryształy o silnym połysku, bardzo wysokiej dwójłomności i wysokim współczynniku załamania światła. Występuje we frakcji ciężkiej lessów, przeciętnie w ilości do kilku procent. Minerał ten może pochodzić z różnych skał magmowych i metamorficznych. Pospolicie występuje w granitach, sjenitach, diorytach, fojaitach i różnych żyłowych ich odmianach.

Anataz — TiO_2 — kryształy nieobtroczone o pokroju płytkowym, ze ścianami prążkowanymi, przezroczyste, barwy żółtej, silny połysk, bardzo wysokie współczynniki załamania światła i wysokie barwy interferencyjne. Minerał ten spotykany tylko w niektórych próbkach lessu. W lessach Kwaskowej Góry maksymalny jego udział dochodzi do 1,6% ogólnej liczby minerałów ciężkich (21). Rozpowszechniony jest w rozmaitych łupkach krystalicznych, występuje nierzadko w skałach magmowych.

Epidot — $\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe}^{\dots})_3(\text{OH})(\text{SiO}_4)_3$ — występuje we frakcji ciężkiej lessów w postaci zielonożółtych, obtoczonych lub częściowo obtoczonych ziarn o słabym pleochroizmie, w odcieniach żółtozielonawych. Ziarna są przeważnie nierówne i porysowane na powierzchni. Barwy interferencyjne wyższych rzędów, w odcieniach zielono-różowo-niebieskich, zaznaczają się często na powierzchni ziarn w postaci stykających się ze sobą różnobarwnych plam. Przeważają ziarna częściowo obtoczone nad nieobtoczonymi. Udział jego w lessach wynosi przeciętnie kilka procent, rzadko zaś przekracza 10%. Skałami macierzystymi epidotów są: skały metamorficzne powstałe przez przeobrażenie skał osadowych lub magmowych o dużej zawartości wapnia. Epidoty występują w gnejsach, łupkach łyszczykowych, łupkach hornblendowych, kwarcytach itp.

Zoizyt — $\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{OH})(\text{SiO}_4)_3$ — najczęściej spotykane są kryształy barwy jasnoszarej lub bezbarwne, o pokroju płytkowym, niekiedy słupkowym, podłużnie prążkowane, z nieregularną, poprzeczną oddzielnością. Barwy interferencyjne niskie, szaroniebieskie lub niebieskie, często też ultrabłękitne. Wysoki współczynnik załamania światła. Jest mniej liczny niż epidot. Przeważnie występuje w granicach 1—3%, niekiedy osiąga wartość powyżej 5%. Jest to minerał skał metamorficznych, powstałych w niskich temperaturach pod dużym ciśnieniem, zwłaszcza utworzonych ze skał typu gabra i pokrewnych. Jest głównym składnikiem ortoamfibolitów i skał powstałych w wyniku metamorfizmu margli. Występuje też w gnejsach, granulitach i eklogitach, słabiej rozprzestrzeniany jest w skarnach i marmurach.

G r a n a t — $(\text{Fe, Mg, Mn, Ca})_3(\text{Al, Fe, Cr})_2(\text{SiO}_4)_3$ — wśród tej grupy minerałów najczęściej dominują ziarna bezbarwne, mniejszą rolę odgrywają granaty z odcieniem różowym, a bardzo nieliczne są jasnożółte. Przeważają ziarna kanciaste, granaty częściowo obtoczone są bardzo nieliczne, a ziarn obtoczonych nie stwierdzono. Wśród minerałów średniej odporności granat odgrywa ważną rolę, gdyż występuje zwykle we frakcji ciężkiej lessów młodszych Płaskowyżu Nałęczowskiego, w znacznej ilości nawet do ponad 30%, tylko less starszy na Kwaskowej Górze zawiera przeciętnie kilka procent granatu. Granat jest ważnym minerałem skałotwórczym skał przeobrażonych, powstałych w wyniku metamorfizmu kontaktowego i dynamicznego.

W skałach osadowych najpospolitszy jest almandyn, granat żelazowy pochodzący z łupków krystalicznych (łupki łyszczykowe, chlorytowe, gnejsy, amfibolity itp.). Dość często spotykany jest grossular, granat wapienny, zwykle jasno zabarwiony, żółtawy, zielonożółty, oliwkowy, w drobnych ziarnach bezbarwny — pochodzi on ze skał wapienno-krzemionkowych, zmienionych kontaktowo. Inne odmiany granatu, jak ciemnoczerwony pirop, zielony uwarowit, czarny melanit, spotykane są rzadko.

A m f i b o l — a właściwie cała grupa amfiboli rombowych i jednoskośnych zaliczana do krzemianów i glinokrzemianów wstęgowych o skomplikowanym składzie chemicznym, występuje w lessach w postaci kryształów o pokroju płytkowym, barwy zielonej, różnych odcieni, o słabym, a niekiedy wyraźnym pleochroizmie. Na niektórych kryształach, zwłaszcza na ich obwodzie, zauważyć można ślady łupliwości, zgodne z kierunkiem wydłużenia kryształów. Przeważają wyraźnie kryształy częściowo obtoczone nad nieobtoczonymi, natomiast nie zaobserwowano w badanych próbkach kryształów obtoczonych.

Udział amfibolu we frakcji ciężkiej lessów waha się w dużych granicach, przeważnie od kilku procent do około 30%, a w sporadycznych przypadkach nawet i więcej. Najpospolitszym minerałem z tej grupy jest hornblenda zwyczajna, najczęściej barwy zielonej, rzadziej brunatnej, brunatnoczarnej aż do czarnej, zawsze w wyraźnym pleochroizmem. Może ona pochodzić z wielu skał plutonicznych, takich jak: dioryty, tonality, monzonity, sjenity, a nawet z niektórych granitów. Występuje w skałach żyłowych głównie jako hornblenda zielona. Jest rozprzestrzeniona także w skałach metamorficznych (amfibolity, gnejsy hornblendowe, łupki amfibolowe), zwykle ma tu barwę intensywnie zieloną, niekiedy szmaragdowoniebieskozieloną. W amfibolitach może występować też hornblenda barwy brunatnej. Hornblenda bazaltowa spotykana rzadziej jest bardzo podobna do hornblendy zwyczajnej, ma silniejszy połysk i inną barwę, w drobnych ziarnach barwa brunatna do czerwono-brunatnej, prawie aż do czarnej z silnym pleochroizmem; może ona pochodzić ze skał wylew-

nych. Stosunkowo rzadko spotykany jest aktynolit, wykształcony w postaci cienkich słupków o wyraźnej łupliwości w kierunku wydłużenia, rzadziej zaś skupień włóknistych barwy jaskrawozielonej do szarawozielonej, niekiedy żółtawej. Mineral ten pochodzi ze skał metamorficznych (amfibolity, łupki amfibolowe, łupki aktynolitowe).

Piroksen — pod tą nazwą zawarta jest grupa piroksenów rombówych i jednoskośnych, minerały te należą do grupy krzemianów i glinokrzemianów łańcuchowych. We frakcji ciężkiej lessów spotyka się je w postaci drobnych kryształów o pokroju grubych tabliczek w kierunku poprzecznym do wydłużenia. Zakończenia kryształów są często postrzępione, barwa brunatna, silny relief i barwy interferencyjne, pleochroizm przeważnie słaby, zwykle duży kąt wygaszania światła; często zawiera wrostki żelaziste. Na kryształach występują znaki rozkładu, co powoduje, że na powierzchni staje się nieprzezroczysty.

Minerał ten jest stosunkowo rzadki w lessach Płaskowyżu Nałęczowskiego, udział jego we frakcji ciężkiej przekracza niekiedy 2%. Z piroksenów spotyka się częściej augit zwyczajny, rzadziej silnie pleochroiczny hipersten z dużą ilością wrostków barwy ciemnobrązowej oraz inne odmiany piroksenów. Pirokseny mogą pochodzić z głębinowych i wylewnych skał magmowych bezkwarcowych lub ubogich w kwarc oraz z niektórych skał metamorficznych, gnejsów piroksenowych i hornfelsów.

Biotyt — krzemian glinowo-magnezowo-żelazowo-potasowy, kryształy barwy brunatnożółtawej różnych odcieni aż do brunatnoczarnej. Kryształy w kształcie płaskich tabliczek o pokroju heksagonalnym, nieobtoczone lub częściowo obtoczone. Płytki zgodne z płaszczyznami łupliwości według (001) nie są pleochroiczne, a dwójłomność płytek w tym położeniu jest niska i daje obraz jednoosiowy, czasami spotyka się wrostki drobniotkich igiełek rutylu tworzące tzw. siatkę sagenitową. Udział tego minerału we frakcji ciężkiej jest niewielki, od ułamka procentu do 2,6%. Źródłem biotyту mogą być różnego rodzaju skały magmowe i metamorficzne oraz żyły pegmatytowe typu lamprofirów.

Chloryt — grupa krzemianów Al, Fe²⁺ i Mg zawierająca wodę chemicznie związaną występuje w lessach w postaci kryształów o pokroju cienkich blaszek, najczęściej barwy zielonawej, przeświecające o perłowym połysku, czasem przezroczyste, prawie zawsze izotropowe, wyjątkowo o bardzo niskich barwach interferencyjnych, relief słaby, przekroje równoległe do (001) nie są pleochroiczne. Mineral ten występuje we frakcji ciężkiej lessów w niewielkich ilościach od ułamka procenta do około 5%. Chloryty pochodzą głównie ze skał metamorficznych, łupki chlorytowe, fylity itp., występują też w niektórych hydrotermalnych żyłach mineralnych.

Apatyt — Ca₅[(F, Cl, OH)(PO₄)₃] — a właściwie grupa apatytów, mi-

nerały te spotykane są w lessach najczęściej w postaci bezbarwnych, wydłużonych, częściowo obtoczonych lub obtoczonych ziarn wykazujących barwy interferencyjne niskie, relief średni, wygaszanie światła proste, często zawiera drobne wrostki gazowe lub ciekłe, rzadziej szkliste. Występuje w niewielkich ilościach, czasem nawet do ponad 4%. Minerale ten może pochodzić z różnych skał, gdyż występuje w skałach magmowych zarówno kwaśnych, jak i zasadowych, granity oraz żyły pegmatytowe w granitach, sjenity, a zwłaszcza dioryty i gabra oraz lamprofiry. W skałach metamorficznych, takich jak: gnejsy, łupki, przekryształizowane wapienie.

Glaukonit — uwodniony glinokrzemian żelaza i magnezu, występuje w lessach w postaci zielonych okrągławych ziarn o budowie agregatowej często z wrostkami różnej barwy. Spotykany bardzo rzadko we frakcji ciężkiej lessów Płaskowyżu Nałęczowskiego. Maksymalny jego udział nie przekracza 1,5%, zachowuje się głównie we frakcjach grubszych lessu. Jest to typowy minerał skał osadowych, występujących w różnych typach osadów morskich.

*

*

*

Przedstawiony wyżej skład mineralny frakcji ciężkiej lessów młodszych Płaskowyżu Nałęczowskiego różni się procentowym udziałem poszczególnych minerałów od lessów młodszych występujących w południowej części Wyżyny Lubelskiej (Nieledeu, Sasiadka, Folwark Góry na Roztoczu, Komarów). Lessy z południowej części Wyżyny Lubelskiej zawierają na ogół więcej minerałów odpornych na wietrzenie chemiczne, a zwłaszcza cyrkonu, nieco mniej zaś amfibolu i granatu. Także lessy ze Zwierzyńca koło Krakowa i z okolic Leżajska zawierają więcej cyrkonu, a mniej amfibolu (2, 30, 31, 32). Stwierdzone różnice w procentowym udziale poszczególnych minerałów ciężkich mogły być spowodowane różnymi przyczynami: innymi źródłami alimentacji, procesem wietrzenia oraz odmiennym uziarnieniem.

Z obserwacji wielu autorów wynika, że cyrkon gromadzi się głównie we frakcjach drobniejszych, a granat — w grubszych. Jeszcze bardziej wyraźne różnice w składzie mineralnym frakcji ciężkiej lessów Płaskowyżu Nałęczowskiego zaznaczają się pomiędzy lessami młodszymi a starszymi. W lessach starszych odsetek minerałów średnio i mało odpornych na wietrzenie został silnie zredukowany prawdopodobnie w wyniku dłużej trwającego procesu wietrzenia chemicznego.

Na podstawie wykonanych badań nad minerałami ciężkimi lessów Płaskowyżu Nałęczowskiego można sformułować następujące wnioski:

1. Źródła alimentacji podstawowej masy pyłowej lessu nie mogły znajdować się zbyt daleko od północnej krawędzi Wyżyny Lubelskiej, na co

wskazuje skład mechaniczny lessów i słaby na ogół stopień obtoczenia minerałów ciężkich.

2. W lessie młodszym występuje zasadniczo jeden zespół minerałów ciężkich o stosunkowo mało zróżnicowanym procentowym udziale poszczególnych gatunków minerałów. Dominują w nim: granat, amfibol, cyrkon i rutil.

3. W lessie starszym z okolic Kazimierza nad Wisłą skład gatunkowy frakcji ciężkiej jest podobny, ale przeważają we frakcji ciężkiej minerały bardzo odporne na procesy wietrzenia: cyrkon i rutil, natomiast granat i amfibol odgrywają rolę podrzędną.

4. Skład mineralny lessów Płaskowyżu Nałęczowskiego wskazuje, że cała warstwa lessu młodszego rozciągająca się od Wisły aż po Bystrycę tworzyła się w takich samych warunkach i w tym samym okresie.

LITERATURA

1. Bagnold R. A.: *The Physics of Blown Sand and Desert Dunes*. London 1954.
2. Dobrzański B., Malicki A.: Rzekome loessy i rzekome gleby loessowe okolic Leżajska (Pseudo-Loesses and Pseudo-Loess Soils in the Environment of Leżajsk). *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. III, Lublin 1949, ss. 415—426.*
3. Gwóźdź R., Racinowski R.: Analiza porównawcza minerałów ciężkich z drobnoziarnistych utworów czwartorzędowych i górnokredowych Wyżyny Lubelskiej (summ. Comparative Analysis of Heavy Minerals from Quaternary and Upper Cretaceous Formations of the Lublin Upland Area). *Kwartalnik Geol., 12, 1968, ss. 388—402.*
4. Hoppe G.: Die Verwendbarkeit Morphologischer Erscheinungen an Akzessorischen Zirkonen für petrogenetische Auswertungen. „*Abh. der Deutsch. Akad. der Wiss. zur Berlin*”. Nr 1, Berlin 1963, ss. 1—130.
5. Jahn A.: Less, jego pochodzenie i związek z klimatem epoki lodowej (Loess, its Origin and Connection with the Climate of the Glacial Epoch). *Acta Geol. Pol., vol. I, nr 3, Warszawa 1950, ss. 257—310.*
6. Jahn A.: Wyżyna Lubelska (Rzeźba i czwartorzęd). *Geomorphology and Quaternary History of Lublin Plateau. Prace Geogr. nr 7, PAN, Warszawa 1956.*
7. Jahn A., Turnau-Morawska M.: Preglacjał i najstarsze utwory plejstoceńskie Wyżyny Lubelskiej (Preglacial and Oldest Pleistocene Deposits of the Lublin Upland). *I. G., Biul. 65, Warszawa 1952, ss. 269—299.*
8. Konecka-Betley K., Maruszczak H.: Profil lessowy na Kwaskowej Górze w Kazimierzu nad Wisłą. *Przewodnik Sympozjum Krajowego, Litologia i stratygrafia lessów w Polsce, Lublin 25—30 września 1972, Warszawa 1972, ss. 155—161.*
9. Krisztafowicz N. I.: *Gidro-geologiczeskoje opisanije tierritorii goroda Lublina i jego okriestnostiej*. Warszawa 1902.
10. Malicki A.: *Geneza i rozmieszczenie loessów w środkowej i wschodniej Polsce (The Origin and Distribution of Loess in Central and Eastern Poland)*. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. IV, Lublin 1950, ss. 195—228.*

11. Malicki A.: Lessy na obszarze Polski i ich związek z czwartorzędem [w:] Czwartorzęd Polski, Warszawa 1967, ss. 372—396.
12. Malicki A., Morawski J.: Ciężkie minerały opoki oraz lessu w okolicy Lublina (Heavy Minerals of Gaize and Loess in the Vicinity of Lublin). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XXVIII, Lublin 1973, ss. 39—51.
13. Malinowski J.: Wyniki badań geotechnicznych lessu między Kazimierzem Dolnym a Nałęczowem (Results of Geotechnical Investigations of Loess between Kazimierz Dolny and Nałęczów [Lublin Upland]). Kwartalnik Geol., 3, 1959, ss. 425—456.
14. Maruszczak H.: Kierunki wiatrów w okresie akumulacji lessu młodszego we wschodniej części Europy środkowej (Wind Directions during the Accumulation of Younger Loess in East-Central Europe). Rocznik Pol. Tow. Geol., 37, 1967, ss. 177—188.
15. Maruszczak H.: Podstawowe cechy genetyczne i stratygraficzne lessów Polski południowo-wschodniej. Przewodnik Sympozjum Krajowego, Litologia i stratygrafia lessów w Polsce, Lublin 25—30 września 1972, Warszawa 1972, ss. 89—136.
16. Maruszczak H., Racinowski R.: Peculiarities of the Conditions of Loess Accumulation in Central Europe in the Light of Results of Heavy Minerals Analyses. Geographia Polonica, 14, 1968, ss. 35—46.
17. Morawski J.: Spostrzeżenia nad odpornością i typami granatów w piaskach różnych środowisk sedymentacyjnych (Beobachtungen über die Widerstandsfähigkeit und die Granattypen in Sanden verschiedener Sedimentationsmilieu's). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XX, Lublin 1968, ss. 27—54.
18. Morawski J.: Uwagi o zróżnicowaniu granularnym minerałów ciężkich w lessie w Lublinie na przykładzie granatu. Folia Soc. Sc. Lubl., s. A-D vol. 9/10, Suppl. Lublin 1969/70, ss. 195—200.
19. Morawski J.: Charakterystyka cyrkonów lubelskiego lessu (Charakteristik der Zirkone aus Lubliner Loess). Folia Soc. Lubl., s. D, vol. 11, Lublin 1971, ss. 15—19.
20. Morawski J.: Charakterystyka minerałów ciężkich z lessu okolic Ciecierzyna (Charakteristik der aus dem Loess der Umgebung von Ciecierzyn stammenden Schwermineralien). Folia Soc. Sc. Lubl., s. D, vol. 11, 1971, ss. 133—138.
21. Morawski J., Trembaczowski J.: Charakterystyka mineralogiczna lessów profilu „Kwaskowa Góra” w Kazimierzu nad Wisłą (The Mineralogical Characteristics of "Kwaskowa Góra" Loess Profile in Kazimierz upon Vistula). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XXVI, Lublin 1971, ss. 1—25.
22. Morawski J.: Porównanie morfologii cyrkonów z dwu warstw lessowych na Kwaskowej Górze w Kazimierzu nad Wisłą (Morphologische Korrelation von Zirkonen die aus zwei Lössschichten der Erhebung Kwaskowa Góra in Kazimierz an der Weichsel entstanden). Folia Soc. Sc. Lubl., s. D, vol. 15, Lublin 1973, ss. 3—8.
23. Morawski J., Nowak J.: Charakterystyka profilu lessowego na Rurach Bonifraterskich w Lublinie (Charakteristik eines Lössprofils der Lubliner Vorstadt Rury Bonifraterskie). Folia Soc. Sc. Lubl., s. D, vol. 15, Lublin 1973, ss. 9—15.
24. Morawski J.: Charakterystyka minerałów ciężkich z profilu lessowego w Komarowie Górnym koło Tomaszowa Lubelskiego (Charakteristik der Schwerminerale aus dem Lössprofil in Komarów Górny bei Tomaszów Lubelski). Folia Soc. Sc. Lubl., s. D, vol. 15, Lublin 1973, ss. 117—120.

25. Pożaryski W.: Plejstocen w przełomie Wisły przez Wyżyny Południowe (The Pleistocene in the Vistula Gap across the Southern Uplands). *Prace Inst. Geol.*, 9, 1953.
26. Pożaryski W.: Zachodni brzeg Wyżyny Lubelskiej [w:] *Regionalna geologia Polski*, 2, Region Lubelski, Kraków 1956, ss. 123—147.
27. Racinowski R.: Le profil du loess à Nielewew sur le Plateau de Lublin à la lumière de l'analyse de minéraux lourds. *Biuletyn Peryglacjalny*, 20, Łódź 1969, ss. 179—205.
28. Racinowski R.: Próba porównania lessów lubelskich i przemyskich na podstawie analizy składu minerałów ciężkich. *Przewodnik Sympozjum Krajowego, Litologia i stratygrafia lessów w Polsce, Lublin 25—30 września 1972, Warszawa 1972*, ss. 46—49.
29. Smulikowski J.: *Minerały skałotwórcze*. Warszawa 1954.
30. Tokarski J.: Studia nad lessem podolskim. I. Analiza petrograficzna profilu lessowego z okolic Grzybowic koło Lwowa (Studien über den podolischen Löss. I. Petrographische Analyse eines Lössprofiles aus Grzybowice bei Lwów). *Bull. intern. Acad. Pol. Sc.* nr 5—6a, Kraków 1935, ss. 374—396.
31. Tokarski J.: Fizjografia lessu podolskiego oraz zagadnienie jego stratygrafii (Physiographie des podolischen Lösses und das Problem seiner Stratigraphie). *Mem. Acad. pol. Sc.* nr 4, Kraków 1936, ss. 1—61.
32. Tokarski J.: Materiały do znajomości lessów, przy współpracy W. Parachoniaka, W. Kowalskiego, A. Maneckiego i B. Oszackiej (Remarks on the Loess in Collaboration with W. Parachoniak, W. Kowalski, A. Manecki and B. Oszacka). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 31, nr 2, Kraków 1961, ss. 247—271.
33. Turnau-Morawska M.: *Petrografia skał osadowych*. Warszawa 1954.
34. Turnau-Morawska M.: Znaczenie analizy minerałów ciężkich w rozwiązywaniu zagadnień geologicznych. *Acta Geol. Pol.*, 5, Warszawa 1955, ss. 363—388.
35. Uziak S., Morawski J., Pomian J., Melke J., Klimowicz Z.: Utwory i gleby pyłowe Równiny Bełżyckiej (Silty Formations and Soils of the Bełżyce Plain). *Rocznik Glebozn.*, 22, Warszawa 1971, ss. 3—18.
36. Wojtanowicz J., Zinkiewicz A.: Występowanie zapylenia eolicznego i opadu pyłu w Polsce (Eolic Dustiness and Dustfall in Poland). *Fol. Soc. Scient. Lubl.*, s. D, vol. 5/6, Lublin 1965/66, ss. 39—44.

РЕЗЮМЕ

Проведенные автором исследования тяжелых минералов присутствующих в лёссах Наленчовского возвышения в пределах между р. Вислой и р. Быстрицей указывают на одну группу минералов. Эта группа составлена минералами различными по устойчивости на процессы выветривания; из очень устойчивых присутствуют: циркон, рутил и турмалин, из устойчивых ставролит, силиманит, дистен, мусковит, титанит и анатаз, из среднеустойчивых минералов присутствуют эпидот, зоизит и гранат, а из малоустойчивых: амфибол, пироксены, биотит, хлорит и апатит, а также спорадически глауконит.

В более молодом лёссе, который залегает в кровле четвертичных отложений Наленчовского возвышения в представленной группе минералов доминируют: гранат, амфибол, циркон и рутил, а в более древнем, залегающим в нижних частях четвертичных отложений преобладают минералы очень устойчи-

вые против выветриванию: циркон и рутил, в то же время гранат и амфибол играют подчиненную роль.

Механический состав лёссов и слабая окатанность тяжелых минералов указывает, что источники алиментации основной массы лёссовой пыли не могли находиться далеко от краевого уступа (северного) Люблинской возвышенности.

Минералогический состав лёссов позволяет предполагать, что слой более молодого лёсса покрывающий Наленчовское возвышение отлагался одновременно и в одинаковых аэродинамических условиях.

ОБЪЯСНЕНИЯ РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ

Рис. 1. График процентного участия разной величины гранатов в люблинском лёссе.

Рис. 2. Диаграмма показывающая длину и ширину цирконов в лёссе Наленчовского возвышения. Объяснения: 1 — длина; 2 — ширина; 3 — несплошная линия — отсутствуют данные. Величина одного отрезка = 0,0085 мм.

Рис. 3. Процентное участие определенных групп тяжелых минералов с разной степенью устойчивости против выветриванию в лёссах Наленчовского возвышения. Объяснения: А — очень устойчивые минералы; В — устойчивые; С — среднеустойчивые; D — малоустойчивые.

Рис. 4. Диаграмма элонгации цирконов в более молодых лёссах Наленчовского возвышения. L/S — отношение длины хрустала к максимальной ширине.

Табл. 1. Процентный состав тяжелых минералов из лёссов Наленчовского возвышения (фракция 0,01—0,06 мм).

Табл. 2. Экстремальные и средние величины процентного участия тяжелых минералов в лёссах Наленчовского возвышения.

Табл. 3. Процентное участие разных типов цирконов и цирконов с разной элонгацией в лёссах Квасковой Гуры в Казимежу Дольным.

SUMMARY

The author's research on heavy minerals shows the existence of one complex of minerals occurring in the loesses of the Nałęczów Plateau, between the Vistula and Bystrzyca rivers. The minerals of various resistance to the weathering processes form the mass. Among the very resistant are: zircon, rutile and tourmaline. Resistant are: staurolite, sillimanite, disthene, common mica, titanite and anatase. Medium resistance show: epidote, zoisite and garnet, little resistance: amphibole, pyroxene, biotite, and, only sporadically found, glauconite.

Garnet, amphibole, zircon and rutile prevail in the younger loess, occurring in the capping of the Quaternary deposits within the Nałęczów Plateau. Zircon and rutile, minerals very resistant to the weathering processes, prevail in the older loess which occurs at the base of Quaternary deposits, while garnet and amphibole play a rather secondary role there.

Mechanical composition of the loesses as well as a generally low degree of the carving out of the heavy minerals show that the sources of the basic supply of the loess dust mass were not far from the northern margin of the Lublin Upland.

Mineral composition of the loesses leads us to suppose that the whole of the younger loess, covering the Nałęczów Plateau, was formed under the same conditions and at the same period of time.

Andrzej WALCZOWSKI

Występowanie martwicy wapiennej pod lessami w okolicy Bogorii

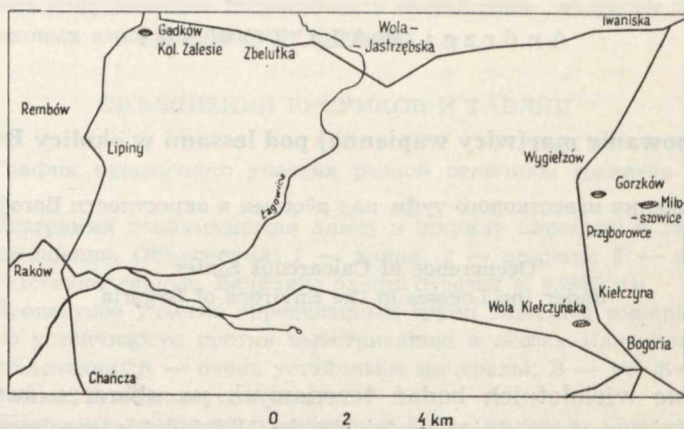
Отложения известкового туфа под лёссами в окрестности Богории

Occurrence of Calcareous Sinter
under the Loesses in the Environs of Bogoria

W okresie wieloletnich badań terenowych na obszarze świętokrzyskim i południowo-wschodniej części Niecki Nidziańskiej zaobserwowałem wiele faktów i zjawisk geologicznych, o których brak do tej chwili wzmianek w polskiej literaturze naukowej. Jednym z tego rodzaju faktów jest występowanie martwicy wapiennej pod lessami, martwicy powstałej w holocenie. W dolinkach znajdujących się u podstawy południowego zbocza Pasma Orłowińsko-Wygiełzowskiego (ryc. 1, 2, 3), w miejscach wysięku wód gruntowych, spotyka się pod warstewkami torfów martwicę wapienną, nasyconą miejscami węglanem żelaza, a lokalnie także tlenkami manganu. Zjawisko to zwróciło moją uwagę dlatego, że w miejscach pojawiania się martwicy nie występują skały wapienne, które znane są z procesów krasowienia i możliwości osadzania się węglanów wapnia, jak ma to miejsce na przykład na Wyżynie Krakowskiej, gdzie w dolinie Szklarki, Raślówki i Będkówki występują trawertyny, opisywane m.in. przez J. Lewińskiego (2).

Na omawianym obszarze podłoże zbudowane jest z kambryjskich kwarcowych iłółupków i bezwapiennych piaskowców kwarcowych. Na tego rodzaju podłożu zalegają rezidualne żwiry i piaski pochodzenia lodowcowego, które zostały już dawno odwapnione. Pozostały jedynie plejstocенskie lessy, zalegające nad żwirami i piaskami, które mogły dostarczyć tworzywa dla powstawania martwic. Lessy znane są z procesów krasowienia (4, 5) i odwapniania. Krasowienie lessów pokrywających Pasma Orłowińsko-Wygiełzowskie znane było już wcześniej autorowi (7, 8). Ługowany węglan wapnia i węglan żelaza z pokładów lessowych zalegających na Pasmie Orłowińsko-Wygiełzowskim dostarcza więc tworzywa dla występujących w tej okolicy pokładów martwicy.

Miejsca występowania martwicy wapiennej w okolicy Bogorii są zaznaczone na szkicowej mapce (ryc. 1). Do najlepszych odsłoneń pokładu martwicy należy zaliczyć podcięcie zbocza Pasma Orłowińsko-Wygiełzowskiego w Woli Kielczyńskiej, gdzie utwór ten był nawet eksploatowany.

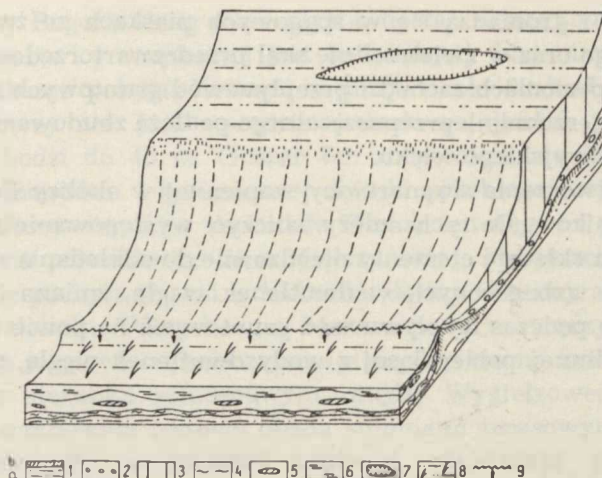


Ryc. 1. Występowanie martwicy wapiennej w okolicy Bogorii
Occurrence of the calcareous sinter in environs of Bogoria

Mięszość pokładu martwicy jest nierówna i nie przekracza 0,5 m. Zalega ona pod warstwą torfu również o niejednakowej grubości i także nie przekraczającej 0,5 m. Poza Wolą Kielczyńską wystąpienia martwicy wapiennej znane są mi także w małych bezimiennych dolinkach z obszaru kolonii Zalesie (na południe od Sadkowa) oraz w dolinkach urozmaicających powierzchnię między Gorzkowem i Miłoszowicami (na północ od Bogorii).

W starszym, dolnokambryjskim podłożu wyróżnia się dwie serie — dolną i górną. Dolna seria zbudowana głównie z piaskowców kwarcytowych jest zwięzła i nieprzepuszczalna dla wód gruntowych. Seria ta przechodzi ku górze w rumosz zwietrzelinowy, który ze względu na swą luźną strukturę jest wodonośny. Odłamy i okruchy zwietrzelinowego rumoszu charakteryzują naloty tlenków manganu, które nadają im zabarwienie fioletowo-brązowe.

Na tym przedczwartorzędowym podłożu zalega pokrywa utworów plejstocęńskich, utworzona z piasków i żwirów oraz z lessów. Piaski ze żwirami są nierównomiernie rozłożone. W miejscach, w których prócz żwirów i piasków zachowały się jeszcze resztki gliny zwałowej, grubość tej pokrywy przekracza 2 m. W innych zaś miejscach, zwłaszcza na wypukłościach podłoża kambryjskiego, żwiry i piaski tworzą pokrywę o miąższości zaledwie kilkunastu centymetrów.



Ryc. 2. Sytuacja hydrogeologiczna występowania węglanów wapnia i żelaza (martwicy wapiennej i syderytu) na Pasmie Orłowski-Wygiełzowski. Kambr: 1 — łąłupki i piaskowce kwarcytowe o strukturze a) zwięzłej, b) zwietrzelinowo-rumoszowej. Plejstocen: 2 — żwiry i piaski rezidualne, 3 — lessy. Holocen: 4 — deluwia, 5 — martwica wapienna, 6 — torfy, 7 — zagłębienia na powierzchni powstałe na skutek ługowania węglanów z pokładów lessu, 8 — roślinność na nawadnianym obszarze, 9 — wysięki i wycieki wody gruntowej

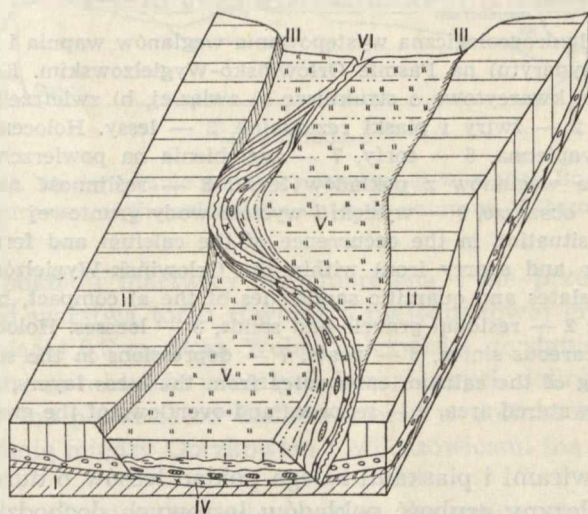
Hydrogeological situation in the occurrence of the calcium and ferrum carbonates (calcareous sinter and sparry iron) within the Orłowski-Wygiełzowski range. Cambrian: 1 — clay-slates and quartzitic sandstones of the a) compact, b) brashy structure. Pleistocene: 2 — residual gravels and sands, 3 — loesses. Holocene: 4 — slope washes, 5 — calcareous sinter, 6 — peats, 7 — depressions in the surface resulting from the leaching of the calcium carbonates from the loess layers, 8 — vegetation within the watered area, 9 — seepages and overflows of the groundwater

Nad tymi żwirami i piaskami zalega pokład lessów o dużej miąższości. W okolicy Kiełczyny grubość pokładów lessowych dochodzi do 40 m, co stwierdzono przy pomocy wierceń. Są to lessy zawierające wśród pyłów kwarcowych węglany wapnia. Na obszarze Przyborowic stwierdzono występowanie wśród lessów poziomu zglinienia na głębokości około 8 m od powierzchni. Ów poziom zglinienia jest w stanie zatrzymywać wodę przez pewien okres. Stwierdzono to przy okazji kopania studzien w tej miejscowości. Studnie, których głębokość nie przekraczała 8 m, zawierały wodę. Te zaś studnie, które pogłębiono, przebijając poziom zglinienia, utraciły wodę i pozostały suche. Wydaje się, że ów poziom zglinienia, zatrzymujący infiltrujące wody, występuje tylko lokalnie w okolicy Przyborowic, zaś w innych miejscowościach uległ zniszczeniu przez procesy denudacyjne.

Tak więc wody atmosferyczne, spadając na powierzchnię utworzoną ze skał czwartorzędowych, przesiakają bez większych trudności przez po-

kłady lessowe i gromadzą się w spągowych piaskach ze żwirami wieku plejstocenijskiego oraz w zwietrzelinie skał przedczwartorzędowych. W tych wodonośnych poziomach zachodzi przepływ wód gruntowych zgodnie z nachyleniem powierzchni nieprzepuszczalnego podłoża zbudowanego ze szczelnych skał kambryjskiego wieku.

Na proces tworzenia się martwicy wapiennej w okolicy Bogorii składa się kilka czynników. Do tych należy zaliczyć: występowanie skał posiadających w swym składzie elementy nieodzowne do odkładania się martwicy, przepływ wód wzbogaconych w dwutlenek węgla, zmiana ciśnienia hydrostatycznego podczas wypływu wód gruntowych na powierzchnię, obecność szaty roślinnej pobierającej z wody dwutlenek węgla, potrzebny do fotosyntezy.



1 2 3 4 5 6 7 I-VI

Ryc. 3. Występowanie martwicy wapiennej koło Gorzkowa. Kambry: 1 — iłolupki i piaskowce kwarcytowe o strukturze a) zwartej, b) rumoszowo-zwietrzelinowej. Plejstocen: 2 — żwiry i piaski, 3 — lessy. Holocen: 4 — piaski facji korytowej, 5 — martwica wapienna, 6 — torfy, 7 — mady. I — kopalne dno doliny pliocenijskiej, II — plejstocenijska powierzchnia lessowa, III — zbocze doliny holocenijskiej, IV — kopalne dno doliny holocenijskiej, V — dno obecnej doliny, VI — wtórne wcięcie w dno obecnej doliny

Occurrence of the calcareous sinter in the environs of Gorzków. Cambrian: 1 — clay-slates and quartzitic sandstones of the a) compact, b) brashy structure. Pleistocene: 2 — gravels and sands, 3 — loesses. Holocene: 4 — sands of the river bed facies, 5 — calcareous sinter, 6 — peats, 7 — muds. I — fossil bottom of the Pliocene valley, II — Pleistocene loess surface, III — slope of the Holocene valley, IV — fossil bottom of the Holocene valley, V — bottom of the present valley, VI — secondary cutting into the bottom of the present valley

W okolicy Bogorii skałą macierzystą, dostarczającą materiału do tworzenia się martwicy wapiennej jest less. Objęty badaniami, podlegający ługowaniu obszar pokryty lessami zajmuje około 30 km². Miąższość pokrywy lessowej nie jest wszędzie jednakowa, jednak jej maksymalna grubość dochodzi do 40 m. Obszar ten rozpościera się między dolinami Czarnej na zachodzie i bezimiennej dolinki przebiegającej między Gorzkowem a Miłoszowicami na wschodzie. Obszar ten sięga na północy do Wygiełzowa, a na południu do Woli Kiełczyńskiej. Powierzchnia tego płatu lessowego nie pochyla się ani w kierunku doliny Czarnej, ani też w stronę bezimiennej dolinki. Wierzchowina lessowa zawarta między nimi jest niemal równa, a jej powierzchnia załamuje się dopiero na krawędziach dolin. Natomiast w kierunku południowym, między Wygiełzowem i Wolą Kiełczyńską, wierzchowina lessowa opada stopniami terasowymi. Te geomorfologiczne stosunki powierzchni lessowej utrudniają powierzchniowy spływ wód, natomiast sprzyjają retencji i infiltracji wód opadowych w głąb pyłowych osadów.

Wody powierzchniowe przesiakając przez pokłady lessowe zawierające węglany ($H_2O + CO_2 = H_2CO_3$) reagują w zetknięciu z nimi $H_2CO_3 + Ca(HCO_3)_2$ — kwaśny węglan wapnia oraz $H_2CO_3 + FeCO_3 = Fe(HCO_3)_2$ — kwaśny węglan żelaza. Te kwaśne węglany są rozpuszczalne w wodzie i przechodzą do roztworów, a następnie wędrują z wodą pod lessem w piaszczystych żwirach plejstocenijskich oraz w rumoszach kambryjskiego podłoża. Podczas tej wędrówki wody wzbogacają się nie tylko w kwaśne węglany, ale także w tlenki manganu, które ługują z nalotów na ściankach okruchów rumoszowych.

Podziemny ubytek masy skalnej na skutek chemicznego rozpuszczania oraz mechanicznego wymywania i unoszenia przez wodę (w postaci roztworów i mechanicznej zawiesiny) znajduje swe odbicie na powierzchni w postaci miseczkowatych zagłębień. Zagłębienia tego rodzaju powstają w wyniku procesów osiadania górnych partii pokładów, spowodowanych ubytkiem mas skalnych pod powierzchnią (fot. 1, ryc. 2).

Wody podziemne w chwili wypływu na powierzchnię wydzielają zarówno zawiesinę, jak też pozbywają się części chemicznych roztworów. Mianowicie wody gruntowe pozostają pod wyższym ciśnieniem hydrostatycznym w porównaniu z wodami powierzchniowymi. Toteż odznaczają się większymi zdolnościami erozyjnymi i transportowymi, jak też mogą zawierać większe ilości CO_2 , a tym samym bardziej stężone roztwory. Z chwilą wypływu wody gruntowej spod ziemi na powierzchnię, a więc spod wyższego ciśnienia hydrostatycznego do niższego ciśnienia, wytrąca się zawiesina. Równocześnie ulatnia się w powietrze część CO_2 , więc z roztworu wydziela się część węglanów. Dalsza część węglanów zostaje wytrącona przy współdziałaniu roślin.

Wycieki wód gruntowych nasycają obficie wilgocią najbliższe otoczenie. W tych też miejscach następuje silniejszy rozwój skupisk roślinności hygrofilnej. Wzrasta tym samym zapotrzebowanie na CO_2 , który zostaje pobrany przez rośliny z kwaśnych węglanów. Wytrącanie węglanów odbywa się zgodnie z wzorami: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$; $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{FeCO}_3$. Ponieważ w roztworach jest większa zawartość CaCO_3 niż FeCO_3 , więc z wytrącen formują się skupienia martwicy wapiennej. Zaś węglany żelaza osiadają na węglanach wapnia tworząc naskorupienia lub też spoiwa luźnych cząsteczek. Równocześnie też wytrącają się tlenki manganu, które tworzą fioletowo-brązowe naskorupienia na wapiennej martwicy.

CHARAKTERYSTYKA MARTWICY

W. Żelechowski (10) oraz G. Tschermak, F. Becke (6) określają węglany wapnia wytrącone z wody podwójną nazwą, mianowicie martwicą i trawertynem. Autorzy ci uznają za martwicę wapienną porowate wapienie, gąbczaste, ujawniające w swych składach obecność inkrurowanych mchów błotnych, łądyg sitowia, liści drzew itp. Zaś nazwę trawertynu rezerwują raczej dla bardziej zbitych wapieni martwicowych. Jako przykład tego rodzaju skały podają powszechnie znany trawertyn występujący w Tivoli koło Rzymu, używany jest on od dawna jako materiał budowlany.

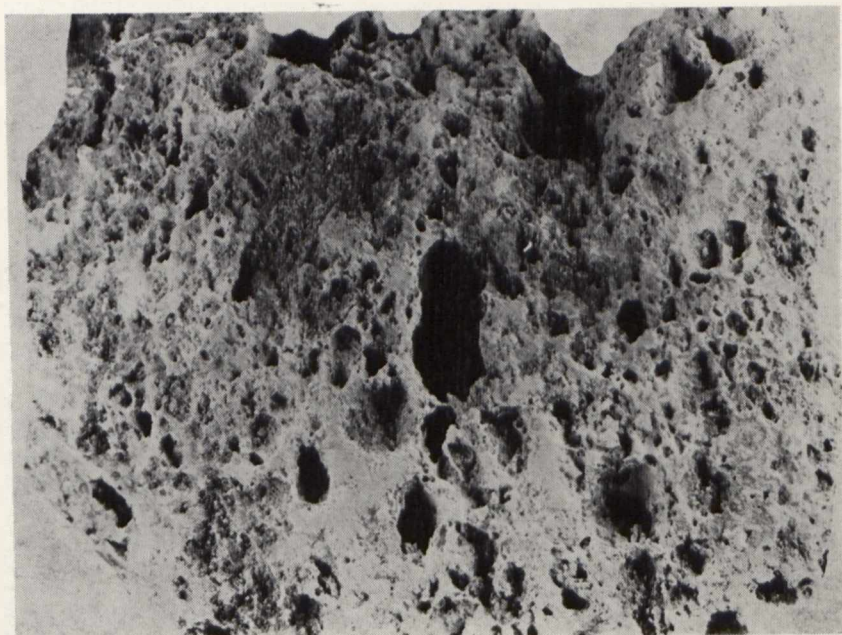
M. Książkiewicz (1) określa mianem martwicy lub trawertynu wapienie wytrącane z wody, nie wprowadzając między nimi różnicowania. J. Lewiński (2) w swej rozprawie poświęconej badaniom okolicy Ojcowa posługuje się jedynie nazwą martwicy dla charakteryzowanych węglanów wapnia wytrączanych tutaj z wody rzecznej.

W tym przypadku dla określenia wytrąceń węglanowych, występujących w okolicy Bogorii, posługiwać się będą nazwą martwicy wapiennej lub nawet tylko nazwą martwicy. Zaznaczyć zaś przy tym należy, że pochodzenie martwicy w okolicach Bogorii jest inne w porównaniu z genazą dotychczas znanych martwic z obszaru Polski. Podczas, gdy do tej pory znane były martwice, których tworzywo pochodziło ze skał wapiennych, to natomiast nieznanne były martwice, które zawdzięczały swe powstanie węglanom wylugowanym z pokładów lessowych.

Dane zawarte w tab. 1 podają pełną analizę dwu próbek martwicy oraz jedną niepełną analizę lessu ograniczoną do składników ługowanych i dostarczanych do martwicy. Z danych tych wynika, że głównymi składnikami martwicy są CaO i CO_2 , a dodatkowymi MgO , FeO i MnO .



Fot. 1



Fot. 2

Tab. 1. Skład chemiczny martwicy i lessu we wsi Wola Kiełczyńska
 Chemical composition of calcareous sinter and of loess in Wola Kiełczyńska

Rodzaj skały	CaO %	MgO %	CO ₂ %	FeO %	MnO %
Martwica jasna	50,81	0,42	39,95	0,10	0,70
Martwica ciemna	48,01	2,09	38,05	0,00	3,42
Less	2,04	0,40	1,33	0,12	0,00

Martwice wapienne okolic Bogorii nie różnią się w ogólnych zarysach od innych martwic opisywanych wcześniej przez wymienionych poprzednio autorów ani pod względem składu chemicznego, ani też pod względem struktur. Różnica polega jedynie na tym, że martwice w okolicy Bogorii powstały dzięki tworzyw pobranemu z innych skał macierzystych w porównaniu z trawertynami charakteryzowanymi w okolicy Ojcowa i innych.

Osady martwicy wapiennej występujące u podstawy lessowego zbocza we wsi Wola Kiełczyńska zalegają na deluwiach i plejstocenijskich rezydualach, a pod warstewką holocenijskiego torfu. Warstewka torfu w nadkładzie martwicy i sama martwica nie tworzą pokładów o jednolitej miąższości, lecz są zróżnicowane w zależności od konfiguracji podłoża. Większe miąższości tych utworów, sięgające do 0,5 m, zaznaczają się w obniżeniach podmartwicowej powierzchni, natomiast mniejsze grubości osiągają one na wypukłościach starszego podłoża. Ta zmienność miąższości pokładu martwicy odpowiada też większej lub mniejszej masie wody gruntowej występującej się w tych miejscach spod pokrywy lessowej.

Poza okolicą Bogorii (Wola Kiełczyńska, Zalesie, Gorzków, Miłoszowice) martwice wapienne pod lessami występują również koło miejscowości Rudki, na północnym skłonie Pasma Jeleniowskiego. We wszystkich tych miejscowościach powstanie martwic wapiennych u stóp lessowych skłonów uwarunkowane jest też ukształtowaniem nieprzepuszczalnego podłoża zbudowanego ze skał starszych. Konfiguracja tego podłoża predysponuje bowiem warunki przepływu wód gruntowych oraz wyznacza miejsca ich wypływu na powierzchnię. U wylotów kopalnych form wklęsłych wytworzonych na kambryjskim podłożu osady martwicy formują płyty, które pozostają w zgodności z zasięgami wycieków wód gruntowych, pojawiających się u stóp lessowych zboczy.

Okruchy wapiennych martwic w badanych okolicach są stosunkowo lekkie i ich ciężar właściwy wynosi najczęściej 2,55 (g/cm³). Ciężar ten zwiększa się wraz ze zmniejszeniem stopnia porowatości, jak też wówczas, gdy wzrasta ilość domieszek żelaza i manganu. Przykłady tych zmienności ilustrują dane przytoczone w tab. 2.

Odłamki martwicy wapiennej z małą domieszką żelaza i manganu są jasne, prawie białe. Wraz ze wzrostem wielkości domieszek tych metali

Tab. 2. Ciężar właściwy martwicy wapiennej we wsi Wola Kieleczyńska
Specific weight of calcareous sinter in Wola Kieleczyńska

Rodzaj próbki	Ciężar właściwy w g/cm ³
Martwica jasna porowata	2,55
Martwica jasna zbita	2,65
Martwica ciemna	2,59

martwica przybiera zabarwienie coraz ciemniejsze aż do koloru ciemno-szarego. Przy dużej domieszce tlenków manganu martwica wapienna otrzymuje zabarwienie fioletowo-brązowe.

ZAGADNIENIE WIEKU MARTWICY WAPIENNEJ

Powstawanie martwicy wapiennej w okolicy Bogorii wiąże się ściśle z procesami krasowienia miejscowych lessów. Krasowienie zaś jest predysponowane obecnością w lessach węglanów wapnia oraz sytuacją hydrogeologiczną.

W górnym pliocenie w powierzchnię zrównania pontyjskiego — wytworzonego na tym obszarze — wcięły się nieckowate dolinki. Podczas plejstocenu, w okresach zlodowacenia południowopolskiego i środkowopolskiego, dolinki te były zasypywane, zaś podczas interglacjału wielkiego i eemskiego — rekonstruowane. Ostatecznie po tych okresach akumulacji i denudacji pozostała warstwa żwirów i piasków wieku plejstocenijskiego.

Podczas glacjału bałtyckiego obszar ten znalazł się w strefie peryglacialnej i w wyniku nasilonych procesów eolicznych został pokryty lessami. W okresie tworzenia się pokrywy lessowej na Pasmie Orłowińsko-Wygiełzowskim nie mogły rozwijać się procesy krasowienia z powodu panowania chłodnego i suchego klimatu, a tym samym nie istniały warunki powstawania martwicy.

U schyłku plejstocenu i w początkach holocenu, w okresie preborealnym i borealnym, nastąpiło ocieplenie i zwilgocenie klimatu. Procesy eoliczne zostały osłabione na korzyść procesów denudacyjnych i fluwialnych. Procesy erozji epigenetycznej uwarunkowane rzeźbą podzwartorzędową wieku górnopliocenijskiego poczęły rozcinać pokrywę plejstocenijską. Wcinanie się dolin w pokrywę lessową było wspomagane przez procesy suffozji (3, 9). Przecięcie strefy aerycznej i odsłonięcie strefy saturacji spowodowało samowypływy wód gruntowych na powierzchnię den dolinnych. Te zaś pociągnęły za sobą tworzenie się martwicy wapiennej według scharakteryzowanego wyżej mechanizmu.

Wiek powstawania wapiennej martwicy w okolicy Bogorii można by korelować z wiekiem osadzania się torfów w Golejowie (8). Istnieją tylko między tymi stanowiskami różnice w sytuacji geomorfologicznej i w chemizmie wód, ale nie w chronologii. Bowiem w Golejowe wody przeciekają przez piaski kwarcowe pozbawione węglanów wapnia i jako wody czyste gromadzą się w wertebach krasowych. Natomiast w okolicy Bogorii wody gruntowe pojawiające się w wyciekach zawierają roztwory węglanowe i osadzają je w wyniku utraty CO_2 .

Osadzanie się martwicy zapoczątkowane w okresie borealnym osiąga kulminację w okresie atlantyckim. Wiąże się to z ogólnym wzrostem temperatury i wilgotności powietrza. Obfitość opadów atmosferycznych powoduje przede wszystkim bujny rozwój szaty roślinnej. Rozkład szczątków roślinnych na powierzchni pokrywy lessowej wzbogaca wody w dwutlenek węgla. Wody te przesiąkając przez lessy łągują intensywnie węglany, które następnie dostają się do wód gruntowych.

W następnych okresach, tj. subborealnym i subatlantyckim, osadzanie martwicy trwa nadal aż po dzień dzisiejszy u podstawy zbocza Pasma Orłowińsko-Wygiełzowskiego (w miejscowości Wola Kiełczyńska). Natomiast w dolinach, na skutek znacznej akumulacji powodziowej na powierzchniach dennych, a tym samym ich podniesienia się, nastąpiło zatkanie niektórych miejsc wycieków i przerwa w osadzaniu się martwicy.

Na tym jednak nie zostały zakończone procesy tworzenia wapiennych martwic na interesującym mnie obszarze. Bowiem w akumulacyjne dna dolinek wchodzi regresywnie od ich wylotów młode rozcięcia erozyjne. Te zaś rozwijały się tak silnie, że w wielu miejscach dosięgły już do podłoża utworów z okresu preborealnego i borealnego. Owe młode rozcięcia erozyjne przeciąwszy akumulacyjne pokłady holocenię odsoniły ponownie wyloty wklęsłych form na podłożu kambryjskim, a tym samym ożywiły wpływ wód gruntowych i wznowiły procesy osadzania się martwicy (ryc. 3).

ZAKOŃCZENIE

Występowanie wapiennych martwic na terenach pokrytych lessami nie było do tej pory notowane w literaturze naukowej. Zjawisko to jest interesujące nie tylko z teoretycznego punktu widzenia. W okolicach Bogorii bowiem używano lokalnie martwicę do budowy obór i innych obiektów gospodarczych. Zalety martwicy wapiennej w badanych okolicach wynikają przede wszystkim z jej porowatości. Dzięki porowatości martwicy, mur wzniesiony z tego materiału jest lekki, a równocześnie dobrze izoluje wnętrza od zmian temperatury zachodzących na otwartej przestrzeni. Płyty wycięte z martwicy wapiennej spełniają więc rolę podobną do tej,

którą zawdzięczamy cegle dziurawce. Dodać trzeba, że odłamy martwicy wiążą się z zaprawą murarską znacznie lepiej w porównaniu do innych materiałów, co jeszcze bardziej podnosi użyteczną wartość tej rzadko występującej skały. Z uwagi na dość wyjątkowe wystąpienia charakteryzowanej skały należałoby jeden z fragmentów odsłonić martwicy wapiennej w okolicy Bogorii poddać pod ochronę.

LITERATURA

1. Książkiewicz M.: Geologia dynamiczna. Wyd. Geolog. Warszawa 1968.
2. Lewiński J.: Utwory lodowcowe okolic Ojcowa. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. Warszawa 1913.
3. Lewiński J.: Utwory dyluwialne i ukształtowanie powierzchni przedlodowcowej dorzecza Przemszy. Prace Tow. Nauk. Warszaw. Warszawa 1914.
4. Malicki A.: przyczynek do znajomości zjawisk krasowych w obszarze lessowym (Beitrag zur Kenntnis der Karsterscheinungen in Lössgebiete). Czas. Geograf., XIII, 1935, ss. 328—355.
5. Malicki A.: Kras lessowy (The Karst Phenomena in the Beds of Loess). Annales UMCS, sectio B, vol. I, Lublin 1946.
6. Tschermak K. G., Becke F.: Podręcznik mineralogii. II wyd. pol. ze współud. J. Morozewicza. Wyd. I. Wagner, Warszawa 1931.
7. Walczowski A.: Kras lessowy pasma Orłowińsko-Wygiełzowskiego (Karst loessique de la chaîne d'Orłowiny et de Wygiełzów). Annales UMCS, sectio B, vol. XVII, Lublin 1962.
8. Walczowski A.: Zjawiska krasowe w utworach trzeciorzędowych okolic Staszowa (Karst Phenomena in the Tertiary Deposits of the Staszów Environs). Annales UMCS, sectio B, vol. XXVII, 1972.
9. Walczowski A.: Procesy suffozji w okolicach Pacanowa. Biul. Inst. Geolog., 242, Warszawa 1971.
10. Zelechowski W.: Wstęp do petrografii skład osadowych. Kraków 1925.

OBJAŚNIENIA FOTOGRAFII

Fot. 1. Nieckowate zagłębienie w Przyborowicach, powstałe w wyniku chemicznego hugowania węglanów wapnia i żelaza.

Fot. 2. Wygląd powierzchni martwicy wapiennej wytrąconej z roztworów wody gruntowej wypływającej spod pokładów lessowych (Gorzków koło Bogorii).

РЕЗЮМЕ

На южном склоне Орловинско-Выгелзовского хребта (рис. 1) наблюдается под тонким слоем торфа известковый туф с пятнами карбонатов железа и окисей марганца. Как вытекает из геологического строения окрестностей Богории, материала для отлагавшегося известкового туфа могли доставлять только лёсы.

Основание строят горные породы кембрийского возраста, сложенные иловатыми сланцами, кварцевыми сланцами и кварцитовыми песчаниками. Кровлю кембрийской, непроницаемой для воды серии слагает щебень коры выветривания. На щебне расположенная двухъярусная плейстоценовая серия водоносных песчаных гравиев, прикрытых лёссовым покровом мощности до 40 м.

Атмосферные осадки, просачиваясь через лёссы, выщелачивают из них прежде всего карбонаты извести, а в меньшей степени карбонаты железа. Эти растворы, просачиваясь в дальнейшем пути через песчаный гравий и кору выветривания кембрийских горных пород обогащаются дополнительно окислами марганца, которые пятнообразно наблюдаются в коре выветривания палеозойских горных пород.

В местах истока подземных вод на дневную поверхность из-за уменьшения гидростатического давления часть CO_2 испаряется в воздух, а остальное количество поглощают растения обильно растущие на сильно увлажненной почве. В итоге затраты CO_2 из воды осаждаются карбонаты слагающие слои туфов. Последние имеют, как правило светлый цвет, но в тех местах, где концентрируются значительные количества карбонатов железа и окисей марганца, они приобретают серый или фиолетово-бурый цвет. Мощность слоя туфов достигает лишь половину метра, а удельный вес этого образования, в зависимости от степени пористости и примесей металлов, колеблется от 2,55 до 2,65 (г/см^3). Начало процесса отлагания туфа под лёссом окрестности Богории автор датирует временем голоцена. По его мнению начало образования туфа следует отнести к бо-реальному времени. В атлантическом оптимуме они достигли максимума интенсивности, но этот процесс продолжается до настоящего времени.

Положительные изоляционные свойства известкового туфа, из-за его пористости, а также его хорошее соединение с кладочным раствором, позволяют употреблять эту горную породу в качестве строительного материала.

Автор предлагает обнять охраной подлёссовые туфы, имея в виду его исключительный генетический и литологический характер.

ОБЪЯСНЕНИЯ РИСУНКОВ, ФОТОГРАФИЙ И ТАБЛИЦ

Рис. 1. Наличие известкового туфа в окрестности Богории.

Рис. 2. Гидрогеологическое положение карбонатов извести и железа (травертина и сидерита) на хребте Орловинско-Выгелзовского. Кембрий: 1) илестые сланцы и кварцитовые песчаники со структурой а) сплоченной; б) выветренно-щебнистой. Плейстоцен: 2) гравий и резидуальный песок, 3) лёссы. Голоцен: 4) делювий, 5) известковый туф, 6) торф, 7) западины на поверхности образованные в результате выщелачивания карбонатов из лёссового покрова, 8) растительность на месте наводнения, 9) иссыкание и выкапливание грунтовой воды.

Рис. 3. Наличие известкового туфа около Гожкова. Кембрий: 1) илестые сланцы и кварцитовые песчаники со структурой а) сплоченной, б) выветренно-щебнистой. Плейстоцен: 2) гравий и пески, 3) лёссы. Голоцен: 4) пески русловой фации, 5) известковый туф, 6) торф, 7) мады. I — ископаемое дно плиоценовой долины, II — плейстоценовая лёссовая поверхность, III — склон голоценовой долины, IV — ископаемое дно голоценовой долины, V — современное дно долины, VI — вторичное врезание в дно современной долины.

Фото 1. Мульдообразное углубление в Пшиборовице, образованное в результате выщелачивания карбоната извести и железа.

Фото 2. Вид поверхности известкового туфа образованной из пересыщенного раствора грунтовой воды, вытекающей из основания лёсса (Гожков около Богории).

Табл. 1. Химический состав известкового туфа и лёсса в деревне Воля Келчиньска.

Табл. 2. Удельный вес известкового туфа в деревне Воля Келчиньска.

SUMMARY

The calcareous sinter with efflorescences of ferrum carbonates and manganese monoxides occur under a thin layer of peat on the southern slope of the Orłowińsk — Wygietzów range. The geological features of the environs of Bogoria show that only loesses may afford material for producing sinter.

The bedrock is built of Cambrian clay-slates, quartz schists and quartzitic sandstones. The top layer of the impermeable Cambrian series consists of rock waste. It is covered by bipartite Pleistocene series, composed of aquiferous sandy gravels and, covering them, cap-rock of loesses, of a thickness up to 40 m.

Precipitate waters seeping through the loesses leach from them much calcium carbonate and ferrum carbonate in a smaller quantity. The waters flowing afterwards through the sandy gravels and Cambrian wastes are additionally enriched by manganese monoxides, which form efflorescences on the Palaeozoic rubble.

In the places of the outflow of groundwater to the surface of the terrain — in consequence of the diminution of hydrostatic pressure — a part of CO_2 volatilizes and the rest is absorbed by the plants, growing exuberantly within the wet habitat. As a result of the loss of CO_2 water segregates the carbonates and the layers of sinter are formed. They are of bright colour as a rule but in the places of greater concentration of ferrum carbonates and manganese monoxides they take on grey or violet-brown colours. The thickness of the sinter layers reaches merely 1/2 m and the specific weight of this rock ranges from 2.55 to 2.65 g/cm³, according to the degree of porosity and to the addition of metals. The author believes that in Holocene period began the processes of formation of the sinter under the loesses in the environs of Bogoria. In his opinion the sinters began to form chiefly in the Boreal period, reached their climax in the Atlantic period, and are also forming to-day.

The positive insulating properties of the sinter resulting from its porosity as well as its facility in binding with mortar encouraged the use of this rock in constructing farm buildings.

Considering the exceptional, genetic as well as lithological, character of the under loesses sinter, the author postulates taking under preservation one of the well known regions where this rock occurs in the environs of Bogoria.

EXPLANATIONS TO PHOTOGRAPHS

Phot. 1. Synclinal depression in Przyborowice, resulting from the chemical leaching of the calcium and ferrum carbonates.

Phot. 2. Aspect of the surface of the calcareous sinter segregated from the solutions of the groundwater flowing from under the loess layer (Gorzków near Bogoria).