

Instytut Nauk o Ziemi, Uniwersytet M. Curie-Skłodowskiej

LEOPOLD DOLECKI, ROMAN RACINOWSKI

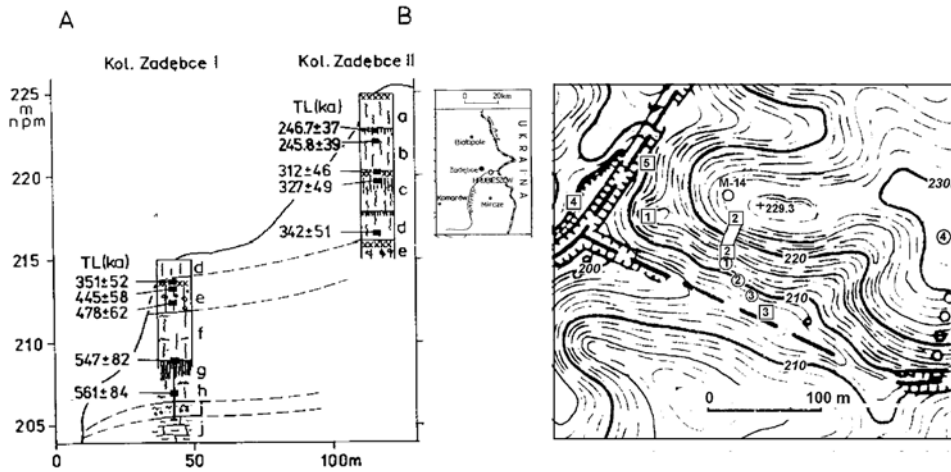
*Wyniki badań minerałów ciężkich w reperowym profilu lessów
mezoplejstocenijskich w Kolonii Zadębcie na tle
dotychczasowych wyników badań*

New and old results of studies of heavy minerals in a benchmark Mesopleistocene
loess profile in Kolonia Zadębcie 2

WPROWADZENIE

Lessy w rejonie Kolonii Zadębcie zapewne stanowią wypełnienie staroplejstocenijskiej doliny o założeniach jeszcze starszych, o czym zdaje się świadczyć malakofauna znaleziona w najniższej części osadów czwartorzędowych (Dolecki 1995).

W artykule przedstawiono wyniki badań osadów pylastych uzyskanych z wiercenia M-14 wykonanego w Kol. Zadębcie, które usytuowane było na wierzchowinie. Reprezentują one kompleks lessów starszych i najstarszych miejscami objętych pedogenezą, co można było stwierdzić w wykonanej w bezpośrednim sąsiedztwie tranzei biegnącej poprzecznie do zbocza doliny. Osady odsłonięte w wykopach profilu Kolonia Zadębcie 2 na podstawie poziomu gliny zwałowej skorelowano z odsłonięciem dolnym Kol. Zadębcie 1 i na tej podstawie przedstawiono syntetyczny profil osadów czwartorzędowych (Dolecki 1993, 1995). Podstawą paralelizacji stratygraficznej oprócz osadów glacialnych były także datowania termoluminescencyjne osadów wykonane w laboratorium lubelskim (ryc. 1). Zasadność wydzielonych poziomów stratygraficznych paralelizowanych ze stadiami izotopowo-tlenowymi (OIS) potwierdziły wyniki badań paleomagnetycznych (Nawrocki i in. 1999), ryc. 2.



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia odsłoneń i wierceń w Kolonii Ządębce. Objaśnienia: A–B przekrój pomiędzy profilami Kolonia Ządębce 1 i Kolonia Ządębce 2 i paralelizacja na podstawie gliny zwałowej. Szkic sytuacyjny: (w kwadratach) 1 – profil Kolonia Ządębce 1, 2 – profil Kolonia Ządębce 2, M–14 – profil wiercenia rozpatrywany w tekście, 3, 4, 5 – inne odsłonecia oraz (w kółkach) 1, 2, 3, 4 – inne wiercenia nie omawiane w tekście

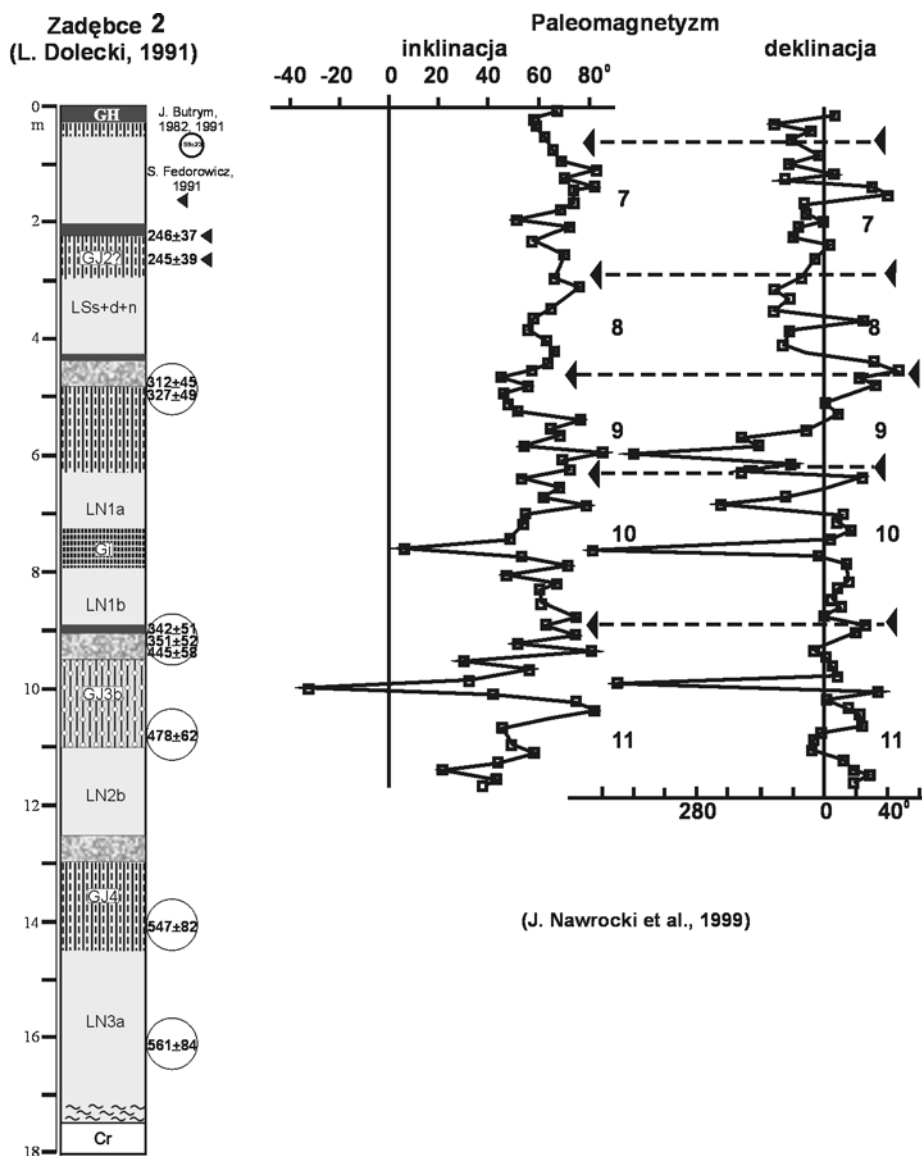
Fig. 1. Site drawing of the distribution of exposures and borings in Kolonia Ządębce. Explanatory notes: A–B a cross-section between the profiles of Kolonia Ządębce 1 and Kolonia Ządębce 2, and parallelisation based on till clay. Site drawing: (numbers in squares) 1 – Kolonia Ządębce 1 profile, 2 – Kolonia Ządębce 2 profile, M–14 – the boring profile discussed in the text, 3, 4, 5 – other exposures, and 1, 2, 3, 4 (numbers in circles) other borings not discussed in the text

Rzędna otworu M-14 odczytana z mapy 1:10 000, podobnie jak i strop odsłonecia Ządębce 2, wynosi 226 m n.p.m. Z otworu pobrano szereg próbek dla których określono podstawowe cechy granulometryczne i fizyczno-chemiczne. Przełot warstw w wierceniu M-14 i numeracja pobranych próbek jest następująca:

- | | | |
|----|------------|---|
| a1 | 0,0–0,80 m | Gлина pylasta brunatno-żółtawa, miejscami szara, wilgotna, twardo plastyczna, HCl+, lecz słabo [próbka 1]; |
| a2 | 0,80–1,0 m | Gлина pylasta żółtoszarawa, wilgotna, płzw./twpl., HCl+, lecz słabo [próbka 2]; |
| a3 | 1,0–1,5 m | Gлина pylasta nieco zailona szarawożółtawa, wilgotna, HCl+, (ślady burzenia), [próbka 3]; |
| a4 | 1,5–2,0 m | Gлина pylasta szarawożółtawa, mało wilg., HCl+ (słabo burzy), [próbka 4]; |
| a5 | 2,0–2,5 m | Gлина pylasta szarawożółtawa z gniazdowo rozproszonymi pseudomyceliami węglanowymi. HCl+, lecz słabo burzy, [próbka 5]; |
| a6 | 2,5–3,0 m | Gлина pylasta szarawożółtawa, mało wilg. ze skupieniami pseudomyceliów węglanowych. HCl+, lecz tylko śladowo. W dolnej części warstwy osad całkowicie odwapniony, [próbka 6]; |

b1	3,0–3,5 m	Gлина pylasta żółtawoszarawa miejscami z domieszką brunatnej gliny pylastej. Warstwę przecinają szczeliny inkrustowane kalcytem. HCl-, burzy tylko w obrębie szczelin, [próbka 7: 3,0 m, próbka 8: 3,0–3,5 m];
b2	3,5–4,0 m	Gлина pylasta żółtawoszarawa, silnie sprasowana, mało wilgotna. Osad przecinają szczeliny grubo wysłane węglanami. Burzy tylko w obrębie szczelin, [próbka 9];
b3	4,0–4,5 m	Gлина pylasta szarozółtawa z licznymi kongrecjami CaCO ₃ (do 2 cm średnicy), mało wilgotna, HCl+ tylko śladowo, [próbka 10];
b4	4,5–5,0 m	Gлина pylasta szarozółta z szarymi plamami oglejenia. HCl-, lecz miejscami burzy, [próbka 11];
c1	5,0–5,5 m	Gлина pylasto-piaszczysta silnie sprasowana, gruzelkowata brunatnożółtawa z szarymi plamami oglejenia. Gleba kopalna? [próbka 12];
c2	5,5–6,5 m	Gлина pylasta żółtawoszarawa silnie sprasowana, HCl-. [próbka 13];
c3	6,5–7,5 m	Gлина pylasta żółtawoszarawa, wilgotna, silnie sprasowana, HCl+, lecz słabo burzy, [próbka 14: 6,5–7,0 m; 15: 7,0–7,5 m];
c4	7,5–8,0 m	Gлина pylasta szarozółta i żółta, mało wilgotna, HCl+ (do 1%) [próbka 16];
d1	8,0–8,5 m	Gлина pylasta szarawa, miejscami z żółtym odcieniem, HCl+, lecz tylko śladowo. Osad zawiera pojedyncze żwiry wapieni do średnicy 2,5 cm. Być może jest to poziom akumulacyjny gleby kopalnej wyższej rangi stratygraficznej [próbka 17];
d2	8,5–9,7 m	Gлина piaszczysta brunatnożółta z nielicznymi żwirkami wapieni, piaskowców i skał krystalicznych. HCl-; zapewne poziom iluwialny gleby interglacialnej [próbka 18];
e1	9,7–10,0 m	Gлина pylasta ciężka jasnoszara, oglejona, twpl., wilgotna, HCl-, granica wyraźna [próbka 19: 10,0 m];
e2	10,0–10,5 m	Gлина pylasta szarozółtawa i żółtobrunatna, silnie sprasowana. HCl+, lecz tylko śladowo [próbka 20, 10,5 m];
e3	10,5–13,5 m	Gлина pylasta żółtobrunatna, twpl., wilgotna, HCl-, granica wyraźna [próbka 21, 11,5 m];
e4	13,5–14,5 m	Gлина pylasta jasnoszara, silnie oglejona, HCl+ [próbka 22: 14–14,5 m];

Ze względów technicznych na tej głębokości wiercenie przerwano.



Ryc. 2. Paralelizacja profilu syntetycznego Kol. Zadębcze 1+2 z krzywymi inklinacji i deklinacji paleomagnetycznej z wyróżnionymi granicami OIS (na podstawie oprac. Nawrockiego i in. 1999)

Fig. 2. Parallelisation of the synthetic profile Kol. Zadębcze 1+2 with paleomagnetic inclination and declination curves with specified OIS boundaries (after Nawrocki et al. 1999)

OGÓLNE UWAGI O UZIARNIENIU OSADÓW Z WIERCENIA
KOLONIA ZADĘBCE

Pobrane z wiercenia próbki poddano analizie uziarnienia metodą areometryczną, a wyniki przedstawiono w tabeli 1 i na ryc. 3 i 4. Stwierdza się, że dominującymi są składniki w przedziale średnic podfrakcji pyłowej 0,05–0,02 mm i 0,02–0,005 mm oraz we frakcji iłowej <0,002 mm. W bardzo małej ilości występuje frakcja piaskowa 1,0–0,05 mm.

Tab. 1. Uziarnienie osadów pyłowych pobranych z wiercenia M-14 w Kolonii Zadębce
Table 1. Granulation of dusty sediments sampled from boring M-14 in Kolonia Zadębce

Głębokość Depth (m)	Skład mechaniczny (%), metoda areometryczna mechanic content (%), areometric method							
	1–0,5 (mm)	0,5–0,25	0,25–0,10	0,10–0,05	0,05–0,02	0,02– 0,005	0,005– 0,002	< 0,002
00–0,8	0,07	0,33	0,25	1,35	43,0	23,0	4,0	28,0
0,8–1,0	2,58	0,56	0,63	1,23	41,0	21,0	5,0	28,0
1,0–1,5	0,21	0,36	0,14	3,29	41,0	21,0	5,0	29,0
1,5–2,0	0,30	0,33	0,14	1,23	41,0	20,0	8,0	29,0
2,0–2,5	0,09	0,15	0,08	1,68	39,0	25,0	6,0	28,0
2,5–3,0	0,28	0,33	0,37	1,02	34,0	20,0	13,0	31,0
3,0–3,1	0,20	0,25	0,09	0,00	39,46	19,0	9,0	32,0
3,0–3,5	0,11	0,20	0,16	1,53	39,0	20,0	7,0	32,0
3,5–4,0	0,11	0,08	0,06	0,75	40,0	19,0	9,0	31,0
4,0–4,5	0,19	0,30	0,19	0,32	37,0	23,0	6,0	33,0
4,5–5,0	0,17	0,20	0,09	0,00	37,54	20,0	9,0	33,0
5,0–5,5	0,10	0,21	0,06	0,63	38,0	23,0	4,0	34,0
5,5–6,5	0,07	0,04	0,13	0,76	41,0	22,0	4,0	32,0
6,5–7,0	0,02	0,07	0,12	0,00	44,79	20,0	15,0	20,0
7,0–7,5	0,02	0,06	0,04	0,00	38,88	25,0	5,0	31,0
7,5–8,0	0,02	0,08	0,06	0,00	35,86	24,0	9,0	31,0
8,0–8,5	0,15	0,19	0,21	1,45	34,0	22,0	8,0	34,0
8,5–9,5	1,81	5,50	7,12	4,52	30,0	15,0	3,0	33,0
10,0–10,2	0,26	2,0	0,86	0,88	32,0	20,0	6,0	38,0
10,5–10,7	0,45	1,59	1,28	0,68	35,0	20,0	5,0	36,0
11,5–11,7	0,24	0,50	0,29	0,00	36,97	23,0	5,0	35,0
13,0–13,1	1,12	2,77	1,50	1,61	31,0	17,0	9,0	36,0
14,0–14,5	0,16	0,48	0,55	1,81	41,0	17,0	7,0	32,0

Uziarnienie wykazuje bardzo małe zmiany w badanym profilu M-14. Zaobserwować jednak można pewną tendencję do zwiększania się masy składników

frakcji piaszczystej poniżej głębokości 8,5 m p.p.t. Zwraca uwagę również zmniejszenie się udziału frakcji ilastej w przelocie warstw 6,5–7,0 m p.p.t.

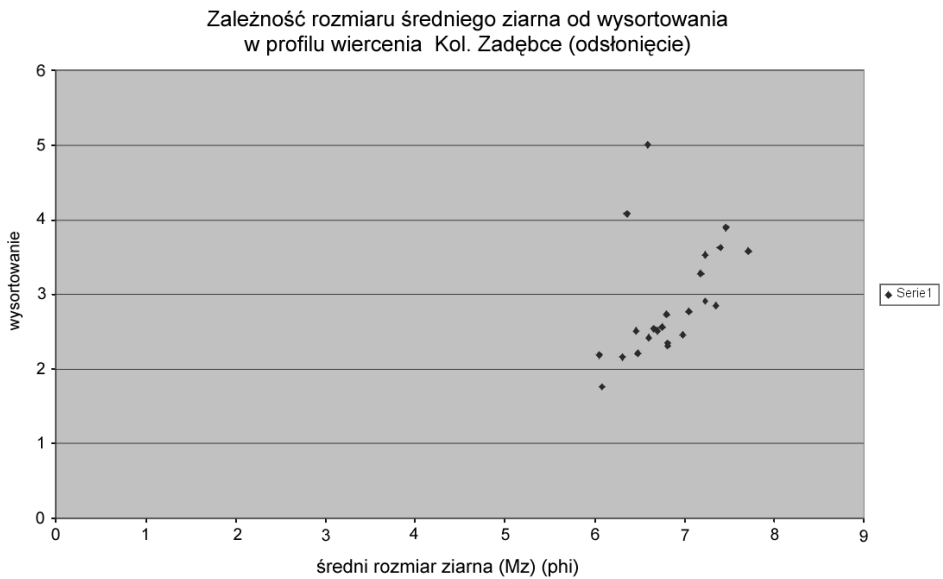
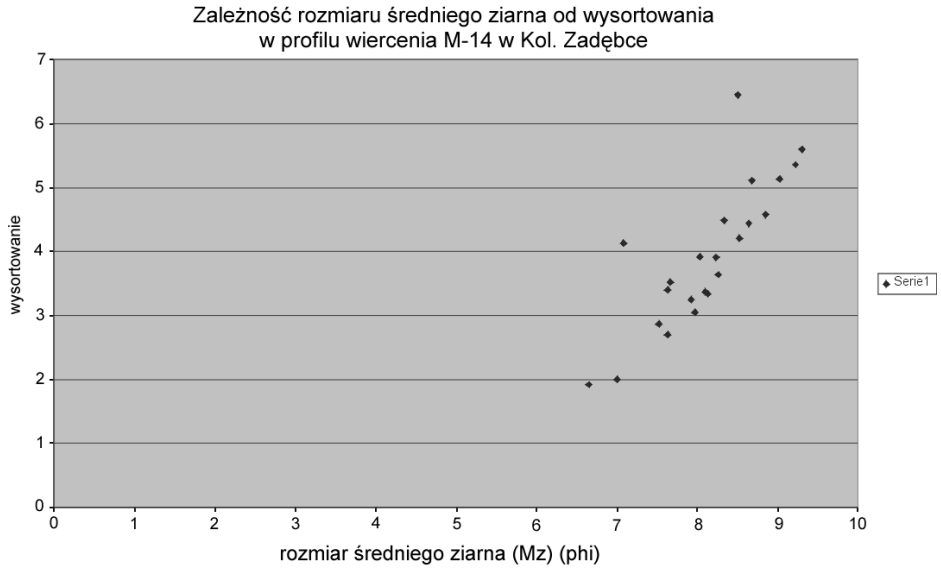
Na podstawie przytoczonych w tabeli 1 wyników badań wyliczono wskaźniki uziarnienia metodą Folka, Warda oraz ich rangową interpretację litodynamiczną (Racinowski i in. 2001).

Przeciętna średnica ziarn Mz wynosi 6,65–9,30 phi co odpowiada (0,0099–0,0016 mm). Ze względu na szeroki interwał wielkości średnic, w jakim mieszczą się składniki mineralne osadu, wysortowanie jest złe i zawarte jest w granicach $\sigma_1 = 1,92$ –6,45. Wskazuje to na bardzo szybko zmieniającą się w czasie słabą dynamikę akumulacji osadu. Skośność rozkładów uziarnienia jest dodatnia i znajduje się w zakresie $Sk_1 = 0,33$ –0,79 wskazuje to na szybkie i swobodne osadzanie się badanego materiału mineralnego w środowisku sedymentacyjnym o słabej dynamice. Spłaszczenie rozkładów uziarnienia zbliżone jest do normalnego i zawarte jest w przedziale $K_G = 0,74$ –1,25. Próbkę ze wskaźnikami $< 0,90$ w sensie rangowym wskazują, że strumień powietrzny był przesycony transportowanym w zawieszynie materiałem mineralnym, lub też że po ich osadzeniu nie podlegały wtórnemu przewiewaniu. Próbkę o wskaźnikach $> 1,10$ w sensie rangowym sugerują, że albo strumień powietrzny był słabo nasycony materiałem mineralnym lub też zdeponowany materiał podlegał redepozycji. Ponieważ prawie cały materiał ma K_G zawarte w zakresie 0,9–1,1, przyjąć można, że strumień chmur pyłowych miał „normalne” nasycenie, a depozycja zachodziła w spokojnym środowisku sedymentacyjnym typu jeziorzyskowo-rozlewiskowego.

UWAGI O BADANIU I PREZENTACJI SPEKTRUM MINERAŁÓW CIĘŻKICH

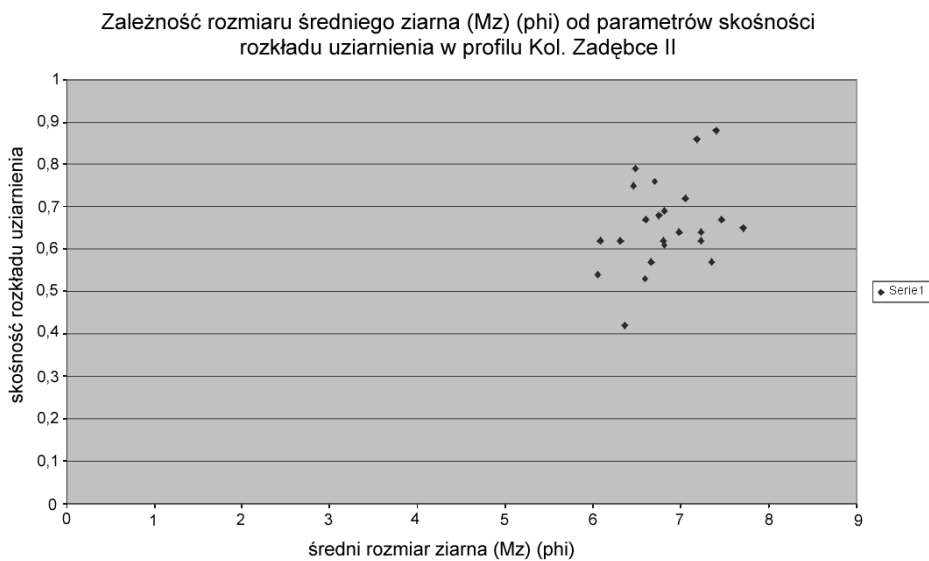
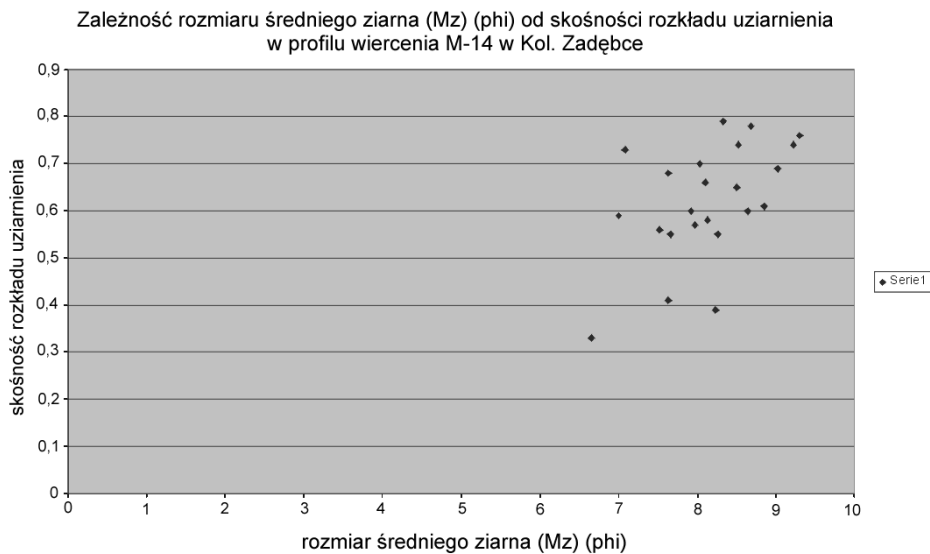
Analizę minerałów ciężkich prowadzono dla składników frakcji 0,1–0,05 mm. Na wstępie wydzielono klasy minerałów ciężkich: minerały przezroczyste, kongrecje, łyszczyki (muskowit, chloryt), minerały przezroczyste bez łyszczyków. W klasie minerałów przezroczystych (bez łyszczyków) o liczebności około 300 składników oznaczano grupy mineralne, którymi są: amfibole, apatyt, biotyty, cyrkon, dysten, epidoty (łącznie z zoizytami), glaukonit, granaty, monacyt, rutyte (wraz z innymi minerałami tytanowymi), staurolit, silimanit, turmaliny, inne minerały. Rezultaty analiz minerałów ciężkich zestawiono w tab. 2.

Na podstawie uzyskanych wyników ustalono średni skład minerałów ciężkich w badanych osadach oraz skrajne ich zawartości w rozpatrywanej populacji próbek. Wyniki te porównano z niektórymi profilami lessów Lubelszczyzny (tab. 3). Następnie ustalono minerały wiodące odrębnie dla klas mineralnych oraz grup przezroczystych minerałów ciężkich. Minerały wiodące są składnika-

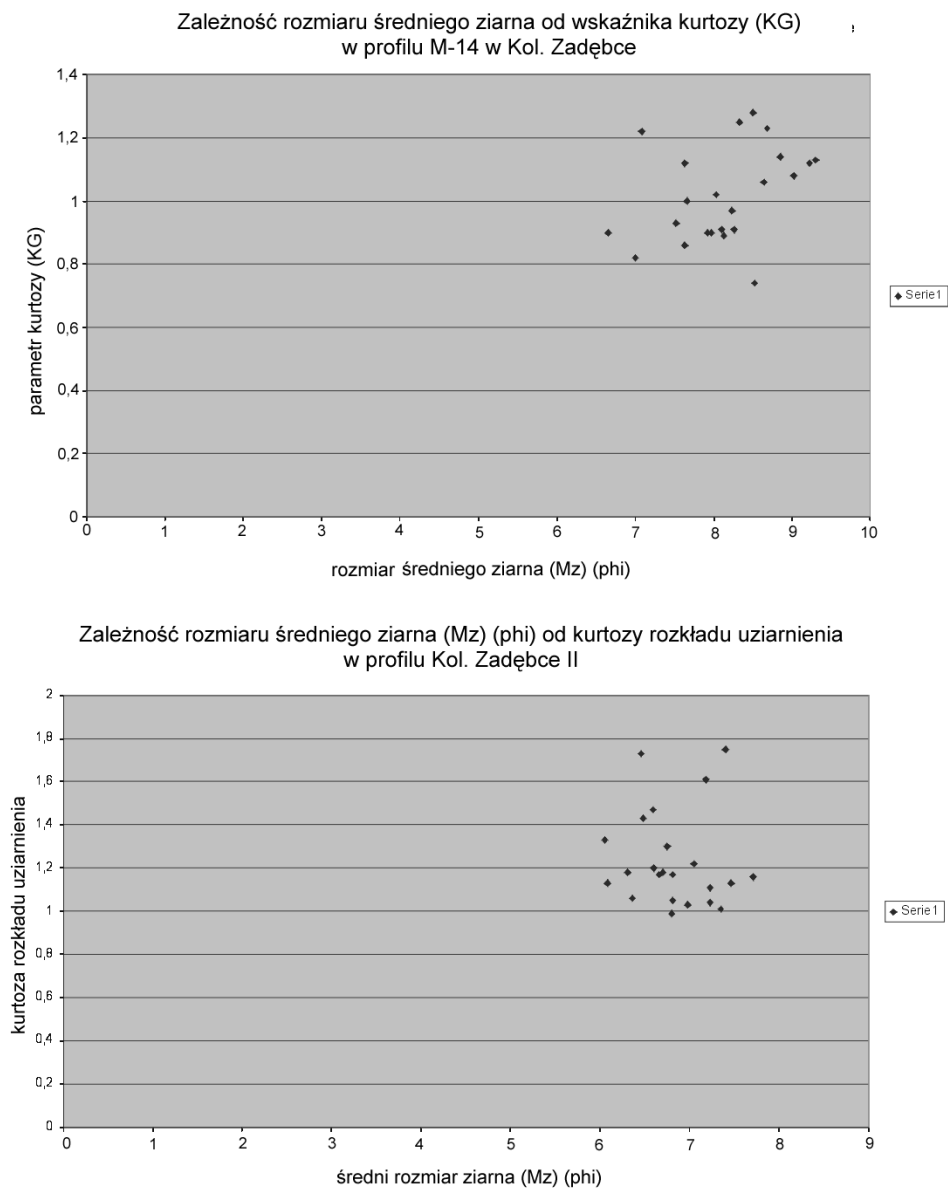


Ryc. 3a. Porównanie rozkładów uziarnienia i wzajemnych relacji obliczonych wskaźników uziarnienia dla profili wiercenia M-14 i profilu Kol. Zadębce 2

Fig. 3a. A comparison of granulation distribution and mutual relations among the calculated granulation indices for the M-14 boring profiles and the Kolonia Zadębce 2 profile



Ryc. 3b. Porównanie rozkładów uziarnienia i wzajemnych relacji obliczonych wskaźników uziarnienia dla profili wiercenia M-14 i profilu Kol. Zadębcze 2
 Fig. 3b. A comparison of granulation distribution and mutual relations among the calculated granulation indices for the M-14 boring profiles and the Kolonia Zadębcze 2 profile



Ryc. 3c. Porównanie rozkładów uziarnienia i wzajemnych relacji obliczonych wskaźników uziarnienia dla profili wiercenia M-14 i profilu Kol. Ządębce 2
Fig. 3c. A comparison of granulation distribution and mutual relations among the calculated granulation indices for the M-14 boring profiles and the Kolonia Ządębce 2 profile

Tab.2. Skład minerałów ciężkich we frakcji 0,1-0,05 mm osadów pyłowych z wiercenia M-14 w Kolonii Ząbce
 Table 2. Heavy minerals composition in the 0,1-0,05 mm fraction of dusty sediments from boring M-14 in Kolonia Ząbce

Głębokość w m pnt Depth (m)	Minerały ciężkie w % wag. Heavy minerals in % weight	Minerały ciężkie w procentach ilościowych Heavy minerals in % weight				Przezroczyste minerały ciężkie w procentach ilościowych (suma = 100%) Transparent heavy minerals in percent of quantit total = 100%														
		Nieprzezroczyste Opaque	Konkrety (Fe, Ca) Concretions Fe, Ca	Łyszczyki micas	Przezroczyste transparent	Amfibole	Bioty	Cytkon	Dysten	Epidy	Glaukonit	Granaty	Monacy	Prokseny	Ruyl	Staurolit	Sillmanit	Turmaliny	Inne	
1	0,0-0,8	0,18	10,4	7,1	51,2	31,3	19,1	8,8	22,8	2,2	7,4	1,5	8,8	0,0	6,6	8,1	2,2	0,0	11,0	1,5
2	0,8-1,0	0,19	11,2	7,4	67,5	13,8	18,3	5,0	8,3	3,3	3,3	3,3	21,7	0,0	5,0	11,7	5,0	0,0	15,0	0,0
3	1,0-1,5	0,29	23,0	0,0	54,0	23,0	19,2	4,1	21,9	1,4	6,8	0,0	16,4	1,4	4,1	12,3	4,1	0,0	8,2	0,0
4	1,5-2,0	0,23	16,9	13,8	62,5	6,7	13,2	2,2	23,1	2,2	6,6	0,0	19,8	0,0	2,2	12,1	5,5	0,0	13,2	0,0
5	2,0-2,5	0,24	40,1	0,0	53,5	6,4	6,3	0,0	22,3	1,8	2,7	1,8	28,6	0,9	4,5	16,1	8,0	0,9	6,3	0,0
6	2,5-3,0	0,13	16,1	24,2	35,5	24,2	11,6	0,0	13,0	2,9	1,4	0,0	31,9	0,0	4,3	10,1	5,8	0,0	18,8	0,0
7	3,0	0,10	30,6	0,0	41,8	27,6	21,1	0,0	20,0	3,2	5,3	0,0	17,9	2,1	2,1	13,7	5,3	2,1	7,4	0,0
8	3,0-3,5	0,08	23,9	4,0	56,8	15,3	5,6	3,7	13,0	1,9	4,6	0,0	39,8	0,0	2,8	11,1	3,7	1,9	12,0	0,0
9	3,5-4,0	0,16	36,7	13,3	8,3	41,7	7,0	6,1	13,2	5,3	1,8	0,0	22,8	0,0	5,3	14,9	7,9	0,0	15,8	0,0
10	4,0-4,5	0,28	37,3	0,0	43,5	19,3	14,8	2,3	25,0	3,4	4,5	0,0	18,2	0,0	3,4	10,2	6,8	1,1	10,2	0,0
11	4,5-5,0	0,21	9,3	0,0	79,1	11,6	13,1	3,6	26,3	2,9	1,5	0,0	22,6	1,5	2,2	10,9	2,9	0,7	11,7	0,0
12	5,0-5,5	0,10	18,7	6,9	54,4	20,0	8,0	6,1	43,2	8,0	1,9	0,0	1,9	1,4	1,9	17,8	2,8	1,4	5,6	0,0
13	5,5-6,5	0,12	17,3	8,2	57,3	17,3	9,3	5,1	22,9	5,9	6,8	0,0	14,4	1,7	3,4	14,4	1,7	0,8	13,6	0,0
14	6,5-7,0	0,23	20,5	12,3	60,7	6,6	14,9	4,6	6,9	4,6	3,4	2,3	12,6	0,0	11,5	26,4	4,6	2,3	5,7	0,0
15	7,0-7,5	0,29	18,2	5,5	69,5	6,8	14,9	9,9	10,9	2,0	5,0	0,0	30,7	0,0	4,0	8,9	3,0	1,0	9,9	0,0
16	7,5-8,0	0,35	21,3	7,4	60,8	10,5	14,7	10,3	19,0	1,7	5,2	0,0	26,7	0,0	3,4	8,6	1,7	0,0	8,6	0,0
17	8,0-8,5	0,19	21,4	22,3	39,1	17,2	11,7	3,2	14,9	4,5	6,5	1,3	17,5	0,6	5,2	21,4	3,2	1,9	7,8	0,0
18	8,5-9,5	0,40	34,5	6,1	10,8	48,6	25,0	1,4	19,4	4,2	9,7	0,0	11,8	1,4	8,3	11,8	2,8	0,0	4,2	0,0
19	10,0	0,11	42,3	17,8	21,9	18,0	15,4	2,4	12,2	0,8	4,1	0,0	14,6	0,0	4,1	23,6	5,7	0,0	17,1	0,0
20	10,5	0,34	45,9	8,1	7,2	38,8	24,0	3,9	13,8	3,1	7,5	0,0	9,4	0,0	4,7	18,5	4,7	1,2	9,1	0,0
21	11,5	0,43	5,0	74,4	13,2	7,4	17,5	3,1	21,6	6,2	4,1	0,0	7,2	0,0	5,2	9,3	9,3	0,0	16,5	0,0
22	14,0-14,5	0,27	14,2	12,3	65,3	8,2	7,1	2,7	10,6	4,4	3,5	0,0	41,6	0,0	1,8	8,8	3,5	1,8	13,3	0,9

Tab. 3. Skład minerałów ciężkich w niektórych profilach lessów młodszych na Lubelszczyźnie (X – wartości średnie, min – wartość najmniejsza, max – wartość największa)

Table 3. Heavy minerals composition in selected younger loess profiles in the Lublin region (X – mean values, min – minimal value, max – maximal value)

Stanowiska	Ilość próbek	Cechy statystyczne	Minerały ciężkie w procentach ilościowych Heavy minerals in %				Przezroczyste materiały ciężkie w procentach ilościowych (suma = 100%) Transparent heavy minerals in percent of quinit (total = 100%)												
			Nieprzezroczyste i konkretne	Łyczyszki	Przezroczyste	Amfibole	Bioty	Cytkon	Dysten	Epidoty	Glaukonit	Granaty	Monacyt	Pirokseny	Rutyl	Stawrolit	Silimanit	Turmaliny	Inne
Kazimierz	X		33,1	11,1	55,9	12,2	1,6	28,7	2,6	4,8	0,4	20,7	0,0	2,1	21,5	0,9	0,1	3,2	1,1
	min		27	7	50	8,0	1,0	20,0	1,0	2,0	0,0	14,0	0,0	1,0	17,0	0,0	0,0	1,0	0,0
	max		39	16	63	21,0	3,0	35,0	5,0	8,0	2,0	26,0	0,0	4,0	26,0	2,0	1,0	4,0	2,0
Lublin	X		32,8	8,4	58,8	11,7	4,1	25,4	3,2	9,0	0,6	22,5	0,0	2,0	14,0	1,2	0,1	4,7	1,6
	min		20,0	2,1	41,4	6,0	1,1	4,9	0,0	3,0	0,0	13,2	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	1,4	0,0
	max		45,3	14,6	75,6	17,4	9,0	37,7	11,7	14,1	2,4	45,9	0,0	5,1	25,4	7,8	0,8	8,5	3,6
Niedew	X		41,3	8,0	50,7	7,6	4,3	31,4	3,3	4,7	0,2	15,9	0,0	1,9	23,4	0,6	0,2	3,2	3,2
	min		32,0	4,0	41,0	4,0	2,0	20,0	2,0	3,0	0,0	11,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	2,0	1,0
	max		51,0	14,0	57,0	14,0	7,0	40,0	6,0	7,0	1,0	21,0	0,0	4,0	28,0	2,0	1,0	6,0	5,0
Hulcze	X		37,7	16,8	46,2	4,9	2,4	40,8	2,1	1,3	0,8	23,3	0,0	0,6	17,9	1,5	0,1	4,1	0,3
	min		31,0	7,0	34,0	2,0	1,0	31,0	1,0	1,0	0,0	13,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	1,0	0,0
	max		48,0	35,0	61,0	7,0	4,0	53,0	4,0	3,0	3,0	32,0	0,0	1,0	25,0	5,0	1,0	8,0	1,0
Ratyczów (wg K. Radlicza (Buraczyński et al.))	X		19,2	34,3	46,5	10,1	1,4	10,3	1,9	13,5	2,2	27,5	2,7	3,0	13,0	1,9	1,0	8,6	2,8
	min		6,7	20,8	15,2	4,5	0,0	4,3	0,5	4,3	0,0	6,1	0,0	0,0	8,9	0,2	0,0	3,8	0,2
	max		30,1	83,0	71,2	18,6	8,1	21,1	4,1	48,2	7,3	44,7	9,4	6,3	20,6	4,4	8,8	16,5	6,8
Zadębcze M-14	X		34,8	46,1	19,1	14,2	4,0	18,4	3,4	4,7	0,5	19,9	0,5	4,4	13,7	4,6	0,8	11,0	0,1
	min		9,3	7,2	6,4	1,0	0,0	6,9	0,8	1,4	0,0	1,9	0,0	1,8	8,1	1,7	0,0	4,2	0,0
	max		79,4	79,1	48,6	22,0	10,3	43,2	8,0	9,7	3,3	41,6	2,1	11,5	26,4	9,3	2,3	18,8	1,5

mi które same lub ułożone w szeregu malejącym pod względem zawartości stanowią wielkość $> 50\%$. W tekście oznaczono je przedstawionymi poniżej symbolami. Minerality zbliżone wielkościami do ostatniego minerału wiodącego określano jako wspomagające (Racinowski 2002) i podano je w nawiasie.

OGÓLNY SKŁAD MINERAŁÓW CIĘŻKICH OSADÓW Z WIERCENIA KOLONIA ZADĘBCE

Średnia zawartość minerałów ciężkich we frakcji 0,10–0,05 mm badanych osadów stanowi masę 0,22% (0,08–0,43%).

Wśród klas minerałów ciężkich w całym badanym materiale pierwszoplanową rolę odgrywiają *łyszczyki*, średnia ich zawartość wynosi 46,1% (7,2–79,1%), a dalej w kolejności malejących udziałów występują N – minerały nieprzezroczyste 23,4% (5,0–45,9%), P – minerały przezroczyste 19,1% (6,4–48,7%) oraz K – kongregacje 11,4% (0,0–74,4%).

Klasa minerałów przezroczystych. W klasie tej najważniejszą rolę odgrywiają G – granaty (19,0% [1,9–41,6%]), C – cyrkony (18,4% [6,9–43,2%]), R – rutyli (13,7% [8,1–28,4%]), Am – amfibole (11,5% [1,0–22,0%]), T – turmaliny (11,0 [4,2–18,8%]). Średnia zawartość pozostałych przezroczystych minerałów ciężkich jest poniżej 5%, ale maksymalne ich zawartości dochodzić mogą do prawie 12%.

Zaprezentowane ogólne informacje o spektrum minerałów ciężkich wskazuje, że badane osady formowały się w spokojnym środowisku sedymentacyjnym, o czym świadczą duże ilości łyszczyków. Zostały stosunkowo słabo poddane procesom hipergenezy, na co wskazuje relatywnie niska zawartość kongregacji i minerałów nieprzezroczystych. W znacznym stopniu miejscami alimentacyjnymi były osady glacialne, o czym informuje znaczna zawartość amfiboli, jak również biotytów i piroksenów. Wpływ miał też lokalny materiał pochodzący z redeponowanych zwierzelin lokalnych skał przedczwartorzędowych, o czym świadczy znaczny udział cyrkonu, rutyli, turmalinów, a nawet staurolitu. Cechy te wskazują na krótki transport materiału pyłowego.

PORÓWNANIE SKŁADU MINERAŁÓW CIĘŻKICH Z WIERCENIA KOLONIA ZADĘBCE Z INNYMI PROFILAMI LESSÓW LUBELSZCZYZNY

Spektrum minerałów ciężkich z Zadębiec wykazuje znaczne podobieństwo w stosunku do składu minerałów ciężkich ustalonych dla innych profili lessów Lubelszczyzny (Buraczyński i in. 1978; Chlebowski i in. 2002; Racinowski i in. 2004) (tab. 3). Ich cechą charakterystyczną jest znaczna zawartość składników pochodzących z osadów lodowcowych, to znaczy amfiboli i granatów oraz stwier-

dzonych piroksenów, biotytów czy też epidotów (Racinowski i in. 2004). Charakterystyczny w porównywanym materiale jest stosunkowo mały udział mało-odpornych na niszczenie minerałów pochodzących ze zwietrzelin lokalnego podłoża (glaukonit). Z tym materiałem prawdopodobnie wiązać należy znaczne zawartości cyrkonu, rutyłu, a w nieco mniejszym stopniu dystenu, staurolitu i turmalinu. Minerale te w osadach lodowcowych stwierdzane są w stosunkowo małych ilościach.

Ponieważ w dawniej prowadzonych badaniach z reguły nieuwzględniana była zawartość w spektrum mineralnym muskowitu, co tłumaczono błędem wynikającym z obniżonej gęstości cieczy, w której rozdzielano minerały ciężkie, dlatego też niemożliwe jest porównywanie oparte na zawartości ich klas. W przypadku znajdujących się w tym rejonie profili lessowych (Nieledew, Hulcze, Ratyczów) badane osady pyłowe z Zadębiec wykazują większe zróżnicowanie między skrajnymi zawartościami poszczególnych przezroczystych minerałów ciężkich. Wśród tych minerałów obserwuje się podwyższone zawartości amfiboli turmalinu staurolitu. Obniżone są ilości cyrkonu i granatów. Takie spektrum mineralne zdaje się świadczyć o bardzo dużym powiązaniu badanych osadów z utworami lodowcowymi.

PRÓBA WYDZIELENIA W PROFILU WIERCENIA KOLONIA ZADĘBCE PAKIETÓW LITOGENETYCZNYCH NA PODSTAWIE SKŁADNIKÓW

Poniżej podano informacje o klasach wiodących oraz przedstawiono próbę interpretacji litogenetycznej tych wyników. Na podstawie układu klas mineralnych wydzielono w profilu roboczo pięć pakietów osadów, prezentując roboczo ich podstawowe cechy litogenetyczne (tab. 4). Interpretację tę uszczegółowiono o układy grup przezroczystych minerałów ciężkich. Idąc od dołu profilu, przedstawia się ona następująco.

Pakiet 5. Występuje w spągu wiercenia na głębokości 14,0–14,5 m p.p.t. Osad cechuje się dominacją klasy M, co pozwala sądzić o spokojnej akumulacji materiału pyłowego na wilgotnym podłożu lub w stojącym zbiorniku wodnym.

W materiale tym wiodącymi minerałami przezroczystymi są $G > T$. Jednak wśród składników przezroczystych występują jako wspomagające minerały mało-odporne. Sądzić można, że materiałem źródłowym osadów tego pakietu były silnie zwietrzałe stare utwory plejstocenijskie i zwietrzliny lokalnych skał przedczwartorzędowych.

Pakiet 4. Stanowi warstwę na głębokości 8,0–13,5 m p.p.t. Jako wiodące występują klasy N i K obok klasy P. Charakter układu klas wiodących wskazuje, że osad podlegał działaniu intensywnych procesów postsedymentacyjnych.

Tab. 4. Układy klas wiodących i przezroczystych minerałów ciężkich oraz wyznaczone na tej podstawie pakiety litogenetyczne. Pozostałe objaśnienia w tekście

Table 4. Schemes of leading classes and transparent heavy minerals, and lithogenetic batches determined on their basis

Próbki Samples	Głębokości m p.p.t. Depth (m)	Pakiety litogenetyczne Lithogenetic batches	Wiodące klasy minerałów Leading mineral classes	Wiodące minerały przezroczyste Leading transparent minerals
1	0,0-0,8		M	C > Am > T
2	0,8-1,0		M	G > Am > T > (R)
3	1,0-1,5	1	M	C > Am > G > (R)
4	1,5-2,0		M	C > G > Am > (T, R)
5	2,0-2,5		M	G > C > (
6	2,5-3,0		M > P > (K)	G > T > (C, . Am)
7	3,0	2	M > N	Am > C > G > (R)
8	3,0-3,5		M	G > C > (T, R)
9	3,5-4,0		P > N	G > T > R > (C)
10	4,0-4,5		M > N	C > G > Am > (R, T)
11	4,5-5,0		M	C > G > (Am)
12	5,0-5,5		M	C > R
13	5,5-6,5		M	C > G > R > (T)
14	6,5-7,0	3	M	R > Am > G > (P)
15	7,0-7,5		M	G > Am > C
16	7,5-8,0		M	G > C > Am
17	8,0-8,5		M > K > (N)	R > G > C > (Am)
18	8,5-9,5		P > N	Am > C > G > R
19	10,0	4	N > M	R > Am > G > C
20	10,5		N, P	Am > R > C > G
21	11,5		K	C > Am > T > R > St
22	14,0-14,5	5	M	G > T > (C, . R)

Pakiet ten charakteryzuje się znacznymi zmianami w pionie profilu układami przezroczystych minerałów ciężkich. Jako wiodący minerał znaczną rolę odgrywają Am, a obok nich są R, C, T a nawet St. Przyjąć można, że materiałem źródłowym dla tego pakietu były zwietrzelinowo-deluwialne utwory lodowcowe oraz zwietrzliny lokalnych skał przedczwartorzędowych. Prawdopodobnie depozycji osadów towarzyszyły zjawiska redepozycji (zmywu, przewiewania) oraz intensywne procesy hipergeniczne.

Pakiet 3. W zakresie głębokości 4,5-8,0 p.p.t. akumulowany był materiał w fazie spokojnej sedymentacji, o czym świadczy fakt dominacji klasy M.

Pierwszoplanową rolę wśród przezroczystych minerałów wiodących ogrywiają C i G wspomagane przez R. Obecność wśród tych składników w spągu Am wyraźnie wskazuje, że w początkowym etapie akumulacji lessu duże znaczenie jako materiał źródłowy miały wychodnie osadów lodowcowych (lub ich deluwia), z których wywiewany był materiał mineralny. Ku górze profilu w sposób

istotny wzrastała rola C, G, R, co sugeruje, że źródłem materiału były zwietrzliny i deluwia lokalnych skał przedczwartorzędowych, miejscami alimentacyjnymi była lokalna zwietrzelina (lub ich deluwia) przemieszana ze zwietrzalymi osadami lodowcowymi.

Pakiet 2. W warstwie na głębokości 2,5-4,5 m p.p.t. zaznacza się zmianą układu, bowiem obok wiodącego M w znacznej ilości pojawia się klasa P, K i N, sugeruje to, że po akumulacji osadu zachodziły znaczące procesy redepozycji i zjawiska hipergeniczne.

W układach wiodących przezroczystych minerałów ciężkich występuje w pionie znaczne zróżnicowanie. Najważniejszą rolę odgrywają C, G, Am. W dolnej części pakietu materiałem źródłowym zdaje się być redeponowana zwietrzelina lokalnych skał przedczwartorzędowych zmieszana ze składnikami pochodzącymi z redeponowanych w środowisku prądowym osadów glacialnych. W środkowej części pakietu wzrasta rola jako materiału źródłowego lokalnych zwietrzelin skał przedczwartorzędowych. W górnej części tego pakietu ponownie materiałem źródłowym są redeponowane utwory lodowcowe. Zaprezentowana zmienność wskazuje, że akumulacja mogła być przerywana, a osadzony materiał mógł podlegać redepozycji (spływy, przewiewanie) oraz wystawiony był na oddziaływanie procesów wietrzenia chemicznego.

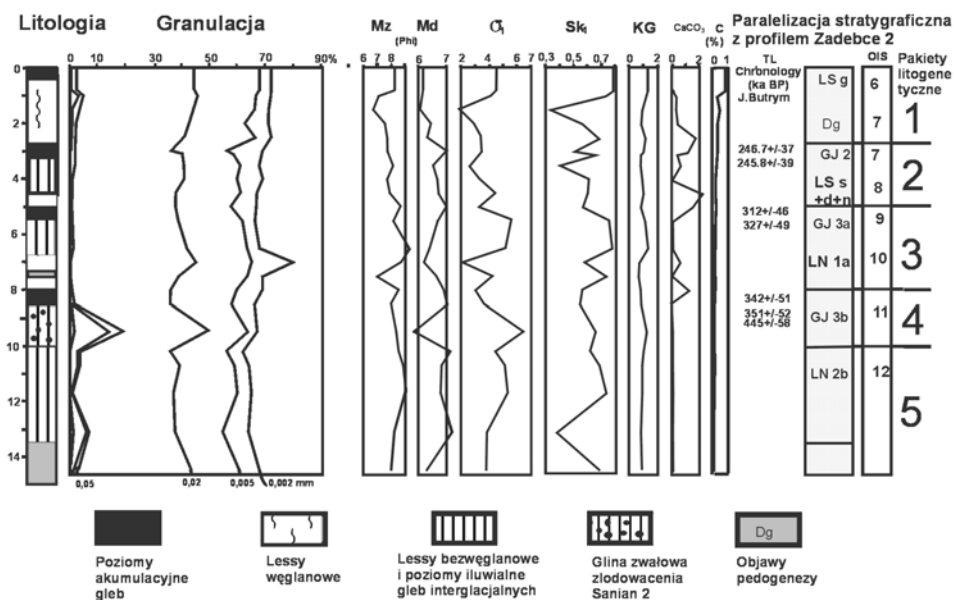
Pakiet 1. W przelocie głębokości 0,0-2,5 m p.p.t. – dominująca jest klasa M, co w sposób bardzo wyraźny wskazuje na spokojną sedymentację materiału pyłowego na podłożu wilgotnym lub w stojących wodach powierzchniowych.

Pakiet ten w podstawowej części wykazuje duże związki z materiałem źródłowym pochodzącym z redeponowanych osadów lodowcowych, o czym świadczy znaczna obecność Am i G, przy równoczesnym doprowadzaniu do osadów składników pochodzących z redeponowanych zwietrzelin skał przedczwartorzędowych (C, R).

LITOSTRATYGRAFIA OSADÓW CZWARTORZĘDOWYCH W WIERCENIU M-14 W KOLONII ZADĘBCE

W bezpośrednio przyległym do otworu M-14 odsłonięciu wykonano oprócz badań składu mechanicznego także datowania metodą TL szeregu próbek osadów oraz określono zawartość procentową węglanów i humusu oraz wolnego żelaza (Dolecki 1993,1995). W profilu wykonano także badania paleomagnetyczne (Nawrocki i in. 1999),(ryc. 2). Wyniki badań dotyczące wieku osadu i pozycji stratygraficznej można w związku z bezpośrednim sąsiedztwem odnieść do osadów występujących w wierceniu M-14. Wyraźnie potwierdza ten fakt także porównanie rozkładów uziarnienia w porównywanych profilach Kol. Zadęb-

ce 2 oraz wierceni M-14 (ryc. 3a, b, c). Wydzielone na podstawie badań minerałów ciężkich pakiety litogenetyczne z powodzeniem można paralelizować z poziomami stratygraficznymi wyróżnionymi w sąsiadującym z wierceni odsłonięciu (ryc. 4). Pakiet I odpowiada poziomowi lessów starszych górnych (LSg) objętych w stropie pedogenezą holocenią oraz glebie kopalnej GJ2 z interglacjału lubelskiego. Poziom ten na podstawie badań paleomagnetycznych paralelizowany jest z 7 stadium izotopowo-tlenowym (OIS) (J.Nawrocki i inni 1999).



Ryc. 4. Paralelizacja litostratygraficzna profilu M-14. Objasnienia dodatkowe: Mz – wskaźnik rozmiaru średniego ziarna, Md – mediana, σ_1 – wskaźnik wysortowania, Sk_k – wskaźnik skośności rozkładu uziarnienia, K_G – wskaźnik kurtozy rozkładu uziarnienia, $CaCO_3$ – zawartość węglanów, C – zawartość humusu. Symbole stratygraficzne: LSg – less starszy górny (złodowacenie Warty), GJ2' – dolna gleba kopalna z interglacjału lubelskiego, LSs+d+n – nierozdzielone lessy starsze środkowe, dolne i najniższe (złodowacenie Odry), GJ3a – gleba kopalna z interglacjału Zbójna, LN1 – less najstarszy 1 (złodowacenie Liwca), GJ3b – gleba kopalna z interglacjału mazowieckiego (rozwinięta na glinie zwalowej), LN2b – lessy i utwory lessopodobne z fazy wstępującej złodowacenia San 2

Fig. 4. Lithostratigraphic parallelisation of the M-14 profile. Additional notes: Mz – mean grain diameter, Md – media grain size, σ_1 – graphic standard deviation, Sk_k – skewness index, K_G – kurtosis index, $CaCO_3$ – carbonate content, C – humus content. Stratigraphic symbols: LSg – upper older loess (Wartanian Glacial), GJ2' – Lublinian Interglacial lower fossil soil, LSs+d+n – undivided middle, lower, and lowest older loesses (the Odranian Glacial Period), GJ3a – Zbójnian Interglacial fossil soil, LN1 – oldest loess 1 (the Liwiecian Glacial Period), GJ3b – Mazovian Interglacial fossil soil (developed on till clay), LN2b – loesses and loess-like formations of the ascending phase of the Sanian Glacial Period II

Pakiet II – to lessy odrzańskie (LSs+d+n) objęte w górnej części pedogenezą interglacjału lubelskiego (GJ2). W części stropowej tego poziomu uzyskano daty TL $246,7 \pm 37$ ka oraz $245,8 \pm 39$ ka. Pakiet odpowiada 8 OIS. Pakiet III stanowią lessy najstarsze 1(LN1) ze zlodowacenia liwca z wykształconą w ich stropie glebą z interglacjału zbójna (GJ3a). Z substratu tej gleby uzyskano daty TL: 312 ± 46 ka oraz 327 ± 49 ka. Pakiet III odpowiada 9 i 10 OIS. Pakiet IV stanowi zapewne redeponowana glina zwałowa ze zlodowacenia Sanian 2 i w jej stropie osady pylaste objęte pedogenezą (GJ3b) w interglacjale mazowieckim. Dla substratu tej gleby uzyskano daty TL: 342 ± 51 ka, 351 ± 52 ka oraz 445 ± 58 ka. Na krzywej paleomagnetycznej korelowany jest ten poziom objęty pedogenezą z 11 OIS. Pakiet V – to utwory pylaste określane jako facja aluwialna podmorenowego lessu najstarszego II (LN2b) paralelizowanego z fazą anaglacjalną zlodowacenia sanian 2 i z 12 OIS (ryc. 4).

PODSUMOWANIE

Pyłowo-iłowe osady lessowe z wiercenia Kolonia Zadębcze cechują się podobnym uśrednionym składem minerałów ciężkich do innych stanowisk lessowych na Lubelszczyźnie. Zaznacza się w nich poważny udział składników charakterystycznych dla osadów lodowcowych (amfibole, granaty, biotyt).

Na podstawie wiodących klas minerałów ciężkich wydzielono pięć pakietów osadów, różniących się charakterem sedymentacji. Daje się zauważyć, że występują trzy pakiety formowane w trakcie typowej akumulacji eolicznej (pakiety 5, 3, 1), które przedzielone są pakietami o znacznych przekształceniach postsedymentacyjnych związanych z lokalną redepozycją osadów i procesami hipergenicznymi (pakiet 4, 2).

Wyniki analizy minerałów ciężkich i ich interpretacja litogenetyczna w całej rozciągłości potwierdzają interpretację paleogeograficzną i stratygraficzną profili lessowych w Kolonii Zadębcze.

LITERATURA

- Buraczyński J., Rzechowski J., Wojtanowicz J. (1978): *Studium sedymentologiczne i stratygraficzne lessów w Ratyczowie na Grzędzie Sokalskiej*, Biuletyn Inst. Geol., 300: 235–302.
- Chlebowski R., Goźik P. F., Lindner L. (2002): *Graficzna prezentacja składu minerałów ciężkich lessów na wybranych przykładach z obszaru Polski i Ukrainy*, Przegląd geologiczny, 50, 6: 526–531.
- Dolecki L. (1993): *Reperowy profil lessów najstarszych w Kolonii Zadębcze koło Hrubieszowa*, Annales UMCS, sec. B, vol. XLVIII (1993), Lublin: 89–99.

- Dolecki L. (1995): *Litologia i stratygrafia mezoplejstoceńskich utworów lessowych południowo-wschodniej części Wyżyny Lubelskiej*, Wyd. UMCS, Lublin: 1–169.
- Nawrocki J., Bakhmutov V., Bogucki A., Dolecki L. (1999): *The paleo- and petromagnetic record in the Polish and Ukrainian loess-paleosol sequences*, [w:] C. E. Geiss, V. H. Hoffmann, P. Rochette, D. Williamson (eds.), *Rock magnetism, palaeomagnetism and environmental magnetism*, Physics and Chemistry of the Earth, Part A: Solid Earth and Geodesy 24(9): 773–777.
- Racinowski R., Szczypek T., Wach J. (2001): *Prezentacja i interpretacja wyników badań uziarnienia osadów czwartorzędowych*, Wyd. UŚ, Katowice: 1–146.
- Racinowski R. (2002): *Badania minerałów ciężkich osadów pyłowych Naddniestrza halickiego. Lessy i paleolit Naddniestrza halickiego (Ukraina)*, [w:] T. Madeyska (red.), *Lessy i paleolit Naddniestrza halickiego (Ukraina)*, Studia Geologica Polonica, vol. 119, 219–236: 356–357.
- Racinowski R., Łanczont M., Bogucki A. (2004): *Porównanie składu minerałów ciężkich lessów wschodniej Polski i zachodniej Ukrainy. Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych*, t. IV. Ser. geogr. 68, Wyd. Naukowe UAM, Poznań: 397–412.

SUMMARY

The study was concerned with the heavy minerals composition of the profile of the M-14 boring performed in the direct vicinity of the Kolonia Zadębce 2 exposure – a benchmark profile of Mesopleistocene loesses in Grzęda Horodelska. The Kolonia Zadębce 2 profile was studied with the paleopedological method and the sediments were dated with the TL method. Also, paleomagnetic analyses were performed. Stratigraphic parallelisation of the directly neighbouring loess profiles provided additional data supporting the heretofore accepted stratigraphic sequence of sediments in the profiles.