

ZMIENNOŚĆ LITOLOGICZNA ŁUPKU MIEDZIONOŚNEGO W OBNIŻENIACH RELIEFU BIAŁEGO SPĄGOWCA W REJONIE ŻŁÓŻ RUD MIEDZI RUDNA I SIERSZOWICE

LITHOLOGICAL VARIABILITY OF THE KUPFERSCHIEFER IN DEPRESSIONS OF THE WEISSLIEGEND RELIEF IN THE AREA OF THE RUDNA AND SIERSZOWICE COPPER DEPOSITS

AGATA SOKALSKA¹

Abstrakt. W artykule przedstawiono wyniki analiz przestrzennego zróżnicowania pionowego następstwa odmian litologicznych łupku miedzionośnego na obszarze trzech depresji stropu białego spągowca w granicach centralnej i północnej części złóż rud miedzi Rudna i Sierszowice. Wyróżniono następujące odmiany litologiczne łupku: smolisty (ilasto-organiczny), ilasty i dolomityczny. W celu graficznej wizualizacji zmienności pionowych następstw wykonano zestawienia własnych profili litologicznych oraz profili pozyskanych z bazy danych KGHM wzdłuż 13 wyznaczonych linii przekrojowych. Próbki z profili własnych poddano analizie makroskopowej. Wyróżniono osiem typów pionowych następstw odmian litologicznych łupku, a następnie przeanalizowano częstość ich występowania wzdłuż linii przekrojowych i w poszczególnych strefach depresji. Na tej podstawie zarówno w profilach własnych, jak i kopalnianych stwierdzono najczęstsze sekwencje łupku smolistego z łupkiem dolomitycznym. W profilach przeanalizowanych przez autorkę dominowała sekwencja modelowa, zbudowana z łupku smolistego, ilastego i dolomitycznego oraz następstwo łupku smolistego i ilastego. Obecność takich profili stwierdzono wzdłuż czterech linii przekrojowych na obu skłonach Północnej Elewacji Rudnej, co wskazuje na lokalną zależność litologii od lokalizacji w obrębie depresji. Wystąpienia kilku profili z sekwencjami nietypowymi mogą sugerować większą zmienność warunków sedymentacji w usytuowanej najdalej w kierunku północno-wschodnim Depresji Tarnówka.

Słowa kluczowe: łupek miedzionośny, depresja stropu białego spągowca, odmiany litologiczne, następstwa litologiczne, złoża miedzi Rudna i Sierszowice.

Abstract. The paper presents analyses of spatial diversity of the Kupferschiefer lithologies in the area of three top surface depressions of the Weissliegend relief in the central and northern part of the Rudna and Sierszowice copper deposits. These are organic-rich (pitchy) shale, clay shale, and dolomitic shale. Sequences of author's own lithological profiles and those received from the KGHM database were analyzed along 13 cross-section lines. Macroscopic studies were conducted on samples from author's profiles. Eight types of lithological successions were distinguished and then the frequency of their occurrence along each cross-section and depression was analyzed. The most common sequence with organic-rich and dolomitic shale is observed both in author's profiles as well as in the profiles received from the mine. In the profiles tested by the author, the dominant configurations were (1) organic-rich shale, clay shale and dolomitic shale (model sequence) and (2) organic-rich shale and clay shale. Such assemblages were observed in four cross-section lines on both slopes of the Northern Rudna Elevation, which suggests a local dependence between different lithological successions of shale and their location in the depression zones. Occurrences of a few profiles with non-standard shale sequences may suggest wider variability of sedimentation conditions in the north-easternmost Tarnówek Depression.

Key words: Kupferschiefer, Weissliegend top surface depression, lithology, lithological succession, Rudna and Sierszowice mines.

¹ KGHM CUPRUM Sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe, Zakład Geologii, ul. gen. W. Sikorskiego 2-8, 53-659 Wrocław;
e-mail: asokalska@cuprum.wroc.pl.

WSTĘP

W trakcie 60 lat badań obszaru złóż rud miedzi monokliny przedsudeckiej w licznych pracach naukowych przedstawiano różne koncepcje genezy i warunków sedymentacji łupku miedzionośnego, w zależności od założonej przewidywanej głębokości zbiornika cechsztyńskiego po pierwszym, gwałtownym okresie transgresji. Zakres rozpatrywanych głębokości wahał się od kilku metrów przy przyjęciu bardzo płytkich środowisk równi pływowych (Jerzykiewicz i in., 1976; Błaszczyk, 1981) do 300 m (Wedepohl, 1964). Model środowiska sedymentacji łupku miedzionośnego, skonstruowany na podstawie analizy mikrolitofacjalnej próbek pobranych z rdzeni wiertniczych otworów odwierconych z powierzchni terenu, jest przedmiotem kilku publikacji (Oszczepalski, Rydzewski, 1987; Oszczepalski, 1988, 1989, 2007), a zagadnienie mechanizmu depozycji na podstawie obserwacji makroskopowych w wyrobiskach górniczych poruszył Śliwiński (2000). Zgodnie z tezami wymienionych artykułów, największe znaczenie w procesach osadzania się łupku miedzionośnego przypisywane jest wahaniom granicy podstawy falowania, od której bezpośrednio zależy położenie redokskliny w pionowym słupie wody morskiej. Redoksklina oddzielała strefę wód natlenionych od beztlenowych, a jej pionowe przemieszczenia warunkowały możliwość formowania się osadów bogatych w materię organiczną lub wzbogaconych w węglany. Już nieco wcześniej w literaturze po-

stulowany był wpływ paleomorfologii stropu białych piaskowców na przebieg sedymentacji leżących wyżej cechsztyńskich ogniw litologicznych na obszarze eksploatowanych złóż rud miedzi (np. Harańczyk, 1967; Jarosz, Zaleska, 1977), a Błaszczyk (1981) wprowadził pojęcia elewacji i depresji w rzeźbie stropu białego spągowca. Elewacje te, także na podstawie danych z rozpoznania górniczego, zostały poddane dalszym szczegółowym badaniom przez Kaczmarka i Śliwińskiego (Kaczmarek i in., 2004, 2005; Śliwiński, Kaczmarek, 2004, 2006; Kaczmarek, 2006). Zgodnie z ich opisem, stanowią one wały piaszczyste o długości do ok. 25 km, szerokości ok. 1,5 km oraz obecnej wysokości do 30 m. Granice elewacji w kopalniach wyznacza się umownie na podstawie izopachyty łupku miedzionośnego o wartości 10 cm, na podstawie powszechnie obserwowanego zjawiska redukcji miąższości tego wydzielenia (aż do jego zaniku) na szczytach elewacji białego spągowca.

W ramach niniejszej pracy analizowano zmienność litologiczną łupku miedzionośnego w depresjach stropu białego spągowca. W celu weryfikacji poglądów na temat pionowego i poziomego rozmieszczenia poszczególnych odmian litologicznych łupku oraz wyciągnięcia wniosków na temat środowiska jego powstania przeanalizowano profile bruzdowe z próbek pobranych przez autorkę oraz profile pozyskane z bazy danych KGHM.

METODY I ZAKRES BADAŃ

Badania terenowe wykonano w chodnikach podziemnych centralnej i północnej części Zakładów Górniczych Rudna i Polkowice-Sieroszowice, należących do KGHM Polska Miedź S.A. W granicach obszaru badań znalazły się fragmenty czterech elewacji: Centralnej Elewacji Rudnej, Północnej Elewacji Rudnej, Elewacji Tarnówka oraz najslabiej rozpoznanej Elewacji Żelaznego Mostu, od których nazw autorka zapożyczyła nazwy depresji pomiędzy nimi: Centralnej Depresji Rudnej, Północnej Depresji Rudnej oraz Depresji Tarnówka (fig. 1). Profilowano ściany wyrobisk w wybranych lokalizacjach wraz z pobraniem próbek punktowych w układzie liniowym, osobno dla każdej stwierdzonej odmiany litologicznej łupku miedzionośnego (T1) wraz z najniższymi, nadległymi odmianami wapienia cechsztyńskiego (Ca1). Założony schemat poboru próbek obejmował ich pobranie z trzech własnych profili badawczych, tzn. zbadanych przez autorkę w obrębie każdego dostępnego pasma wyrobisk, biegnącego w kierunku prostopadłym do osi depresji i elewacji białego spągowca. Autorka w swoich profilach, na podstawie podziału spągowych utworów cechsztynu na odmiany litologiczne zgodnie z propozycją Rydzewskiego i Śliwińskiego (2007), z którym zbieżny jest podział stosowany w zakładach górniczych, wyróżniła (od spągu stanowiącego strop piaskowca): dolomit graniczny, łupek smolisty (ilasto-organiczny), łupek ilasty, łupek dolomityczny,

dolomit ilasty i dolomit smugowany. Opróbowano 42 profile własne. Ich rozmieszczenie w poszczególnych depresjach przedstawiono na figurze 1.

Pobrane próbki poddano obserwacjom makroskopowym, a podczas wyróżniania poszczególnych odmian litologicznych posiłkowano się dodatkowo obserwacjami mikroskopowymi przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego Nikon Eclipse LV100N POL, będącego w wyposażeniu Pracowni Petrograficzno-Mineralogicznej KGHM Cuprum. W celu zobrazowania zmienności przestrzennej łupku wykreślono 13 linii przekrojowych łączących punkty opróbowania, w kierunku zbliżonym do prostopadłego w stosunku do osi depresji (fig. 1). Dla uzupełnienia zakresu informacji wzdłuż przekrojów, wykorzystano bazę danych KGHM, zawierającą informacje pochodzące z opróbowania bruzdowego wyrobisk górniczych i dowień. Po przeanalizowaniu gęstości sieci opróbowania zdecydowano się rzutować na linie przekrojowe profile kopalniane zlokalizowane w ich najbliższym sąsiedztwie – w pasie szerokości 5 m po obu stronach każdej z nich – tak, aby średnie odległości pomiędzy analizowanymi punktami wynosiły ok. 100 m. Dla pojedynczych linii przekrojowych, ze względu na zbyt dużą gęstość punktów poboru próbek w porównaniu do pozostałych przekrojów, zmniejszono tę odległość do 3 m (linie nr 13 i 16) lub nawet do 2 m (linia nr 15). W trzech przypadkach (linie nr 7, 9 i 14)

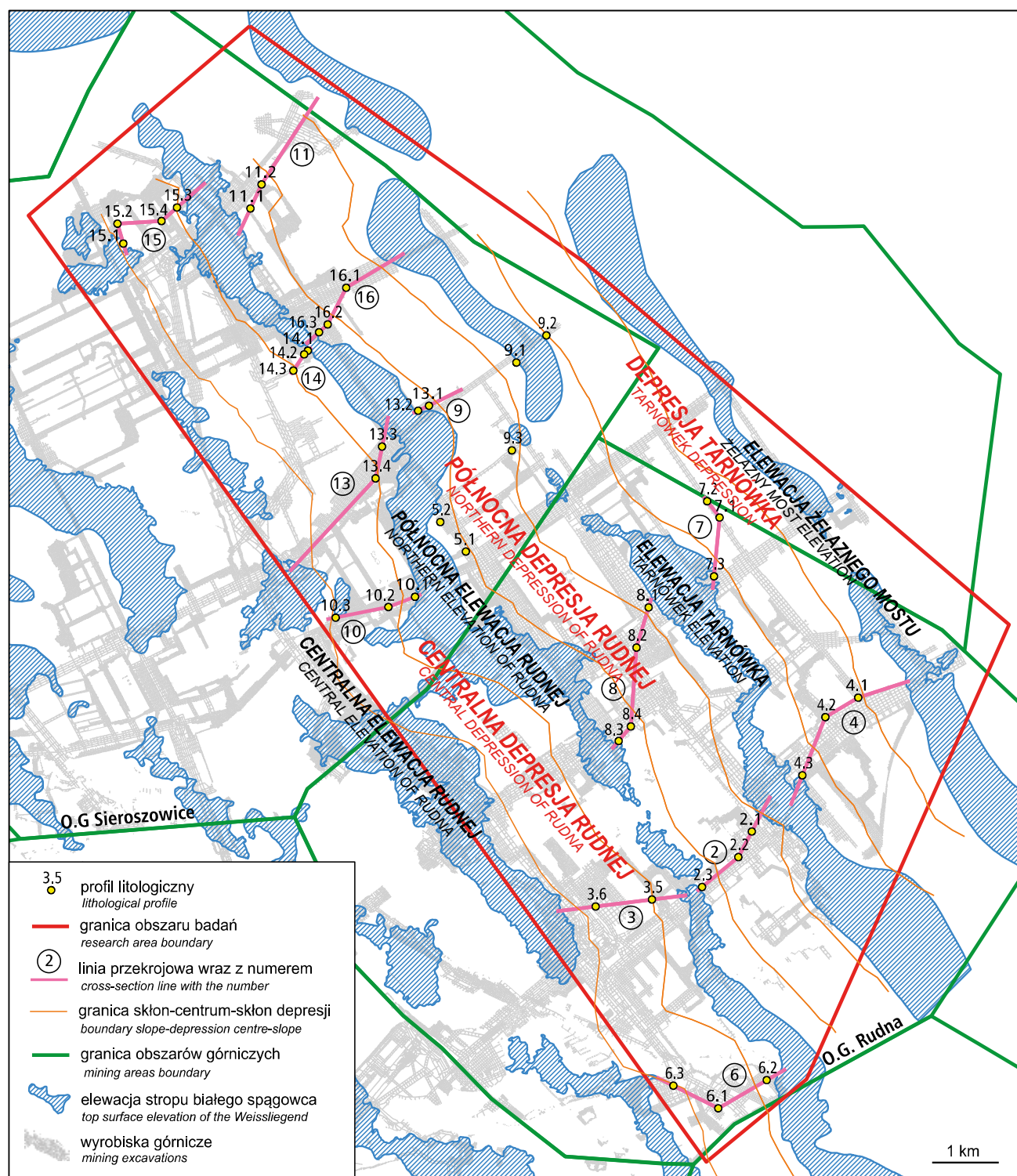


Fig. 1. Mapa obszaru badań wraz z lokalizacją zbadanych profili litologicznych i linii przekrojowych

Map of the research area with location of author's lithological profiles and cross-section lines

linie dokumentują jedynie fragment depresji, ze względu na brak danych z rozpoznania górniczego umożliwiających ich kontynuację. W efekcie w ramach badań wykorzystano 248 profili kopalnianych.

Ze względu na duże odległości między profilami, które przeciętnie wynoszą ok. 80 m i dużą lokalną zmienność łupku, a jednocześnie jego niewielkie miąższości, sięgające

maksymalnie 80 cm, za najkorzystniejszą formę graficznej wizualizacji danych uznano zestawienia profili litologicznych wzdłuż linii przekrojowych (fig. 2). Na zestawieniach tych liniami pionowymi zaznaczono granice elewacji białego spągowca, wyznaczone przez służby kopalniane oraz własne granice podziału na strefy skłonu i centrum depresji. W celu określenia granic tych stref wytyczono osie elewacji

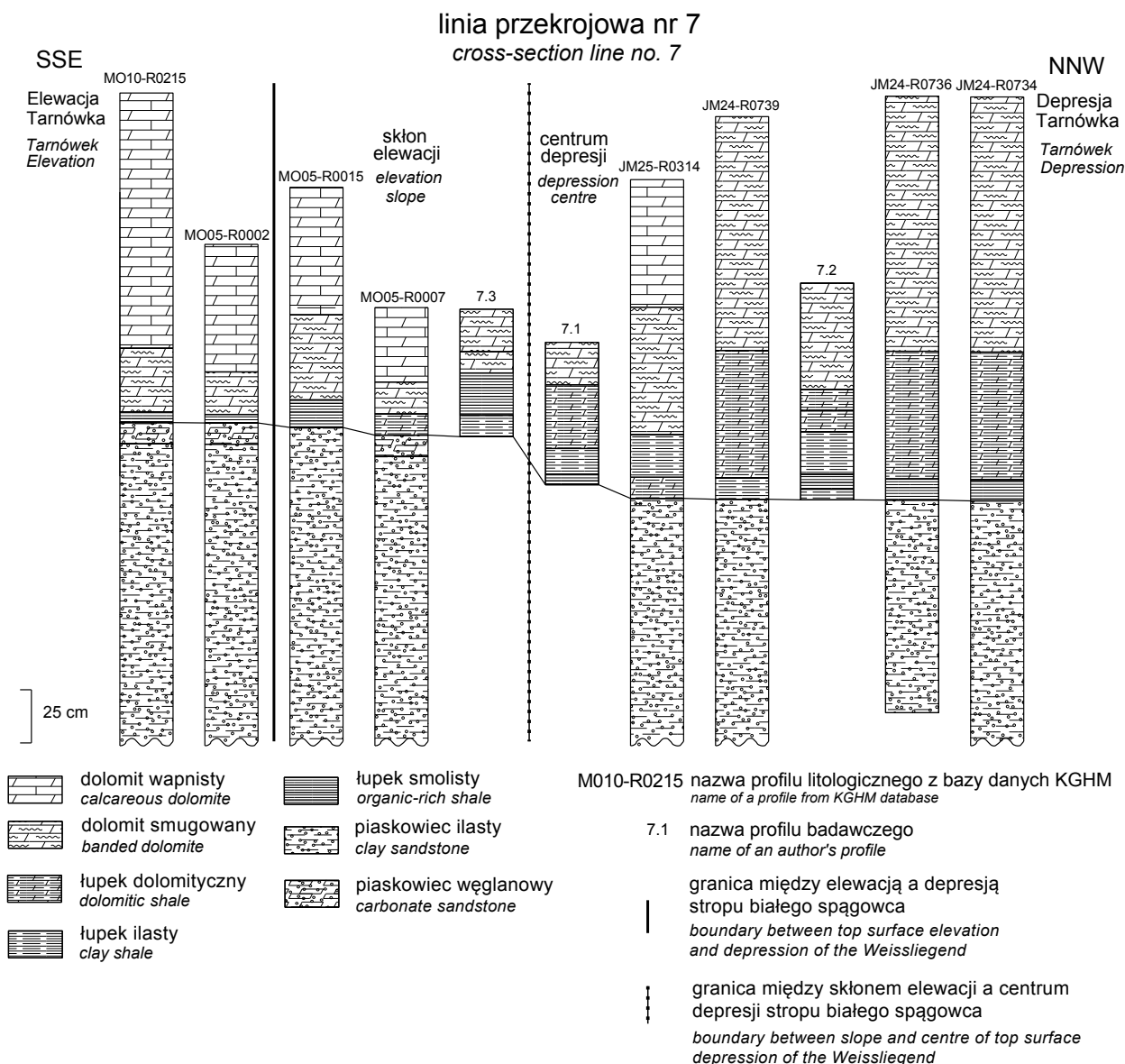


Fig. 2. Zestawienie profili litologicznych wzdłuż linii przekrojowej nr 7 przez Elewację i Depresję Tarnówka

A sequence of lithological profiles combined along cross-section line No. 7 across the Tarnówek Elevation and Depression

(w połowie ich szerokości), a kolejno w połowie odległości między nimi – osie depresji. Granice stref skłon–centrum uzyskano przez przesunięcie osi każdej depresji o 500 m w kierunku ograniczających ją dwóch elewacji. Odległość tę uzyskano metodą prób i błędów, przy czym zamysłem było ujednoczenie sposobu wyznaczania tych granic dla trzech analizowanych depresji. Wszystkie profile wzdłuż linii przekrojowych przeanalizowano pod kątem częstości występowania różnych typów pionowych następstw odmian litologicznych łupku miedzionośnego. Wyniki tych analiz przedstawiono w tabelach 1–4. Wyodrębniono następujące typy następstw:

1. łupek smolisty–łupek ilasty–łupek dolomityczny (opisane w tabelach 1–4 jako 12–13–14 – zgodnie z numerycznymi oznaczeniami litologii w bazie danych KGHM, gdzie łupek smolisty oznaczony jest numerem 14, łupek ilasty – numerem 13, a łupek dolomityczny – 12),

2. łupek smolisty–łupek dolomityczny (12–14),
3. łupek ilasty–łupek dolomityczny (12–13),
4. łupek smolisty – łupek ilasty (13–14),
5. profile nietypowe z zakłóceniami sekwencji, przejawiającymi się nietypowymi następstwami odmian litologicznych lub powtórzeniami niektórych przewarstwień (profile te oznaczone są w tabelach jako zab),
6. łupek smolisty (14),
7. łupek ilasty (13),
8. łupek dolomityczny (12).

W trakcie opracowywania zestawień zaobserwowano pewne rozbieżności między profilami własnymi a pozyskanymi z bazy KGHM, dlatego też zdecydowano się przedstawić wyniki tych analiz w osobnych tabelach (1 i 2 dla profili własnych oraz 3 i 4 dla profili pozyskanych z bazy danych KGHM).

WYNIKI BADAŃ

Analizując różnice i podobieństwa w wykształceniu łupku miedzionośnego w obrębie poszczególnych stref trzech badanych depresji białego spągowca, można stwierdzić, że zróżnicowanie zaznacza się bardzo wyraźnie na wszystkich przekrojach. Na podstawie danych literaturowych (m.in. Śliwiński, 2000; Rydzewski, Śliwiński 2007) za sekwencję idealną (modelową) uznano następstwo odmian o zmniejszającej się ku stropowi zawartości substancji organicznej i minerałów ilastych, a zwiększającej się zawartości węglanów. Sukcesję taką, ponad stropem piaskowca, rozpoczyna łupek smolisty, przechodzący kolejno w łupek ilasty i łupek dolomityczny (12–13–14). Wśród profili własnych odnotowano 10 wystąpień takiej konfiguracji, co stanowi 23,8% tej populacji (tab. 1). Sekwencja ta jest obecna w centrum każdej z badanych depresji oraz w 4 przypadkach na skłonach SW Północnej Depresji Rudnej i NE Centralnej Depresji Rudnej, stanowiących jednocześnie skłony Północnej Elewacji Rudnej.

Równie często stwierdzanym na analizowanym obszarze następstwem jest łupek smolisty wraz z leżącym wyżej łupkiem ilastym (13–14), które także odnotowano w 10 profilach (23,8% – tab. 1). Sekwencja ta była najliczniej reprezentowana także na skłonach Północnej Elewacji Rudnej, charakteryzującej się na badanym obszarze najwyraźniejszą ciągłością granic spośród badanych elewacji (na długości prawie 13 km przy maksymalnej szerokości dochodzącej do

ok. 1,5 km). Obecność obu powyższych sekwencji (12–13–14 oraz 13–14) na skłonach tej elewacji zaobserwowano wzdłuż sąsiadujących ze sobą linii przekrojowych nr 8, 9, 16 i 14, co sugeruje lokalną powtarzalność. Sekwencje te cechują podwyższone miąższości łupku miedzionośnego, szczególnie na obszarach, gdzie szerokość pasa elewacji nie przekracza 600 m (fig. 1).

Kolejną grupę stanowi następstwo łupku smolistego przykrytego łupkiem dolomitycznym (12–14), zarejestrowane w 9 profilach (21,4%) zarówno na skłonach, jak i w centrum depresji. W 5 przypadkach stwierdzono profile nietypowe – zab (tab. 1), co jest związane ze zmiennością lokalną łupku. Jest ona obserwowana miejscami wzdłuż ścian wyrobisk oraz na przeciwległych ociosach, przede wszystkim w formie zmian miąższości poszczególnych odmian litologicznych łupku, a lokalnie również w przewarstwieniach i soczewach tych odmian, o miąższościach od kilku do kilkudziesięciu centymetrów i rozciągłości od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Profile te stwierdzono na SW skłonach i w centralnych partiach Północnej Depresji Rudnej oraz Depresji Tarnówka, czyli w północnej części analizowanego obszaru. Wśród pozostałych profili zarejestrowano 4 następstwa łupku ilastego wraz z nadległym łupkiem dolomitycznym (12–13) w centrum Centralnej Depresji Rudnej, 3-krotnie pojedynczy łupek smolisty (14) na skłonie Depresji Tarnówka i skłonach Północnej Depresji

Tabela 1

Zestawienie częstości występowania poszczególnych typów konfiguracji odmian litologicznych łupku miedzionośnego wśród profili własnych w odniesieniu do lokalizacji w obrębie depresji

Frequency of occurrence of the Kupferschiefer lithological succession types among author's profiles in relation to their localization in depression zones

Lokalizacja w obrębie depresji		Konfiguracje odmian litologicznych łupku miedzionośnego								Suma profili
		12–13–14	12–14	12–13	13–14	zab	14	13	12	
Centralna Depresja Rudnej	skłon SW	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	centrum	2	2	4	0	0	0	0	0	8
	skłon NE	2	1	0	3	0	0	0	0	6
Północna Depresja Rudnej	skłon SW	2	0	0	6	1	1	0	0	10
	centrum	2	2	0	0	1	0	1	0	6
	skłon NE	0	1	0	0	0	1	0	0	2
Depresja Tarnówka	skłon SW	0	0	0	1	1	1	0	0	3
	centrum	2	0	0	0	2	0	0	0	4
Suma wystąpień		10	9	4	10	5	3	1	0	42
Udział [%]		23,8	21,4	9,5	23,8	11,9	7,1	2,4	0	100

Na ciemnoszaro oznaczono maksymalną liczbę wystąpień dla poszczególnych stref depresji, na jasnoszaro – pozostałe wystąpienia (różne od zera)

Tabela 2

Zestawienie częstości występowania poszczególnych typów pionowych następstw litologicznych łupku miedzionośnego wśród profili własnych w odniesieniu do poszczególnych linii przekrojowych

Frequency of occurrence of the Kupferschiefer lithological succession types among author's profiles in relation to cross-section lines

Lp.	Linie przekrojowe	Następstwa odmian litologicznych łupku miedzionośnego								Suma profili
		12–13–14	12–14	12–13	13–14	zab	14	13	12	
1	2	1	0	0	1	1	0	0	0	3
2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2
3	4	1	0	0	1	1	0	0	0	3
4	6	0	1	1	1	0	0	0	0	3
5	7	1	0	0	0	2	0	0	0	3
6	8	1	1	0	1	0	1	0	0	4
7	9	0	0	0	2	0	0	0	0	2
8	10	0	2	0	1	0	0	0	0	3
9	11	0	1	0	0	0	1	0	0	2
10	13	1	0	1	0	0	0	0	0	2
11	14	1	0	1	1	0	0	0	0	3
12	15	0	3	1	0	0	0	0	0	4
13	16	1	0	0	1	1	0	0	0	3
14	poza	1	1	0	1	0	1	1	0	5
Suma wystąpień		10	9	4	10	5	3	1	0	42
Udział [%]		23,8	21,4	9,5	23,8	11,9	7,1	2,4	0,0	100,0

Na ciemnoszaro oznaczono maksymalną liczbę wystąpień dla poszczególnych linii przekrojowych, na jasnoszaro – pozostałe wystąpienia (różne od zera)

Rudnej oraz 1 raz – łupek ilasty (13) w centrum Północnej Depresji Rudnej.

W tabeli 2 scharakteryzowano rozkład poszczególnych następstw odmian litologicznych łupku miedzionośnego wśród profili własnych wzdłuż linii przekrojowych w analizowanych obszarach górniczych. W efekcie nie stwierdzono podwyższonej częstości występowania wybranych sekwencji w obrębie poszczególnych przekrojów ani obszarów złożowych (linie 2–8 są zlokalizowane na obszarze złoża Rudna, podczas gdy linie przekrojowe 9–16 – na obszarze złoża Sieroszowice – fig. 1). W tabelach 1 i 2 zaznacza się brak samodzielnych wystąpień łupku dolomitycznego.

Wśród profili z bazy danych KGHM (tab. 3) zdecydowanie dominuje natomiast następstwo łupku smolistego wraz z łupkiem dolomitycznym (12–14), obecne w 101 miejscach opróbowania (40,7%). Jest ono widoczne we wszystkich strefach depresji, a także w granicach Centralnej i Północnej Elewacji Rudnej. W drugiej kolejności w zbiorze tym stwierdzono 73 samodzielne wystąpienia łupku ilastego (13), co stanowi 29,4% sumy tych profili. Łupek ten zaobserwowano we wszystkich strefach depresji, oprócz skłonów Depresji

Tarnówka, a także na szczytach elewacji, oprócz Elewacji Żelaznego Mostu. Sekwencje 12–14 i 13 wyraźnie przeważają ponad pozostałymi. Stosunkowo częste okazały się również samodzielne wystąpienia łupku dolomitycznego (34 profile – 13,7%) oraz łupku smolistego (26 profili – 10,5%), niezależnie od lokalizacji w obrębie depresji. Ponadto w 12 przypadkach zaznaczyło się następstwo łupku ilastego z dolomitycznym (12–13) oraz pojedynczo sekwencja łupku ilastego i smolistego (13–14), a także 1 profil nietypowy (zab). Nie stwierdzono wystąpień profilu modelowego 12–13–14.

W tabeli 4, odnoszącej się do rozmieszczenia profili z bazy danych wzdłuż linii przekrojowych, wyraźnie zaznacza się dysproporcja między poszczególnymi typami następstw litologicznych łupku miedzionośnego, zgodnie z którą w obszarze złoża Rudna, na liniach przekrojowych 2–8 dominuje łupek ilasty (13). Wyjątkiem jest linia nr 7, wzdłuż której odnotowano największą liczbę samodzielnych wystąpień łupku smolistego – 14. Natomiast od linii przekrojowej 9 do linii 16 (poza 13, gdzie dominuje samodzielny łupek dolomityczny – 12) stwierdzano najczęściej sekwencję łupku dolomitycznego ponad łupkiem smolistym – 12–14.

Tabela 3

Zestawienie częstości występowania poszczególnych typów pionowych następstw litologicznych łupku miedzionośnego wśród profili pozyskanych z bazy danych KGHM w odniesieniu do lokalizacji w obrębie depresji

Frequency of occurrence of the Kupferschiefer lithological succession types among profiles from KGHM database in relation to their localization in depression zones

Lokalizacja w obrębie depresji		Następstwa odmian litologicznych łupku miedzionośnego								Suma profili
		12-13-14	12-14	12-13	13-14	zab	14	13	12	
Centralna Elewacja Rudnej		0	1	1	0	0	0	1	0	3
Centrala Depresja Rudnej	skłon SW	0	9	1	0	0	2	10	2	24
	centrum	0	27	1	0	0	2	18	22	70
	skłon NE	0	8	1	0	0	0	3	4	16
Północna Elewacja Rudnej		0	4	0	0	0	9	7	1	21
Północna Depresja Rudnej	skłon SW	0	22	2	1	0	0	6	0	31
	centrum	0	21	2	0	0	1	15	1	40
	skłon NE	0	4	0	0	0	1	2	0	7
Elewacja Tarnówka		0	0	0	0	0	4	5	0	9
Depresja Tarnówka	skłon SW	0	1	0	0	0	5	0	1	7
	centrum	0	3	3	0	1	1	6	1	15
	skłon NE	0	1	1	0	0	0	0	2	4
Elewacja Żelaznego Mostu		0	0	0	0	0	1	0	0	1
Suma wystąpień		0	101	12	1	1	26	73	34	248
Udział [%]		0,0	40,7	4,8	0,4	0,4	10,5	29,4	13,7	100

Na ciemnoszaro oznaczono maksymalną liczbę wystąpień dla poszczególnych stref depresji, na jasnoszaro – pozostałe wystąpienia (różne od zera)

Wśród profili własnych autorka stwierdziła obecność 5 profili nietypowych z zakłóceniami sekwencji (tab. 1, 2), podczas gdy w profilach wybranych do przekrojów z bazy danych kopalnianych wyróżniono jeden taki przypadek (tab. 3, 4). Na obszarze złoża Rudna zaobserwowano 4 takie wystąpienia w Depresji Tarnówka (tab. 1). W najbardziej zróżnicowanym profilu 4.1 (linia nr 4) odnotowano trzykrotne powtórzenie łupku smolistego, o miąższościach kolejno od spągu: 15 cm, 5 cm i 15 cm. Pomiędzy przewarstwieniami łupku smolistego występował dolomit graniczny (5 cm) i łupek dolomityczny (20 i 15 cm). W sąsiednich profilach kopalnianych, zlokalizowanych w odległości ok. 14 m w kierunku SW i NE, nie stwierdzono powtórzeń.

Wzdłuż linii przekrojowej nr 7 (fig. 2), w tej samej depresji, w profilu 7.3 na skłonie Elewacji Tarnówka, ponad łupkiem ilastym o miąższości 10 cm zalega natomiast dwa razy bardziej miąższy łupek smolisty. Kolejno, w jedynym nietypowym profilu kopalnianym wzdłuż tej linii, w centrum depresji, łupek dolomityczny o miąższości 10 centymetrów jest przykryty łupkiem ilastym o miąższości 20 cm. Obecność

tego profilu kopalnianego potwierdza, że na tym obszarze dochodziło do zmian warunków sedymentacji. W kolejnym profilu własnym 7.2, również w centrum depresji, łupek ilasty zalega w spągu (5 cm), pod 7 centymetrową warstwą łupku smolistego, ponad którym powtórnie występuje łupek ilasty, tym razem o miąższości 20 cm, a całość profilu kończy 20 cm warstwa łupku dolomitycznego. Na obszarze złoża Rudna za sekwencję nietypową uznano również wystąpienie dolomitu granicznego, o miąższości 6 cm między łupkiem smolistym o miąższości 20 cm a łupkiem dolomitycznym o tej samej miąższości w profilu 2.2. na linii przekrojowej nr 2, w strefie centralnej Północnej Depresji Rudnej. Takie wystąpienia nie są rzadkością (Błaszczuk, 1982; Oszczepalski, 1985; Śliwiński, 2000; Peryt, Oszczepalski, 2007). Na obszarze złoża Sieroszowice jedyny przypadek całkowicie odmiennej sekwencji stanowi łupek ilasty (o miąższości 15 cm), zalegający ponad łupkiem dolomitycznym (30 cm) w profilu 16.2, na linii nr 16, w Północnej Depresji Rudnej (fig. 1).

Tabela 4

Zestawienie częstości występowania poszczególnych typów pionowych następstw litologicznych łupku miedzionośnego wśród profili pozyskanych z bazy danych KGHM w odniesieniu do poszczególnych linii przekrojowych

Frequency of occurrence of the Kupferschiefer lithological succession types among profiles from KGHM database in relation to cross-section lines

Lp.	Linie przekrojowe	Następstwa odmian litologicznych łupku miedzionośnego								Suma profili
		12–13–14	12–14	12–13	13–14	zab	14	13	12	
1	2	0	0	1	0	0	0	13	0	14
2	3	0	0	0	0	0	1	15	3	19
3	4	0	3	3	0	0	6	10	3	25
4	6	0	0	1	0	0	4	19	2	26
5	7	0	2	1	0	1	3	0	1	8
6	8	0	10	0	1	0	2	11	0	24
7	9	0	5	2	0	0	0	2	1	10
8	10	0	11	2	0	0	1	1	7	22
9	11	0	22	1	0	0	3	0	0	26
10	13	0	9	1	0	0	0	2	15	27
11	14	0	3	0	0	0	0	0	0	3
12	15	0	25	0	0	0	2	0	2	29
13	16	0	11	0	0	0	4	0	0	15
Suma wystąpień		0	101	12	1	1	26	73	34	248
Udział [%]		0,0	40,7	4,8	0,4	0,4	10,5	29,4	13,7	100,0

Na ciemnoszaro oznaczono maksymalną liczbę wystąpień dla poszczególnych linii przekrojowych, na jasnoszaro – pozostałe wystąpienia (różne od zera)

PODSUMOWANIE

Podstawowym wnioskiem, jaki można wysnuć analizując profile litologiczne łupku miedzionośnego wzdłuż poszczególnych linii przekrojowych w obrębie depresji stropu białego spągowca na badanym obszarze, jest brak jednorodności litologicznej tego wydzielenia. Wyraźna zmienność jest obserwowana już w ociosach wyrobisk i na ich przeciwległych ścianach, gdzie lokalnie są widoczne zmiany miąższości poszczególnych odmian litologicznych łupku lub ich przewarstwienia czy soczewy o miąższościach od kilku do kilkudziesięciu centymetrów i rozciągłości od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów (Salski, 1968). Potwierdzają to również profile nietypowe, w których najbliższym otoczeniu nie odnotowano przewarstwień.

Ogółem zarówno w profilach własnych, jak i w kopalnianych zaobserwowano częste wystąpienia sekwencji łupku smolistego z łupkiem dolomitycznym (12–14), szczególnie na skłonach i w centrum Centralnej i Północnej Depresji Rudnej (tab. 1, 3). Badania autorki potwierdzają więc powszechne wystąpienia takiego następstwa. Wśród profili kopalnianych znaczącą rolę odgrywają poszczególne odmiany litologiczne występujące pojedynczo. W badaniach włas-

nych nie potwierdzono jednak wysokiej częstości takich wystąpień, dlatego też kwestia ta wymaga dalszych analiz. Przedstawione w artykule zestawienia pozwoliły zaobserwować pewne rozbieżności w sposobie wyróżniania poszczególnych typów następstw odmian litologicznych łupku miedzionośnego w rejonach kopalni Rudna oraz Polkowice-Sieroszowice. Różnice te mogą wynikać z szeregu przyczyn, obejmujących m.in. duże podobieństwo poszczególnych odmian litologicznych łupku, implikujące trudności w ich wyróżnianiu w warunkach kopalnianych oraz brak w literaturze jednoznacznych definicji tych odmian na obszarze złożowym (różni autorzy wyróżniali np. inną ich liczbę – Oszczepalski, Rydzewski, 1983 – trzy odmiany; Oszczepalski, Rydzewski, 1987 – dwie odmiany; Konstanyowicz-Zielińska, 1990 – cztery odmiany). Przyczynę do takich definicji w celu zaimplementowania ich we wszystkich zakładach górniczych przygotowuje autorka w ramach opracowywanej przez siebie rozprawy doktorskiej.

Na podstawie przeanalizowanego materiału nie zaobserwowano jednoznacznych zależności występowania poszczególnych następstw odmian litologicznych łupku w odniesie-

niu do lokalizacji w obrębie stref „skłon–centrum–skłon” depresji całego analizowanego obszaru ani wśród profili własnych, ani kopalnianych. Udało się jednak zaobserwować lokalne prawidłowości, m.in. na obu skłonach Północnej Elewacji Rudnej (skłon NE Centralnej Depresji Rudnej i skłon SW Północnej Depresji Rudnej – *fig. 1*), gdzie stwierdzono podobieństwo sekwencji odmian w profilach własnych, obejmujących wzrost częstości wystąpień profili modelowych (12–13–14) oraz łupku ilastego z łupkiem dolomitycznym (13–14 – *tab. 3*) na sąsiadujących ze sobą liniach przekrojowych 8, 9, 16 i 14. Wydaje się więc, że wykształcenie litologiczne łupku miedzionośnego w tym przypadku jest powiązane z wykształceniem tej konkretnej elewacji. Biorąc pod uwagę podwyższone miąższości łupku na obu skłonach omawianej Północnej Elewacji Rudnej, w odniesieniu do niższych wartości jego miąższości obserwowanych na skłonach pozostałych analizowanej elewacji, obszary te wydają się uprzywilejowanymi miejscami akumulacji łupku miedzionośnego. Być może ma to związek z mniejszymi szerokościami stref elewacyjnych (do 600 m – *fig. 1*), na których skłonach stwierdzono takie zależności. W celu zbadania przyczyn tego zjawiska autorka planuje analizę morfologii stropu białego spągowca wzdłuż linii przekrojowych, aby określić lokalne amplitudy wysokości elewacji.

W depresjach wśród profili własnych stwierdzono przebieg następstw złożonych z kilku odmian litologicznych łupku (12–13–14, 12–13, 12–14 i 13–14) w porównaniu do obszarów elewacji, gdzie przeważają profile z pojedynczymi odmianami (12, 13 i 14 – *tab. 3*), co ma oczywisty związek z wyższymi miąższościami łupku w obniżeniach morfologicznych stropu białego spągowca.

Lokalne zmiany warunków sedymentacji spągowych osadów basenu cechsztyńskiego dokumentują profile nietypowe z zakłóceniami sekwencji odmian litologicznych łupku miedzionośnego (zab). Spośród nich jedynie profil 4.1 mógłby stanowić ilustrację sygnalizowanych w literaturze trzech cykli sedymentacyjnych łupku, z których każdy składa się z odmiany o wyższej zawartości materii organicznej – łupku ilastego i odmiany o wyższej zawartości węglanów – łupku dolomitycznego (Oszczepalski, 1988; Peryt, Oszczepalski, 2007).

W pozostałych profilach jednak, nie zaobserwowano takiej zależności, a w zdecydowanej większości analizowanych przypadków sekwencja odmian dokumentowała jeden cykl o zmniejszającej się ku stropowi zawartości substancji organicznej.

W profilach kopalnianych rzadkie wystąpienia profili z nietypowymi następstwami odmian litologicznych łupku miedzionośnego mogą wynikać z generalizacji opisów, jednak badania autorki potwierdzają większą zmienność wykształcenia łupku w północno-wschodniej części badanego obszaru. Biorąc to pod uwagę, wydaje się, iż w Centralnej Depresji Rudnej i Północnej Depresji Rudnej warunki sedymentacji były spokojniejsze i charakteryzowały się mniejszą częstością zmian lokalnych niż w Depresji Tarnówka. W tej ostatniej obecność 4 profili nietypowych wzdłuż dwóch linii przekrojowych (nr 4 i 7) może sugerować, że utwory łupkowe nie osadzały się w spokojnych, jednorodnych warunkach głębokiego szelfu, a raczej w płytszym środowisku o zmiennych warunkach sedymentacji, na głębokościach od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów (Oszczepalski, 1988; Śliwiński, 2000). Autorka planuje kontynuację badań nad zmiennością litologiczną łupku miedzionośnego w depresjach północnej części obszaru złożowego, w miarę ich udostępniania wyrobiskami górnictwami.

Podziękowania. Pragnę złożyć serdeczne podziękowania za wszechstronne wsparcie doktorowi Wojciechowi Śliwińskiemu z Uniwersytetu Wrocławskiego oraz pracownikom Centrali KGHM: Wojciechowi Kaczmarkowi i Mateuszowi Twardowskiemu za umożliwienie realizacji badań, a także geologom górnictwom za życzliwą pomoc w trakcie badań w wyrobiskach kopalni Rudna – Andrzejowi Błaszczukowi, Andrzejowi Ciesielczykowi, Jarosławowi Suchanowi, Michałowi Sidelko i Marianowi Chorostkowskiemu – oraz Sieroszowice – Tomaszowi Chrulowi, Pawłowi Hoffmannowi i Emilowi Dumiczowi. Dziękuję również współpracownikom z KGHM i KGHM Cuprum: Dominkowi Sokalskiemu, Tomaszowi Selerowiczowi, Karolowi Durkowskemu i Markowi Malinowskiemu za pomoc w realizacji zjazdów i transportu próbek oraz udział w dyskusjach terenowych.

LITERATURA

- BŁASZCZYK J.K., 1981 — Wpływ paleomorfologii stropu białego spągowca na zmienność facjalną serii złożowej w Zagłębiu Lubimskim. *Geol. Sud.*, **16**, 1: 195–217.
- BŁASZCZYK J.K., 1982 — Dwudzielność facjalna serii węglanowej w najniższych częściach dolnego cechsztynu w Lubimskim Zagłębiu Miedziowym. *Rudy i Met. Nieżel.*, **4**: 151–156.
- HARAŃCZYK C., 1967 — Pozycja facjalna cechsztyńskich ołowionośnych łupków ilastych. *Prz. Geol.*, **5**: 545–550.
- JAROSZ J., ZALESKA M., 1977 — Piaskowiec anhydritowy w złożu rud miedzi Rudna. *Rudy i Met. Nieżel.*, **12**: 664–668.
- JERZYKIEWICZ M., KIJEWSKI P., MROCZKOWSKI J., TEISSEYRE A.K., 1976 — Geneza osadów białego spągowca monokliny przedsudeckiej. *Geol. Sudet.*, **11**, 1: 57–90.
- KACZMAREK W., 2006 — Zróżnicowanie mineralizacji miedziowej a wykształcenie litologiczne białego spągowca w kopalniach LGOM. [pr. doktor.], niepubl. UW, Wrocław.
- KACZMAREK W., ROŻEK R., ŚLIWIŃSKI W., 2005 — Zależność występowania bilansowego okruszczenia miedziowego od wykształcenia litologicznego serii złożowej w LGOM (Monoklina przedsudecka). *Kwart. IGSMiE PAN*, **21**, 1: 217–229.
- KACZMAREK W., ŚLIWIŃSKI W., ROŻEK R., SUCHAN J., 2004 — Ore mineralisation of anhydritic sandstones in the Rudna Mine. *Pr. Specjalne PTM*, **24**: 211–214.
- KONSTANTYNOWICZ-ZIELIŃSKA J., 1990 — Petrografia i geneza łupków miedziowych monokliny przedsudeckiej. *Rudy i Met. Nieżel.*, **5/6**: 128–138.

- OSZCZEPALSKI S., 1985 — Sedymentacja utworów cechsztyńskich wapienia podstawowego w rejonie Wrocławia. *Prz. Geol.*, **33**, 4: 192–199.
- OSZCZEPALSKI S., 1988 — Środowisko sedymentacji cechsztyńskiego łupku miedzionośnego w południowo-zachodniej Polsce. *Prz. Geol.*, **36**, 4: 223–230.
- OSZCZEPALSKI S., 1989 — Kupferschiefer in southwestern Poland: sedimentary environments, metal zoning, and ore controls. *W: Sediment-hosted stratiform copper deposits* (red. R.W. Boyle i in.). *Geol. Ass. Can. Spec. Pap.*, **36**: 571–600.
- OSZCZEPALSKI S., 2007 — Paleogeografia obszaru złożowego monokliny przedsudeckiej. *W: Monografia KGHM Polska Miedź S.A.* (red. A. Piestrzyński i in.): 104–107. Wyd. II. KGHM Cuprum Sp. z o.o., Lubin.
- OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A., 1983 — Miedzionośność utworów permu na obszarze przylegającym do złoża Lubin-Sieroszowice. *Prz. Geol.*, **31**, 7: 437–443.
- OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A., 1987 — Paleogeography and sedimentary model of the Kupferschiefer in Poland. *W: The Zechstein facies in Europe* (red. T.M. Peryt): 189–205. Springer, Heidelberg.
- PERYT M., OSZCZEPALSKI S., 2007 — Stratygrafia serii złożowej. *W: Monografia KGHM Polska Miedź S.A.* (red. A. Piestrzyński i in.): 108–111. Wyd. II. KGHM Cuprum Sp. z o.o., Lubin.
- RYDZEWSKI A., ŚLIWIŃSKI W., 2007 — Litologia skał złożowych. *W: Monografia KGHM Polska Miedź S.A.* (red. A. Piestrzyński i in.): 111–115. Wyd. II. KGHM Cuprum Sp. z o.o., Lubin.
- SALSKI W., 1968 — Charakterystyka litologiczna i drobne struktury łupków miedzionośnych monokliny przedsudeckiej. *Kwart. Geol.*, **12**, 4: 855–871.
- ŚLIWIŃSKI W., 2000 — Rozwój mineralizacji miedziowej w utworach permu monokliny przedsudeckiej – uwarunkowania sedymentacyjno-diagenetyczne. *Acta Univ. Wratisl.*, **2197**, *Pr. Geol.-Miner.*, **68**: 7–36.
- ŚLIWIŃSKI W., KACZMAREK W., 2004 — Piaskowce anhydrotowe a rozmieszczenie mineralizacji miedziowej w LGOM. *W: Mat. Konf. Polska Konferencja Sedymentologiczna; VIII Krajowe Spotkanie Sedymentologów, Zakopane.*
- ŚLIWIŃSKI W., KACZMAREK W., 2006 — Morfologia elewacji stropu białego spągowca w LGOM. *W: Mat. Konf.: II Polska Konferencja Sedymentologiczna; IX Krajowe Spotkanie Sedymentologów, Zwierzyniec.*
- WEDEPOHL K.H., 1964 — Untersuchungen am Kupferschiefer in Nordwestdeutschland: Ein Beitrag zur Deutung der Genese bituminöser Sedimente. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, **28**: 305–364.

SUMMARY

During more than 60 years of studies on the Fore-Sudetic Monocline, the Kupferschiefer genesis and conditions of sedimentation were the subject of many articles. Environmental models were developed by Oszczepalski and Rydzewski (Oszczepalski, Rydzewski, 1987; Oszczepalski, 1988, 1989, 2007) and Śliwiński (2000). These authors indicate fluctuations of the horizontal wave-base level (which directly controls the redoxcline) and morphological diversity of the top surface of Weissliiegend sandstones as the most important factors in the process of Kupferschiefer sedimentation. Although the terms of depression and elevation of the top surface of Weissliiegend have been mentioned for the first time by Błaszczyk (1981), the elevations have not been thoroughly examined until the work of Kaczmarek and Śliwiński (Kaczmarek *et al.*, 2004, 2005; Śliwiński, Kaczmarek, 2004, 2006; Kaczmarek, 2006). Based on the great amount of data from the mining exploration area they described the elevations as sandy bars, 25 km long, about 1.5 km wide and, at present, up to 30 m high. Their boundaries are marked using the isopach of 10 cm of copper shale, based on the fact of reduction of this lithology at the summits of the elevations. The paper presents analyses of spatial diversity of the Kupferschiefer lithologies: organic-rich (pitchy) shale, clay shale, and dolomitic shale in the area of three top surface depressions of the Weissliiegend. Samples from 42 profiles

were taken during fieldwork that was carried out in the central and northern part of the Rudna and Polkowice-Sieroszowice mines. Macro- and microscopic studies were conducted on these samples. For the purpose of graphic presentation of the lithologic variability, the author prepared sequences of own lithological profiles and 248 profiles received from the KGHM database, which were combined along 13 cross-section lines. Boundaries between the slope and central zone of each depression were marked in the figures with sequences of lithological profiles. Eight different types of lithological successions were distinguished, and subsequently the frequency of their occurrence along each cross-section line and each depression zone was analysed. Both author's profiles and those received from the mine prove the frequent occurrence of a sequence with organic-rich and dolomitic shale. In the profiles tested by the author, the dominant configurations were: (1) organic-rich shale, clay shale, and dolomitic shale (model sequence) and (2) organic-rich shale and clay shale. Such assemblages were observed in four cross-section lines on both slopes of the Northern Elevation of Rudna, which suggests a local dependence between different lithological configurations of shale and their location in the depression zones. Occurrences of a few profiles with non-standard shale sequences may suggest wider variability of sedimentation conditions in the north-easternmost Tarnówek Depression.