

BOŻENA ŁĄCKA i JANINA MOTYL-RAKOWSKA

## Wpływ morfologii podłoża na rozwój sedimentacji czerwonego i białego spagowca w polskiej części obniżenia litewskiego

**STRESZCZENIE:** Podano charakterystykę petrograficzną osadów czerwonego i białego spagowca z pięciu wierceń wykonanych w rejonie Kętrzyna. Stwierdzono zależność rozwoju litologicznego tych osadów od morfologii podłoża.

### WSTĘP

Seria osadów klastycznych, leżąca w obniżeniu litewskim na starszym paleozoiku a pod łupkami i wapieniami cechsztynu, zaliczana jest obecnie do dolnego permu (Pawłowska 1963, Pokorski 1967). Wiek tej serii nie został w Polsce udokumentowany paleontologicznie, natomiast podobne osady z obszaru Litwy zawierają florę permu i dolnego triasu (Pokorski 1967).

Czerwony spagowiec stwierdzono wierceniami w Polsce we wschodniej i zachodniej części obniżenia litewskiego oraz wyniesienia mazursko-suwalskiego. W części wschodniej pokrywa go pstry piaskowiec, a pod nim występują osady starszego paleozoiku i podłoże krystaliczne. W części zachodniej natomiast czerwony spagowiec leży pod cechsztynem na różnych ogniwach kambru, ordowiku względnie syluru. Warunki sedimentacji w tym regionie przedstawia J. Pokorski (1967). Autor ten stwierdza, że czerwony spagowiec reprezentują zlepieńce z wkładkami skał węglanowych. Materiał okruczowy zlepieńców stanowi kwarc, skalenie, okruczki skał głębinowych takich jak granity, dioryty, syenity, anortozyt, a także gnejsy, porfiry bezkwarcowe i kwarcowe, tufolawy. Ze skał osadowych występują okruczki kwarcytów, piaskowców kwarcowych, skał ilastych, wapieni pelitycznych i organodetrytycznych. Spoiwo zlepieńców

o charakterze masy wypełniającej, jest piaszczysto-ilaste lub piaszczysto-margliste bogate w wodorotlenki żelaza. Niekiedy tylko występują wkładki zlepieńców spojonych epigenetycznymi węglanami lub węglanami z gipsem. Materiał okruchowy pochodzi z wyniesienia mazursko-suwalskiego oraz z platformowej pokrywy siniano-sylurskiej, a transport odbywał się z południa na północ. Świadczy o tym wyraźny wzrost ilości okruchów skał osadowych ku północy oraz zupełny ich brak w zlepieńcach powstałych w pobliżu masywu krystalicznego. Beładne ułożenie okruchów, słaby stopień ich obtoczenia i wysortowania, jak i nikłe przejawy zmian w minerałach spowodowane wietrzeniem wskazują, zdaniem tego autora, na szybki i krótki transport materiału. Cechy te pozwalają zaliczyć badaną serię osadów do grupy osadów piedmontowych, powstałych w klimacie gorącym i suchym na płaszczynach zalewowych rzek lub przy krawędzi wyżyn. Warunki klimatyczne ułatwiające intensywne parowanie powodowały, według J. Pokorskiego (1967), podwyższenie alkaliczności środowiska i sprzyjały gipsytyzacji i karbonatyzacji skałeni.

W niniejszej pracy badania petrograficzne przeprowadzono na materiale pobranym z pięciu wierceń usytuowanych na (NW od Kętrzyna. Osady dolnego i górnego syluru, stanowiące na badanym terenie spąg czerwonego spagowca, tworzą słabo urzeźbioną powierzchnię morfologiczną łagodnie zapadającą ku zachodowi. Stwierdzona metodami geofizycznymi strefa dyslokacyjna w podłożu krystalicznym pokrywa się częściowo z kierunkiem W-E osi wyraźnie zaznaczonego obniżenia w podłożu czerwonego spagowca. Cztery z badanych profilów przedstawiają osady powstałe w tym obniżeniu. Seria z profilu otworu Klewno 1 reprezentuje osady utworzone na niewielkim, płaskim garbie ograniczającym tę dolinę od południa (fig. 1).

Serdecznie dziękujemy Panu Profesorowi Dr K. Smulikowskiemu za udzielenie cennych wskazówek przy opracowywaniu zebranego materiału.

#### KRÓTKA ANALIZA PETROGRAFICZNA MATERIAŁU OKRUCHOWEGO

Osady klastyczne czerwonego i białego spagowca na badanym obszarze reprezentują serię przewarstwiałających się zlepieńców, piaskowców i lokalnie wapieni piaszczystych. Najczęściej spotykanym spoiwem w osadach czerwonych jest spoiwo żelazisto-ilaste oraz węglanowe, a w osadach barwy szarej tworzą je zwykle węglany. Materiał okruchowy we wszystkich badanych profilach jest w zasadzie ten sam i różni się jedynie ilościowymi stosunkami poszczególnych składników. Głównymi składnikami okruchowymi są skałenie, okruchy skalne, kwarc i minerały blaszkowe.

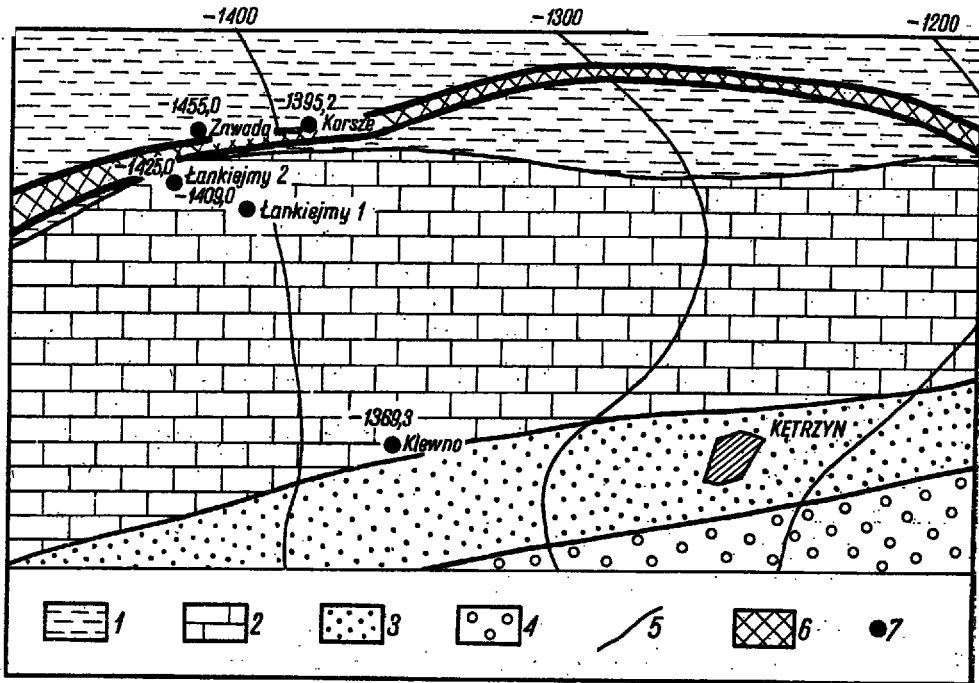


Fig. 1

Wycinek z mapy geologicznej spągu czerwonego spągowca w polskiej części obniżenia litewskiego (wg J. Rakowskiej 1967)

1 sylur górny, 2 sylur dolny, 3 ordowik, 4 kambr, 5 izohipsy, 6 dyslokacje podłoża krystalicznego, 7 otwory wiertnicze z podaną głębokością spągu czerwonego spągowca

Fragment of the bottom of the Rothliegende in the Polish part of the Lithuanian depression (after J. Rakowska 1967)

1 Upper Silurian, 2 Lower Silurian, 3 Ordovician, 4 Cambrian, 5 isohips, 6 dislocation in crystalline substratum, 7 boreholes and depth of the Rothliegende bottom

Kwarc występuje w ziarnach klarownych ubogich w inkluzje i wrostki. Rzadko zawiera turmalin, biotyt lub apatyt. Z reguły wygasza światło spokojnie.

Skalenie reprezentowane są zarówno przez plagioklasy, jak i skalenie potasowe. Mikroklin tworzy najczęściej duże ziarna, zawierające często automorficzny oligoklaz lub drobne blaszki brązowego biotytu. Allanit, tytanit, apatyt i magnetyt są najczęściej współwystępującymi z nim minerałami akcesorycznymi. W mikroklinie sporadycznie spotyka się kuliste wrostki kwarcu. Często jest pertyt mikroklinowy. Ortoklaz jest rzadszy i tworzy silnie spiekane, automorficzne tabliczki. Niekiedy tylko występują, prawie całkowicie zserycytizowane, skalenie potasowe wykształcone w postaci drobnych listewek. Plagioklasy należą do oligoklazu

z najniższą stwierdzoną zawartością 15<sup>o</sup>/<sub>o</sub> An oraz andezynu, rzadko kiedy mającego 50<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, a przeważnie 35—40<sup>o</sup>/<sub>o</sub> An. Z andezynem współwystępuje zielonobrunatny biotyt oraz duże skupienia pistacytu. Sporadycznie zawiera on słupki zielonej hornblendy.

Biotyt, w osadach piaszczystych niekiedy bardzo obfity, jest zwykle silnie zmieniony, czasem schlorytyzowany. W drobniejszych pakietach często występuje biotyt o zabarwieniu brązowym. W skałach bogatych w wodorotlenki żelaza pakiety tego minerału zwykle są przewarstwione i pokryte brunatnymi tlenkami żelaza. Błazki i agregaty chlorytu mają zabarwienie zmienne. W osadach ubogich w wodorotlenki żelaza są one zwykle zabarwione intensywnie zielono, w osadach czerwonych natomiast są zielonożółte.

Okruchy skał magmowych. — Wśród nich można wydzielić dwie zasadnicze grupy: a — okruchy granitoidów, b — okruchy skał z grupy diorytu i syenitu.

Okruchy granitoidów złożone są z mikroklinu, oligoklazą, kwarcu oraz biotytem i agregatów serycytu.

Okruchy skał z grupy diorytu tworzy andezyn z kwarcem lub sam andezyn. Obfitują one w pojedyncze ziarna i żyłki pistacytu oraz sporadycznie zawierają zieloną hornblendę. Występują w nich także często pakiety zielonobrunatnego, słabo schlorytyzowanego biotytem. Do odpowiedników żyłowych lub wylewnych skał z grupy syenitu można zaliczyć okruchy złożone z dużych, lekko zserycytyzowanych listewek skalenia potasowego i z kwarcu wypełniającego przestrzenie między ziarnami. Z powodu zaawansowanego procesu przeobrażenia, okruchy skał wylewnych trudne są do identyfikacji. Nieliczne mają typowe fluidalne tekstury, inne są zserycytyzowane, czasem schlorytyzowane i impregnowane tlenkami żelaza. Niekiedy zawierają małe ziarna kwarcu i epidot.

Okruchy skał metamorficznych reprezentują skały o teksturach lupkowych złożone z mikroklinu, agregatów serycytu i schlorytyzowanego biotytem, a czasem z kwarcu, mikroklinu i chlorytu. Niekiedy są one bogate w apatyt lub epidot i magnetyt. Nieliczne reprezentują tylko skatklazowane granitoidy i zmylonityzowane ziarna kwarcu.

Okruchy skał osadowych. — Najliczniejsze są zbrunatniałe na powierzchniach fragmenty wapieni pelitycznych i organodetrytycznych. Do tej ostatniej grupy można przypuszczalnie zaliczyć, szczególnie obfite w partiach spagowych, okruchowe monokryształy kalcytu. Dużo radsze są okruchy czerwonobrunatnych skał ilastych, piaskowców kwarcyto-wych, piaskowców marglistych z glaukonitem oraz piaskowców kwarcowych spojonych węglanami.

Minerały ciężkie, stwierdzone w badanym materiale, podzielono na pięć grup:

1 — minerały nieprzezroczyste, głównie magnetyt, hematyt, ilme-



Tabela (Chart) 2

Wyniki analizy planimetrycznej w procentach objętościowych  
Results of planimetric analyses in volumetric percentage

Nazwa otworu	Nr próbki	Kwarc	Skaleń	Okruchy skał magmowych	Okruchy skał osadowych	Tlenki	Minerały blaszkowe	Minerały ciężkie	Pseudo-morfozy chlorytowe	Spoiwo			Anhydryt		
										węglanowe	ilasto-żelaziste	gipso-we			
Klewno 1	Czerwony spagowicz ?	2	27,8	21,8	3,9	0,1	2,1	0,3	0,1	—	42,6	0,7	—	0,6	
		3	17,4	23,7	31,3	—	3,0	0,2	0,2	—	3,7	—	20,5	—	
		4	10,6	39,3	24,7	—	3,0	0,5	0,5	—	—	—	21,4	—	
		5	13,5	19,8	35,7	—	6,6	0,1	—	—	—	0,3	2,0	22,0	—
		6	18,2	21,7	12,0	0,4	0,6	1,1	—	—	—	44,4	1,6	—	—
	Czerwony spagowicz	9	23,9	17,7	23,6	0,8	1,8	1,3	0,4	—	0,3	30,1	—	—	—
		12	27,6	12,3	11,0	7,3	1,5	0,6	—	0,1	39,6	—	—	—	—
		14	37,0	4,7	2,2	—	0,9	0,2	—	—	55,0	—	—	—	—
		2	22,8	20,9	7,4	0,1	4,3	2,4	0,7	—	—	41,4	—	—	—
	Łankiejmy 1	Biały spagowicz	3	20,9	23,3	10,1	0,3	1,9	0,7	1,1	—	41,7	—	—	—
			5	23,6	23,2	17,5	1,7	2,8	0,6	0,9	—	29,7	—	—	—
			9	20,0	21,5	25,5	1,5	1,9	0,5	0,4	3,2	—	25,5	—	—
		Czerwony spagowicz	13	13,7	16,0	23,7	2,0	7,2	0,1	—	0,6	30,5	6,2	—	—
			16	14,8	13,7	17,0	7,8	0,9	—	0,1	—	30,8	14,9	—	—
1			33,1	25,0	9,0	0,2	4,0	2,0	0,1	—	0,3	26,3	—	—	
3			16,0	30,5	21,3	0,9	1,0	0,1	0,2	—	30,3	—	—	—	
Łankiejmy 2	Biały spagowicz	5	16,6	25,0	17,7	1,7	4,2	1,8	0,4	—	32,6	—	—	—	
		8	14,4	24,9	10,5	16,5	—	0,4	0,1	—	28,1	5,1	—	—	
	Czerwony spagowicz	2	25,9	19,0	5,3	0,4	2,1	—	0,3	—	47,0	—	—	—	
		4	26,4	19,0	8,3	0,9	1,5	—	1,4	—	42,5	—	—	—	
6		15,8	26,2	25,4	3,3	0,2	0,2	—	—	28,9	—	—	—		
Korsze 1	Czerwony spagowicz	7	28,6	15,8	1,3	0,4	3,0	1,1	0,5	—	4,0	45,3	—	—	
		3	24,9	30,0	5,2	0,3	6,9	—	0,2	—	32,5	—	—	—	
		4	25,0	26,9	4,8	2,7	2,2	1,5	0,2	—	36,7	—	—	—	
	Biały spagowicz	6	15,7	18,8	24,6	2,2	2,0	1,4	0,2	—	35,1	—	—	—	
		8	42,3	17,7	9,6	—	1,5	1,1	0,2	—	0,1	27,5	—	—	
Zawada 1	Czerwony spagowicz	12	10,0	29,3	24,7	0,6	0,6	0,1	0,2	2,5	32,0	—	—	—	
		18	11,6	29,6	12,5	1,3	2,1	0,7	0,6	1,5	26,2	13,9	—	—	

nit oraz minerały siarczkowe, szczególnie obfite w stropie białego spągowca.

2 — grupa epidotu, której głównym składnikiem jest zielonożółty pistacyt.

3 — grupa tytanitu, do której zaliczony został i allanit, trudny do oddzielenia od tytanitu przy oznaczaniu ilościowym z powodu silnego przeobrażenia i dyspersji osi optycznych.

4 — grupa cyrkonu, której jedyny składnik — cyrkon — tworzy zwykle automorficzne słupki z widoczną niekiedy budową pasową.

5 — grupa apatyty, do której włączono współwystępujący z apatytem minerał o podobnych właściwościach optycznych, a różniący się od niego twardością.

Inne minerały ciężkie występują bądź w niektórych tylko poziomach, bądź w ilościach śladowych we wszystkich osadach. Są to amfibole tworzące zielonawe drobne słupki i większe szmaragdowozielone tabliczki, różowe granaty, czarne i zielone turmaliny oraz staurolit. Nieliczne ziarna reprezentuje słupkowy, bezbarwny minerał bardzo silnie zmieniony, należący być może do piroksenu lub klinozoizytu.

#### CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA OSADÓW CZERWONEGO I BIAŁEGO SPĄGOWCA

(tab. 1 i 2)

W profilu otworu Klewno 1 seria klastyczna dolnego permu utworzona została na wyniesieniu morfologicznym podłoża. W jej stropie znajduje się szary wapień z nierównymi przewarstwieniami czarnych łupków marglistych cechsztynu. Serię tę, o miąższości 26,8 m, podzielić można na dwie części. Dolną — o zabarwieniu czerwonym miąższości 19,1 m, oraz górną — barwy szarej i wiśniowej miąższości 7,7 m. Obie części reprezentowane są przez zlepienie i piaskowce o składzie arkoz, różniących się głównie rodzajem spoiwa.

W spągu części dolnej występuje cienka ławica różowych wapieni piaszczystych, wykazujących w materiale okruchowym wyraźną przewagę kwarcu (próbka 14). Masę skalną tworzy drobnokrystaliczny węglan silnie korodujący skalenie oraz skupienia brunatnych wodorotlenków żelaza. Powyżej leżą piaskowce arkozowe zlepieńcowate (próbka 12), spójone również drobnokrystalicznymi węglanami. Rekrytalizacja spoiwa prowadzi do powstania trójwarstwowych otoczek wokół okruchów. Składają się one z warstewki brunatnych wodorotlenków żelaza, promieniście ułożonego agregatu ziarn kalcytu oraz z bardzo drobnokrystalicznej, zewnętrznej otoczki węglanowej, przepojonej wodorotlenkami żelaza. Wśród okruchów liczone są zielone, agregatowe pseudomorfozy chłorytu, często o pokroju słupkowym, powstałe przypuszczalnie z przeobra-

zenia amfiboli lub piroksenów. Część ziarn skaleni zastępowana jest przez drobnoagregatowe skupienia minerału o niskiej dwójłomności, ok. 0,01, i zmiennych współczynnikach załamania światła w stosunku do współczynników andezynu. Mineral ten wypełnia również często spękania w ziarnach. Najprawdopodobniej jest to gips, jakkolwiek próba oznaczenia jakościowego jonów  $\text{SO}_4^{2-}$  w wydzielonych skaleniach spowodowała jedynie wytrącenie bardzo niewyraźnych mętów  $\text{BaSO}_4$ .

Górną część osadów czerwonych reprezentuje kruchy zlepieniec ilasto-żelazisty, miejscami spojony węglanami (próbka 9). W stropie zaś występuje gruboziarnisty zlepieniec (próbka 8) o spoiwie węglanowym, bogaty w nieregularne skupienia substancji żelazistej. W drobnokrystalicznych partiach spoiwa węglanowego skalenie są wybitnie korodowane przez kalcyt.

Część górną serii, o zabarwieniu szaro-wisniowym, tworzą piaskowce zawierające lokalnie okruchy psefitowe (próbki 2, 3, 4, 5 i 6). W stropie jak i w spagu znajdują się poziomy spojone węglanami, a część środkową reprezentuje piaskowiec arkozowy o spoiwie gipsowym z drobnymi przewarstwieniami zlepieńca o spoiwie węglanowym. Spoiwo gipsowe występuje najczęściej w postaci dużych monokryształów, przechodzących we włókniste agregaty. W partiach brzeżnych agregatów znajdują się zwykle pojedyncze ziarenka kalcytu. Rzadko kiedy powstają żyłki kalcytu przecinające agregaty. Sporadycznie z gipsem współwystępuje anhydryt. Osady tej części charakteryzują się obfitością magnetytu nagromadzonego lokalnie w poziomach osadów piaszczystych o wyraźnej przewodze ziarn frakcji 0,5—4 mm średnicy. Najbogatsze w magnetyt piaskowce, we frakcji ziarn 0,1—0,2 mm średnicy, zawierają go do 50,6% wagowych.

W obu częściach serii, wśród minerałów ciężkich najwięcej jest ziarn nieprzezroczystych (88—90%). W osadach czerwonych pistacyt przeważa ilościowo nad innymi składnikami grupy przezroczystych minerałów ciężkich. W osadach szaro-wisniowych wzrasta ilość cyrkonu i apatytu ku stropowi kosztem pozostałych minerałów tej grupy.

W spagu profilu otworu Łankiejmy 1 pod czerwonym spagowcem występują wapienie dolnego syluru, a na nim leżą czarne łupki margliste cechsztynu. Osady czerwonego spagowca w profilu tego otworu o miąższości 42,0 m, podobnie jak i w innych otworach usytuowanych w obniżeniu powierzchni morfologicznej, podzielić można na dwie części.

Część dolną, miąższości 38,4 m, tworzą czerwone i brunatne piaskowce oraz zlepieńca, a górną piaskowce barwy szarej o miąższości 3,6 m. W spagu części dolnej występują zlepieńca szaroróżowe, arkozowe (próbka 16) spojone kalcytem (4,3% wagowych  $\text{MgCO}_3$ ), o dość dobrze obtoczonych okruchach, głównie wapieni sylurskich. Wokół tych okruchów gromadzi się drobnokrystaliczny kalcyt przepojony wodorotlenkami żelaza.



Minerały ciężkie występują w postaci bardzo dobrze obtoczonych ziarn, a ich skład jest bardzo urozmaicony. Minerały przezroczyste stanowią 46% całości. Wśród nich dominuje apatyt nad cynkonem i tytanitem, a pistacyt występuje w ilościach śladowych. Dla osadów tych charakterystyczna jest obecność amfiboli oraz większa zawartość turmalinu i granatu. Ku górze zlepieńce arkozowe przechodzą w zlepieńce bardziej piaszczyste (próbka 18) spojone epigenetycznymi, grubokrystalicznymi węglanami z gniazdami anhydrytu i skupieniami wodorotlenków żelaza. Nad nimi występują kruche, czerwone zlepieńce ilasto-żelaziste o składzie arkoz (próbki 6, 7 i 9), w których miejscami spotyka się skupienia węglanów intensywnie korodujących skalenie.

Górna część osadów składa się z szaroróżowych piaskowców arkozowych, zlepieńcowatych spojonych węglanami (próbka 5) i z piaskowców drobnoziarnistych barwy szarej (próbki 2 i 3), w stropie których znajduje się warstewka piaskowca o przewodzie spoiwa ilastego (próbka 1). Najniżej leżące piaskowce zawierają mało detrytusu aleurytowego, a okruchy pokryte są zwykle brunatnymi wodorotlenkami żelaza. W piaskowcach barwy szarej natomiast spoiwo jest drobnokrystaliczne i brak w nim wodorotlenków żelaza. Obfite są natomiast minerały siarczkowe, niekiedy spajające także i okruchy.

Osady czerwonego spągowca w profilu otworu Łankiejmy 2, o miąższości 49,5 m, wykształcone są podobnie jak w otworze Łankiejmy 1 oddalonym od poprzedniego o 3,5 km. Zlepieńce występujące w spągu charakteryzuje rytmiczne, frakcyjne warstwowanie (próbka 8). Warstewki piaszczyste wzbogacone są w minerały blaszkowe i w hematyt. Minerały ciężkie w tym osadzie charakteryzuje przewaga apatyty nad innymi składnikami. Wśród okruchów skalnych dużo jest wapieni sylurskich podścielających czerwony spągowiec. Górna część osadów klastycznych utworzona jest ze zlepieńców barwy szaroróżowej, spojonych gruboklastycznym kalcytem (próbka 5) — 15,1% wagowych  $MgCO_3$  w spoiwie, oraz z szarych, drobnoziarnistych piaskowców (próbka 3) z zawartością 18,8% wagowych  $MgCO_3$  w spoiwie węglanowym. Miąższość osadów szarych wynosi 2,0 m. W piaskowcach tych kalcyt rekrytalizuje jedynie w przestrzeniach między ziarnami, pozostawiając wokół okruchów otoczki wzbogacone w ciemne substancje. Piaskowce barwy szarej, jak i wyżej leżące piaskowce o spoiwie ilastym (próbka 1) zawierają znaczne ilości minerałów siarczkowych. Serię tę kończy 5-centymetrowa szara warstewka ilasto-marglista z pojedynczymi, dużymi okruchami skaleni. Minerały ciężkie w osadach czerwonych charakteryzuje przewaga pistacytu nad innymi składnikami, a w osadach szarych wzrasta ilość apatyty, natomiast zanika pistacyt.

W profilu otworu Korsze 1 miąższość czerwonego i białego spągowca wynosi 57,5 m. Z osadów czerwonych pobrano jedynie jedną próbkę,

która reprezentuje zlepieniec arkozowy, ilasto-piaszczysty bogaty w wodorotlenki żelaza (próbka 7). W zlepieńcu tym występują szarozielonawe skupienia zbudowane z węglanów (34,8% wagowych  $MgCO_3$ ). Skupienia te są przypuszczalnie syngenetyczne, ponieważ zawierają jedynie 12% objętościowych materiału okruchowego. Skalenie, a szczególnie plagioklasy, w partiach węglanowych są wybitnie skarbonatyzowane. Górna część osadów, miąższości 6 m, składa się z szaroróżowych piaskowców zlepieńcowatych (próbki 4 i 6) i z szarych piaskowców z pojedynczymi ziarnami żwirkowymi (próbka 2). W spagu widoczne jest słabo zaznaczone horyzontalne warstwowanie, polegające na przewarstwianiu się poziomów bogatszych i uboższych w grubszy detrytus. Różowe zabarwienie tej części serii spowodowane jest występowaniem żelazistych otoczek na okruchach oraz skupień wodorotlenków żelaza w spoiwie. Często jest tu tworzenie się trójwarstwowych otoczek wokół okruchów, związane przypuszczalnie z procesami rekrytalizacji spoiwa. Skład minerałów ciężkich oraz bardzo dobre ich obtoczenie upodabniają te osady do występujących w spagu czerwonego spagowca w profilach otworów Łankiejsmy 1 i 2. Ku górze zmniejsza się ilość apatyty, a wzrasta — tytanitu i cyrkonu. Stropowe szare osady, miąższości 3,5 m, składem swym zasadniczo nie różnią się od niżej leżących. W porównaniu z innymi profilami białego spagowca, w tym rejonie są one uboższe w siarczki.

Seria osadów czerwonego spagowca z profilu otworu Zawada 1, o miąższości 46,0 m, reprezentuje osady powstałe w najbardziej obniżonej morfologicznie części basenu sedymentacyjnego. W spagu wykształcona jest ona w postaci wiśniowych zlepieńców piaszczystych (próbki 18 i 13) przechodzących ku górze w zlepieńce czerwone i kruche, na których leżą zlepieńce gruboziarniste (próbka 9) przewarstwiające się z piaskowcami drobnoziarnistymi, brunatnymi (próbka 8). Spagowe zlepieńce spojone grubokrystalicznymi węglanami charakteryzuje obfitość zielonych, agregatowych pseudomorfoz oraz wybitna gipsytyzacja (?) skaleni. W zlepieńcach gruboziarnistych spoiwem jest substancja żelazisto-ilasta obfitująca w szarozielonawe i białe skupienia węglanów (11,8% wagowych  $MgCO_3$ ). Podobnie jak w niżej leżących osadach, skalenie są często zastępowane przez niskodwójłomne agregaty (gipsytyzacja?), a w partiach zbudowanych z drobnokrystalicznych węglanów zachodzi ich karbonatyzacja.

Piaskowce arkozowe barwy szarej, o miąższości 3 m (próbki 2, 3 i 4), zawierają dużo automorficznie wykształconych minerałów siarczkowych. Skład minerałów ciężkich jest zmienny. W spagu serii minerały przezroczyste występują w ilościach mniej więcej równorzędnych. W partiach zlepieńcowatych wzrasta ilość cyrkonu, a w przewarstwieniach piaszczystych następuje wzbogacenie w tytanit. W stropowych osadach barwy szarej ilościowo przeważa tytanit i cyrkon nad innymi.

## ZESTAWIENIE WYNIKÓW

1. Kompleks osadów klastycznych, występujący na różnych ogniwach starszego paleozoiku bądź na podłożu krystalicznym, a pod czarnymi łupkami marglistymi lub wapieniami cechsztynu, podzielić można na dwie części. Dolną — o większej miąższości — reprezentują czerwone i brunatne zlepieńce i piaskowce arkozowe, a górną — piaskowce drobnoziarniste i piaskowce zlepieńcowate barwy szarej również o składzie arkoz.

Górna część osadów, powstała prawdopodobnie w czasie transgresji cechsztynu na osady czerwonego spągowca, odpowiada przypuszczalnie poziomowi zlepieńca podstawowego cechsztynu. Podobne, szare piaskowce i zlepieńce, występujące w spagu czarnych łupków miedzionośnych w monoklinie przedsudeckiej i w okolicy Łeby, zaliczane są do białego spągowca (Pawłowska 1963). Na badanym obszarze w spagu tych osadów występują zwykle zlepieńce piaszczyste, stanowiące ogniwo przejściowe między morską sedymentacją cechsztynu a lądową czerwonego spągowca. Spoiwo w tych osadach stanowi zwykle grubokrystaliczny, przypuszczalnie epigenetyczny węglan. Tlenki żelaza występują jedynie w postaci otoczek na okruchach. Drobniejszy materiał okruchowy jak i substancja żelazista mogły zostać z tych osadów usunięte dzięki procesom ługowania i rozpuszczania przez roztwory w nich krążące. W stropowych warstwach przeważa materiał drobnoziarnisty, brak jest na okruchach otoczek tlenkowych, a spoiwo tworzy równo- i drobnokrystaliczny węglan o wyższej zawartości magnezu. Osady te charakteryzuje obfitość minerałów siarczkowych, występujących niekiedy w postaci ziarn automorficznych, często jednak tworzących nieregularne skupienia spajające lokalnie okruchy. Najwięcej minerałów siarczkowych spotyka się w utworach nagromadzonych w najbardziej obniżonych częściach powierzchni morfologicznej spagu badanej serii osadów (otwory Zawada 1 i Łankiejmy 2). Pogłębienie basenu sedymentacyjnego w czasie tworzenia się tych osadów zaznacza się również pojawieniem się spoiwa ilastego i zwiększeniem udziału kwarcu w materiale okruchowym.

2. Czerwono zabarwione zlepieńce i piaskowce zlepieńcowate odpowiadają przypuszczalnie osadom aluwialnym. W ich spągowych partiach we wszystkich zbadanych profilach, występuje dużo okruchów skał osadowych z podłoża. Ku górze natomiast wzrasta zawartość okruchów skał głębinowych. Spoiwo w osadach czerwonych również się różni. Zwykle w częściach spągowych występuje węglanowe, a wyżej ilasto-żelaziste bogate niekiedy w skupienia węglanowe. W spagu profili otworów Łankiejmy 1 i 2 spoiwo kalcytowe powstało przypuszczalnie dzięki rozkruszeniu i rozpuszczeniu fragmentów skał węglanowych występujących bezpośrednio w podłożu. W profilu otworu Zawada 1 spoiwo węglanowe ma

charakter epigenetyczny. W partiach spagowych bardzo charakterystyczne jest także zjawisko gipsytyzacji skałeni. Proces ten zachodził prawdopodobnie już w osadzonym materiale, ponieważ całkowite pseudomorfozy gipsu po skałeniach zachowały pokrój tabliczkowy minerału pierwotnego. W zlepieńcach o spoiwie ilasto-żelazistym występują często, przypuszczalnie syngenetyczne z osadem, wtrącenia węglanowe. Dla tych partii charakterystyczne jest zjawisko karbonatyzacji skałeni, nie obserwowane w innych typach osadów tego rejonu, spojonych również węglanami. Karbonatyzacja skałeni powiązana z ich gipsytyzacją wskazuje na klimat gorący i suchy w okresie sedymentacji (Strachov 1962, Pokiorski 1967).

Na podstawie zebranego materiału trudno jest ustalić czy tlenki i wodorotlenki żelaza tworzyły się w osadzie, czy były transportowane razem z detrytusem. Być może, że proces ten odbywał się częściowo w osadzonym już materiale, na co mogłoby wskazywać występowanie grubych otoczek żelazistych wokół okruchów biotytu i pseudomorfoz chlorytowych (Walker 1967).

3. Ukształtowanie powierzchni podłoża było przypuszczalnie jednym z czynników powodujących występowanie poziomów utworzonych przez osady wód bieżących. W oparciu o lepiej otoczony detrytus, mniej lub bardziej wyraźne warstwowanie i charakterystyczny skład minerałów ciężkich (przewaga apatytu nad innymi przezroczystymi składnikami grupy minerałów ciężkich oraz występowanie wśród nich amfiboli — fig. 2),

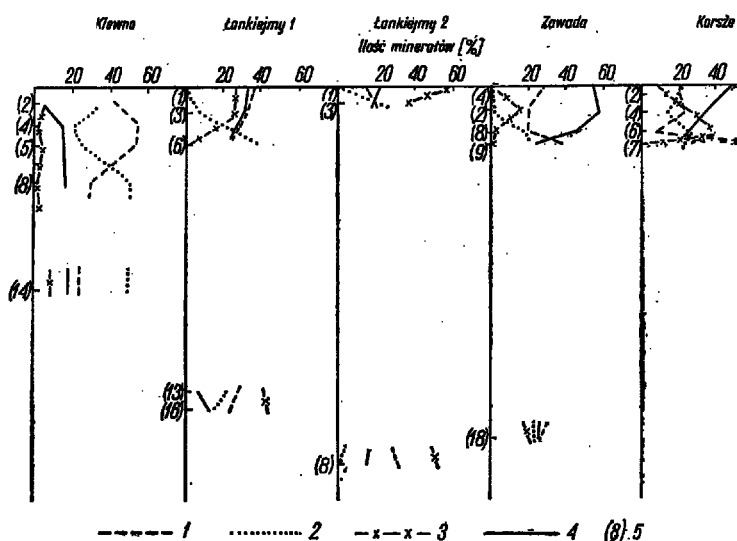


Fig. 2

Stosunki ilościowe wśród minerałów ciężkich  
1 cyrkon, 2 epidot, 3 apatyt, 4 tytanit, 5 numer próbki

Diagram showing the quantitative ratios of heavy minerals  
1 zircon, 2 epidote, 3 apatite, 4 titanite, 5 number of sample

można wydzielić dwa poziomy tego typu osadów. W profilach otworów Łankiejsmy 1 i 2 w spągu serii występuje przypuszczalnie ten sam poziom osadów wód bieżących, wskazujący na kierunek transportu materiału przez okresowe rzeki ze wschodu na zachód. Jest to zgodne z kierunkiem osi obniżenia powierzchni morfologicznej podłoża. Nie wyklucza to jednak możliwości transportu materiału z południa na północ przez strumienie o równoległym lub zmiennym biegu. Drugi poziom osadów wód bieżących występowałby w profilu otworu Korsze 1 i odpowiadałby końcowej fazie sedymentacji czerwonego spągowca.

4. Osady nagromadzone w maksymalnie obniżonej części powierzchni morfologicznej podłoża reprezentuje seria z profilu otworu Zawada 1. W stropie osadów czerwonych występują tu zlepieńce gruboziarniste z przewarstwieniami do 20 cm miąższości piaskowców o spoiwie ilasto-żelazistym. Wiąże się to przypuszczalnie z intensywną erozją brzeźnych partii stożków aluwialnych (Maslarević 1961).

5. Trochę inny typ osadów reprezentuje seria z profilu otworu Klewno 1. Powyżej typowych zlepieńców i piaskowców czerwonych, w spągu których występują wapienie piaszczyste, znajduje się seria piaszczysta, drobnoziarnista barwy szaro-wiśniowej. Składa się ona z przewarstwiających się piaskowców o spoiwie gipsowym i piaskowców zlepieńcowatych spojonych węglanami. Poziomy piaszczyste o przewadze ziarn frakcji 0,5—4 mm średnicy są wzbogacone w magnetyt. Osady tego typu mogły powstać zarówno w strefie przybrzeżnej klimatu gorącego, jak i w czasie okresowo spokojniejszej sedymentacji lądowej, gdy działalność wiatru powodowała usuwanie z nagromadzonego materiału drobniejszych i lżejszych cząstek (Strachov 1962). Być może, o lądowej sedymentacji świadczą wybitne zjawiska utleniania zachodzące w spągowych poziomach tej serii. Większość ziarn magnetytu przechodzi tu bowiem w hematyt, a w wyższych poziomach hematyt występuje tylko w ilościach śladowych. Profil otworu Klewno 1 charakteryzuje się małą miąższością (26,8 m), spowodowaną prawdopodobnie charakterem powierzchni morfologicznej. O płytszym środowisku sedymentacji również i w cech- szynie świadczy występowanie wapieni z drobnymi wkładkami czarnych łupków marglistych (Strachov 1962, Podemski 1965).

## LITERATURA CYTOWANA

- MASLAREVIC L. 1961. Sedimentary-petrologic characteristics and correlation of the Permocarbiniferous of the Mlava-Pek Coal Basin (Surroundings of Kladravo). — *Sedimentologija* 1. Beograd.
- PAWLOWSKA K. 1963. O nowych stanowiskach czerwonego spagowca w Polsce (New sites of Rothliegendes deposits in Poland). — *Prace I. G. (Trav. Inst. Géol. Pol.)*, t. 30, cz. 4. Warszawa.
- PODEMSKI M. 1965. Rozwój sedimentacji utworów cechsztynu w rejonie Lubin Legnicki — Sieroszewice (Development of sedimentation of the Zechstein deposits in the region Lubin Legnicki — Sieroszewice). — *Kwartalnik Geol.*, t. 9, z. 1. Warszawa.
- POKORSKI J. 1967. Perm dolny. Praca zbiorowa „Budowa geologiczna syneklizy perybalttyckiej” pod redakcją S. Tyskiego (w druku).
- STRACHOV N. M. 1962. Osnovy teorii litogeneza. Izd. Akad. Nauk SSSR. Moskva.
- WALKER T. R. 1967. Formation of red beds in modern and ancient deserts. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 78, no. 3. New York.

---

B. ŁACKA & J. MOTYL-RAKOWSKA

**INFLUENCE OF SUBSTRATAL MORPHOLOGY ON SEDIMENTATION  
OF THE ROTHLIEGENDE IN THE POLISH PART  
OF THE LITHUANIAN DEPRESSION**

(Summary)

**ABSTRACT:** The petrographic characteristics are here reported of the Rothliegende sediments from five boreholes in the vicinity of Kętrzyn. It has been observed that their lithofacial development is affected by substratal morphology.

In the western part of the Lithuanian depression lying within Polish territory the Rothliegende underlies the Zechstein while in the eastern part it occurs below the Lower Triassic. The bottom of these sediments consists of the Cambro-Silurian platform-covering of the Mazury-Suwalki elevation and of the crystalline rocks of which the elevation is built. The above deposits form a poorly sculptured morphological surface gently dipping to the west. Four of the investigated borehole profiles in the Rothliegende represent deposits formed in a depression of the morphological surface while deposits occurring on the ridge which forms the southern border of the depression are represented in one borehole profile (fig. 1).

The Rothliegende and the „Weissliegende”<sup>1</sup> are built of a series of detrital deposits: conglomerates, conglomeratic sandstones and sandstones, from 26.8 to

---

<sup>1</sup> The top of the Rothliegende sediments is called „Weissliegende” by Polish geologists and it is thus referred to in the present paper.

57.5 m in thickness. Sporadically they are intercalated by sandy limestones. Macroscopically this series may be divided into two complexes. The lower complex consists of red coloured arkose deposits cemented by a ferruginous-clay matrix with carbonate aggregates; the upper one is built of grey coloured arkose sandstones in a carbonate matrix. The detrital material in both above complexes shows poor differentiation (chart 1 and 2). It consists of quartz, potassium feldspars and plagioclases, also other rock fragments. In the feldspars microcline and oligoclase with a 15—30 per cent An content are the predominant components, andesine with a 35—40 per cent An content occurs in smaller amounts. The feldspars are slightly altered, occasionally somewhat sericitised. In the red coloured deposits, particularly in the lowermost layers of the above series, the feldspars are partially altered into gypsum; in the carbonate portions of the conglomerates cemented by a ferruginous-clay matrix they are readily subject to carbonisation. The rock fragments consist chiefly of granitoids, diorites and microsyenites. In the lower horizons of the series there are many fragments of sedimentary rocks which occur in the substratum: these are pelitic and organo-detrital limestones, also quartz sandstones, glauconite sandstones, and strongly altered volcanic rocks. The number of fragments of sedimentary rocks decreases towards the top of the series.

The deposits which occur in boreholes Łankiejmy 1 and 2 were laid down in a depression of the morphological surface parallel to the WINW-ESE axis of the depression. In the bottom of both series the same fluvial deposits overlie Silurian limestones. They are characterised by rhythmical graded bedding (borehole Łankiejmy 2), numerous fragments of Silurian limestones and a well differentiated heavy mineral assemblage. The heavy minerals in the deposits here show excellent rounding, a predominance of apatite and the presence of amphiboles. They are overlain by typical red conglomerates in a ferruginous-clay matrix with carbonate agglomerates. The upper series of grey coloured deposits begins with conglomeratic sandstone, without aleuritic material, cemented by a coarse-crystalline epigenetic carbonate (15.1 per cent of  $MgCO_3$ ). The fragments still retain rims of iron hydroxides which are absent only from biotite sets. To the top the sandstones pass into fine-grained arkose sandstones cemented by a fine-crystalline carbonate matrix (18.8 per cent of  $MgCO_3$ ) without iron hydroxides but abounding in sulfides. Deposits occurring in boreholes Korsze 1 and Zawada 1, within the same depression, show a similar development. The heavy mineral assemblage in borehole Korsze 1 resembles that occurring in the bottom deposits of the profile of borehole Łankiejmy 1, while the indistinct bedding there suggests that the fluvial deposit horizon occurred in the upper part of the red coloured deposits at the close of the Rothliegende sedimentation (fig. 2). Deposits in the profile of borehole Zawada 1 represent partly the series that formed at the edge of the alluvial fan. The intercalations of arkose conglomerates with quartz sandstones encountered in the top of the Rothliegende may suggest strong erosion of these deposits.

The series of deposits in the profile of borehole Klewno 1 formed on the elevated portion of the morphological surface of the bottom of the Rothliegende. The bottom of this series is built of sandy limestones to the top passing into typical red arkose sandy conglomerates. The upper part of the terrestrial series is built of interbedded greyish-cherry-red sandstones in a gypsum matrix and conglomerates cemented by carbonates. Moreover, the sandy interbeddings showing a numerical predominance of grains in the 4—0.5 mm fraction are enriched in detrital magnetite with an up to 50.6 weight per cent of the 0.2—0.1 mm fraction. The presence of sandy limestones and of interbeddings enriched in heavy minerals may suggest a relatively calmer terrestrial sedimentation in this region.

According to J. Pokorski (1967) the sedimentation of the Rothliegende

occurred under arid climatic conditions. This is indicated by the frequent occurrence of carbonate agglomerates in a clay-ferruginous matrix (Maslarevic 1961, Strachov 1962), also of gypsum cement. The passage of feldspars into gypsum and their carbonisation in intercalations of carbonate rocks, so common in the Rothliegende deposits, indicate a stronger alkalinity of the sedimentary environment, also characteristic of an arid climate (Strachov 1962, Pokorski 1967). The carbonate matrix, frequently encountered in the lowermost horizons of the Rothliegende, may have formed in places because of the disintegration and re-crystallisation of carbonates from substratal rocks (boreholes Łankiejmy 1 and 2).

Grey coloured deposits in the top of the detrital series usually show the same mineral composition as the underlying red coloured deposits. They are now referred to the lowermost Zechstein horizon, the "Weissliegende" (Pawłowska 1963). Their formation is probably due to the re-working of the Rothliegende deposits during the transgression of the Zechstein sea and to the reduction processes in iron hydroxides within the basin.

*The Laboratory of Petrography  
Institute of Geological Sciences  
Polish Academy of Sciences  
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 93  
Warsaw, March 1968*

---