

UKD 552.527:551.761.1:549.623:552.52:553.611.1/.2(438.222 Skoki)

Krzysztof SZAMAŁEK

## Charakterystyka mineralogiczna dolnotriasowych surowców ilastych ze Skoków (Góry Świętokrzyskie)

Kompleks skał ilastych z rejonu Skoków reprezentowany jest przez wiśniowe mulowce i ilowce, odpowiadające serii hieroglifowo-pseudooolitowej pstrego piaskowca środkowego. W składzie mineralnym dominują minerały ilaste: illit, kaolinit, klinochlor i minerał mieszanopakietowy illit-smektyt. W zmiennych proporcjach występują: kwarc, hematyt, getyt, gips i kalcyt. Pod względem ceramicznym surowce te można wykorzystać w przemyśle ceramiki budowlanej do wyrobów grubo- i cienkościennych oraz drążonych, a także do produkcji wyrobów o czerepie spieczonym typu klinkierowego lub kamionkowego.

### WSTĘP

Na zlecenie Instytutu Geologicznego wykonano szereg otworów wiertniczych (do głęb. 30 m) w skałach triasowych północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Celem badań było poznanie składu mineralnego i chemicznego tych utworów oraz określenie własności fizykomechanicznych tworzywa ceramicznego otrzymanego po wypaleniu skały. Zbadano 10 próbek bruzdowych z otworów Skoki I/S i II/S (fig. 1). Interpretację składu mineralnego oparto głównie na wynikach rentgenowskiej analizy proszkowej oraz termicznej analizy różnicowej. Szczegółowo określono rodzaj występujących minerałów ilastych, od nich zależą bowiem głównie własności użytkowe tworzywa ceramicznego. Przedstawione wyniki są fragmentem szerszych badań skał ilastych dolnego triasu tej części Gór Świętokrzyskich.

Autor składa podziękowania doc. drowi hab. K. Szpili oraz doc. drowi hab. R. Wyrwickiemu za krytyczne przejście maszynopisu i wniesione uwagi.

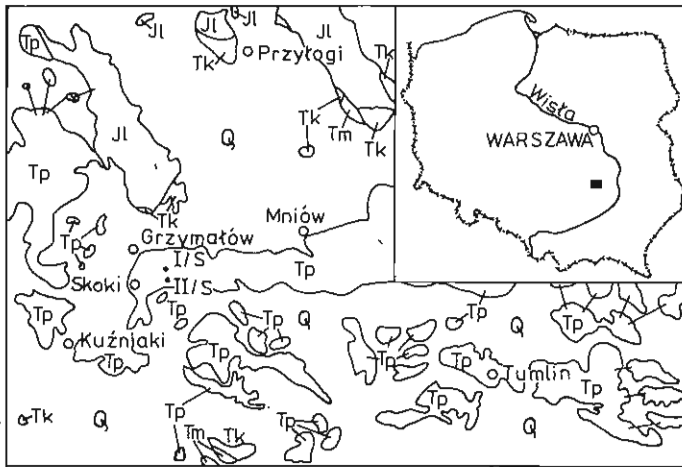


Fig. 1. Lokalizacja otworów I/S i II/S w okolicy Skoków na tle Mapy Geologicznej Regionu Świętokrzyskiego w skali 1:200 000

Location of the boreholes I/S and II/S in the vicinities of Skoki at the background of the Geological Map of the Góry Świętokrzyskie Mts Region in the scale 1:200 000

Tp – piaskowce i ily wiśniowe pstrego piaskowca; Tm – wapienie płytowe i skaliste, margle i dolomity – wapien muszlowy; Tk – ily pstre i piaskowce – kajper; JI – piaskowce i łupki z wkładkami rudy oraz seria parszowska – retyk i lias; Q – utwory czwartorzędowe

Tp – cherry-red sandstones and clays of Buntsandstein; Tm – platy and massive limestones, marls and dolomites – Muschelkalk; Tk – mottled clays and sandstones – Keuper; JI – sandstones and shales with ore intercalations and the Parszów Series – Rhaetian and Lias; Q – Quaternary deposits

## GEOLOGICZNE WARUNKI WYSTĘPOWANIA DOLNOTRIASOWYCH SKAŁ Z OKOLICY SKOKÓW

W otworach wiertniczych I/S i II/S odległych od siebie ok. 400 m stwierdzono zespoły skał podobne litologicznie i stratygraficznie (tab. 1). Przy określaniu wieku tych utworów posługiwano się schematem litostratygraficznym dla północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich w obrębie utworów „dolnego i środkowego pstrego piaskowca” opracowanym przez H. Senkowiczową i A. Ślączkę (1962) oraz H. Senkowiczową (1970). Korzystano również z materiałów kartograficznych w skali 1:50 000 okolic Radoszyc (I. Jurkiewicz).

Utwory w rejonie Skoków tworzą kompleks wiśniowych, miejscami pstro zabarwionych skał ilasto-mułowcowych z wkładkami i przerostami piaskowców (tab. 1) o nieznacznym upadzie 5–10°N i rozciągłości równoleżnikowej. Ze względu na znaczne zdiagenezowanie mają one charakter iltowców i mułowców. Wśród utworów nawierconych w otworze I/S na głęb. 6,7–6,8 m stwierdzono warstwę fragmentów węglanowych dobrze obtoczonych i zabarwionych pyłem hematytowym na wiśniowo. Są to, opisywane w literaturze, pseudooolity charakterystyczne dla serii hieroglifowo-pseudooolitowej pstrego piaskowca środkowego (I. Jurkiewicz). Występowanie pseudooolitów, wobec braku fauny i flory, było podstawą do ustalenia pozycji stratygraficznej badanych utworów na górną część pstrego piaskowca środkowego. Osady pstrego piaskowca środkowego w granicach arkusza Radoszyce osiągają ok. 600 m miąższości (I. Jurkiewicz). Seria hierogli-

Tabela 1

## Profil litologiczny osadów z otworów I/S i II/S

Nr otworu	Nr próbki	Głębokość w m	Opis litologiczny	
II/S	R-41	4,0 – 4,7	Ilowiec brązowożółty.	
		4,7 – 6,0	Mułowiec brązowożółty.	
		6,0 – 7,0	Mułowiec brązowożółty z przewarstwieniami żółtego ilowca.	
	R-42	7,0 – 7,5	Piaskowiec drobnoziarnisty szarozółty.	
		7,5 – 9,0	Ilowiec wiśniowy z przewarstwieniami żółtego, wkładki piaskowca jamistego.	
		9,0 – 10,0	Ilowiec wiśniowy z przewarstwieniami żółtego, wkładki piaskowca jamistego.	
	R-43	10,0 – 11,0	Mułowiec wiśniowy z wkładkami żółtego mułowca.	
		11,0 – 13,0	Mułowiec wiśniowy z fragmentami mułowca szaroniebieskawego.	
	I/S	R-44	1,7 – 2,3	Ilowiec wiśniowy z wkładkami ilowca szarego.
			2,3 – 2,9	Mułowiec wiśniowy zbity, twardy.
2,9 – 3,1			Mułowiec wiśniowy kruchy.	
3,1 – 3,2			Piaskowiec wiśniowy drobnoziarnisty.	
3,2 – 3,7			Mułowiec wiśniowy.	
3,7 – 5,6			Ilowiec wiśniowy z wkładkami szarego mułowca.	
5,6 – 5,9			Mułowiec wiśniowy kruchy.	
5,9 – 6,4			Ilowiec wiśniowy.	
R-45		6,4 – 6,5	Słabo zdiagenezowany zlepieniec, dobrze obtoczone otoczaki piaskowca, mułowca i skał krystalicznych.	
		6,5 – 6,7	Ilowiec wiśniowy.	
		6,7 – 6,8	Mułowiec wiśniowy z zabarwionymi pyłem hematytowym na wiśniowo onkoidami kalcytowymi, średnica onkoidów od 1,5 do 2,5 mm.	
		6,8 – 7,5	Ilowiec wiśniowy.	
		7,5 – 12,0	Mułowiec wiśniowy kruchy, z fragmentami skał wapiennych i szarego mułowca, przerosty ilowca.	
R-46		12,0 – 13,0	Ilowiec wiśniowy.	
		13,0 – 13,7	Mułowiec wiśniowy z fragmentami szarego piaskowca.	
		13,7 – 13,9	Mułowiec szary HCl+ +.	
		13,9 – 16,5	Mułowiec wiśniowy z wkładkami szarego mułowca.	
		16,5 – 16,7	Piaskowiec drobnoziarnisty szary.	
		16,7 – 16,9	Ilowiec wiśniowy.	
		16,9 – 17,0	Piaskowiec drobnoziarnisty wapnisty, słabo zwięzły.	
R-47		17,0 – 18,4	Przewarstwienia mułowca i ilowca wiśniowego.	
		18,4 – 18,5	Piaskowiec drobnoziarnisty szary HCl-.	
			Brak rdzenia.	
	20,0 – 21,2	Mułowiec wiśniowy.		
	21,2 – 21,4	Ilowiec wiśniowy.		
	21,4 – 25,0	Mułowiec wiśniowy.		
R-48	25,0 – 28,0	Mułowiec wiśniowy kruchy.		
	28,0 – 30,0	Mułowiec wiśniowy oddzielający się płytkowo.		

fowa przekracza w tym rejonie 400 m miąższości i dominuje w kompleksie skał środkowego pstrego piaskowca.

Pseudoolity stwierdził również A. Barczuk (1979) w skałach ilastych północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Określił je jako zrekrystalizowane oraz zażelazone onkoidy kalcytowe i przyjął za poziom korelacyjny dla najwyższych partii pstrego piaskowca środkowego. W zaproponowanym podziale litostratygraficznym pstrego piaskowca wschodniej części północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich A. Barczuk (1979) zaliczył utwory ilaste z onkoidami kalcytowymi do „iłowców z Michałowa”. Wiekowo odpowiadałyby one iłowcom nawięconym w rejonie Skoków. A. Szyperko-Słiwczyńska (1980) w zaproponowanym usystematyzowaniu litostratygrafii pstrego piaskowca w Polsce wydzieliła w nim kolejne formacje i ogniwa. Utworom ilastym serii hieroglifowej odpowiadałyby w tym podziale formacje 2 i 4.

Badania utworów triasowych obrzeżenia Gór Świętokrzyskich prowadziła m.in. K. Pawłowska (1978, 1980). Na podstawie profilu otworu wiertniczego w Rudzie Strawczyńskiej podała litologię i stratygrafię pstrego piaskowca środkowego, wydzielając w nim dwa kompleksy skał mułowcowo-piaskowcowych, odpowiadających warstwom hieroglifowo-pseudoolitowym (K. Pawłowska, 1978).

Podsumowując można stwierdzić, że osady ilaste z rejonu Skoków reprezentowane przez wiśniowe iłowce z mułowcami pochodzą z warstw hieroglifowo-pseudoolitowych pstrego piaskowca środkowego. Stropowe partie osadów z otworu II/S zabarwione brązowożółto stanowią zapewne młodsze ogniwo niż wiśniowe iłowce napotkane w otworze I/S. Może na to wskazywać fakt podścielenia brązowożółtych osadów wiśniowymi iłowcami, analogicznymi jak w otworze I/S.

## SKŁAD ZIARNOWY

Z rdzeni wiertniczych obu otworów pobrano 10 próbek bruzdowych, które moczone przez 24 h, a następnie przemywano przez sito o średnicy oczek 0,06 mm. Frakcje wydzielano metodą swobodnej sedimentacji, obliczając czas opadania ziarn ze wzoru Stokesa. Jako dyspergatora używano wody amoniakalnej. Wyniki analizy składu ziarnowego zamieszczono w tab. 2.

Tabela 2

Skład ziarnowy skał ilastych ze Skoków

Nr otworu	Nr próbki	Zawartość w % wag. frakcji w $\mu\text{m}$				
		> 60	60-10	10-5	5-2	< 2
II/S	R-41	27,1	21,8	9,3	10,2	31,6
	R-42	9,7	38,5	9,1	8,0	34,7
	R-43	63,2	17,1	4,3	4,5	10,9
I/S	R-44	14,8	38,2	13,4	10,7	22,9
	R-45	17,1	47,6	11,1	9,8	14,4
	R-46	4,2	28,5	18,8	18,3	29,2
	R-47	4,9	30,9	15,4	18,1	30,7
	R-48	9,0	41,3	14,1	12,4	23,2
	R-49	4,5	32,2	18,2	16,2	28,9
	R-50	9,5	39,7	14,8	13,9	22,1

Skład ziarnowy analizowanych próbek skał jest zbliżony do siebie. Różnice w zawartości poszczególnych frakcji wahają się w granicach kilku procent. Jedynie próbki R-43 i R-45 charakteryzują się znacznie mniejszą zawartością frakcji  $< 2 \mu\text{m}$ , przy równoczesnym wzroście zawartości frakcji grubszych. Spowodowane jest to większą lityfikacją tych próbek, która utrudniała ich dezintegrację w przyjętym w analizie czasie moczenia. We frakcji  $> 60 \mu\text{m}$  prócz fragmentów iltowców występują ziarna kwarcu, kalcytu, gipsu, okruchów skał magmowych i węglanowych. Agregaty złożone z ziarn minerałów ilastych występujące w tej frakcji spójne są pyłem hematytowym.

### SKŁAD MINERALNY

Określenie składu mineralnego oparto na wynikach rentgenowskiej analizy proszkowej, termicznej analizy różnicowej i analizy chemicznej.

Analizę rentgenowską przeprowadzono w aparacie typu *Geigerflex* oraz *DRON-1* stosując prasowane i sedymentowane preparaty proszkowe ziarn frakcji  $< 2 \mu\text{m}$ . Jako źródła promieniowania używano antykatalody Fe (*Geigerflex*) i Co (*DRON-1*). Identyfikację minerałów ilastych oparto na podstawie występowania najsilniejszych refleksów pierwszych rzędów ugięcia i ich zmianie położenia i kształtu, zaniku, wzmocnienia lub osłabienia po glikolowaniu i prażeniu. Skład mineralny określony na podstawie analizy rentgenowskiej przedstawiono w tab. 3, zaś dyfraktogramy wybranych próbek na fig. 2.

Tabela 3

Skład mineralny frakcji  $< 2 \mu\text{m}$  oznaczony  
na podstawie rentgenowskiej analizy proszkowej

Nr otworu	Nr próbki	Składniki
II/S	R-41	J, K, S, Q, C, p
	R-42	J, K, Cl, Q, p
	R-43	J, K, Q, h, p
I/S	R-44	J, K, J - S, Q
	R-45	J, K, kl, J - S, Q, G, p
	R-46	J, kl, K, J - S, Q, p
	R-47	J, kl, K, J - S, Q
	R-48	J, kl, K, J - S, Q, h, p
	R-49	J, kl, K, J - S, Q, h, G, p
	R-50	J, kl, K, J - S, Q, p

J - illit, K - kaolinit, S - smektyt, Q - kwarc, C - kalcyt, p - plagioklaz, Cl - chloryt, kl - klinochlor, J-S - minerał mieszanopakietowy illit-smektyt, G - gips, h - hematyt

Analizę termiczną przeprowadzono w derywatografii firmy *MOM* (naważka - 500 mg, szybkość nagrzewania  $10^\circ/\text{min}$ ) badając próbki skał oraz wydzieloną z nich frakcję  $< 2 \mu\text{m}$  (fig. 3, 4). Szacunkowe stosunki ilościowe w obrębie

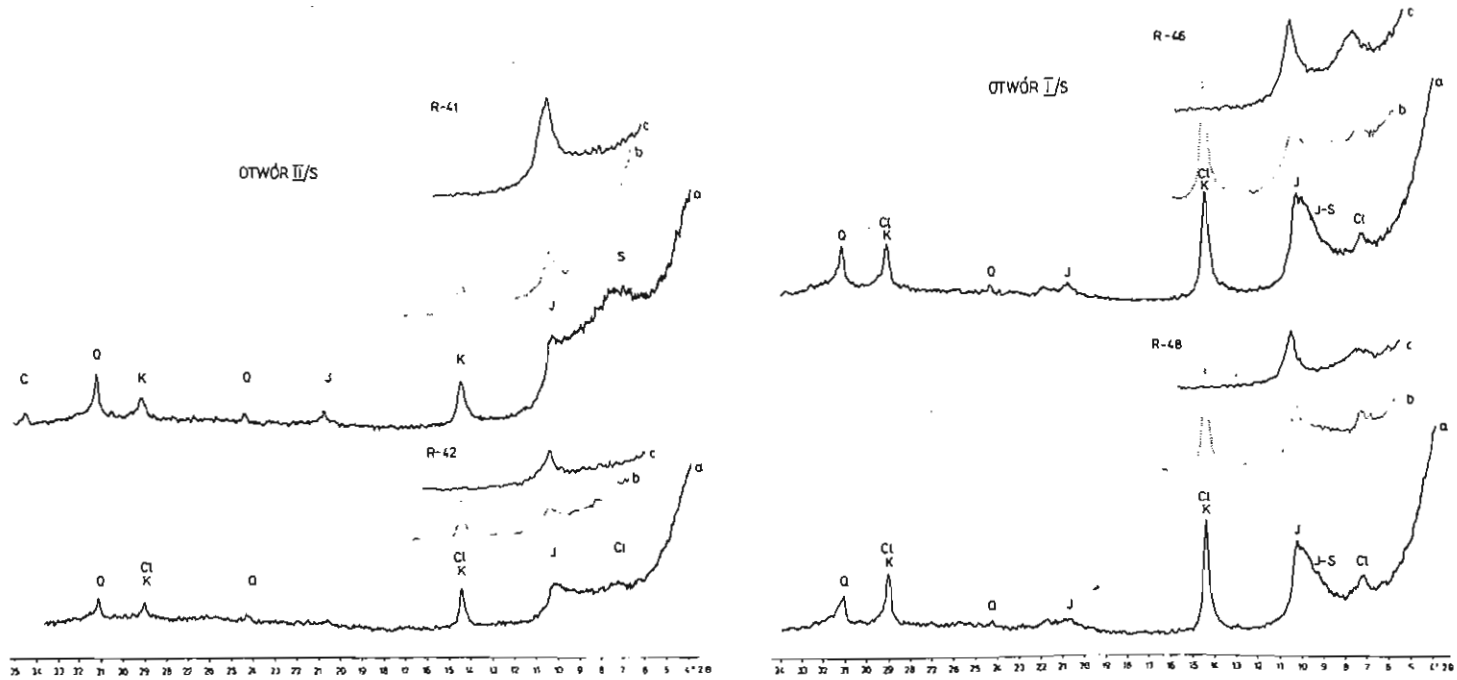


Fig. 2. Dyfraktogramy wybranych próbek z otworów II/S i I/S (frakcja  $< 2 \mu\text{m}$ )

Diffraction patterns of selected samples from the boreholes II/S and I/S (fraction below  $2 \mu\text{m}$ )

a – preparat sedimentowany; b – preparat nasączony glikolem etylenowym; c – preparat prażony w temp.  $550^\circ\text{C}$ ; Cl – chloryt; J – illit; K – kaolinit; S – smektyt; Q – kwarc; C – kalcyt; J-S – minerał mieszanopakietowy illit-smektyt

a – sedimentary sample; b – sample saturated with ethylene glycol; c – sample burned at temperature  $550^\circ\text{C}$ ; Cl – chlorite; J – illite; K – kaolinite; S – smectite; Q – quartz; C – calcite; J-S – mixed-layer illite-smectite mineral

zespołu minerałów ilastych oraz ich ogólną zawartość w badanych próbkach obliczono na podstawie ubytku masy towarzyszącego dehydroksylacji.

Skład mineralny oraz szacunkowe stosunki ilościowe między jego składnikami zidentyfikowanymi termiczną analizą różnicową przedstawiono w tab. 4.

Illit stwierdzono na podstawie silnych refleksów o wartościach 9,98 i 4,98 Å. Występuje on we wszystkich badanych próbkach i jest głównym minerałem ilastym. Podstawowe efekty termiczne w temp. 560–570°C i 960–970°C oraz strata masy związana z dehydroksylacją potwierdzają występowanie illitu.

Na wszystkich dyfraktogramach występuje szeroki, asymetryczny refleks w zakresie 11–12 Å dochodzący od strony niskokątowej do refleksu 9,98 Å illitu. Jest on wyraźny w próbkach z otworu I/S, natomiast w próbkach z otworu II/S zaznacza się słabiej. Po nasyceniu glikolem etylenowym i po wyprażeniu próbek asymetria refleksu zanika. Glikolowanie powoduje, że refleks 9,98 Å illitu staje się bardziej ostry i symetryczny; między nim a refleksem chlorytu 14,25 Å tworzy się rozległe obniżenie (*plateau*), natomiast prażenie sprawia wzmocnienie i symetryczność refleksu 9,98 Å illitu. Występowanie asymetrycznego refleksu ok. 11–12 Å i zmiana jego położenia oraz kształtu po prażeniu i glikolowaniu preparatów świadczą zapewne o obecności minerału mieszanopakietowego illit–smektyt o niskiej zawartości pakietów smektytowych. Ze względu na małą ilość minerału mieszanopakietowego w ogólnym składzie mineralnym nie można było zastosować dokładnych metod określenia w nim stosunku pakietów illitowych do smektytowych (J. Środoń, 1980). Niezbyt znaczna zawartość minerału mieszanopakietowego oraz maskujące efekty termiczne innych minerałów były powodem, że nie został on jednoznacznie zidentyfikowany metodą termiczną.

W próbce R-41 stwierdzono występowanie smektytu na podstawie charakterystycznego refleksu ok. 15 Å, który po glikolowaniu przesunął się na pozycję ok. 18 Å. Przesunięcie to jest większe niż podawane zazwyczaj w literaturze, wiążąc je chyba należy z występowaniem bardzo drobnoziarnistego smektytu i wpływem wielkości ziarn minerału na otrzymaną wartość  $d_{001}$ . Zarejestrowane na derywatogramach efekty termiczne w temp. ok. 200°C (przebieganie) i dehydroksylacja w temp. 560°C pozwalają przypuszczać, że smektyt ten zbliżony jest do beidelitu (A. Wiewióra, R. Wyrwicki, 1974). Obserwowane efekty termiczne wykluczają obecność montmorillonitu. Stwierdzony zatem dioktaedryczny smektyt można określić jako minerał szeregu beidelit-nontronit. Jest to uzasadnione, między tymi dwoma członami istnieje bowiem szereg ogniw pośrednich (L. Stoch, 1974).

Kaolinit, którego podstawowe refleksy pokrywają się z chlorytem, stwierdzono na podstawie zmian refleksu 7,2 Å. Po wyprażeniu próbki w temp. 550°C nie jest on rejestrowany na skutek rozpadu struktury kaolinitu. Porównując intensywność refleksów (001) illitu i kaolinitu na dyfraktogramach można stwierdzić, że illitu jest około trzy razy więcej niż kaolinitu. Wyliczone z derywatogramów szacunkowe ilości tych minerałów (tab. 4) potwierdzają illitowo-kaolinitowy charakter badanych skał ilastych.

Chloryt zidentyfikowano na podstawie refleksu 14,25 Å, który po wyprażeniu zwiększał swą intensywność, natomiast po glikowaniu nie zmieniał położenia (fig. 2). Szczegółowsze badania chlorytu oparto na zalecanych przez S.W. Bailey (1972) wzorach Brindleya i Albee'ego. Ze wzoru Brindleya obliczono ilość podstawień  $Al^{3+}$  w miejsce  $Si^{4+}$  w warstwie tetraedrycznej, zaś ze wzoru Albee'ego określono sumę podstawień  $Al^{IV} + Al^{VI} + Cr$  w warstwie tetraedrycznej i oktaedrycznej. Uzyskane wyniki wskazują na obecność w próbkach klinochloru, powszechnie występującego w osadach ilastych trioktaedrycznego chlorytu magne-

Tabela 4

Skład mineralny i szacunkowe stosunki ilościowe (w % wag.) surowców ilastych ze Skoków na podstawie analizy termicznej

Składniki	Numer próbki																			
	R-41		R-42		R-43		R-44		R-45		R-46		R-47		R-48		R-49		R-50	
	<2	n	<2	n	<2	n	<2	n	<2	n	<2	n	<2	n	<2	n	<2	n	<2	n
Minerały ilaste	80	50	70	35	70	40	70	40	70	50	70	50	70	50	70	45	70	40	70	50
w tym:																				
illit	80		80		80		75		80		75		70		70		65		70	
kaolinit	10		15		20		25		20		25		30		35		35		30	
smektyt	10	-	śl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
chloryt	-	-	-	-	-	-	++	-	++	-	++	-	++	-	++	-	++	-	++	-
Getyt	8	5	8	5	10	5	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalcyt	4	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	-	4	-	2,5	-	4,5	-	2
Gips*	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+

\* uzupełnieniem do 100% składu mineralnego są: kwarc, bematyt, minerały nieaktywne termicznie; <2 – frakcja <2 μm; n – próbka skały; – – nie stwierdzono występowania; + – minerał występuje w ilości trudnej do oznaczenia; ++ – efekty termiczne chlorytu maskowane przez efekty illitu i kaolinitu



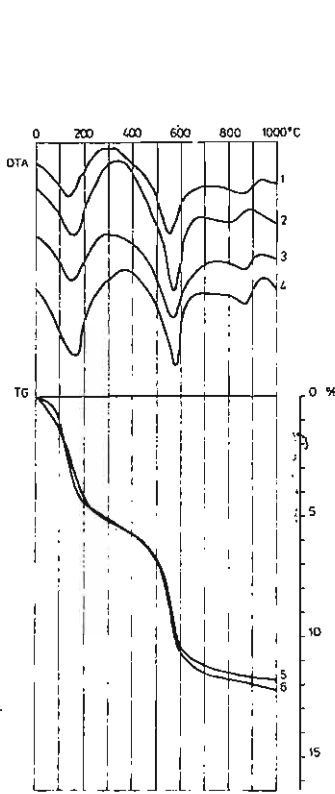


Fig. 3

Fig. 3. Derywatogramy wybranych próbek skały i wydzielonych frakcji  $< 2 \mu\text{m}$  z otworu wiertniczego II/S

Derivatograms of selected samples of rock and separated fraction below  $2 \mu\text{m}$  from the borehole II/S

1, 3 – próbki R-42 i R-43 w stanie naturalnym; 2, 4 – próbki R-42 i R-43, frakcja  $< 2 \mu\text{m}$ ; 5, 6 – krzywe TG, procent utraty masy próbek R-42 i R-43, frakcja  $< 2 \mu\text{m}$

1, 3 – samples R-42 and R-43 in natural state; 2, 4 – samples R-42 and R-43, fraction below  $2 \mu\text{m}$ ; 5, 6 – curves TG, per cent of loss of mass of samples R-42 and R-43, fraction below  $2 \mu\text{m}$

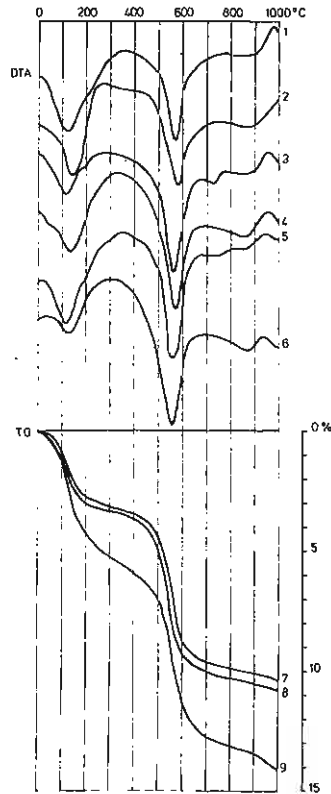


Fig. 4

Fig. 4. Derywatogramy wybranych próbek i wydzielonych frakcji  $< 2 \mu\text{m}$  z otworu wiertniczego I/S  
Derivatograms of selected samples and separated fraction below  $2 \mu\text{m}$  from the borehole I/S

1, 3, 5 – próbki R-44, R-46 i R-47 w stanie naturalnym; 2, 4, 6 – frakcja  $< 2 \mu\text{m}$  z próbek R-44, R-46 i R-47; 7, 8, 9 – krzywe TG, procent utraty masy próbek R-44, R-46 i R-47, frakcja  $< 2 \mu\text{m}$

1, 3, 5 – samples R-44, R-46 and R-47 in natural state; 2, 4, 6 – fraction below  $2 \mu\text{m}$  from samples R-44, R-46 and R-47; 7, 8, 9 – TG curves, per cent of loss of mass of samples R-44, R-46 and R-47, fraction below  $2 \mu\text{m}$

zowego. Zawartość klinochloru wzrasta wraz z głębokością, a więc występuje on w większych ilościach w osadach starszych. Podobną zależność stwierdzili w utworach ilastych triasu górnego okolic Kluczborka A. Wiewióra i R. Wyrwicki (1977). Podają oni, że zawartość chlorytu rośnie tu ku osadom starszym, kaolinu zaś ku osadom młodszym. Zmiana stosunków ilościowych między kaolinem i klinochlorem w większych kompleksach skał ilastych wiązać się może z diagenetą i procesami postdiagenetycznymi osadów ilastych. Zachodzi wówczas

Tabela 5

## Skład chemiczny dolnotriasowych skał ilastych ze Skoków (w % wag.)

Nr próbki	Głębokość w m	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Straty prażenia	Suma
R-41	4,0 – 7,0	65,64	13,50	0,66	5,57	4,35	1,77	0,54	1,60	0,24	5,70	99,57
R-42	9,0 – 10,0	68,49	12,78	0,66	5,78	1,59	1,87	1,08	1,80	0,31	5,20	99,56
R-43	10,0 – 13,0	57,95	17,38	0,70	8,34	2,42	1,64	1,40	2,50	0,67	6,95	99,95
R-44	1,7 – 3,1	61,68	17,45	0,78	8,35	2,03	1,46	1,00	2,00	0,27	4,90	99,92
R-45	3,7 – 6,7	63,81	15,66	0,87	7,19	1,88	0,87	2,26	2,74	0,55	4,10	99,93
R-46	6,7 – 9,0	55,26	19,75	0,84	7,84	2,17	2,08	1,72	2,40	0,36	7,23	99,65
R-47	9,0 – 12,0	55,97	19,43	0,85	9,49	2,46	1,98	1,62	2,40	0,29	5,30	99,79
R-48	12,0 – 16,5	63,51	16,39	1,00	7,18	1,88	1,35	2,20	2,74	0,38	3,35	99,98
R-49	20,0 – 25,0	57,08	18,51	0,85	7,84	3,19	1,67	1,00	2,20	0,17	7,00	99,51
R-50	25,0 – 30,0	62,27	17,12	0,78	7,12	1,59	2,08	1,24	1,90	0,34	5,30	99,74

Analizy wykonano w „Cergeo” Opole.

przebudowa struktury typu 1:1 kaolinitu w struktury 2:1, np. illitu, czy 2:1:1 chlorytu (L. Stoch, 1974).

Na obecność hematytu wskazują refleksy 2,70 i 3,68 Å. Getyt stwierdzono na podstawie wyników analizy termicznej. Do orientacyjnego obliczenia zawartości tego minerału wykorzystano endotermiczny efekt w temp. 300°C (tab. 4).

W kilku próbkach stwierdzono kalcyt. Daje on charakterystyczny refleks 3,03 Å, natomiast na krzywej DTA efekt endotermiczny w temp. ok. 760°C związany z termicznym rozkładem węgla.

W próbkach R-42 i R-45 występują niewielkie ilości plagioklazów. Gips stwierdzono za pośrednictwem wyraźnego refleksu 7,6 Å. Obecność tego minerału na derywatogramach zaznaczyła się efektem endotermicznym w temp. ok. 200°C. Kwarc jest powszechnym składnikiem wszystkich próbek skał.

Podsumowując należy stwierdzić, że skały ilaste ze Skoków zbudowane są głównie z minerałów ilastych, w ilości ok. 50%. W ich obrębie dominuje illit, obok niego występuje w zmiennych ilościach kaolinit, klinochlor, smektyt szeregu beidelit-nontronit oraz minerał mieszanopakietowy illit-smektyt. Pozostałe składniki mineralne to: kwarc w ilości ok. 25% (jako pelit kwarcowy), hematyt i getyt, kalcyt, gips. Znaczna zawartość  $TiO_2$  (tab. 5 i 6) wskazuje na obecność minerałów tytanu, jednakże nie wykazano rentgenowsko ich obecności.

W obrębie minerałów ilastych stwierdzić można następujące prawidłowości:

- występowanie zespołu illit-kaolinit-chloryt w górnej części profilu oraz zespołu illit-chloryt-kaolinit w części dolnej;
- obecność minerałów mieszanopakietowych illit-smektyt w dolnych warstwach osadów.

### SKŁAD CHEMICZNY

Oznaczono zawartość głównych składników chemicznych w próbkach skał oraz we frakcji  $< 2 \mu m$  (tab. 5 i 6).

Porównując średnie zawartości pierwiastków w próbce skały i we frakcji  $< 2 \mu m$  można stwierdzić:

- wzrost zawartości  $Al_2O_3$  i  $Fe_2O_3$  we frakcji  $< 2 \mu m$ ;
- spadek zawartości  $SiO_2$  we frakcji  $< 2 \mu m$ .

Wzrost zawartości  $Fe_2O_3$  związany jest z występowaniem drobnodispersyjnego pyłu hematytowego. Ponieważ  $Al_2O_3$  jest podstawowym obok  $SiO_2$  składnikiem minerałów ilastych, wzrost jego zawartości we frakcji  $< 2 \mu m$  jest zrozumiały, w tej frakcji grupują się bowiem głównie minerały ilaste. Spadek zawartości  $SiO_2$  związany jest z obecnością kwarcu głównie we frakcjach  $> 2 \mu m$ . Pozostałe składniki chemiczne występują w przybliżeniu w równych ilościach we frakcji  $< 2 \mu m$  i w skale.

Porównując zmiany zawartości składników chemicznych wraz z głębokością można zauważyć wzrost ilości  $MgO$  ku osadom starszym. Wiąże się to ze zwiększoną zawartością klinochloru - chlorytu magnezowego w warstwach starszych. Pozostałe składniki chemiczne zachowują się względnie stabilnie.

Na podstawie porównania wyników analizy chemicznej z danymi przedstawionymi przez A. Barczuka (1979) stwierdza się zauważalny wzrost zawartości  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$  i  $TiO_2$ . Wyjątkowo, bo aż kilkakrotnie większa jest zawartość  $Na_2O$ , co można wiązać z występowaniem plagioklazów oraz siarczanów w badanych próbkach skał. Plagioklasy te mają charakter sodowo-wapniowy, stąd podwyższenie zawartości  $Na_2O$  i  $CaO$ .

Tabela 6

Skład chemiczny frakcji &lt;2 µm wydzielonej ze skal ilastych ze Skoków (w % wag.)

Nr próbki	Głębokość w m	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Straty prażenia	Suma
R-41	4,0 – 7,0	50,78	20,02	0,61	8,46	5,07	1,04	1,82	2,40	0,31	9,06	99,57
R-42	7,0 – 10,0	49,95	23,84	0,77	8,87	2,75	0,83	1,66	2,40	0,46	8,20	99,73
R-43	10,0 – 13,0	45,54	22,88	0,53	10,73	2,56	1,93	0,94	2,50	0,86	10,75	99,62
R-44	1,7 – 3,1	44,90	23,51	0,75	10,11	3,77	0,62	2,60	3,20	0,19	9,80	99,55
R-45	3,7 – 6,7	44,41	23,80	0,87	11,88	2,83	1,16	1,04	2,24	1,01	10,53	99,77
R-46	6,7 – 9,0	45,64	24,43	0,90	10,62	3,47	0,73	1,86	3,25	0,38	8,65	99,93
R-47	9,0 – 12,0	45,66	24,89	0,93	10,42	1,59	2,39	2,00	3,25	0,67	8,00	99,80
R-48	12,0 – 16,5	45,99	25,33	0,95	7,85	2,42	1,83	1,06	2,66	0,77	10,95	99,81
R-49	20,0 – 25,0	44,79	24,10	0,99	11,55	1,74	2,39	1,76	3,20	0,49	8,65	99,66
R-50	25,0 – 30,0	45,02	24,23	0,99	10,73	1,44	3,12	1,52	2,20	0,44	10,06	99,75

Analizy wykonano w „Cergeo” Opole.

Wysoka zawartość  $TiO_2$  we frakcji  $< 2 \mu m$  może wskazywać na obecność minerałów tytanu. Przy zbliżonej zawartości  $TiO_2$  we frakcji  $< 2 \mu m$  kaolinu z okolic Wyszonowic K. Szpila i P. Dzierżanowski (1979) stwierdzili anatazy i rutyl. Należy sądzić, że minerały te występują również w iłowcach ze Skoków, bowiem A. Barczuk (1979) wykazał ich obecność w grupie minerałów akcesorycznych wydzielonych z iłowców z Michałowa.

## WŁASNOŚCI CERAMICZNE

Badania własności ceramicznych metodą krzywych wypalania surowca (R. Wyrwicki, 1978) przeprowadzono w dziewięciu temperaturach stosując interwały  $50^\circ C$  w zakresie temp.  $850 - 1250^\circ C$ . Surowce ilaste ze Skoków przyjmują od 15 do 25% wody zarobowej, dając masę podatną lub słabo podatną do plastycznego formowania. Skurczliwość wysychania waha się od 3,7 do 5,6%, co pozwala zaliczyć je do średnioplastycznych na granicy z chudymi.

W warunkach laboratoryjnych otrzymano trzy rodzaje tworzywa ceramicznego: porowate, spieczone i spęcznione. Zakresy temperatur otrzymania tworzyw oraz inne własności technologiczne przedstawiono w tab. 7. Surowce z próbek R-41 i R-49 są nieprzydatne do produkcji wyrobów o czerepie porowatym, zawierają bowiem znaczne ilości marglu, powodującego uszkodzenia czerepu. Optymalnym zakresem temperatury dla wypalania tworzywa porowatego jest przedział  $900 - 1050^\circ C$ . Tworzywo wypalone w temp.  $900^\circ C$  cechuje się nasiąkliwością w zakresie 11,7–13,5% i wytrzymałością na ściskanie  $0,7 R_c > 1 \text{ kN/cm}^2$ . Tworzywo porowate otrzymane w temp.  $1050^\circ C$  charakteryzuje się nasiąkliwością 9–10% i wytrzymałością na ściskanie  $0,7 R_c 2,7 - 3,1 \text{ kN/cm}^2$ . Tworzywo porowate otrzymane w zakresie  $900 - 1050^\circ C$  spełnia kryteria przydatności dla surowców do produkcji wyrobów grubo- i cienkościennych oraz drażynnych.

Tworzywo ceramiczne otrzymane w zakresie temperatury maksymalnego spiekania ( $1100 - 1200^\circ C$ ) ma nasiąkliwość 0,4–3,8% oraz  $0,7 R_c 3,87 - 30,13 \text{ kN/cm}^2$  (tab. 7). Własności fizyczne tworzywa spieczonego pozwalają określić surowce ilaste ze Skoków jako przydatne do produkcji wyrobów o czerepie spieczonym – kamionkowych bądź klinkierowych. Jednocześnie bardzo słabe pęcznienie termiczne nie rokuje możliwości wykorzystania omawianych surowców do produkcji keramzytu.

## PODSUMOWANIE

Utwory ilaste ze Skoków zaliczono do serii hieroglifowo-pseudoolitowej występującej w górnej części pstrego piaskowca środkowego. Podstawą takiego ustalenia pozycji stratygraficznej było stwierdzenie warstwy onkoidów kalcytowych przyjętych w literaturze za charakterystyczne dla pstrego piaskowca środkowego.

Skały ilaste ze Skoków zbudowane są głównie z minerałów ilastych, których udział wynosi ok. 50%. Wśród nich podstawowym składnikiem jest illit stanowiący ok. 60–70%. Prócz niego występuje kaolinit, klinochlor, minerał mieszanopakietowy illit–smektyt oraz smektyt szeregu beidelit–nontronit. W warstwach spągowych notuje się zespół minerałów ilastych typu illit–klinochlor–kaolinit–minerał mieszanopakietowy illit–smektyt. Warstwy stropowe charakteryzują się zespołem illit–kaolinit–smektyt szeregu beidelit–nontronit. Pozostałymi skład-

Tabela 7

## Właściwości technologiczne surowców ilastych ze Skoków

Nr próbki	$S_w$ %	$W_z$ %	$R_c$ kN/cm <sup>2</sup>	Tworzywo porowate		Tworzywo spieczone		Interwał pęczenia termicznego °C
				zakres wypalania °C	interwał wypalania °C	zakres wypalania °C	interwał wypalania °C	
R-41	9,7	29,7	0,68	850-1010	160	1010-1100	90	150
R-42	5,7	20,0	no	850-1025	175	1025-1150	125	100
R-43	5,0	25,0	0,33	850-1020	170	1020-1100	80	150
R-44	4,8	20,4	0,33	850-1020	170	1020-1150	130	100
R-45	3,7	17,5	no	850-1065	215	1065-1200	135	50
R-46	5,6	21,3	no	850-1020	170	1020-1150	130	100
R-47	5,5	20,2	0,33	850-1020	170	1020-1125	105	125
R-48	3,9	18,4	0,20	850-1105	255	1105-1200	95	50
R-49	4,4	17,0	0,29	850-1065	215	1065-1200	135	50
R-50	4,0	15,7	no	850-1075	225	1075-1200	125	50

$S_w$  – skurczliwość wysychania,  $W_z$  – woda zarobowa,  $R_c$  – wytrzymałość na ściskanie kształtki surowca wysuszonego w temp. 20°C, no – nie oznaczono; badania wykonali: K. Szamalek i R. Wyrwicki.

Tabela 8

## Właściwości fizyczne tworzywa ceramicznego

Nr próbki	Tworzywo porowate					Tworzywo spieczone				
	$T_{opt.}$ °C	$S_c$ %	$N_z$ %	$0,7 R_c$ kN/cm <sup>2</sup>	$C_{obj.}$ g/cm <sup>3</sup>	$T_{max\ spiecz.}$ °C	$S_c$ %	$N_z$ %	$0,7 R_c$ kN/cm <sup>2</sup>	$C_{obj.}$ g/cm <sup>3</sup>
R-41	nieprzydatny z powodu zawartości margla					1100	13,8	1,8	4,62	2,34
R-42	900	5,5	11,7	2,80	2,04	1150	10,1	1,9	16,25	2,30
R-43	900	6,3	13,5	1,27	1,90	1100	10,4	3,8	3,87	2,05
R-44	900	4,8	13,3	1,62	1,99	1150	11,9	0,5	15,30	2,55
R-45	900	3,4	12,1	1,06	2,02	1200	9,2	1,6	13,92	2,39
R-46	1000	8,5	9,7	3,13	2,19	1125	13,3	0,4	30,13	2,49
R-47	900	5,5	12,9	1,12	2,04	1200	13,7	0,6	14,97	2,58
R-48	950	3,9	12,7	1,76	2,05	1200	9,7	1,4	16,52	2,46
R-49	nieprzydatny z powodu zawartości margla					1200	10,7	0,5	17,67	2,59
R-50	1050	5,6	9,2	2,71	2,17	1200	9,6	0,8	13,16	2,54

$T_{opt.}$  – temperatura optymalna dla wypalenia tworzywa porowatego,  $S_c$  – skurczliwość całkowita,  $N_z$  – nasiąkliwość na zimno,  $0,7 R_c$  – wytrzymałość na ściskanie,  $C_{obj.}$  – ciężar objętościowy,  $T_{max\ spiecz.}$  – temperatura maksymalnego spieczenia; badania wykonali: K. Szamalek i R. Wyrwicki

nikami mineralnymi ilowców ze Skoków są kwarc, hematyt, getyt i plagioklasy sodowe. Stwierdzono również kalcyt i gips.

Surowce ilaste ze Skoków mogą być wykorzystane w przemyśle materiałów budowlanych do produkcji wyrobów grubo- i cienkościennych oraz – w przypadku tworzywa ceramicznego o czerepie porowatym – drążonych. Tworzywo o czerepie spieczonym spełnia również kryteria przydatności do produkcji wyrobów kamionkowych bądź klinkierowych. W obydwu przypadkach należy przestrzegać optymalnych zakresów temperatury wypalania podanych w tab. 7 i 8.

Instytut Geologii Podstawowej  
Uniwersytetu Warszawskiego  
Warszawa, al. Żwirki i Wigury 93  
Nadesłano dnia 2 lipca 1982 r.

#### PIŚMIENNICTWO

- BAILEY S.W. (1972) – Determination of chlorite compositions by x-ray spacings and intensities. *Clays and clay minerals.*, **20**, p. 381–388, nr 6.
- BARCZUK A. (1979) – Studium petrograficzne utworów pstręgo piaskowca w północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Arch. Miner.*, **35**, p. 87–155, z. 2.
- PAWŁOWSKA K. (1978) – Charakterystyka triasu niecki przemysłowej na podstawie otworu w Rudzie Strawczyńskiej. *Biul. Inst. Geol.*, **309**, p. 99–121.
- PAWŁOWSKA K. (1980) – Utwory triasowe w południowo-wschodniej części Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, **23**, p. 337–361, nr 2.
- SENKOWICZOWA H., ŚLĄCZKA A. (1962) – Pstry piaskowiec na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **32**, p. 313–337, z. 3.
- SENKOWICZOWA H. (1970) – Trias (bez utworów retyku). *Pr. Inst. Geol.*, **56**, p. 7–48).
- STOCH L. (1974) – *Minerały ilaste*. Wyd. Geol. Warszawa.
- SZPIŁA K., DZIERŻANOWSKI P. (1980) – Phosphate minerals with rare elements in kaolins. *Acta Miner.-Petrogr.*, **24**, p. 101–109, Supplementum Proceedings of the 10th Kaolin Symposium in Budapest 3 September, 1979.
- SZYPERKO-ŚLIWCZYŃSKA A. (1980) – Litostratygrafia pstręgo piaskowca w Polsce i projekt jej usystematyzowania. *Kwart. Geol.*, **24**, p. 275–299, nr 2.
- ŚRODOŃ J. (1980) – Precise identification of illite/smectite interstratifications by x-ray powder diffraction. *Clays and clay minerals.*, **28**, p. 401–411, nr 6.
- WIEWIÓRA A., WYRWICKI R. (1974) – *Minerały ilaste poziomu ilów płomienistych serii poznańskiej*. *Kwart. Geol.*, **18**, p. 615–635, nr 3.
- WIEWIÓRA A., WYRWICKI R. (1977) – *Minerały ilaste triasu górnego okolic Kluczborka*. *Kwart. Geol.*, **21**, p. 269–279, nr 2.
- WYRWICKI R. (1978) – *Metodyka laboratoryjnych badań surowców ilastych ceramiki budowlanej*. *Prz. Geol.*, **26**, p. 241–244, nr 4.



Кжиштоф ШАМАЛЕК

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
НИЖНЕТРИАСОВОГО АРГИЛЛИТОВОГО СЫРЬЯ В РАЙОНЕ СКОКОВ  
(СВЕНТОКШИСКИЕ ГОРЫ)**

**Резюме**

В статье представлен минеральный состав вишнёвых аргиллитов и алевролитов иероглифово-псевдооолитовой серии среднего пёстрого песчаника в окрестности Скоков (фиг. 1). Детально изучено 10 образцов, отобранных из двух скважин (таб. 1). Дается зерновой состав (таб. 2) и результаты качественного и количественного анализа, выполненных рентгеновским (таб. 3) порошковым и термическим дифференциальным методом (таб. 4). Химический состав образцов пород и выделенных фракций  $< 2 \mu\text{m}$  приведен на таб. 5, 6.

Установлено, что аргиллитовые породы состоят примерно на 50% из глинистых минералов. В них преобладает иллит, составляющий около 60–70%. Остальными глинистыми минералами являются каолинит, клинохлор, смешаннослоистый минерал иллит—сметит и сметит ряда бейделлит—нонтронит (образец R-41).

В нижних пластах глинистых отложений залегают минералы типа иллит—клинохлор—каолинит—смешаннослоистый минерал иллит—сметит, а в кровельных пластах ассоциация иллит—каолинит—хлорит. Содержание клинохлора в подошвенных пластах растёт, что влияет на увеличение содержания в них MgO. Количество каолинита несколько уменьшается в кровельных пластах. Остальными минералами являются кварц, мелкодисперсный гематит и гетит. Имеются также лагиооклазы, гипс и кальцит.

Проведены элементарные исследования керамических свойств глинистого сырья (таб. 7, 8). Было установлено, что они отвечают критериям, принятым при производстве из пористого материала толсто- и тонкостенных, а также желобчатых изделий. Они могут служить также для производства изделий, имеющих спечённые черепки клинкерного и керамического типа.

Krzysztof SZAMAŁEK

**MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF LOWER TRIASSIC CLAY RAW MATERIALS  
FROM THE SKOKI AREA (GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE MTS)**

**Summary**

The paper presents the results of studies on mineral composition of cherry-red claystones and siltstones of Middle Buntsandstein hieroglyph-pseudooolite series from the vicinities of Skoki (Fig. 1). Ten core samples from 2 boreholes were studied in detail (Table 1). Table 2 shows results of granulometric analysis, Table 3 – the results of qualitative and quantitative studies carried out with the use of x-ray powder analysis, Table 4 – DTA data, and Tables 5 and 6 – chemical composition of rock samples and separated fractions below  $2 \mu\text{m}$ .

The share of clay minerals in the studied rocks was found to be close to 50%. Illite clearly predo-

minates among clay minerals (about 60–70%), being accompanied by kaolinite, clinochlore, mixed-layer illite-smectite mineral and smectite of the beidellite-nontronite series (sample R-41).

Clay mineral assemblage of the illite-clinocllore-mixed layer illite-smectite mineral type occurs in lower part of the clay rock sequence, and that of the illite-kaolinite-chlorite type – in its top part. Content of clinochlore increases in basal layers of the sequence, resulting in their enrichment in MgO, whereas content of kaolinite slightly decreases in top parts. Other minerals present here include quartz, finely-dispersional hematite and goethite. There were also identified plagioclases, gypsum and calcite.

The studies involved basic tests of rocks as potential raw materials for ceramic industry (Tables 7–8). The rocks were found to match requirements for material for producing thick- and thin-walled and hollow products in the range of porous material. They may be also used for producing articles with kilned body of the stoneware and klinkier types.