

# Surowce ilaste krajowego przemysłu ceramiki szlachetnej i technicznej

## Część III. Czerwone iły triasowe

PIOTR WYSZOMIRSKI\*, KRZYSZTOF GALOS\*\*

\* Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

\*\* Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN Kraków

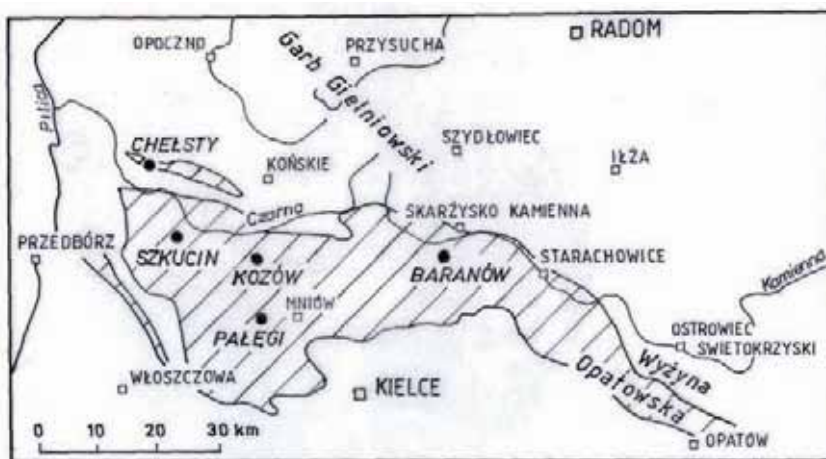
### Wprowadzenie

Dwie poprzednie części przeglądu surowców ilastych krajowego przemysłu ceramiki szlachetnej i technicznej poświęcone były surowcom biało wypalającym się (krajowym i importowanym) do produkcji płytek ceramicznych o czerepie białym oraz ceramicznych wyrobów sanitarnych [1, 2]. Do produkcji płytek o czerepie barwnym wykorzystuje się natomiast dobrze spiekające się iły barwnie wypalające się. W Polsce są to głównie iły triasowe, wyróżniające się na ogół intensywnym czerwonym zabarwieniem spowodowanym obecnością hematytu. Stanowią one tradycyjny surowiec ilasty przemysłu ceramiki budowlanej, który -

w zależności od temperatury wypalania - stosowany jest do produkcji zarówno wyrobów porowatych (cegły, pustaki, dachówki), jak też spieczonych (wyroby klinkierowe). Systematycznie rośnie też ich znaczenie jako surowców do produkcji płytek ceramicznych metodą szybkiego wypalania<sup>1</sup>, w tym płytek typu *gres porcellanato*. Cenne właściwości iłów triasowych sprawiają, że ich udział w łącznym wydobyciu surowców ilastych ceramiki budowlanej w latach 2000-2005 wynosił aż 6-11% (w 2005 r.: 7%) przy zaledwie dwuprocentowym udziale w zasobach [3, 4]; a łączne wydobycie czerwonych iłów triasowych w Polsce w 2005 r. osiągnęło wielkość ok. 192 tys. m<sup>3</sup> (Tab. 1).

Czerwone iły triasowe (dokładniej je definiując z petrograficznego punktu widzenia to skały mułkowo-ilaste) występują w dwóch regionach Polski: w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich oraz na monoklinie śląsko-krakowskiej. Iły triasowe występujące w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich zostały dobrze poznane m.in. w eksploatowanym od ok. 1890 r. złożu Baranów koło Suchedniowa. W ostatnich latach czerwone iły triasowe tego regionu stały się przedmiotem znaczącego zainteresowania ze strony przemysłu ceramicznego, stąd dynamicznie rozwija się ich wydobycie m.in. w złożach Chelsty, Pałęgi, Szkucin oraz - ostatnio - Kozów i Gościnniec (Rys. 1). Rozpoznano także takie złoża

<sup>1</sup> Wypalanie to określane jest także szybkościowym.



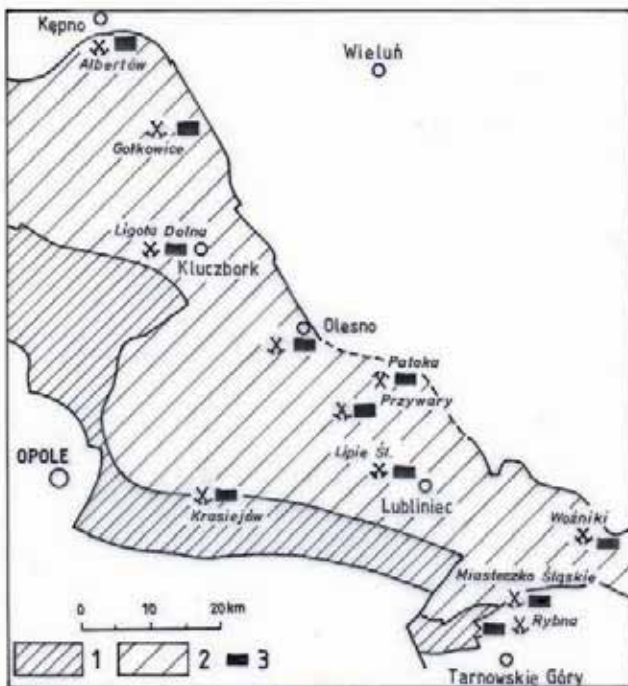
Rys. 1. Występowanie iłów triasowych na obszarze północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich [7]

rezerwowe jak Wierzbka czy Nalewajków [5]. Drugim rejonem Polski, w którym występują czerwone iły górnotriasowe, jest obszar monokliny śląsko-krakowskiej rozciągający się od Tarnowskich Gór poprzez Lubliniec, Olesno i Kluczbork po Kępno (rys. 2). Eksploatacja iłów górnotriasowych w tym regionie, z wyjątkiem złoża Patoka koło Lublińca, jest jednak obecnie wstrzymana lub zakończona [6].

### Iły triasowe północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich

Najważniejszym regionem występowania i pozyskiwania czerwonych iłów triasowych w Polsce jest obecnie północne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich. Występują one w pasie od Starachowic poprzez rejony Suchedniowa, Mniowa i Radoszyc aż po okolice Żarnowa na południe od Opatczna (Rys. 1). Na obszarze tym do początku lat 1990-tych znane było tylko złożo Baranów koło Suchedniowa. W ostatnich kilkunastu latach udokumentowano jednak kolejne złoża w rejonie Suchedniowa (Wierzbka), Radoszyc i Mniowa (Pałęgi, Kozów, Gościnniec, Nalewajków) oraz pomiędzy Radoszycami i Żarnowem (Chelsty, Szkucin).

Pod względem składu mineralnego omawiana grupa surowców ma charakter wysoce polimineralny. Głównymi



Rys. 2. Występowanie ilów triasowych na obszarze Tarnobrzeg-Kępno (wg [8], zmienione)  
1 – osady kajpru, 2 – osady retyku, 3 – czynne i nieczynne kopalnie ilów triasowych

minerałami ilastymi, występującymi w zróżnicowanych proporcjach, są: illit, kaolinit oraz minerały mieszanopakietowe illit/smektyt, wermikulit/chloryt, chloryt/smektyt i/lub chloryt. Główne minerały nieilaste to kwarc, a także plagioklasy (w zmiennych ilościach) i hematyt oraz substancja amorficzna (Rys. 3). Sporadycznie tylko występuje w nich kalcyt. Bezwapniowy charakter ilów triasowych północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich wynika z faktu, że reprezentowane są one najczęściej przez utwory dolnotriasowe powstałe w środowisku lądowym. Cecha ta skutkuje rosnącym zainteresowaniem takimi ilami ze strony przemysłu

ceramicznego. Tylko w złożach Chelsty i Szkucin, w których występują utwory górnortriasowe, notuje się w niektórych ich partiach podwyższoną zawartość CaO spowodowaną obecnością kalcytu.

Zwraca uwagę stosunkowo wysoki udział  $Fe_2O_3$  (5,8-8,6% mas.) związany z obecnością hematytu jako głównego nośnika tego pierwiastka. Faza ta jest przyczyną makroskopowo widocznej, czerwono-brązowej barwy tych ilów. Efekt ten – zwłaszcza po wypaleniu surowca – jest często zintensyfikowany obecnością manganu, którego udział mieści się zwykle w przedziale 0,04-0,09% mas. (Tab. 2). Charakterystyczna jest również dość wysoka zawartość  $Al_2O_3$  (zazwyczaj 16-19% mas.) potwierdzająca znaczny udział minerałów ilastych w tych ilach. Omawiane kopaliny wyróżniają się ponadto brakiem substancji organicznej ( $C_{org}$  <0,1% mas., jedynie w złożu Chelsty 0,14% mas.). Wyroby ceramiczne wyprodukowane z udziałem takiego surowca wykazują małą podatność do tworzenia się w nich podczas wypalania niepożądanego, czarnego rdzenia (aczkolwiek na jego pojawienie się wpływa przyspieszająco wysoka w omawianych ilach zawartość  $Fe_2O_3$ ). W czerwonych ilach triasowych z północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich udział węgla organicznego jest zdecydowanie niższy w porównaniu z dopuszczalnymi wartościami podanymi przez różnych autorów. Przykładowo de la Torre i in. [10] oceniają, że w surowcach ilastych przeznaczonych do produkcji ściennych i podłogowych płytek ceramicznych metodą szybkiego wypalania zawartość tego składnika nie może przekraczać 0,3% mas., co w omawianym przypadku jest z nadmiarem spełnione.

Analizy granulometryczne ilów triasowych północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich wykazują pewne zróżnicowanie ich uziarnienia. Mediana tego parametru waha się od 2-3  $\mu m$  (Kozów, Baranów) do niemal 10  $\mu m$  w niektórych odmianach iltu Pałęgi. Surowce te cechują się stosunkowo dużym udziałem frakcji mułkowej 50-2  $\mu m$  (zazwyczaj 55-80% mas.). Są to więc surowce stosunkowo gruboziarniste, co obniża ich plastyczność. Zgodnie z klasyfikacją Picarda

[11] odpowiadają one mułkom ilastym i iltom pylastym [12] (Rys. 4).

W zasadniczej masie czerwonych ilów triasowych północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich występują szarozielone przerosty i wtrącenia o obniżonej zawartości żelaza (2-4% mas.). Zasadniczo różnią się one – w stosunku do ilów czerwonych – jedynie brakiem hematytu. Poza tym wykazują daleko idące podobieństwa w zakresie składu mineralnego. Brak tlenkowych

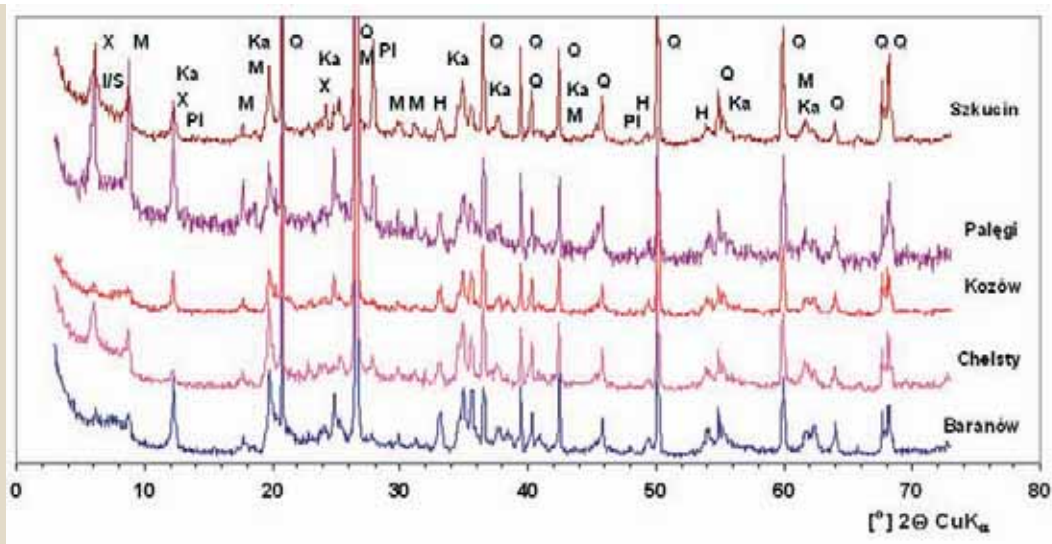
Złoże/kopalnia	Kopalnia	Zasoby (tys. m <sup>3</sup> )	Wydobycie (tys. m <sup>3</sup> )	Złoże/kopalnia	Kopalnia	Zasoby (tys. m <sup>3</sup> )	Wydobycie (tys. m <sup>3</sup> )
Baranów	gk	1 287	13	<i>Albertów-Stupia</i>	cb	1 423	-
Chelsty	cb	9 114	16	<i>Gołkowice</i>	cb	1 336	-
Gościniec	cb	3 882	-	<i>Jeżowa (Przywary)</i>	cb	841	-
Kozów	cb	3 628	63	<i>Ligota Dolna</i>	cb	189	-
Nalewajków	cb	2 126	-	<i>Lipie Śląskie</i>	cb	1 119	-
Pałęgi	cb	2 567	20	<i>Miasteczko Śląskie</i>	cb	155	-
Szkucin	cb	535	9	<i>Olesno</i>	cb	1 488	-
Wierzbka	cb, gk	4 348	-	<i>Patoka</i>	cb	4 715	71
Wierzbka 1	gk	919	-	<i>Patoka II</i>	gk	652	-
				<i>Rybna</i>	cb	759	-
				<i>Woźniki Śląskie</i>	cb	314	-
Razem		28 406	121	Razem		12 991	71

Objaśnienia: cb - surowce ilaste ceramiki budowlanej, gk - gliny kamionkowe

Uwaga: kursywą zaznaczono złoża (kopalnie), gdzie eksploatację ilów zakończono

Źródło: [9]

Tabela 1. Zasoby i wydobycie czerwonych ilów triasowych w Polsce w 2005 r.



Rys. 3. Dyfraktogramy rentgenowskie czerwonych iłów triasowych północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich [7]  
Oznaczenia: H – hematyt, I/S – minerał mieszanopakietowy illit/smektyt, Ka – kaolinit, M – illit, mika (hydromika), PI – plagioklaz, Q – kwarc, X – wermikulit i/lub wermikulit/chloryt i/lub chloryt/smektyt i/lub chloryt

Próbka ze złoży	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Strata prażenia	S	C <sub>org.</sub>	Suma
Północne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich															
Baranów	58,61	19,11	8,60	p.p.w.	1,02	0,27	1,76	0,03	2,74	0,11	0,11	7,21	0,080	0,05	99,70
Chelsty	59,64	16,33	7,66	0,66	0,84	0,60	1,75	0,08	3,44	0,23	0,08	7,40	0,006	0,14	98,86
Kozów	64,93	16,95	6,83	p.p.w.	0,87	0,25	1,08	0,04	2,71	0,03	0,11	6,02	0,011	<0,01	99,83
Pałęgi	61,21	17,17	7,04	0,36	0,89	0,34	2,26	0,09	2,90	0,15	0,09	6,58	n.o.	0,07	99,15
Szkucin	67,35	13,63	5,77	0,45	0,75	0,28	1,69	0,06	2,39	0,29	0,08	7,96	n.o.	0,08	100,78
Monoklina śląsko-krakowska (rejon Tarnowskie Góry-Kępno)															
Albertów	52,30	19,15	11,24	p.p.w.	0,83	0,66	1,10	0,09	2,11	0,08	0,11	11,29	0,015	0,10	99,08
Ligota Dln.	50,81	12,66	5,39	p.p.w.	0,76	9,53	2,82	0,15	1,34	0,35	0,11	16,35	n.o.	0,07	100,34
Olesno	57,51	14,48	7,57	p.p.w.	0,78	3,11	2,94	0,18	2,19	0,08	0,13	11,22	n.o.	0,13	100,32
Patoka poz.górny	57,51	18,43	9,68	1,34	0,93	0,19	1,06	0,18	2,24	0,07	0,09	8,66	0,003	0,14	100,52
Patoka poz. środ-kowy	50,86	18,61	10,99	1,59	0,90	0,36	1,17	0,19	1,81	<0,01	0,06	13,00	0,003	0,10	9,65
Przywary	62,29	14,30	6,99	0,60	0,82	1,05	1,85	0,57	2,14	0,18	0,10	9,09	n.o.	0,10	100,80
Woźniki	56,92	14,92	5,16	0,53	0,80	5,22	2,29	0,10	2,96	0,11	0,11	10,50	0,014	0,12	99,75

Tabela 2. Skład chemiczny krajowych czerwonych iłów triasowych (% mas.)

Oznaczenia: n.o. – nie oznaczono, p.p.w. – poniżej progu wykrywalności, C<sub>org.</sub> – węgiel organiczny

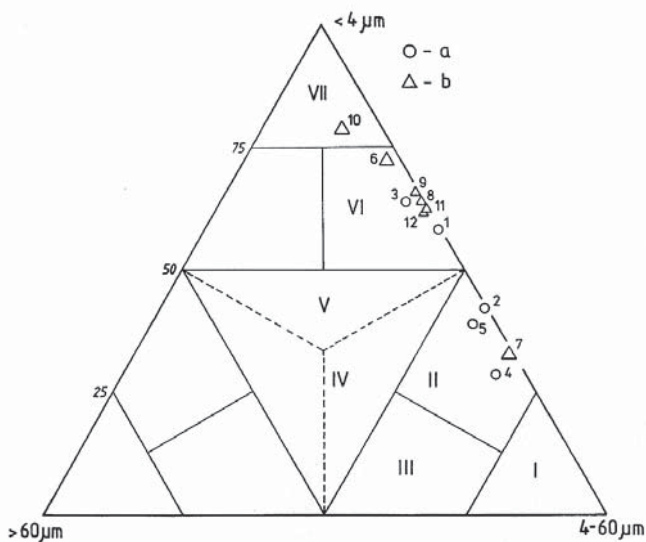
i węglanowych faz mineralnych zawierających żelazo dwuwartościowe prowadzi do wniosku, że jest ono związane w strukturze minerałów ilastych.

Właściwości technologiczne czerwonych iłów triasowych północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich są z reguły korzystne pod kątem przydatności do produkcji m.in. dachówek ceramicznych, wyrobów klinkierowych i płytek ceramicznych o niskiej nasiąkliwości. Charakter zmian podstawowych parametrów technologicznych w zależności od temperatury wypalania jest typowy dla wszystkich bezwapiennych surowców ilastych, co przykładowo ilustruje rys. 5. Stwierdzone różnice w wartościach poszczególnych parametrów techno-

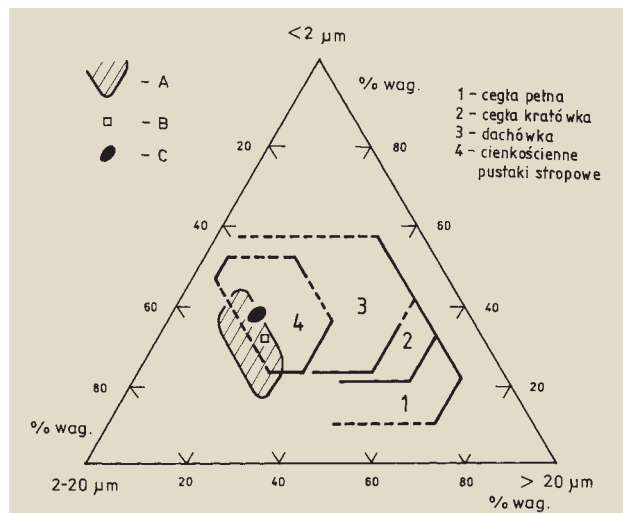
logicznych spowodowane są m.in. różnicami w zawartości tlenków żelaza.

### Kopalnia Baranów (ZWK Marywil)

Kopalnia Baranów znajduje się koło wsi Baranów Suchedniowski na wschód od Suchedniowa (Rys. 1). Aktualne zasoby bilansowe złoży wynoszą 1287 tys. t, a zasoby przemysłowe 1191 tys. t (wg stanu na 2005 r.). Ilość tych ostatnich, dostępnych do eksploatacji, jest jednak bardzo ograniczona, a kopalnia znajduje się w końcowej fazie działalności. Eksploatacja tzw. glin baranowskich prowadzona



Rys. 4. Klasyfikacja skał drobnoziarnistych (skał okruczo- ilastych) wg Picarda [11] wraz z punktami projekcyjnymi badanych kopalni ilastych z północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (a) i monokliny śląsko-krakowskiej (b) Oznaczenia: I – mułki, II – mułki ilaste, III – mułki piaszczyste, IV – muły pyłaste, V – muły ilaste, VI – ły pyłaste, VII – ły; 1 – Baranów, 2 – Chełsty, 3 – Kozów, 4 – Pałęgi, 5 – Szku- cin, 6 – Albertów, 7 – Ligota Dolna, 8 – Olesno, 9 – Patoka poziom górny, 10 – Patoka poziom środkowy, 11 – Przywary, 12 – Woźniki



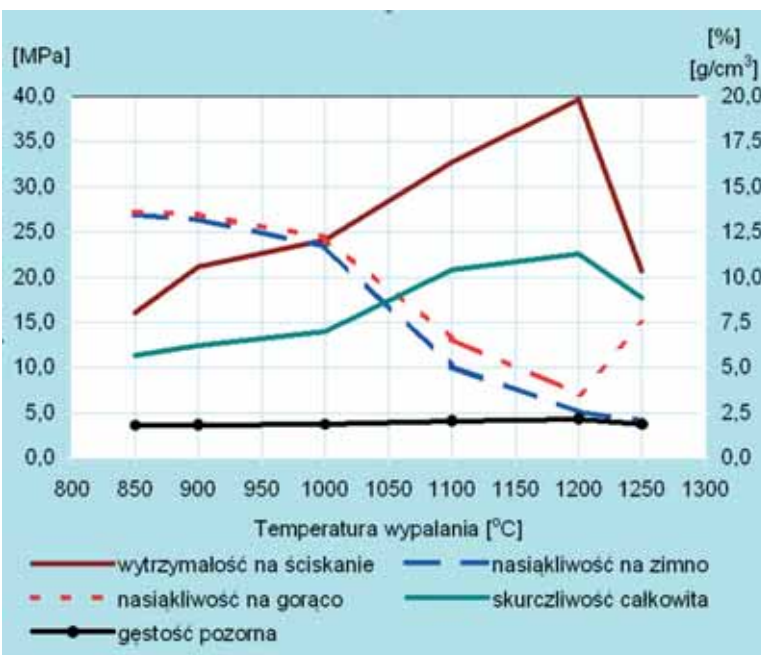
Rys. 6. Projekcja składu ziarnowego czerwonych iltów triasowych z niektórych złóż północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich [5] na diagramie Winklera [16] stosowanym dla surowców ilastych ceramiki budowlanej: A – Chełsty, B – Szku- cin, C – Pałęgi

wśród zwięzłych piaszczowców, przy czym zasadnicze znaczenie mają miększe pokłady V i VI, częściowo dostępne do eksploatacji odkrywkowej. Przeważnie są zabarwione na czerwono, choć obecne są także odmiany o innym zabarwieniu (białe, żółte, różowe i zielone). ły ze złoża Baranów jako główne składniki mineralne zawierają illit, kaolinit i smektyt (względnie minerały miesza- nopakietowe illit/smektyt) oraz kwarc, a wśród minerałów nieilastych – zmienne ilości hematytu i plagioklazów [7, 14]. Zawartość CaO w ily czerwonym ze złoża Baranów zwykle mieści się w przedziale 0,3-0,8% mas., co pozwala na zaliczenie tej kopaliny do iltów bezwapiennych. ły Baranów jest dość drobnoziarnisty (mediana ok. 3  $\mu\text{m}$ , udział frakcji 2-50  $\mu\text{m}$  ok. 60%, a frakcji <math>< 2 \mu\text{m}</math> 35-40%).

Surowiec ilasty ze złoża Baranów wykazuje - w zależności od odmiany - duże zróżnicowanie parametrów technologicznych. Znane są odmiany od nisko do wysoko plastycznych (woda zarobowa 22-31%, skurczliwość suszenia 4-7%). Najczęściej wytwarza się z nich wyroby ceramiczne o czerupie spieczonym, przy czym proces spiekania w zależności od odmiany rozpoczyna się w przedziale temperatur 1040-1150°C [14].

### Kopalnia Chełsty (Glinkop/OPOCZNO S.A.)

Kopalnia Chełsty znajduje się koło wsi Chełsty niedaleko Żarnowa, ok. 25 km na SW od Opoczna (rys. 1). Zasoby bilansowe złoża wynoszą 9114 tys.  $\text{m}^3$ , a zasoby przemysłowe 7730 tys.  $\text{m}^3$  (wg stanu na 2005 r.). Zabezpiecza to działalność kopalni odkrywkowej (fot. 1), która została uruchomiona w 1993 r., zapewne na ponad 100 lat. Firma Glinkop Sp. z o.o. dostarcza surowiec ilasty w stanie naturalnym, w formie brył o wilgotności do 16%. Wielkość produkcji waha się w przedziale 15-30 tys.



Rys. 5. Zmiany podstawowych ceramicznych parametrów technologicznych w zależności od temperatury wypalania czerwonego iltu triasowego pobranego w stropowej części złoża Szku- cin [13]

jest w tym rejonie od ok. 1890 r. Obecnie ZWK Marywil S.A. pozyskuje surowiec ilasty w stanie naturalnym, używając go głównie dla potrzeb własnych do produkcji szerokiego sortymentu wyrobów kamionkowych w zakładzie w Suchedniowie. Wielkość produkcji surowca ilastego wahała się w ostatnich latach w przedziale 5-15 tys.  $\text{m}^3/\text{r}$ .

W złożu Baranów występują utwory wieku dolnotriasowego (ret), tworząc 6 pokładów o miąższości 2,5-12 m

m<sup>3</sup>/r. Użytkowany on jest przede wszystkim do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej, ale także płytek ceramicznych o czerepie barwnym, głównie w zakładach „Opoczno” S.A.

W złożu Chełsty występują utwory wieku górnotriasowego (kajper), głównie ility i iłowce barwy czerwono-brunatnej z wkładkami i soczewkami mułków i mułowców barwy zielonoszarej oraz drobnoziarnistych, szarych piaskowców. Miąższość utworów złożowych jest zmienna (2-10 m), przy stosunkowo dużym nadkładzie utworów czwartorzędowych (od 3 m, nawet do kilkunastu m) [15].

Iły ze złoża Chełsty jako główny składnik ilasty zawierają illit i smektyt (względnie minerały mieszanopakietowe illit/smektyt) przy podrzędnej zawartości kaolinitu i chlorytu, a z minerałów nieilastych – głównie kwarc, także miki, hematyt, plagioklasy i niekiedy kalcyt. Ten ostatni występuje w niektórych partiach złoża w podwyższonej koncentracji w formie ziaren węglanowych barwy jasnoszarej i jasnobrunatnej. Skład chemiczny próbek iltu ze złoża Chełsty wskazuje, że zawartość CaO na ogół nie przekracza 1% (0,2-0,8 % mas.), co pozwala na zaliczenie tej kopaliny do iltów bezwapiennych. Analiza granulometryczna kilku próbek iltu Chełsty pochodzących z początkowej fazy eksploatacji i projekcja uzyskanych wyników na diagramie Winklera (rys. 6) wskazuje na pewne zróżnicowanie składu ziarnowego, ale także potwierdza jego przydatność do produkcji cienkościennych wyrobów ceramiki budowlanej [5].

Badania parametrów technologicznych surowca wskazują, że jest to surowiec plastyczny (woda zarobowa 23,6%, wytrzymałość na zginanie po wysuszeniu 2,55 MPa, skurczliwość suszenia 5,2%). Można z niego otrzymać w procesie wypalania metodą tradycyjną tworzywo porowate (o nasiąkliwości  $N_z > 6\%$ ) w interwale temperatur 900-1020°C oraz spieczone ( $N_z < 6\%$ ) w zakresie 1020-1150°C. Badania produktów wypalania metodą szybkościową wykazały częściowe tylko spieczenie iltu ( $N_z = 8,7\%$  w 1100°C) [5, 17].

### **Kopalnie Pałęgi i Gościeńiec (Geol-Min Kielce)**

Kopalnia Pałęgi znajduje się na terenie wsi Pałęgi i Grzymałków, ok. 8 km na W od Mniowa (rys. 1). Zasoby bilansowe złoża wynoszą 2567 tys. m<sup>3</sup>, a zasoby przemysłowe 2255 tys. m<sup>3</sup> (wg stanu na 2005 r.). Zabezpiecza to działalność kopalni odkrywkowej (fot. 2), która została uruchomiona w 2001 r., na okres kilkudziesięciu lat. Firma Geol-Min Sp. z o.o. dostarcza surowiec ilasty w stanie naturalnym, w formie brył o wilgotności do 14%. Wielkość produkcji waha się w przedziale 20-60 tys. m<sup>3</sup>/r. Użytkowany on jest głównie do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej (zwłaszcza dachówki i cegły elewacyjnej) oraz wyrobów klinkierowych, ale także płytek ceramicznych o czerepie barwnym (np. w zakładach „Ceramika Paradyż”).

W złożu Pałęgi występują utwory wieku dolnotriasowego, głównie iłowce pylaste i mułowce barwy wiśniowoczerwonej do ciemnobrązowej z wkładkami i soczewkami iłowców i mułowców żółto- i szarozielonych oraz lokalnymi przerostami mułowców piaszczystych oraz drobnoziarnistych piaskowców. Średnia miąższość utworów złożowych wynosi



Fot. 1. Kopalnia Chełsty (stan z kwietnia 2006 r.)



Fot. 2. Kopalnia Pałęgi (stan z września 2006 r.)

ok. 16 m, przy grubości nadkładu utworów czwartorzędowych 0,5-5,4 m (śr. 2 m) [18].

Iły ze złoża Pałęgi zawierają: illit, minerały mieszanopakietowe illit/smektyt i chloryt/smektyt, przy niewielkiej zawartości kaolinitu (do 10%), a wśród minerałów nieilastych – głównie kwarc, także hematyt, plagioklasy (w zmiennej ilości) i – niekiedy – śladową ilość kalcytu [7]. Skład chemiczny próbek iltu ze złoża Pałęgi wskazuje, że udział CaO nie przekracza 1% (na ogół 0,3-0,5 % mas.), co pozwala na zaliczenie tej kopaliny do iltów bezwapiennych. Ił Pałęgi jest bardziej gruboziarnisty niż surowce z sąsiednich złóż (mediana 6-9 μm, udział frakcji mułkowej 2-50 μm 50-60% mas.), ale projekcja uzyskanych wyników analizy granulometrycznej na diagramie Winklera (rys. 6) wskazuje na jego przydatność do produkcji cienkościennych wyrobów ceramiki budowlanej.

Badania parametrów technologicznych surowca wskazują, że jest to surowiec plastyczny (woda zarobowa śr. 22,5%, skurczliwość suszenia śr. 6,8%). Można z niego otrzymać w procesie tradycyjnego wypalania tworzywo porowate (nasiąkliwość  $N_z > 6\%$ ) w interwale temperatur 950-1050°C, zaś spieczone ( $N_z < 6\%$ ) w zakresie 1050-1200°C [5].

Kopalnia Gościnięc znajduje się na terenie wsi Pałęgi i Grzymałków, ok. 1 km na W od kopalni Pałęgi (Rys. 1). Zasoby bilansowe złoża wynoszą 3882 tys. m<sup>3</sup>, a zasoby przemysłowe – przewidziane do eksploatacji w pierwszym etapie - 721 tys. m<sup>3</sup> (wg stanu na 2005 r.). Firma Geol-Min Sp. z o.o. w Kielcach eksploatację złoża rozpoczęła we wrześniu 2006 r., zaś wyższy poziom wydobywania powinien zostać osiągnięty w 2008 r. Przewiduje się, że surowiec ilasty ze złoża Gościnięc będzie użytkowany głównie do produkcji dachówek ceramicznych, wyrobów klinkierowych, płytek ceramicznych o czerepie barwnym, a także wyrobów garncarskich i ceramiki artystycznej.

Rodzaj kopaliny występującej w złożu Gościnięc jest praktycznie analogiczny z sąsiednim złożem Pałęgi. Miąższość utworów złożowych jest zmienna: 2,0-21,9 m, średnio 18,7 m, przy grubości nadkładu utworów czwartorzędowych 0,6-5,0 m (średnio 1,7 m) [19].

Iły ze złoża Gościnięc jako główny składnik mineralny zawierają illit, minerały mieszanopakietowe illit/smektyt i chloryt/smektyt, przy mniejszej zawartości kaolinitu, a wśród minerałów nieilastych – przede wszystkim kwarc i hematyt. Zawartość CaO w kopalinie ze złoża Gościnięc wynosi 0,3-0,5% mas., co pozwala na zaliczenie tej kopaliny do iłów bezwapiennych. Ił Gościnięc jest zdecydowanie bardziej drobnociarnisty w porównaniu z surowcem z sąsiedniego złoża Pałęgi (mediana 4,5 μm, udział frakcji 2-10 μm: 43%, zaś frakcji <2 μm: 31%).

Badania parametrów technologicznych surowca wskazują, że jest to surowiec plastyczny (woda zarobowa średnio 20,9%, skurczliwość suszenia średnio 6,9%). Można z niego otrzymać w procesie tradycyjnego wypalania tworzywo porowate (nasiąkliwość N<sub>z</sub> >6%) w interwale temperatur 950-1050°C, i spieczone (N<sub>z</sub> <6%) w zakresie 1050-1200°C, przy czym optymalne spieczenie ma miejsce w temperaturze 1100°C [20].

### **Kopalnia Kozów (RuppCeramika/Lafarge Dachy)**

Kopalnia Kozów znajduje się na terenie wsi Kozów, ok. 6 km na E od Radoszyc (rys. 1). Zasoby bilansowe złoża wynoszą 3628 tys. m<sup>3</sup>, a zasoby przemysłowe 1238 tys. m<sup>3</sup> (wg stanu na 2005 r.). Zabezpiecza to działalność kopalni odkrywkowej (fot. 3), która została uruchomiona w 2004 r., na okres co najmniej dwudziestu lat. Firma Lafarge Dachy Sp. z o.o. pozyskuje surowiec ilasty w stanie naturalnym, użytkując go głównie dla potrzeb własnych, tj. do produkcji dachówek ceramicznych w zakładzie w Skrzyńsku koło Przysuchy (d. RuppCeramika). Wielkość wydobywania osiągnęła w 2005 r. bardzo wysoki poziom 63 tys. m<sup>3</sup>.

W złożu Kozów występują triasowe iłowce i mułowce barwy wiśniowoczerwonej do ciemnobrązowej z wkładkami iłowców i mułowców szarozielonych. Średnia miąższość utworów złożowych wynosi ok. 10 m, przy grubości nadkładu utworów czwartorzędowych do 2 m. Surowiec ilasty ze złoża Kozów - jako główne składniki mineralne – zawiera illit i minerały mieszanopakietowe illit/smektyt oraz kwarc, przy podrzędnych zawartościach kaolinitu i innych minerałów mieszanopakietowych, a wśród minerałów nieilastych – hematytu. Skład chemiczny próbek iłu ze złoża Kozów wskazuje, że zawartość CaO przeciętnie wynosi ok. 0,3% mas., co



Fot. 3. Kopalnia Kozów (stan z września 2006 r.)

pozwala na zaliczenie tej kopaliny do iłów bezwapiennych. Ił Kozów jest zdecydowanie bardziej drobnociarnisty niż surowce z innych złóż tego regionu (mediana 1-3 μm, udział frakcji mułkowej 2-50 μm: 35-55% mas., zaś frakcji ilastej <2 μm: 45-62%) [7].

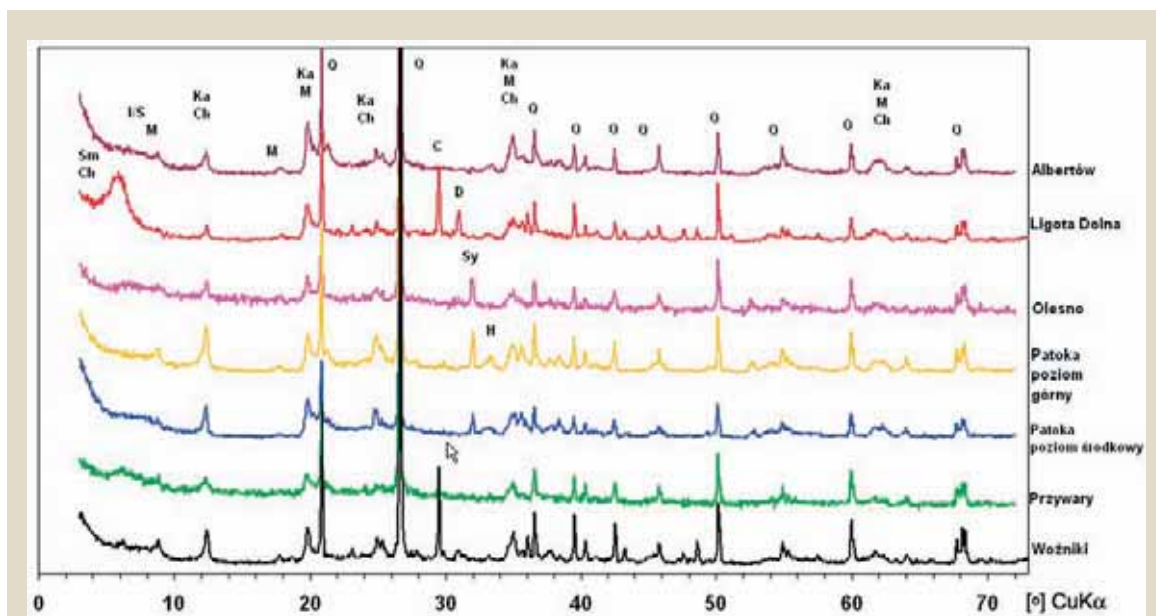
Badania parametrów technologicznych surowca wskazują, że jest to surowiec plastyczny (woda zarobowa ok. 23%, skurczliwość suszenia ok. 5,7%). W procesie tradycyjnego wypalania można z niego otrzymać tworzywo porowate w interwale 950-1000°C, zaś w temperaturze ok. 1050°C następuje wyraźne spieczenie tworzywa [21].

### **Kopalnia Szkucin (Ceradbud)**

Kopalnia Szkucin znajduje się na terenie wsi Szkucin, ok. 8 km na NW od Radoszyc (Rys. 1). Zasoby bilansowe wynoszą 535 tys. m<sup>3</sup>, a zasoby przemysłowe 351 tys. m<sup>3</sup> (wg stanu na 2005 r.). Powinno to wystarczyć na działalność kopalni odkrywkowej, która została uruchomiona w 2001 r., przez ponad 20 lat. Firma Ceradbud dostarcza surowiec ilasty w stanie naturalnym (bryły) lub mielonej. Wielkość produkcji nie przekracza 10 tys. m<sup>3</sup>/r. Użytkowany on jest głównie do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej i wyrobów klinkierowych, ale także do płytek ceramicznych o czerepie barwnym.

W złożu Szkucin występują utwory wieku górnotriasowego, głównie iły, iłowce i mułowce barwy czerwonobrunatnej z soczewkami mułowców barwy szarozielonej. Średnia miąższość utworów złożowych wynosi ok. 8 m, przy nadkładzie utworów czwartorzędowych nie przekraczającym 1 m [5].

Iły ze złoża Szkucin jako główny składnik mineralny zawierają: illit, minerały mieszanopakietowe illit/smektyt i chloryt/smektyt, przy podrzędnych zawartościach kaolinitu i chlorytu, a wśród minerałów nieilastych – głównie kwarc, a także hematyt, plagioklasy (czasem w podwyższonej ilości) i – niekiedy – kalcyt [7]. Skład chemiczny próbek iłu ze złoża Szkucin wskazuje, że zawartość CaO nie przekracza 1% (0,3-0,8 % mas.), co pozwala na zaliczenie tej kopaliny do iłów bezwapiennych. Analiza granulometryczna iłu Szkucin świadczy o jego stosunkowo drobnociarnistym charakterze (mediana ok. 6 μm), a projekcja uzyskanych wyników na diagramie Winklera (Rys. 6) wskazuje na



Rys. 7. Dyfraktogramy rentgenowskie czerwonych iłów triasowych monokliny śląsko-krakowskiej  
Oznaczenia: C – kalcyt, Ch – chloryt, D – dolomit, H – hematyt, I/S – minerał mieszanopakietowy illit/smektyt, Ka – kaolinit, M – illit, mika (hydromika), Q – kwarc, Sy – syderyt

przydatność tego surowca do produkcji cienkościennych wyrobów ceramiki budowlanej [5].

Parametry technologiczne łu ze Szkucina są typowe dla surowca plastycznego (woda zarobowa powyżej 20%, skurczliwość suszenia ok. 6,5%). W procesie wypalania metodą tradycyjną można z niego otrzymać tworzywo porowate (o nasiąkliwości  $N_z > 6\%$ ) w interwale temperatur 850-1090°C (rys. 5), zaś spieczone ( $N_z < 6\%$ ) w zakresie 1090-1200°C [13].

### Iły triasowe monokliny śląsko-krakowskiej (rejon Tarnowskie Góry-Kępno)

Utwory górnego triasu na obszarze od Tarnowskich Gór do Kępna to utwory zarówno kajpru, jak i retyku, które łącznie tworzą w północnej części omawianego obszaru potężny ponad 800-metrowy kompleks osadów, głównie ilastych, który stopniowo ulega redukcji ku południowi, do niespełna 100 metrów [8]. Odmiany iłów o barwie czerwono-brunatnej, wiśniowo-brunatnej, rzadziej pstrych, oliwkowych czy szarzielonych, dominują w osadach retyku, a także w górnej części kajpru górnego. Czerwone iły górnotriasowe na obszarze Tarnowskie Góry-Kępno były eksploatowane od wielu lat w kilkunastu miejscach (rys. 2), zwykle na niewielką skalę, będąc surowcem do produkcji cegły budowlanej o interesujących parametrach jakościowych. Z reguły były one wykorzystywane na potrzeby pobliskich niewielkich, przestarzałych cegielni. Spośród ponad 10 złóż tych iłów eksploatowanych w omawianym regionie ponad 20 lat temu, obecnie eksploatowane jest tylko jedno (Patoka), a w pozostałych eksploatacja została zakończona (Tab. 1), przy czym w niektórych całkiem niedawno (np. złoża Jeżowa/Przywary, Olesno, Woźniki). Znaczący poziom eksploatacji i wykorzystania tego typu iłów na obszarze Tarnowskie Góry-Kępno ma od wielu lat miejsce tylko w kopalni Patoka w Panoszowie, którą eksploatuje obecnie firma CRH Klinkier Patoka.

Pod względem składu mineralnego omawiana grupa surowców ma charakter wysoce polimineralny. Głównymi minerałami ilastymi, występującymi w zróżnicowanych proporcjach, są illit i kaolinit. Niekiedy występuje także Ca, Mg-smektyt (np. Ligota Dolna) oraz minerały mieszanopakietowe illit/smektyt (Olesno, Przywary). Główne minerały nieilaste to kwarc, a także występujące w zmiennych ilościach hematyt i kalcyt, oraz -niekiedy - dolomit i syderyt (Rys. 7).

Wśród czerwonych iłów triasowych spotyka się odmiany bezwapienne – bardziej cenione w przemyśle ceramicznym – oraz odmiany wapniste. Wśród utworów górnotriasowych częstsze są odmiany wapniste, co wiąże się z ich morską genezą. Na omawianym terenie zaznacza się w tym zakresie duże zróżnicowanie: od odmian wybitnie wapnistych (Ligota Dolna) poprzez wapniste (np. Woźniki) po bezwapienne (Patoka, Przywary<sup>2</sup>, Olesno, Gołkowice). Bezwapnienny charakter tych iłów umożliwia ich zastosowanie nie tylko jako surowca do produkcji wyrobów porowatych (cegła budowlana, pustaki ceramiczne), lecz także do wytwarzania wyrobów o czerepie spieczonym (wyroby klinkierowe), a potencjalnie też płytek ceramicznych (w tym typu *gres porcellanato*), co ma miejsce w przypadku kopaliny z Patoki [6]. W ostatnich latach zwrócono uwagę na możliwość pozyskiwania nanocząstek ilastych z wapnistych iłów tego obszaru [22], które zyskują coraz większe znaczenie jako składniki kompozytów organiczno-mineralnych.

Górnotriasowe iły z monokliny śląsko-krakowskiej są z reguły znacznie bardziej drobnoziarniste (Rys. 4), a tym samym bardziej plastyczne w porównaniu z iłami triasowymi z północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Mediana uziarnienia wynosi w ich przypadku zwykle 1-2  $\mu\text{m}$ , a zawartość frakcji  $< 2 \mu\text{m}$ : 50-60%. Wyjątkiem jest ił z Ligoty Dolnej o wartości mediany sięgającej 8  $\mu\text{m}$ , co może być jednak związane z podwyższonym udziałem kalcytu, który

<sup>2</sup> W niektórych partiach złoża kopalina ma jednak charakter wapnisty.

zapewne spaja ziarna minerałów ilastych w większe agregaty [6].

### **Kopalnia Patoka (CRH Klinkier Cegielnia Patoka)**

Kopalnia Patoka znajduje się koło wsi Panoszków ok. 15 km na północ od Lublińca (Rys. 2). Zasoby bilansowe i zarazem przemysłowe złoża wynoszą 4715 tys. m<sup>3</sup> (wg stanu na 2005 r.). Eksploatacja surowców ilastych z rejonu Patoki prowadzona jest od ok. 120 lat. Dostępne zasoby zabezpieczają działalność kopalni odkrywkowej (Fot. 4) zapewne na dalsze kilkadziesiąt lat. Firma CRH Klinkier – Cegielnia Patoka użytkuje pozyskiwany w kopalni surowiec ilasty głównie dla potrzeb własnych – do produkcji wyrobów klinkierowych i cegieł elewacyjnych. Surowiec jest także sprzedawany producentom dachówek i płytek ceramicznych. Produkcja jest duża i w ostatnich latach waha się w przedziale 50-70 tys. m<sup>3</sup>/r.

W złożu Patoka występują ponad 10 metrowa warstwa iłów wiśniowo- i czerwono-brunatnych, rzadziej szarozielonych, bezwapiennych, zawierających znikomo małą ilość substancji organicznej, które przechodzą ku spągowi w ily pstre z cienkimi przewarstwieniami piaskowców, a następnie w bezwapienne, szare ily mułkowe. Nadkład utworów czwartorzędowych zwykle nie przekracza 2 m. W kopalni wyróżnia się górny (tzw. *wierchowy*) poziom nieco jaśniejszych, czerwonych iłów, poniżej którego zalega środkowy poziom iłów ciemnoczerwonych (tzw. *poziom iłów twardych*).

Iły ze złoża Patoka jako główny składnik mineralny zawierają: kaolinit i illit przy niewielkim udziale minerałów mieszanopakietowych illit/smektyt. Minerale nieilaste reprezentowane są przede wszystkim przez kwarc, któremu towarzyszy hematyt i syderyt (Rys. 7). W surowcu nie stwierdzono natomiast obecności kalcytu. Skład chemiczny próbek iltu ze złoża Patoka wskazuje, że zawartość CaO wynosi 0,2-0,4% mas., co pozwala na zaliczenie tej kopaliny do iłów bezwapiennych. Zwraca uwagę wysoce żelazisty charakter większości iłów ze złoża Patoka (niekiedy nawet powyżej 12% mas. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) oraz wysoka zawartość MnO. Obecność tak znacznych ilości tych składników przyczynia się do otrzymywania po wypaleniu tworzywa ceramicznego o intensywnej czerwono-brązowej barwie. Umożliwia to też wytwarzanie pigmentów ilastych z kopaliny z Patoki [23].

Ił z Patoki jest drobnoziarnisty (mediana 0,5-1,7 μm, udział frakcji 2-10 μm 35-55% mas., a frakcji ilastej <2 μm 53-71%). Biorąc pod uwagę wymagania przemysłu ceramiki budowlanej, pozwala to zaliczyć ten ił – zgodnie z diagramem Winklera [16] – do surowców przydatnych do produkcji dachówki i pustaków ceramicznych cienkościennych.

Przeprowadzone badania technologiczne iltu ze złoża Patoka [24, 25] wskazują, że - w zależności od próbki - jest to surowiec plastyczny i wysoko plastyczny, wykazujący skurczliwość suszenia 9-13% i wartość wody zarobowej 25-35%, przy wytrzymałości na zginanie po wysuszeniu od 4,7 MPa do nawet 9,1 MPa. Ił ten ulega silnemu spieczeniu, począwszy od 1050°C, a w interwale 1150-1200°C osiąga minimalne wartości nasiąkliwości 0,2-0,3%, przy skurczliwości całkowitej w temperaturze 1150°C wynoszącej



Fot. 4. Kopalnia Patoka (stan z października 2005 r.)

14,5-18,7%. Powyżej 1200°C tworzywo ulega pewnemu spęczeniu, co przejawia się m.in. we wzroście nasiąkliwości nawet do 6% w 1250°C. Podane wyżej właściwości sprawiają, że ił z Patoki jest przydatny do produkcji wyrobów klinkierowych i kamionkowych, dachówek ceramicznych, a także licznych odmian barwnych płytek ceramicznych o czerepie spieczonym.

### **Podsumowanie**

Głównym aktualnie regionem pozyskiwania czerwonych iłów ceramicznych w Polsce jest północne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich. Występujące tam ily triasowe mają charakter bezwapienny, podczas gdy na monoklinie śląsko-krakowskiej spotyka się odmiany zarówno bezwapienne, jak i wapienne. Eksploatacja tych kopalni w pierwszym regionie intensywnie rozwija się w ostatnich latach, co spowodowane jest m.in. dobrą jakością surowca, a także bliskim sąsiedztwem licznych zakładów ceramicznych będących ich użytkownikami. W przeciwieństwie do tego, wydobycie omawianych surowców ilastych na monoklinie śląsko-krakowskiej – za wyjątkiem pozyskującej wysokiej jakości surowiec kopalni Patoka – praktycznie zanikło w ostatnich latach. Związane to było z likwidacją licznych, działających na tym terenie, przestarzałych cegieli.

*Praca została wykonana w ramach projektu badawczego nr 3 T08D 04227, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Została ona przedstawiona w formie wykładu na konferencji „4<sup>th</sup> Operators Conference of the Polish Ceramic Industry” (Kraków, 4-5.05.2006).*

### **Literatura**

- [1] Galos K., Wyszomirski P. – Surowce ilaste krajowego przemysłu ceramiki szlachetnej i technicznej. Część I. Krajowe surowce ilaste biało i jasno wypalające się. *Mat. Ceram.* 58, 2 (2006), 58-63.
- [2] Galos K., Wyszomirski P. – Surowce ilaste krajowego przemysłu ceramiki szlachetnej i technicznej. Część II. Importowane



- surowce ilaste biało wypalające się. *Mat. Ceram.* 58, 3 (2006), 87-95.
- [3] Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata 2000-2004. Praca zbiorowa pod redakcją R. Neya i T. Smakowskiego. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków (2006), 1050.
- [4] Lewicka E., Galos K. – Gospodarka iłami ceramicznymi w Polsce. W: Surowce mineralne Polski. Surowce skalne. Surowce ilaste, 341-369. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków (2004).
- [5] Wyszomirski P. – Czerwone ily triasowe i ich aktualne znaczenie w polskim przemyśle ceramicznym. *Ceramika – Ceramics*, 81 (2003), 66-77.
- [6] Wyszomirski P., Galos K. – Czerwone ily triasowe rejonu Tarnowskie Góry-Kępno w aspekcie przydatności dla polskiego przemysłu ceramicznego. *Gosp. Sur. Min.*, 21, 1 Spec. (2005), 149-166.
- [7] Wyszomirski P., Muszyński M. – Charakterystyka mineralogiczno-surowcowa przerostów i wtrąceń w czerwonych kopalinach ilastych triasu północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Gosp. Sur. Min.*, 23, 1 (2007), 5-28.
- [8] Kozydra Z., Wyrwicki R. – Wstępne badania iłów górnotriasowych jako surowców ceramicznych. *Biuletyn IG nr 299* (1977), 149-192.
- [9] Bilans Zasobów kopalin i Wód Podziemnych wg stanu na 31.12.2005 r. pod red. St. Przeniosły. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa (2006), 448.
- [10] de la Torre J., Lores M.T., Bastida J., Monton J.B. – Oxidation of organic matter in powdered clays at temperatures lower than dehydroxylation temperature of clay minerals. *Brit. Ceram. Trans.* 95, 5 (1996), 194-198.
- [11] Picard M. D. – Classification of fine-grained sedimentary rocks. *J. Sed.-Petrol.* 41, 1 (1971), 179-195.
- [12] Ryka W., Maliszewska A. – Słownik petrograficzny. Wyd. Geol., Warszawa (1991).
- [13] Wyszomirski P., Zawrzykraj W. – Wstępna charakterystyka ilitu ze złoża Szkucin jako surowca ceramicznego. *Ceramika – Ceramics*, 66 (2001), 266-272.
- [14] Wyrwicki R., Szamałek K. – Litologia i własności surowcowe baranowskich glin kamionkowych. *Kwart. Geol.* 30, 3-4 (1986), 533-558.
- [15] Galata A. – Dokumentacja geologiczna złoża iłów ceramicznych Chelsty. Centralne Archiwum Geologiczne, Warszawa (1991).
- [16] Winkler H.G.F. – Bedeutung der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes von Tonen für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse. *Ber. Dt. Keram. Ges.* 31 (1954), 337-343.
- [17] Partyka J. – Przemiany fizykochemiczne zachodzące podczas szybkościowego wypalania gliny „Chelsty”. *Ceramika – Ceramics*, 60 (2000), 417-422.
- [18] Szajn J., Piskorz S., Bujak S. - Dokumentacja geologiczna złoża iłowców i mułowców triasowych „Pałęgi”. Centralne Archiwum Geologiczne, Warszawa (2003).
- [19] Stoński A., Wieczorek D., Bujak S., Dąbrowski R. - Dokumentacja geologiczna złoża iłowców i mułowców triasowych „Gościńiec”. Centralne Archiwum Geologiczne, Warszawa (2004).
- [20] Wyszomirski P., Galos K., Szajn J., Piskorz S. – Gościńiec – nowe złożo iłowców dla przemysłu ceramicznego. *Ceramika – Ceramics*, 96 (2006), 617-625.
- [21] Wyszomirski P. [red.] – Charakterystyka surowcowa ilitu triasowego ze złoża Kozów (woj. świętokrzyskie). *Stowarzyszenie Naukowe im. St. Staszica* (2005) (maszynopis).
- [22] Kielski A., Wodnicka T., Wyszomirski P., Wójcik Ł. – Ił wapnisty z Woźnik źródłem nanocząstek ilastych po jego aktywacji kwasowej. *Mat. Ceram.* 59, 1 (2007), 26-31.
- [23] Pytliński A., Wyszomirski P. – Pigmenty ilaste z krajowych iłowców żelazistych. *Ceramika – Ceramics*, 96 (2006), 451-458.
- [24] Wójczyk M., Pomadowski H., Gajek M. – Badanie właściwości gliny Patoka I, II i III. *Katedra Technologii Ceramiki AGH Kraków* (2004) (materiały niepublikowane).
- [25] Wyszomirski P. [red.] – Charakterystyka czerwonego ilitu triasowego z Patoki (woj. śląskie) jako surowca ceramicznego. *Stowarzyszenie Naukowe im. St. Staszica* (2007) (maszynopis).