

Iwona JONCZY  
Politechnika Śląska, Gliwice

## UWAGI O CHARAKTERYSTYCE PETROGRAFICZNEJ PIASKOWCÓW GODULSKICH ZE ZŁÓŻ W BRENNEJ

**Streszczenie.** Charakterystyka petrograficzna objęła piaskowce ze złóż w Brennej, reprezentujące poziom środkowy warstw godulskich. Do badań pobrano próbki z nowo odsłoniętych partii złóż w kamieniołomach "Głębiec" i "Tokarzędwka", a także z nieczynnego wyrobiska "Jatny". Wyniki przeprowadzonych analiz świadczą o znacznym zróżnicowaniu osadów, a także o wysokich parametrach technicznych wszystkich odmian badanych piaskowców godulskich.

## REMARKS ON PETROGRAPHIC CHARACTERIZATION OF THE GODULA SANDSTONES FROM DEPOSITS IN BRENNA

**Summary.** Petrographic characterization embraced the sandstones from the deposits in Brenna, representing middle level of the Godula beds. The samples for research were taken from newly exposed parts of the deposits in the "Głębiec" and "Tokarzędwka" quarries, and from inactive quarry "Jatny". Results of analyses revealed strong differentiation of composition and proved that all types of the Godula sandstones are of high taking into consideration technical parameters.

### 1. Wstęp

Warstwy godulskie występujące w Beskidzie Śląskim stanowią element tektoniczny płaszczowiny śląskiej i osiagają ponad 2000 m miąższości, a w Beskidzie Morawsko-Śląskim miąższość ich przekracza nawet 3000 m. Dzielą się na trzy poziomy: dolny, środkowy i górny, reprezentowane przez piaskowce o zróżnicowanych cechach litologicznych. W Brennej złoża piaskowców należą do poziomu środkowego warstw godulskich [1,2].

Piaskowce godulskie były tematem licznych opracowań geologicznych oraz petrograficznych [2]. Zainteresowanie budziła ich znaczna zmienność litologiczna, a także możliwości wykorzystania. Sedymentacja piaskowców godulskich rozpoczęła się w turonie, a zakończyła w dolnym senonie [5]. Są to piaskowce o wysokich walorach dekoracyjnych oraz parametrach technologicznych [2,4]. Szczególnie interesujące są skały, tworzące złoża w okolicy Brennej. W czasie obserwacji makroskopowych nowych partii złóż, odsłoniętych robotami górnictwa, dostrzeżono ich znaczne zróżnicowanie litologiczne. Podjęto więc badania, których celem była charakterystyka petrograficzna i technologiczna piaskowców występujących w złożach "Głębiec", "Tokarzędwka" oraz "Jatny" i tym samym poszerzenie wiadomości o budowie i procesach geologicznych tej serii skalnej.

## 2. Badania terenowe

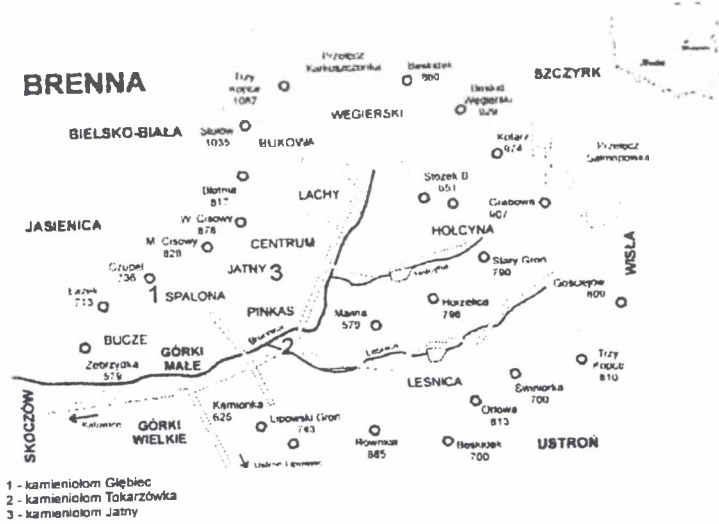
Celem przeprowadzenia badań petrograficznych pobrano 16 próbek piaskowca z kamieniołomów zlokalizowanych na terenie gminy Brenna (rys. 1), w tym 10 próbek reprezentowało kamieniołom "Głębiec", 4 – kamieniołom "Tokarzędwka", pozostałe dwie – wyrobisko "Jatny". Przy wyborze w kamieniołomach miejsc opróbowania kierowano się zmiennością litologiczną piaskowców – zróżnicowaniem ich barwy oraz struktury (tab. 1).

Tabela 1

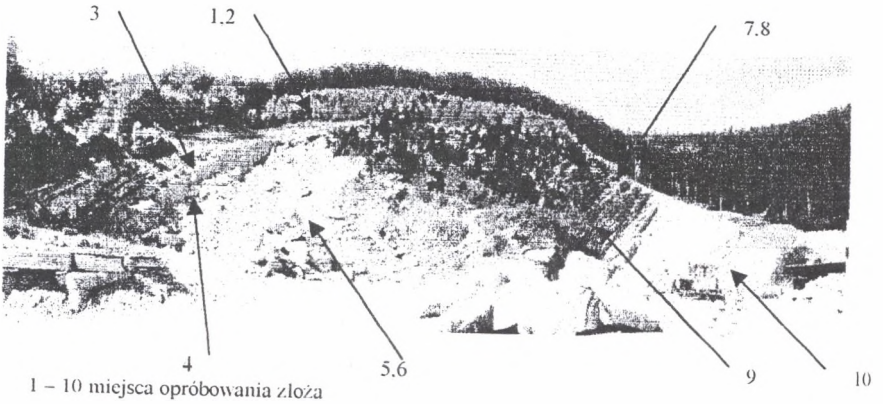
Miejsca opróbowania

Nazwa kamieniołomu	Numer próbki	Miejsce pobrania próbek	Miąższość ławicy [m]	Barwa piaskowca
Głębiec	1	spąg	1,5	brązowo-szara, miejscami ciemnoszara
	2	strop		ciemnoszara
	3	spąg	4,0	zielono-szara
	4	strop		zielono-szara
	5	spąg	2,5	szara z zielonym odcieniem
	6	strop		szara z brązowymi nalotami
	7	spąg	1,5	niebiesko-szara
	8	strop		niebiesko-szara
	9	część centralna	1,0	szara z niebieskim odcieniem
Tokarzędwka	11	spąg	3,0	zielono-szara
	12	strop		zielono-szara
	13	spąg	1,5	szara
	14	strop		szara z zielonym odcieniem
Jatny	15	spąg	2,0	szaro-zielona
	16	strop		szara z brązowo-żółtymi nalotami

Uwaga: Próbkę nr 10 została pobrana z szaro-niebieskiej, wapienno-ilastej konkretacji o średnicy około 1 m



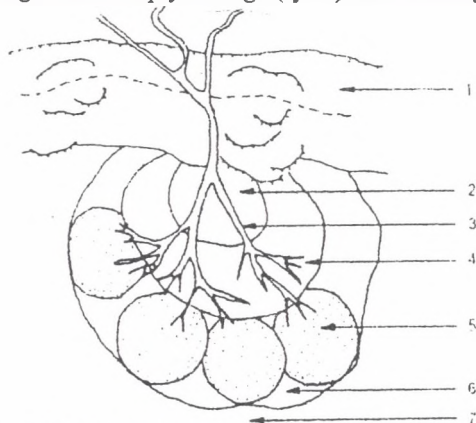
Rys. 1. Mapa okolic Brennej  
 Fig. 1. Map of Brenna



Fot. 1. Kamieniołom Głębiec  
 Fot. 1. Quarry Głębiec

Kamieniołom "Głębiec" położony jest na północny-zachód od Brennej, na południowym zboczu góry Czupel (736 m n. p. m.). Jest to kamieniołom typu stokowego, usytuowany 250 m nad dnem doliny Brennicy, która przepływa u podnóża góry Czupel [2]. W ścianie

eksploatacyjnej odsłania się kompleks piaskowców przedzielonych pojedynczymi wkładkami łupków (fot.1). Pod względem wykształcenia litologicznego skały złoża "Głębiec" są znacznie zróżnicowane. W spągu, głównie w części zachodniej złoża, dominują piaskowce gruboławicowe; miąższość poszczególnych ławic dochodzi do 4 m. Są to piaskowce średnioziarniste o masywnej teksturze i zielono-szarej barwie. Powierzchnia skał często pokryta jest brązowymi nalotami (próbki nr 3-6). Znaczna miąższość ławic może świadczyć o depozycji osadów w strefie kanałowej lub w proksymalnych strefach lobów depozycyjnych głębokomorskiego stożka napływowego (rys.2). Jest to związane z depozycją bardzo dużej ilości materia-



Rys. 2. Model kopalnego głębokomorskiego stożka (Shanmugan & Miola 1988): 1 - skłon, 2 - stożek napływowy, 3 - kanał, 4 - stożek środkowy, 5 - lob depozycyjny, 6 - stożek zewnętrzny, 7 - równina basenowa

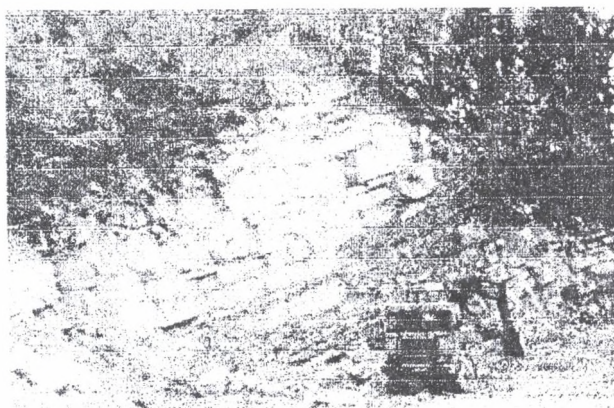
Fig. 2. Ancient submarine fan model (Shanmugan & Moila 1988): 1 - slope, 2 - upper fan, 3 - channel, 4 - middle fan, 5 - depositional-lobe, 6 - lower fan, 7 - basin plain

łu klastycznego o grubszym uziarnieniu. Według R. Kocoń [3] największe miąższości posiadają ławice o wykształceniu masywnym, powstałe w przypadku gwałtownej, masowej depozycji, charakterystycznej dla kanałów i lobów. W pozostałych subsrodowiskach ilość sedymentującego materiału zmniejsza się, a jego frakcja spada do drobnoziarnistej [3]. W efekcie tworzą się cienko- lub średnioławicowe piaskowce, tak jak to ma miejsce w przypadku piaskowców ze wschodniej, obecnie eksploatowanej części złoża "Głębiec". Tworzą one ławice, z

warstwowaniem o miąższości około 1 m i tylko sporadycznie dochodzącej do 2 m. Są to skały barwy szaro-niebieskiej, drobnoziarniste o bezładnej, masywnej teksturze (próbki nr 7-9). Powyższe cechy sugerują, że są to osady międzykanałowe i osady wachlarzy (rys. 2). Według R. Kocoń [3] przy pojawieniu się warstwowania grubość ławic znacznie maleje. Jest to związane z energią transportu materiału klastycznego, a także z subsrodowiskiem. Warstwowane, cienkoławicowe piaskowce ze wschodniej części złoża "Głębiec" powstały prawdopodobnie w wyniku transportu trakcyjnego przy obniżonej energii, co doprowadziło do sedymentacji osadu drobniejszego charakterystycznego dla osadów międzykanałowych lub wachlarzy stożkowych.

Wśród niebieskich piaskowców, w najdalej wysuniętej na wschód, spągowej części złoża zaobserwowano wapienno-ilastą konkrecję, kształtem zbliżoną do kuli. Konkrecja odznacza

się niebieskawą barwą i dużą zwięzłością. Struktura skały jest drobnoziarnista, miejscami widoczne są tylko owalne skupienia węglanowe (próbka nr 10). W stropowej części wyrobiska występują szaro-niebieskie piaskowce o miąższości około 1,5 m. Są to utwory różnoziarniste, wielkość ziarn materiału ziarnowego waha się w granicach od 0,2 do 2 mm. Tekstura skał jest zbita, miejscami porowata (próbki nr 1,2).



Fot. 2. Kamieniołom Tokarzędwka  
Fot. 2. Quarry Tokarzędwka

Kamieniołom "Tokarzędwka" (fot.2) znajduje się w dolinie potoku Leśnica, około 1 km od jego ujścia do Brennicy [2]. Wyrobisko położone jest na południowo-zachodnim stoku bezimiennego wzgórza, bezpośrednio przy drodze. Występują tu utwory drobno- i średnioziarniste o bezładnej, zbitej teksturze, zabarwione na szaro-zielony kolor - miejscami są silnie zwiertzałe, pokryte brązowo-żółtymi nalotami. Pod względem wykształcenia litologicznego przypominają zielone piaskowce z zachodniej części kamieniołomu "Głębiec".

Nieczynne wyrobisko "Jatny" usytuowane jest w dolinie potoku o tej samej nazwie, około 1 km od jego ujścia do Brennicy, na południowo-wschodnim stoku wzgórza Mały Cisowy (828 m n. p. m.). Występujące tu piaskowce to skały drobno- i średnioziarniste, barwy szaro-zielonej o bezładnej i zbitej teksturze. Pod względem litologicznym wykształcone są podobnie jak piaskowce z zachodniej partii złoża "Głębiec" oraz z kamieniołomu "Tokarzędwka".

### 3. Analiza mikroskopowa

Analiza mikroskopowa została wykonana dla wszystkich pobranych próbek piaskowców. Przeprowadzone badania wykazały, że piaskowce godulskie mają podobny jakościowo skład mineralny. Różnice pomiędzy piaskowcami pobranymi z różnych rejonów polegają przede wszystkim na zmiennych stosunkach ilościowych składników mineralnych tworzących szkielet ziarnowy, a także na zmianach charakteru spoiwa. Wśród składników materiału ziarnowego wyróżnić można: kwarc, ortoklaz, plagioklasy, łyszczyki, okruchy skalne oraz sporadycznie minerały ciężkie.

W szkielecie ziarnowym w przeważającej ilości występuje kwarc. Ziarna kwarcu są zróżnicowane pod względem wielkości; osobniki większe (0,4-1 mm) wykazują faliste ściemnianie światła, natomiast ziarna drobne o wielkości 0,01-0,4 mm charakteryzują się prostym wygaszaniem światła. Zmienny jest także stopień ich obtoczenia; obok form ostrokrawędzistych, występujących w przewodzie w niebieskich piaskowcach złoza "Głębiec", pojawiają się ziarna o zaokrąglonych brzegach dominujące w szkielecie ziarnowym piaskowców z pozostałych złóż. Wyjątek stanowi tylko próbka nr 10 ze złoza "Głębiec", gdyż charakteryzuje się obecnością osobników kwarcu o nierównych i postrzępionych brzegach wskazujących na daleko posuniętą korozję ziarn przez spoiwo węglanowe. Zaobserwowano nawet krańcową fazę tego procesu, w wyniku której nastąpiło rozkruszenie ziarna, z czego powstał szereg drobnych fragmentów poprzerastanych kalcytem. Powierzchnia wszystkich ziarn kwarcu jest silnie porysowana, niektóre z nich posiadają wrostki muskowitu. Ortoklaz prezentuje na ogół ziarna zwietrzałe, pokryte nalotami serycytu, osobniki świeże pojawiają się sporadycznie. Niektóre z ortoklazów wykazują budowę pertytową. Plagioklasy występują w niewielkich ilościach. Są to przeważnie formy silnie przeobrażone, nieliczne świeże ziarna wykazują zbliżniaczenia zgodnie z prawem albitowym. Łyszczyki reprezentowane są przez muskowit i biotyt. Muskowit tworzy dobrze zachowane, wydłużone formy, często powyginane na kontakcie z innymi ziarnami. Natomiast blaszki biotytu są silnie przeobrażone z wytrąconymi na ich powierzchni grudkowatymi skupieniami związków żelaza. Wśród okruchów skalnych dominują fragmenty kwarcytów, sporadycznie pojawiają się mikrokrystaliczne krzemienie. W omawianych piaskowcach stwierdzono obecność minerałów ciężkich. W celu precyzyjniejszego ich oznaczenia przeprowadzono ich separację w wybranych próbkach. Wykonana na preparatach proszkowych, analiza mikroskopowa pozwoliła stwierdzić następujący

inwentarz minerałów ciężkich: cyrkon, granaty, hornblenda, rutyl, turmalin oraz minerały nieprzezroczyste.

#### 4. Analiza planimetryczna

Celem ilościowego oznaczenia składu mineralnego szkieletu ziarnowego i spoiwa omawianych piaskowców badania mikroskopowe zostały poszerzone o analizę planimetryczną. Wyniki analizy przedstawiają tabele nr 2 – 4.

Tabela 2

Analiza planimetryczna piaskowców ze złóż w Brennej [%]

Miejsce pobrania próbek	Nr próbki	Szkielet ziarnowy							Spoiwo
		kwarc	ortoklaz	plagioklasy	muskowit	biotyt	okruchy skalne	minerały ciężkie	
Głębiec	1	44.2	16.7	1.2	2.3	-	25.6	-	16.3
	2	33.1	11.2	5.5	2.8	1.2	23.8	0.1	21.7
	3	54.0	7.8	3.4	3.8	-	8.2	1.1	20.0
	4	57.0	8.4	2.0	3.7	0.3	8.7	0.2	19.7
	5	56.0	8.9	2.1	3.8	1.0	9.0	0.2	19.0
	6	54.6	9.3	2.3	4.6	-	5.3	0.9	20.5
	7	56.0	7.9	2.1	3.9	0.2	8.0	0.3	19.0
	8	58.0	8.1	3.0	3.9	-	7.9	0.1	19.0
	9	58.0	8.2	1.9	4.0	0.7	7.8	0.6	18.6
	10	31.06	9.8	2.2	3.3	0.2	4.6	-	47.9
Tokarzędka	11	51.0	6.1	4.0	2.5	-	9.5	-	26.8
	12	50.0	6.8	5.6	3.5	0.4	7.8	-	25.0
	13	51.0	7.0	5.7	3.6	0.5	6.4	0.1	26.1
	14	50.0	7.2	5.2	3.1	-	10.1	-	24.6
Jatny	15	48.0	6.1	5.1	3.1	1.1	10.2	0.2	26.5
	16	49.0	6.3	5.2	3.2	0.9	10.0	0.1	25.7

Tabela 3

Analiza planimetryczna minerałów ciężkich [% obj.]

Miejsce pobrania próbek	Nr próbki	Cyrkon	Granaty	Hornblenda	Rutyl	Turmalin	Minerały nieprzezroczyste
Głębiec	4	40.9	16.2	9.1	25.3	-	8.5
	8	35.0	8.2	20.0	16.5	9.2	10.0
Tokarzędka	11	31.3	4.4	13.4	28.6	13.5	8.7
Jatny	15	33.6	2.4	10.2	24.7	17.9	8.6

Tabela 4

## Analiza planimetryczna spoiwa [% obj.]

Miejsce pobrania próbek	Nr próbki	Rodzaj spoiwa				
		krzemionkowe	ilaste	glaukonitowe	węglanowe	żelaziste
Głębiec	1	45.1	21.7	20.3	10.2	-
	2	11.3	34.6	17.5	29.4	-
	3	25.5	40.0	19.2	15.0	-
	4	15.7	40.0	16.3	25.2	2.0
	5	15.8	41.2	12.8	26.1	4.1
	6	17.0	38.7	19.3	20.0	5.0
	7	41.7	30.0	19.6	8.0	-
	8	47.0	21.2	18.9	10.1	-
	9	40.0	25.9	23.0	10.0	-
	10	-	36.4	13.6	50.0	-
Tokarzędź	11	20.0	39.1	19.2	20.4	-
	12	28.0	36.4	25.3	10.3	-
	13	25.1	40.5	13.7	20.0	1.0
	14	29.0	41.0	16.2	12.0	-
Jatny	15	20.0	42.3	12.0	25.0	-
	16	22.1	45.0	11.8	21.1	-

Podsumowując, można stwierdzić, że w składzie mineralnym szkieletu ziarnowego wszystkich badanych piaskowców w zdecydowanej przewadze występuje kwarc (tab.2). Zauważono jego mniejszy udział w próbkach nr 1 i 2, które pobrano ze stropu złoża "Głębiec", gdzie zawartość kwarcu jest mniejsza (33,1% w próbce nr 2) w tej partii wyraźnie wzrasta udział okruchów skalnych do 25,6% (próbka nr 1), podczas gdy w innych partiach wynosi on średnio 9%. Z kolei próbka nr 10 reprezentująca skarbonatyzowany piaskowiec, przy zaniżonej do 31,6% zawartości kwarcu, charakteryzuje się podwyższoną ilością spoiwa do 47,9%. Zawartość ortoklazu w piaskowcach z badanych złóż jest zbliżona, podwyższone ilości (rzędu kilkunastu %) tego minerału stwierdzono tylko w próbkach 1 i 2. Zawartość plagioklazów i muskowitu dla wszystkich próbek jest podobna. Biotyt występuje sporadycznie, a w próbkach nr 1, 10, 11, 12, 14 w ogóle nie stwierdzono tego minerału. W zmiennych ilościach występują okruchy skalne; w złożu "Głębiec" dostrzegamy wzrost ich zawartości we wspomnianych powyżej próbkach nr 1,2 (średnio 25%) oraz kontrastujący z nim spadek ilości okruchów skalnych do 4,6% w próbce nr 10.

Podobną rozpiętość wyników analizy planimetrycznej prezentują dane przytoczone w pracy M. Kamieńskiego i innych [2], które zostały umieszczone w tabeli nr 5.



Tabela 5

Analiza planimetryczna piaskowców ze złóż w Brennej [%]  
wg M. Kamińskiego i Peszata, 1968

Miejsce pobrania próbek	Liczba próbek	Szkielet ziarnowy					Spoiwo
		kwarc	skalenie	muskowit	biotyt	okr. skał	
Głębiec	11	49,7-68,6 57,9*	2,3-12,1 8,0*	x-2,2 0,7*	x-5,9 1,6*	5,8-21,0 13,3*	8,9-30,8 15,8*
Tokarzówka	8	46,1-68,6 56,4*	2,4-13,1 8,4*	0,4-2,7 1,3*	x-7,8 3,1*	6,2-20,8 14,6*	7,2-29,9 11,6*
Jatny	5	58,7-63,8 60,3*	6,3-11,8 7,7*	0,3-1,3 0,7*	1,8-4,1 2,8*	9,6-19,7 16,3*	5,0-13,5 8,7*

Uwagi: x - ilości śladowe

Dane oznaczone indeksem górnym w postaci gwiazdki prezentują wartości średnie.

Możemy zauważyć, że przedział wartości dotyczących zawartości kwarcu także jest zróżnicowany i waha się w granicach 46 – 68%, dotyczy to głównie kamieniołomów “Tokarzówka” i “Głębiec”. Nieco odmiennie przedstawia się zawartość kwarcu w próbkach pobranych z wyrobiska “Jatny”. W niniejszym opracowaniu stwierdzono, że % udział tego minerału w szkielecie ziarnowym wynosi średnio 48,5% (tab.2). Według M.Kamińskiego, i innych [2] jest on znacznie wyższy i dochodzi do średnio 60,3%. Takie dysproporcje mogą być związane z pobraniem próbek z odmiennych ławic, odsłoniętych robotami górniczymi. W obydwu zestawieniach wyników (tab.2 i 5) znajdują się podobne wartości % udziału dla muskowitu, biotytu i okruchów skalnych. Utrudnione jest natomiast porównanie wyników dotyczących skaleni, gdyż w tabeli nr 4 nie dokonano podziału powyższej grupy minerałów na skalenie potasowe i sodowo-wapniowe prezentując tylko pojedyncze wartości charakteryzujące całą grupę. Z kolei tabela nr 2 taki podział uwzględniła.

Wśród minerałów ciężkich (tab.3) dominuje cyrkon (średnio 36%) oraz rutil (średnio 24%). Wyjątek stanowi tylko próbka nr 8, w której zawartość rutilu spada do 16,5%, wzrasta natomiast ilość hornblendy do 20%. Granaty występują w zróżnicowanych ilościach. Największy ich udział zaobserwowano w preparacie nr 4 reprezentującym złóż “Głębiec” (16,2%), natomiast najmniejszą ilością granatów charakteryzuje się wyrobisko “Jatny” (2,4%). Podobny inwentarz minerałów ciężkich został stwierdzony przez J. Burtan i J. Szczurowską (1964), które po przeprowadzeniu szczegółowej charakterystyki, opartej na analizie 106 próbek, stwierdziły w piaskowcach godulskich obecność następujących minerałów ciężkich: granatów, cyrkonu, rutilu, turmalinu [2].

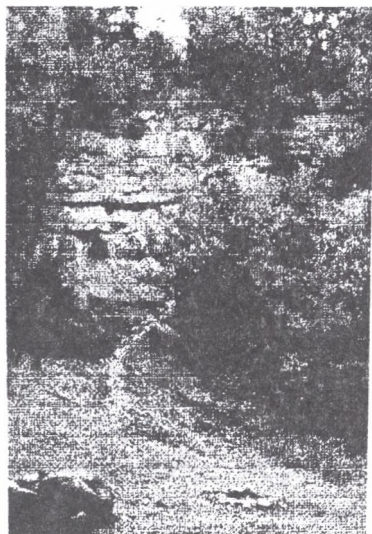
Udział spoiwa (tab.4) w piaskowcach z badanych partii złóż w Brennej jest zróżnicowany - waha się w granicach od 16,3 do 47,9%. Głównymi składnikami spoiwa, określonymi mi-

kroskopowo i rentgenograficznie są: krzemionka, minerały ilaste, kalcyt, glaukonit oraz sprowadycznie wodorotlenki żelaza. W wyróżnionych typach skał składniki te występują w zmienionych ilościach i zróżnicowanych względem siebie proporcjach.

W złożu "Głębiec" generalnie dominują 4 typy spoiwa piaskowców:

- ilasto-krzemionkowe w stropowych partiach złoża (próbki 1,2),
- ilasto-węglanowo-glaukonitowe zachodniej części złoża (próbki nr 3-6),
- krzemionkowo-ilasto-glaukonitowe we wschodniej części złoża (próbki nr 7-9),
- węglanowo-ilaste (próbka nr 10).

Przeprowadzona powyżej klasyfikacja typów spoiwa nieco odbiega od charakterystyki spoiw przedstawionej przez M. Kamieńskiego i innych [2], którzy wśród piaskowców godulskich poziomu środkowego, wyróżnili trzy typy spoiwa: ilasto-krzemionkowo-wapniste, ilasto-krzemionkowe oraz wapnisto-ilaste. Powyższy podział został oparty na następujących składnikach: minerałach ilastych, krzemionce i węglanie wapnia. Według M. Kamieńskiego najliczniej reprezentowane są piaskowce o spoiwie ilasto-krzemionkowo-wapnistym. Mniej



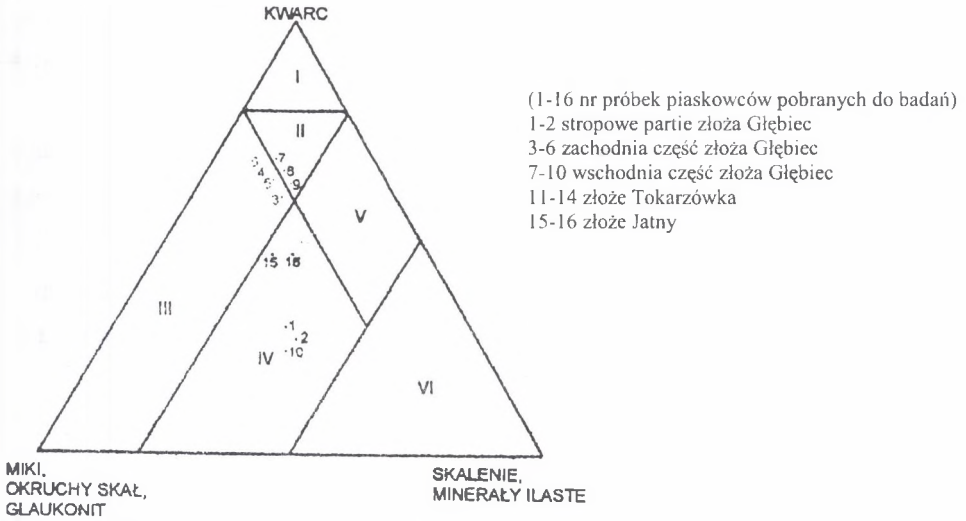
Fot. 3. Kamieniołom Jatny  
Fot. 3. Quarry Jatny

licznie występuje drugi, bezwapnisty typ spoiwa, natomiast spoiwo wapnisto-ilaste charakterystyczne jest dla kongrecji piaskowcowych [2]. W klasyfikacji prezentowanej w tym opracowaniu dodatkowo uwzględniono jeszcze glaukonit, ze względu na znaczny udział tego minerału wśród składników spoiwa dochodzący nawet do 25 % (próbka nr 2). Ponadto ustalono charakterystyczne typy spoiw dla poszczególnych kamieniołomów, a w przypadku wyrobiska "Głębiec" zaznaczono także odmienny charakter spoiwa w spągu i stropie złoża.

W złożu "Tokarzówka" występuje spoiwo ilasto-krzemionkowe z zaznaczającym się udziałem węglanów lub glaukonitu. Natomiast piaskowce kamieniołomu "Jatny" charakteryzują się spoiwem ilasto-węglanowo-krzemionkowym z domieszką glaukonitu.

Wykonana analiza planimetryczna składu mineralnego szkieletu ziarnowego oraz spoiwa badanych piaskowców umożliwiła przeprowadzenie ich klasyfikacji w diagramie trójkątnym

(rys. 3), na podstawie którego można stwierdzić, że piaskowce ze stropowej części złoża “Głębiec” reprezentują szarogłazy wyższego rzędu, natomiast skały z dolnych partii kamieniołomu to szarogłazy niższego rzędu (zielone piaskowce) oraz piaskowce polimiktyczne (niebieskie piaskowce). Złoża “Tokarzówka” i “Jatny” to szarogłazy wyższego rzędu.



Rys. 3. Diagram wg Łydki (pozycja piaskowców z Brennej)  
 Fig. 3. Scheme according to Łydka (position of sandstons from Brenna)

### 5. Analiza chemiczna

Analizę chemiczną wykonano dla 8 próbek piaskowca godulskiego. Zróżnicowanie mineralogiczne piaskowców wyraźnie odzwierciedla się w ich składzie chemicznym.

Wyniki analizy przedstawia tabela nr 6.

Tabela 6

Analiza chemiczna piaskowców [% wag.]

Miejsce pobrania próbek	Nr próbki	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Wilgoć	Straty prażenia
Głębiec	1	83.46	7.15	3.26	2.25	0.54	0.87	1.27	0.35	1.20
	2	71.71	7.62	3.15	7.76	1.01	0.94	1.14	0.43	6.67
	4	76.48	5.13	4.80	7.15	1.03	0.83	1.28	0.34	2.30
	8	79.41	5.24	5.47	4.65	1.05	1.13	1.60	0.40	1.66
	9	79.53	5.30	5.26	4.81	1.28	1.05	1.13	0.39	1.64
	10	46.89	10.46	5.59	18.61	1.52	1.02	1.06	0.42	14.85
Tokarzówka	11	73.62	9.55	4.59	6.72	0.49	1.01	1.17	0.19	2.85
Jatny	15	75.05	9.66	4.78	4.91	1.01	1.08	1.25	0.32	2.26

Analizę wyników dla kamieniołomu "Głębiec" przeprowadzono w oparciu o podział piaskowców omawianego złoża na 4 grupy, podobnie jak miało to miejsce powyżej:

- I grupa (próbki nr 1,2) charakteryzuje się znacznym udziałem krzemionki (71,71-83,46%), co wiąże się z podwyższoną (do 25%) ilością okruchów skalnych reprezentowanych przez kwarcyty oraz obecnością  $\text{SiO}_2$  w spoiwie omawianych piaskowców. Zawartość CaO jest zróżnicowana (2,25-7,76%) podyktowana wzrostem udziału węglanów wśród składników spoiwa (próbka nr 2).
- II grupa (próbka nr 4) charakteryzuje się dużą zawartością krzemionki związanej z obecnością kwarcu wchodzącego w skład szkieletu ziarnowego oraz podwyższoną zawartością CaO, w postaci kalcytu stanowiącego składnik spoiwa.
- W III grupie (próbki nr 8,9) zauważa się dominację krzemionki (około 79%), związanej z obecnością kwarcu zarówno w składzie mineralnym szkieletu ziarnowego, a także w spoiwie, które oznaczono jako krzemionkowo-ilaste.
- IV grupa to próbka nr 10 odznaczająca się zaniżoną, w stosunku do całego złoża, zawartością krzemionki do 46,89%, przy jednoczesnym wzroście CaO do około 19%. Obserwuje się także dość znaczny udział glinu (10%), podczas gdy dla pozostałych partii złoża jest on niższy średnio o połowę. Taki obraz składu chemicznego jest zgodny ze składem mineralnym skały, gdzie w szkielecie ziarnowym stwierdzono zaniżoną ilość kwarcu (31,6%) oraz znaczny wzrost udziału spoiwa (47,9%), które oznaczono jako węglanowo-ilasto-glaukonitowe, gdzie węglany zajmują aż 50% jego składu. Ponadto odnotowano dość duży udział skaleni, co może tłumaczyć podwyższoną zawartość glinu.

Piaskowce ze złóż "Tokarzówka" i "Jatny" charakteryzują się podobnym składem chemicznym zbliżonym do składu piaskowców z zachodniej części kamieniołomu "Głębiec". Dostrzega się tylko podwyższoną zawartość glinu (średnio 9,6%), co jest związane ze wzrostem ilości minerałów ilastych wśród składników spoiwa.

## 6. Badania własności fizykomechanicznych

Charakterystyka własności fizykomechanicznych piaskowców środkowogodulskich z rejonu Brennej została przeprowadzona na podstawie wyników badań dla 5 próbek ze złoża

“Głębiec” oraz pojedynczych próbek dla wyrobisk “Tokarzędwka” i “Jatny”. Wyniki analizy, wykonanej na podstawie norm, prezentuje tabela nr 7.

Tabela 7

## Badania własności technicznych piaskowców

Miejsce pobrania próbki	Nr próbki	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Głębiec	1	2.56	2.44	4.68	3.2	1.5	3.78	0.95	-
	2	2.66	2.54	4.51	3.3	1.3	3.25	0.95	109.4
	4	2.65	2.44	8.28	7.9	3.7	9.00	0.92	57.2
	8	2.71	2.41	11.07	2.3	1.0	2.30	0.89	166.5
	10	2.69	2.43	2.23	1.7	0.7	1.73	0.90	203.8
Tokarzędwka	11	2.70	2.30	14.81	3.9	2.0	4.60	0.85	154.6
Jatny	15	2.60	2.43	6.54	5.5	2.4	5.80	0.93	115.4

I – gęstość rzeczywista  $\times 10^3$  [kg/cm<sup>3</sup>]

V – nasiąkliwość wagowa [%]

II – gęstość pozorna  $\times 10^3$  [kg/cm<sup>3</sup>]

VI – nasiąkliwość objętościowa [%]

III – porowatość bezwzględna [%]

VII – szczelność

IV – porowatość względna [%]

VIII – wytrzymałość na ściskanie [MPa]

Próbki piaskowców ze wszystkich złóż charakteryzują się zbliżonymi wartościami gęstości rzeczywistej (średnio  $2,65 \times 10^3$  kg/cm<sup>3</sup>) i pozornej (średnio  $2,45 \times 10^3$  kg/cm<sup>3</sup>). Na podstawie normy [PN-84/B-01080] badane piaskowce, pod względem gęstości pozornej, oznaczono jako ciężkie. Porowatość piaskowców jest bardzo zróżnicowana. Piaskowce ze stropowej i zachodniej części złoża “Głębiec” (próbki nr 1,2,4) charakteryzują się dość wysoką porowatością bezwzględną i względną. Związane jest to z ich równomiernym uziarnieniem, a także przewagą, w składzie szkieletu ziarnowego, ziarn obtoczonych. Natomiast próbki nr 8, pobrane ze wschodniej partii złoża, reprezentująca piaskowiec drobnodziarnisty, odznacza się wysoką porowatością bezwzględną (11,07%) przy tylko 2% porowatości względnej. Jest to wynik ograniczonej liczby porów otwartych, zdolnych do przewodzenia wody wolnej. W związku z tym przepuszczalność piaskowców z partii wschodniej złoża “Głębiec” będzie znacznie niższa od przepuszczalności skał z części zachodniej wyrobiska. Próbka nr 10 reprezentująca wapienno-ilastą kongrecję charakteryzuje się niskimi wartościami porowatości, co można tłumaczyć silnym scementowaniem ziarn. Pod względem porowatości piaskowce złoża “Tokarzędwka” odpowiadają utworom ze wschodniej części złoża “Głębiec”, natomiast piaskowce z kamieniołomu “Jatny” prezentują własności zbliżone do utworów z zachodniej partii wyrobiska “Głębiec”. Nasiąkliwość piaskowców godulskich jest także zróżnicowana - najwyższą nasiąkliwość ma próbka nr 4 ze złoża “Głębiec” (3,7%), najniższą próbka nr 10 ze

złoża Głębiec. Uogólniając wszystkie otrzymane wyniki, badane piaskowce na podstawie normy [PN-85/B-04101] zaliczono do mało nasiąkliwych. Wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym [PN-84/B-04110] jest bardzo zróżnicowana w odniesieniu do piaskowców złoża "Głębiec". Jej wartości wahają się w granicach od 57,2 MPa do 203,8 MPa, w związku z tym piaskowce wyrobiska "Głębiec" prezentują małą (próbka nr 4) bądź bardzo dużą (próbki nr 8,10) wytrzymałość na ściskanie. Piaskowce kamieniołomu "Tokarzówka" charakteryzują się dużymi wartościami  $R_c$ , natomiast złożo "Jatny" reprezentują piaskowce o średniej wytrzymałości na ściskanie.

Przedstawione wyniki badań są zbliżone do danych zaprezentowanych przez M. Kamińskiego, Cz. Peszata [2], które przedstawia tabela nr 8.

Tabela 8

Badania własności technicznych piaskowców wg M. Kamińskiego, Cz. Peszata, 1968

Nazwa kamieniołomu	Gęstość rzeczywista $\times 10^3$ [kg/cm <sup>3</sup> ]	Gęstość pozorna $\times 10^3$ [kg/cm <sup>3</sup> ]	Porowatość [%]	Nasiąkliwość wagowa [%]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]
Głębiec	2,63-2,69 2,65*	2,44-2,53 2,47*	4,2-8,5 7,1*	1,3-5,8 2,8*	58,86-129,49 81,42*
Tokarzówka	2,61-2,70 2,65*	2,40-2,60 2,51*	3,4-9,4 5,8*	1,1-1,3 2,3*	42,18-102,02 78,48*
Jatny	2,62-2,69 2,65*	2,42-2,54 2,49*	6,0-9,0 7,1*	2,2-5,4 2,8*	56,89-128,51 84,36*

Uwagi: Dane oznaczone indeksem górnym w postaci gwiazdki prezentują wartości średnie

Wartości poszczególnych oznaczeń, przedstawione w tabelach 7 i 8, są porównywalne, zauważa się podobne wartości gęstości rzeczywistej i pozornej, a także znaczne zróżnicowanie porowatości badanych piaskowców, wytrzymałość na ściskanie mieści się w podobnych przedziałach, przy czym wartości podane w tabeli nr 8 są nieznacznie niższe od uzyskanych przez autora.

## 7. Podsumowanie wyników i wnioski

1. Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że nowo odsłonięte partie piaskowców godulskich ze złóż w Brennej są znacznie zróżnicowane.
2. Kamieniołom "Głębiec" reprezentuje kilka odmian litologicznych piaskowców. W spagu znajdują się piaskowce średnio- i drobnoziarniste. W zachodniej partii złoża

występują piaskowce średnioziarniste, barwy zielonej, zaliczone do szarogłazów niższego rzędu. Piaskowce drobnoziarniste, barwy niebieskiej, reprezentujące piaskowce polimiktyczne dominują we wschodniej części złoża. Można przypuszczać, że obie odmiany piaskowców – zielona i niebieska ze spągowej części złoża, mimo zbliżonego składu mineralnego, to dwa odmienne sedymenty różniące się uziarnieniem, inwentarzem minerałów ciężkich i składem mineralnym spoiwa. Zielone piaskowce, tworzące ławice o miąższości dochodzącej do 4 m, powstały w wyniku masowej depozycji charakterystycznej dla kanałów i łobów głębokomorskiego stożka depozycyjnego. Natomiast piaskowce barwy niebieskiej, cienkoławicowe sedimentowały jako osady międzykanałowe lub osady wachlarzy stożkowych. W stropowej części złoża występują szarogłazy wyższego rzędu. Są to utwory gruboziarniste, szaro-niebieskie, które w składzie mineralnym szkieletu ziarnowego zawierają zaniżone, w stosunku do innych partii złoża, ilości kwarcu przy znacznym udziale okruchów skalnych.

3. Wyróżniona w złożu “Głębiec”, wśród niebieskich piaskowców, węglanowo-ilasta koncentracja, oznaczona jako skarbonatyzowany piaskowiec powstała w rezultacie przemian diagenetycznych – wyparcia pierwotnie występującego minerału przez migrujące roztwory. W omawianym przypadku nastąpiło rozpuszczenie kwarcu przez roztwory alkaliczne, a w jego miejscu krystalizował kalcyt.
4. Piaskowce ze złoża “Tokarzówka” i “Jatny” są jednorodne w obrębie udostępnionych partii złóż. Pod względem litologicznym wykształcone są podobnie jak zielone piaskowce z zachodniej części wyrobiska “Głębiec”.
5. Badania własności fizykomechanicznych stwierdziły, że wszystkie wyróżnione odmiany piaskowców, ze względu na korzystne wartości parametrów technicznych są cennym materiałem znajdującym zastosowanie w budownictwie (okładziny pionowe i poziome – zewnętrzne i wewnętrzne, posadzki) oraz w drogownictwie (kamień łamany, elementy drogowe).
6. Prowadzona eksploatacja piaskowców w Brennej w małym stopniu zagraża środowisku. Odpady nie stanowią większego problemu, są składowane na terenie odkrywek, a następnie wykorzystywane jako kamień łamany bądź kruszywo. Jedynym nieprzyjaznym elementem jest hałas wywołany odstrzałem.

## LITERATURA

1. Bąk B., Radwanek-Bąk B.: Zasoby kopalin zachodniej części Karpat w województwie bielskim. *Przegląd Geologiczny* 1996 nr 5.
2. Kamiński M., Peszat C., Rutkowski J.: O wykształceniu i własnościach technicznych piaskowców godulskich. *Zeszyt Naukowy* nr 12, AGH, Kraków 1968.
3. Kocoń R.: Znaczenie cech litologiczno-sedymentologicznych dla jakości surowców skalnych na przykładzie warstw godulskich (turon-senon dolny). *Zeszyty Naukowe - Kwartalnik Geologia* tom 25 zeszyt 2, Kraków 1999.
4. Paul Z., Ryłko W., Tomasz A.: Zarys budowy geologicznej zachodniej części Karpat polskich (bez utworów czwartorzędu). *Przegląd Geologiczny* 1996 nr 5.
5. Słomka T.: Głębokomorska sedymentacja silikoklastyczna warstw godulskich Karpat. *Praca Geol. Komisji Nauk Geol. PAN* nr 139, Kraków 1995.
6. Słomka T.: Warstwy godulskie w Beskidzie Morawsko-Śląskim. *Sprawozdania z posiedzeń komisji naukowych* t.37/1 1993.

Recenzent: Dr hab. inż. Tadeusz Słomka  
Profesor AGH

**Abstract**

Since a long time the Godula Sandstones have been a subject of geological elaborations. A raw material gained over from them is widely used as building material or aggregate material. A detailed analysis of the Godula Sandstones from the Brenna zone is presented in this paper. Research was based on two active quarries: Głębiec and Tokarzędka and one inactive quarry Jatny. Results of analyses revealed strong differentiation of composition even within a single deposit. The Głębiec quarry represents a few changes of sandstone properties: coarse-grained rocks (in top part of the deposit), green sandstones (western part of the deposit) and



blue sandstones (eastern part of the deposit). The sandstones from the Tokarzędka and Jatny deposits are homogenous within a thrown open part of the deposits. The study proved, that all types of sandstones from the deposits in Brenna are of high value taking into consideration technical parameters.