

## PIASKOWCE CERGOWSKIE JAKO NAJWAŻNIEJSZY SUROWIEC SKALNY WOJEWÓDZTWA PODKARPACKIEGO

### THE CERGOWA SANDSTONE AS THE MOST IMPORTANT INDUSTRIAL RAW MATERIAL IN THE PODKARPACKIE VOIVODSHIP

JOANNA PSZONKA<sup>1</sup>, MAREK WENDORFF<sup>2</sup>, EWA KUSAJ<sup>3</sup>

**Abstrakt.** Zasoby surowców skalnych w województwie podkarpackim są niewielkie i słabo zróżnicowane. Najlepszymi właściwościami fizykomechanicznymi, zgodnymi z wysokimi wymaganiami przemysłu kruszyw budowlanych, cechują się piaskowce warstw cergowskich (dolny oligocen) z tektonicznej jednostki dukielskiej polskich Karpat fliszowych w południowej części województwa podkarpackiego. Piaskowce te są obecnie wydobywane w kamieniołomie Lipowica II-1 w okolicach Dukli. Wysoko oceniane właściwości fizykomechaniczne piaskowców cergowskich są wypadkową składu mineralnego i procesów diagenetycznych. Korozja powierzchni ziaren (głównie kwarcu i skaleni) przez roztwory porowe zwiększyła ich powierzchnię czynną, co umożliwiło silną cementację spoiwem dolomityczno-wapiennym z domieszką materii ilastej. Wydobyte piaskowców cergowskich oraz pozostałych surowców skalnych województwa podkarpackiego nie zaspokajają potrzeb wynikających z rozwoju infrastruktury drogowej i budowlanej tego województwa.

**Słowa kluczowe:** piaskowce cergowskie, kruszywo łamane, procesy diagenetyczne, województwo podkarpackie.

**Abstract.** Industrial mineral deposits mined in the Podkarpackie Voivodship of southern Poland are modest in size and of low variety. The best physical-mechanical properties are shown by the Cergowa sandstones (Lower Oligocene) which occur in the southern part of the region and constitute a subdivision of the Carpathian Flysch suite. The Cergowa sandstone, mined in the Lipowica II-1 quarry near Dukla, meets strict quality standards required of crushed stone used in aggregates by the construction industry. The outstanding physical properties result from the mineral composition and diagenetic processes. Dissolution of marginal parts of mineral grains increased the contact surface between corroded grains and the dolomitic-calcitic cement (with an admixture of clay matrix). This resulted in strong cementation of the Cergowa sandstones, which is expressed by very high hardness and resistance of the rock. The output of the Cergowa sandstone and other construction aggregate products mined in the Podkarpackie Voivodship does not meet the market demands, which reflect a continuous growth of the construction industry in the region.

**Key words:** Cergowa sandstone, stone aggregate, diagenetic process, Podkarpackie Voivodship.

### WSTĘP

Do produkcji kruszyw, przeznaczonych dla potrzeb budownictwa i drogownictwa, są wykorzystywane surowce (kopalinę) skalane charakteryzujące się dobrymi właściwościami

fizykomechanicznymi. Surowce najczęściej eksploatowane do produkcji kruszyw to skały magmowe i skały metamorficzne. Skały osadowe wykazują bardzo duże zróżni-

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków; e-mail: jpszonka@min-pan.krakow.pl

<sup>2</sup> Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: wendorff.marek@gmail.com

<sup>3</sup> Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych w Rzeszowie Sp. z o.o., ul. Królewska 3a, 35-301 Rzeszów; e-mail: ewakusaj@interia.pl

cowanie właściwości fizykomechanicznych, co jest ściśle uzależnione od ich składu mineralnego, warunków sedymentacji oraz procesów diagenetycznych. Spośród kopalin

skalnych eksploatowanych w województwie podkarpackim, materiałem wykazującym najlepsze właściwości techniczne są piaskowce cergowskie.

## WPLYW PROCESÓW DIAGENETYCZNYCH NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOMECHANICZNE PIASKOWCÓW CERGOWSKICH

Piaskowce cergowskie (dolny oligocen) występują w dwóch jednostkach tektonicznych Karpat fliszowych: dukielskiej i śląskiej (Ślącza, 1971; Jankowski, 2000; Kopicowski, 2009). Odślaniają się one na 75-kilometrowym odcinku, od okolic Nowego Żmigrodu na północnym zachodzie po wieś Żubracze na południowym wschodzie (fig. 1). Niewielka część wychodni piaskowców cergowskich występuje na terenie Słowacji, natomiast marginalny, północny fragment jest zlokalizowany w brzeżnej, południowej strefie jednostki śląskiej (fig. 1). Utwory te tworzą soczewę w obrębie warstw menilitowych, cieniejącą zarówno lateralnie ku SE, jak i obocznie, w poprzek basenu ku NE i SW, przechodząc w fację zdominowaną przez łupki, zwaną łupkami cergowskimi (Ślącza, 1971; Ślącza, Unrug, 1976, 1977).

Piaskowce cergowskie powstały w wyniku redepozycji przez spływy grawitacyjne, w tym głównie przez prądy zawieszinowe, materiału ziarnowego pochodzącego z wynurzonych stref źródłowych i przyległych partii płytkiego morza do głębokomorskiego basenu fliszowego (Ślącza, Unrug, 1976). Ślącza i Unrug zinterpretowali soczewkową geometrię litosomu jako efekt depozycji podmorskiego stożka napływowego w wydłużonej depresji dna basenu, natomiast Jankowski (2000) wyraził opinię, że depozycja zachodziła w formie podmorskich stożków napływowych na skłonie basenu, w strefie okołokordylierowej. Piaskowce cergowskie

są głównie drobnoziarniste. Ich dominującym składnikiem są okruchy skalne scementowane spoiwem węglanowo-ilaistym (Peszat, 1984). Poza tym obecne są ziarna kwarcu, skałeni, łuszczaków, minerałów ciężkich, glaukonitu, zwęglonego detrytus roślinny oraz wapiennych szczątków organicznych. Średni udział poszczególnych składników w piaskowcach cergowskich (tab. 1) pozwala na zaliczenie ich do grupy szarogłazów.

Peszat (1984) zasugerował, że materia organiczna dostarczana przez prądy zawieszinowe razem z ziarnami mineralnymi była deponowana w głębokim basenie o ograniczonej zawartości tlenu. Efektem wczesnej diagenety w warunkach zbliżonych do anaerobowych była krystalizacja pirytu. Obecność pirytu i resztek materii organicznej nadaje niezwiędzłej skale barwę niebieskawoszarą lub niebieskawą.

Według Peszaty (*op. cit.*) kolejny etap przemian diagenetycznych obejmował procesy rozpuszczania, krystalizacji i rekrytalizacji, prowadząc do zmian teksturalnych oraz formowania węglanowego spoiwa (cementu). Podczas rozkładu materii organicznej przy ograniczonym dostępie tlenu dochodziło do wydzielania dwutlenku węgla, co zakwasiło środowisko, prowadząc do rozpuszczania węglanów. Roztwory porowe zostały więc wzbogacone w kationy wapnia i aniony węglanowe, stając się agresywne w stosunku do ziaren skałeni i powodując ich korozję. Uwalniane kationy potasu,

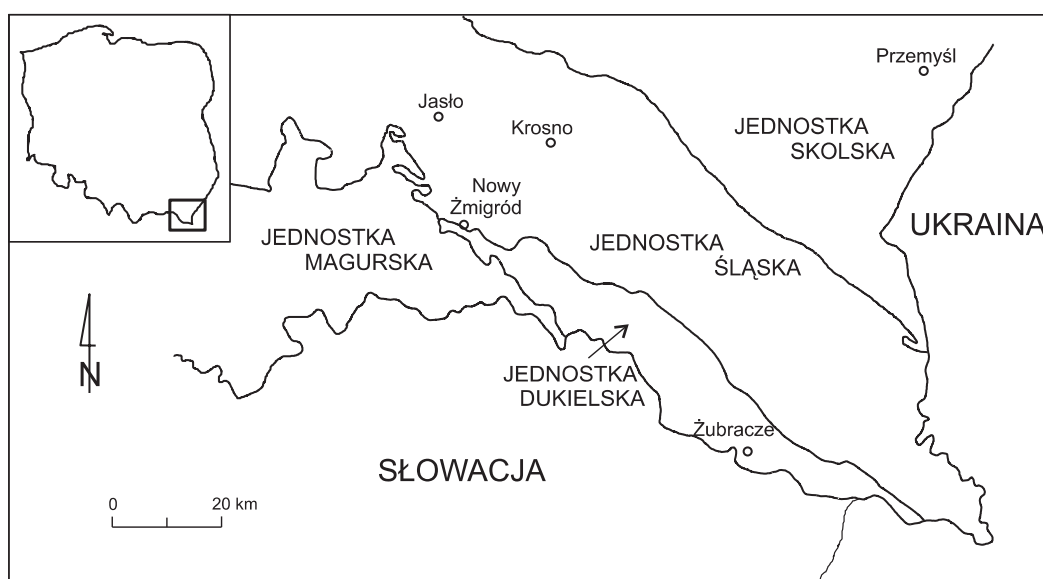


Fig. 1. Mapa geologiczna wschodniej części polskich Karpat fliszowych (Ślącza i in., 2005; zmienione)

Geological map of the Eastern Outer Carpathians of Poland (Ślącza *et al.*, 2005; modified)

sodu i wapnia alkalizowały roztwory porowe, co doprowadziło do rozpuszczania/korozji ziaren kwarcu. Postępująca jednocześnie kompaktacja osadu wiązała się ze wzrostem ciśnienia roztworów, co dodatkowo aktywizowało proces rozpuszczania. Jednak był on na tyle słaby, że korozji uległy głównie marginalne partie ziaren. Pomimo niedużej inten-

sywności proces ten był bardzo istotny dla lityfikacji osadu, bowiem przyczynił się do zwiększenia powierzchni kontaktu skorodowanych ziaren ze spoiwem dolomitowo-kalcytowo-ilastym. Spowodowało to bardzo silną cementację składników piaskowców cergowskich, co przejawia się ich znakomitymi parametrami fizykomechanicznymi.

## EKSPLOATACJA I PRZEZNACZENIE PIASKOWCÓW CERGOWSKICH

Wydobycie piaskowców cergowskich jest prowadzone w jednym kamieniołomie w Lipowicy k. Dukli przez Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych Sp. z o.o. (PPMD) z Rzeszowa ze złoża Lipowica II-1 o udokumentowanej powierzchni 28,2780 ha (Nieć i in., 2003). Według dokumentacji geologicznej (*op. cit.*) zasoby złoża wynoszą ok. 51 976,15 tys. ton. Piaskowiec cergowski z Lipowicy spełnia warunki dwóch norm regulujących jakość kruszyw łamanych dla potrzeb budownictwa i drogownictwa, a mianowicie:

1. PN-EN 13242:2004 – kruszywo do niezwięzłych i zwięzłych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.

2. PN-EN 13383-1,2:2003 – kamień do robót hydrotechnicznych.

**Tabela 2**

### Wyniki badań kruszywa grubego i o uziarnieniu ciągłym, Lipowica II-1 (Orzeczenie o jakości kruszyw nr 67a1, 2, 3, 4/2006)

Testing results of open-graded (coarse) and densely graded (blend) aggregate, Lipowica II-1 (Report on aggregate quality No. 67a1, 2, 3, 4/2006)

Badane cechy	Kruszywo grube	Kruszywo o ciągłym uziarnieniu
Wymagania geometryczne		
Skład ziarnowy	tabela 3	tabela 4
Kształt kruszywa – wskaźnik płaskości	≤20%	≤20%
Kształt kruszywa – wskaźnik kształtu	≤20%	≤20%
Zawartość pyłów	≤2%	≤7 v. ≤12%
Wymagania fizyczne		
Odporność na rozdrabnianie (współczynnik Los Angeles)	≤20 v. ≤25%	≤25%
Odporność na ścieranie (współczynnik mikro-Devala)	≤35%	≤35%
Gęstość ziaren	2,74 Mg/m <sup>3</sup>	2,74 Mg/m <sup>3</sup>
Wymagania dotyczące trwałości		
Nasiąkliwość	≤2%	≤2%
Mrozoodporność	≤1%	≤1 v. ≤2%
Wymagania chemiczne		
Siarka całkowita	≤1% (~0,2%)	≤1% (~0,2%)
Zawartość zanieczyszczeń obcych	brak	brak
Zawartość zanieczyszczeń organicznych	barwa jaśniejsza od wzorcowej	barwa jaśniejsza od wzorcowej
Reaktywność alkaliczna	0°	0°

**Tabela 1**

### Skład petrograficzny piaskowców cergowskich (Peszat, 1984; zmienione)

Petrographic composition of the Cergowa sandstone (Peszat, 1984; modified)

Składnik	Średni udział procentowy
Kwarc	20,0–36,0
Skalenie	1,2–6,8
Łyszczyki	1,1–11,0
Okruchy skał obcych:	24,8–58,4
okruchy skał węglanowych:	14,6–45,9
wapnienie	1,4–11,3
dolomity bardzo drobno- i drobnokrystaliczne	2,0–13,0
dolomity średniokrystaliczne	0,0–19,1
monokryształy dolomitów	5,4–15,6
okruchy piaskowców i skał krzemionkowych	0,6–10,2
okruchy skał ilastych	0,1–15,8
okruchy granitoidów i wulkanitów	0,2–6,4
okruchy skał metamorficznych	0,8–5,3
Glaukonit + minerały akcesoryczne + szczątki organiczne	0,0–3,5
Spoiwo	8,7–45,8

Tabela 3

## Skład ziarnowy kruszywa o uziarnieniu ciągłym, Lipowica II-1

Sieve analysis of densely graded (blend) aggregate, Lipowica II-1

Lp.	Sito	Pozostaje na sicie			Przechodzi przez sito		
		masa 1	masa 2	średnio	masa 1	masa 2	średnio
	[mm]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[%]
Kruszywa o uziarnieniu ciągłym 0–31,5 mm *							
1	63,0	0,0	0,0	0,00	10926,0	11338,0	100,00
2	40,0	0,0	0,0	0,00	10926,0	11338,0	100,00
3	31,5	0,0	0,0	0,00	10926,0	11338,0	100,00
4	20,0	953,8	1032,2	8,92	9972,2	10305,8	91,08
5	16,0	948,2	838,8	8,04	9024,0	9467,0	83,04
6	14,0	394,4	396,4	3,55	8629,6	9070,6	79,49
7	12,5	315,4	288,2	2,72	8314,2	8782,4	76,78
8	10,0	612,0	540,6	5,19	7702,2	8241,8	71,59
9	8,0	511,2	482,0	4,47	7191,0	7759,8	67,13
10	6,3	906,0	900,8	8,12	6285,0	6859,0	59,01
11	4,0	1190,8	1240,4	10,92	5094,2	5618,6	48,09
12	2,0	1171,6	1161,2	10,48	3922,6	4457,4	37,61
13	1,0	924,8	1192,0	9,49	2997,8	3265,4	28,12
14	0,5	668,2	745,0	6,35	2329,6	2520,4	21,78
15	0,063	1207,0	1318,4	11,34	1122,6	1202,0	10,44
16	0,00	1122,6	1202,0	10,44	0,0	0,0	0,00
Kruszywo o uziarnieniu ciągłym 0–63 mm **							
1	63,0	0,0	0,0	0,00	12529,0	11655,0	100,00
2	40,0	1045,0	890,8	7,99	11484,0	10764,2	92,01
3	31,5	430,6	603,4	4,31	11053,4	10160,8	87,70
4	20,0	1538,6	1730,6	13,57	9514,8	8430,2	74,14
5	16,0	570,4	627,0	4,97	8944,4	7803,2	69,17
6	14,0	716,0	732,4	6,00	8227,8	7070,8	63,17
7	12,5	571,0	594,4	4,83	7656,8	6476,4	58,34
8	10,0	585,6	505,6	4,51	7071,2	5970,8	53,83
9	8,0	633,8	535,2	4,83	6437,4	5435,6	49,01
10	6,3	924,2	776,6	4,02	5513,2	4659,0	41,99
11	4,0	1052,0	956,6	8,30	4461,2	3702,4	33,69
12	2,0	1168,6	1043,0	9,14	3292,6	2659,4	24,55
13	1,0	826,8	660,0	6,13	2465,8	1999,4	18,42
14	0,5	434,0	372,0	3,33	2031,8	1627,4	15,09
15	0,063	1157,6	931,4	8,62	874,2	696,0	6,47
16	0,00	874,2	969,0	6,47	0,0	0,0	0,00

\* Orzeczenie o jakości kruszyw nr 67a3/2006, \*\* Orzeczenie o jakości kruszyw nr 67a4/2006

\* Report on aggregate quality no. 67a3/2006, \*\* Report on aggregate quality no. 67a4/2006

Zmienność parametrów technicznych piaskowców cergowskich w obrębie złoża jest mała lub umiarkowana (Górecki, Szwed, 2004).

W tabelach przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych właściwości technicznych kruszyw łamanych produkowanych z piaskowców cergowskich: kruszyw o uziarnieniu ciągłym (mieszanki) 0–31,5 i 0–63 mm (tab. 2, 3) oraz kruszyw grubych (>4 mm) 4–31,5 i 31,5–63 mm (tab. 2, 4). Przedstawione dane są zgodne z normą PN-EN 13242:2004. Tabela 5 przedstawia wybrane parametry techniczne piaskowców cergowskich stosowanych jako kamień do robót

hydraulicznych o uziarnieniu lekkim (oznaczone za pomocą masy między 25 a 500 kg), zgodnie z normą PN-EN 13383-1, 2:2003.

PPMD Sp. z oo. oferuje następujący asortyment kruszyw łamanych, wyprodukowanych z piaskowców cergowskich ze złoża Lipowica II-1: kamień łamany (kruszywo grube), kamień techniczny 100–300 mm (kruszywo grube), tłuczeń sortowany 31,5–63 mm (kruszywo grube), kliniec sortowany 4–31,5 mm (kruszywo grube), kruszywo 0–4 mm (kruszywo drobne), wysiewka, mieszanki kruszyw 0–31,5 mm, 0–63 mm i 9–63 mm (kruszywo o uziarnieniu ciągłym).

Tabela 4

## Skład ziarnowy kruszywa grubego, Lipowica II-1

Sieve analysis of open-graded (coarse) aggregate, Lipowica II-1

Lp.	Sito	Pozostaje na sicie			Przechodzi przez sito		
		masa 1	masa 2	średnio	masa 1	masa 2	średnio
	[mm]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[%]
Kruszywo grube 4–31,5 mm *							
1	63,0	0,0	0,0	0,00	11073,0	11057,0	100,00
2	40,0	0,0	0,0	0,00	11073,0	11057,0	100,00
3	31,5	155,0	203,0	1,62	10918,0	10854,0	98,38
4	20,0	3991,6	4294,6	37,45	6926,4	6559,4	60,94
5	14,0	2693,4	2182,4	22,03	4233,0	4377,0	38,91
6	10,0	1646,0	1553,2	14,45	2587,0	2823,8	24,45
7	6,3	1487,6	1368,8	12,91	1099,4	1455,0	11,54
8	4,0	807,8	1068,4	8,48	291,6	386,6	3,06
9	2,0	147,4	222,0	1,67	144,2	164,6	1,40
10	0,5	27,6	32,8	0,27	116,6	131,8	1,12
11	0,063	38,2	42,0	0,36	78,4	89,8	0,76
12	0,00	78,4	89,8	0,76	0,00	0,0	0,00
Kruszywo grube 31,5–63 mm **							
1	63,0	0,0	0,0	0,00	14874,0	14726,0	10,00
2	40,0	10635,8	10690,0	72,05	4238,2	4036,0	27,95
3	31,5	3455,6	3348,4	22,99	782,6	687,6	4,97
4	16,0	762,8	669,0	4,84	19,8	18,6	0,13
5	0,50	4,0	3,4	0,03	15,8	15,2	0,10
6	0,063	4,6	2,8	0,02	11,2	12,4	0,08
7	0,00	11,2	12,4	0,08	0,00	0,00	0,00

\* Orzeczenie o jakości kruszyw nr 67a1/2006, \*\* Orzeczenie o jakości kruszyw nr 67a2/2006

\* Report on aggregate quality no. 67a1/2006, \*\* Report on aggregate quality no. 67a2/2006

Tabela 5

**Wyniki badań kamienia do robót hydrotechnicznych o uziarnieniu lekkim, Lipowica II-1  
(Orzeczenie o jakości kruszyw nr 76a2/2007)**

Testing results of aggregate for hydrotechnical construction, Lipowica II-1  
(Report on aggregate quality No. 76a2/2007)

Badane cechy	Kamień o uziarnieniu lekkim (wartość średnia)
Właściwości geometryczne	
Skład ziarnowy	
a	35–85 cm
b	21–70 cm
c	10–43 cm
Rozkład masy uziarnienia lekkiego	70 kg
Powierzchnie przekruszone lub łamane	Wszystkie przekruszone
Właściwości fizyczne	
Gęstość ziaren i gęstość objętościowa	2,63 Mg/cm <sup>3</sup>

Badane cechy	Kamień o uziarnieniu lekkim (wartość średnia)
Wytrzymałość na ściskanie	
Po badaniu nasiąkliwości	139 MPa
Po badaniu odporności na zamrażanie	110 MPa
Odporność na ścieranie (współczynnik mikro-Devala)	32%
Właściwości dotyczące trwałości	
Nasiąkliwość	1,19%
Mrozoodporność (ubytek masy po 25 cyklach)	0,22%

## ZŁOŻE PIASKOWCÓW CERGOWSKICH A ROZWÓJ INFRASTRUKTURY WOJEWÓDZTWA PODKARPACKIEGO

Na obszarze województwa podkarpackiego występują niewielkie zasoby kopalni skalnych. Liczba eksploatowanych złóż wynosi około 200, z czego tylko 25% to złoża kopalni zwięzłych (Radwanek-Bąk, Malata, 2009). Zróżnicowanie kopalni skalnych województwa podkarpackiego jest niewielkie. Najbardziej użyteczne z nich są piaskowce cergowskie (*op. cit.*), wśród których złożo Lipowica II-1 wyróżnia się wysoko ocenianymi parametrami technicznymi oraz skalą wydobycia.

Głównym czynnikiem ograniczającym popyt na kruszywa jest koszt transportu. Strefa ekonomiczna dla kopalni zwięzłych wynosi kilkadziesiąt kilometrów. W przypadku niedoboru surowców, tak jak w województwie podkarpackim, strefa ta powiększa się, ponieważ w piaskowce cergowskie zaopatrywane jest całe województwo. Tłuczeń 31,5–63 mm oraz kliniec 4–31,5 mm są wykorzystywane jako podbudowa dróg oraz placów, przykładowo w inwestycjach takich jak: budowa obwodnicy Krosna, rozbudowa infrastruktury Politechniki Rzeszowskiej, budowa infrastruktury hipermarketu w Jaśle. Mieszanki kruszywa łamanego 0–63 mm są stosowane jako materiał drogowy do podbudowy pomocni-

czej, np. w przebudowie drogi krajowej A4 na odcinku Sędziszów Małopolski–Ropczyce oraz Pilzno–Dębica. Mieszanki kruszywa łamanego 0–31,5 mm wykorzystuje się jako materiał drogowy do podbudowy zasadniczej, np. przy remoncie drogi wojewódzkiej Mielec–Dębica. Kamień łamany jest przeznaczony na narzuty w regulacjach rzek do zabezpieczenia filarów mostów oraz umacniania skarp i dna, przykładowo w rzece Ostra oraz Wisłok w Rzeszowie. Kamień techniczny 100–300 mm jest stosowany do umacniania brzegów jako wypełnienie koszy siatkowych np. przy usuwaniu szkód powodziowych w okolicy Sokołowa Małopolskiego, do umocnienia skarpy potoku Bystrzyca w okolicy Sędziszowa Małopolskiego, przy usuwaniu szkód powodziowych w Ropczycach.

Pomimo że wydobycie piaskowca cergowskiego zostało zwiększone w 2009 r. do prawie miliona ton rocznie, produkcja ta nie pokrywa zapotrzebowania inwestycji budowlanych i drogowych w województwie podkarpackim. W związku z tym jest sprowadzany materiał z sąsiednich województw.

## PODSUMOWANIE

Piaskowce cergowskie są najcenniejszą kopaliną skalną województwa podkarpackiego. Ich doskonałe właściwości fizykomechaniczne są głównie efektem diagenety. Sekwencja procesów rozpuszczania i krystalizacji zmodyfikowała teksturę szkieletu ziarnowego (korozja ziaren) i relacji pomiędzy ziarnami a wykrystalizowanym spoiwem węglanowo-ilastym (cement), co doprowadziło do szczególnie silnej lityfikacji. Kruszywa produkowane z piaskowców cergowskich spełniają warunki norm jakościowych wymaganych od kruszyw łamanych dla celów budownictwa i drogownictwa. Eksploatacja piaskowców cergowskich jest prowadzona w kamieniołomie Lipowica II-1, a kopalina jest przezbiana na szeroki asortyment kruszyw łamanych, głównie

o uziarnieniu grubym i ciągłym. Z uwagi na umiarkowaną zasobność województwa podkarpackiego w surowce skalne oraz ich niewielkie zróżnicowanie, kamieniołom Lipowica II-1 jest głównym dostawcą kruszyw dla całego województwa. Rozwój infrastruktury jest na tyle ożywiony, że pozyskiwanie nowych terenów do eksploatacji oraz ciągły wzrost wydobywania piaskowców cergowskich nie zaspokajają potrzeb województwa.

**Podziękowania.** Autorzy dziękują dr inż. Renacie Stadnik i dr. Robertowi Kopciowskiemu za owocną dyskusję i udostępnione materiały.

## LITERATURA

- GÓRECKI J., SZWED E., 2004 — Dokumentowanie geologiczne zagospodarowanych złóż kamieni budowlanych i drogowych na przykładzie złoża piaskowców w Lipowicy k. Dukli. *Pr. Nauk. Inst. Gór. PWroc.*, **108**: 99–106.
- JANKOWSKI L., 2000 — Geologia przedpola jednostki magurskiej – nowe dane. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **59**: 79–82.
- KOPCIOWSKI R., 2009 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Tylawa. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- NIEĆ M., GÓRECKI J., SZWED E., 2003 — Dokumentacja geologiczna w kat. C1 złoża piaskowców cergowskich Lipowica II-1: 1–28. Arch. Przedsięb. Produkcji Materiałów Drogowych w Rzeszowie Sp. z o.o., Rzeszów.
- ORZECZENIE o jakości kruszyw nr 67a1, 2, 3, 4/2006.
- ORZECZENIE o jakości kruszyw nr 76a2/2007.
- PESZAT C., 1984 — Zmienność składu petrograficzno-mineralnego piaskowców cergowskich na tle warunków ich depozycji i przemian diagenetycznych. *Biul. Inst. Geol.*, **346**, 24: 207–234.
- PN-EN 13242:2004 — Kruszywo do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.
- PN-EN 13383-1, 2:2003 — Kamień do robót hydrotechnicznych.
- RADWANEK-BAK B., MALATA T., 2009 — Uwarunkowania środowiskowe zagospodarowania zasobów złóż kopalni skalnych w województwie podkarpackim. *Górn. Odkryw.*, **2/3**: 5–15.
- ŚLĄCZKA A., 1971 — Geologia jednostki dukielskiej. *Pr. Inst. Geol.*, **63**: 1–77.
- ŚLĄCZKA A., UNRUG R., 1976 — Trends of textural and structural variation in turbidite sandstones: the Cergowa sandstone (Oligocene, Outer Carpathians). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **46**: 55–75.
- ŚLĄCZKA A., UNRUG R., 1977 — Zmienność cech teksturalnych i strukturalnych w obrębie litosomu piaskowców cergowskich (oligocen). *W: Przewodnik XLIX Zjazdu Pol. Tow. Geol., Krosno 22–25 września 1977 (red. A. Ślęczka)*: 33–37. Wyd. Geol., Warszawa.
- ŚLĄCZKA A., KRUGLOV S., GOLONKA J., OSZCZYPKO N., POPADYUK I., 2005 — The general geology of the Outer Carpathians, Poland, Slovakia and Ukraine. *W: The Carpathians and their foreland: Geology and hydrocarbon resources (red. F. Picha, J. Golonka)*. *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Memoir*, **84**: 221–258.