

Czesław Kotowski\*, Tadeusz Ratajczak\*\*

## KARBOŃSKIE WAPIENIE Z CZATKOWIC — ICH CHARAKTER SUROWCOWY A MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA\*\*\*

---

### 1. Wstęp

Kopalnia Wapienia „Czatkowice” już od ponad 60. lat prowadzi działalność gospodarczą, mającą na celu eksploatację i przeróbkę skał węglanowych. Przedmiot zainteresowania stanowią wapienie karbońskie. Są one podścielone wapieniami i dolomitami dewońskimi. Przykrywały je zapewne górnokarbońskie osady węglonośne, które uległy zerodowaniu. Eksploatowane aktualnie skały wapienne znalazły się na powierzchni wskutek podniesienia ich przez intruzje magmową podłoża. Powstała przez to kopułowata forma, poprzecinana żyłami porfiru, zwana brachyantyną Dębника. Jej zachodnie skrzydło stanowią dość stromo zapadające ku zachodowi, a niekiedy wręcz odwrócone warstwy wapieni. Ten rys budowy geologicznej rejonu Czatkowic dobrze oddał na bodaj pierwszym przekroju geologicznym tego terenu S. Zaręczny (1887) [11]. Wapienie te stanowią fragment ponad kilometrowej grubości osadów znanych pod nazwą wapienia węglowego.

### 2. Historia eksploatacji wapieni w Czatkowicach

Występujące w okolicach Czatkowic skały wapienne od dawien dawna wzbudzały zainteresowanie — zarówno praktyczne jak i poznawcze. Od lat też były eksploatowane. Odbywało się to w niewielkich łomach zlokalizowanych w dolinach pobliskich potoków. Wspomina o tym m.in. S. Zaręczny (1887) [11].

---

\* Kopalnia Wapienia „Czatkowice” Sp. z o.o., Krzeszowice

\*\* Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

\*\*\* Praca powstała częściowo dzięki możliwościom finansowym stworzonym przez realizację w Katedrze Mineralogii, Petrografii i Geochemii AGH tematu działalności statutowej „Badania mineralogiczno-petrograficzne oraz geochemiczne w rozwiązywaniu zagadnień geologicznych, surowcowych, ekologicznych i technologicznych” (nr 11.11.140.158)

Pierwsze profesjonalne prace geologiczne o charakterze złożowo-dokumentacyjno-surowcowym w celu dokładniejszego rozpoznania złoża w Czatkowicach przeprowadzono dopiero w czasie II wojny światowej, w 1942 roku. Odwiercono wówczas m.in. 6 otworów. Jednak przedmiot zainteresowania górniczego stanowiło ono już wcześniej. Dowodzi tego powstały jeszcze przed II wojną światową projekt eksploatacji złoża, którego autorem był prof. Witold Budryk.

W 1945 roku ze względu na ochronę powierzchni podjęto próbę przeniesienia istniejącego wyrobiska z zachodniego zbocza wzgórza na jego wschodni stok. Kierowano się tym, że teren był zalesiony i częściowo zamieszkały. Prace te zostały jednak zaniechane. Zdecydowano o dalszym wydobywaniu kopaliny na zachodnim zboczu doliny.

Od 1948 roku eksploatacja wapienia w Czatkowicach miała charakter przemysłowy. Poczynając od lat 50. ubiegłego wieku zaczęto systematycznie realizować prace geologiczno-dokumentacyjne.

Z myślą o dalszej eksploatacji został opracowany wówczas projekt budowy komory dla materiałów wybuchowych. Jego autorem był prof. Henryk Filcek.

Postęp tych prac doprowadził do:

- udokumentowania zasobów złoża i określenia ich przydatności surowcowej (1952–1953);
- poszerzenia jego granic (1953–1958);
- utworzenia obszaru górniczego zgodnie z zasadami i wymaganiami prawa geologiczno-górniczego (1961);
- rozpoczęcia funkcjonowania kopalni w oparciu o zasady prawa geologiczno-górniczego, co nastąpiło w 1962 roku;
- okonturowania i udokumentowania nieprzydatnych dla przemysłu hutniczego odmian wapieni (1967–1968).

Intensywna eksploatacja złoża nastąpiła po 1969 roku. Jednak odsłanianie coraz innych partii powodowało pojawienie się nowych informacji i szczegółów dotyczących jego budowy geologicznej, które wymagały rozwiązania i dalszych badań. Wydarzenia te miały charakter dynamiczny. Zwielokrotnione zostały potrzeby rozwiązania problemów hydrogeologicznych i odwodnienia wyrobiska. Nabrzmiewać zaczęły zagadnienia dotyczące ochrony środowiska. Ujawniły się i dały znać o sobie zjawiska krasowe. Okazały się one niekorzystne nie tylko w kontekście prowadzonej eksploatacji ale również surowcowym. Ich rozpoznanie, postawienie właściwej diagnozy a zwłaszcza zaproponowanie należytych i rokujących poprawę rozwiązań i przeciwdziałań wymagało realizacji dalszych, coraz bardziej szczegółowych badań geologicznych. Miały one na celu m.in. rozpoznanie złoża do głębokości +250 metrów n.p.m. Wyniki tych prac stanowiły podstawę do opracowania nowej, kompleksowej dokumentacji geologicznej złoża [6].

Kolejne nowe i inne uwarunkowania związane z funkcjonowaniem kopalni spowodowały opracowanie dwóch dodatków do tej dokumentacji [3, 7].

### 3. Charakter litologiczno-petrograficzny czatkowickich skał węglanowych

Złoże wapieni w Czatkowicach stanowi typ nagromadzenia o zróżnicowanej budowie geologicznej. Obejmuje ono profil warstw dolnego karbonu. Zalegają w nim utwory turneju (górnego a być może środkowej jego części) oraz wizenu dolnego i środkowego. Te ostatnie nazwane zostały wapieniami węglowymi [11].

Osady wizenu zostały przez kopalnię wyeksploatowane. Aktualnie wydobywane są utwory turneju. Stanowią je następujące kompleksy skał węglanowych:

- wapień zsylikowany,
- wapień laminowany a niekiedy falisty,
- dolomitowo-wapienne.

Najstarszy kompleks utworów budujących eksploatowaną część złoża tworzą warstwy dolomitowo-wapienne turneju. Charakteryzują się one znaczną zmiennością wykształcenia litologicznego. Tworzą je dolomity raczej syngenetyczne — szare i pelityczne. Spotyka się jednakże odmiany wtórne. Te są żółtawe, brunatnawe, czerwone. Odnaczają się też ziarnistością i porowatością.

W obrębie tego kompleksu wapień często mają charakter magnezowy. Widoczne są też miejscami rozwinięte na szeroką skalę procesy dolomityzacji. Wydaje się to dotyczyć zwłaszcza odmian, w których zawartość MgO przekracza 2% wag. One to kiedyś stanowiły przedmiot lokalnej eksploatacji a w petrografii nadal znane są pod nazwą „marmurów krakowskich”. W obrębie tej serii spotyka się też przewarstwienia wapieni gruzełkowych. Te odznaczają się ciemnoszarym a niekiedy niemal czarnym zabarwieniem. Wynika to stąd, że częściowo posiadają one charakter bitumiczny.

Ponad serią dolomitowo-wapienną występuje kompleks wapieni laminowanych, niekiedy falistych. Posiada on zmienną grubość, zamykającą się w szerokim przedziale 80–330 m. Reprezentowany jest przez odmiany zwięzłe, mikrokrystaliczne. Stanowią główną i najbardziej wartościową część zasobów złoża. Należą do najczystszych skał wapiennych w Polsce. Są grubo- i średnioławicowe, jasnoszare. Liczne są w nich fragmenty fauny, wśród której można spotkać ramienionogi, krynoidy, korale. Spotyka się, niekiedy dość często, autigeniczne ziarna kalcytu lub kilkumilimetrowe żyłki zbudowane z tego węglanu. Są one różnobarwne i zazwyczaj grubokrystaliczne. Jedna z takich kalcytowych żył o znacznej, kilkumetrowej grubości przebiegała obok zachodnich granic złoża. Znana była jako „onyks z Paczółtowie”. Dziś wyeksploatowana, stanowiła niegdyś popularny materiał dekoracyjny. Wśród tych wapieni spotyka się również przemazy ilaste.

Badania mikroskopowe tych odmian wapieni [9] wykazały, że spotyka się wśród nich odmiany: mikrytowe, sparytowe, bioklastyczne i pseudoolitowe [8].

Najwyższy kompleks utworów turneju to wapień zsylikowany i odmiany odznaczające się obecnością rogowców. Posiadają one miąższość 20–30 m.

Przejawy silifikacji mogą przybierać następujące formy:

- w miarę równomiernie przepajające wapienie. Przez to skały te stają się ciemniejsze a także twardsze. Takie formy występowania mineralizacji krzemionkowej zdają się dominować;
- skrzemieniałych, soczewkowatych form. Są one zazwyczaj ułożone zgodnie z uławieniem. Mają kształty płaskie, dyskoidalne. Ich kontury są rozmyte i nieostre;
- owalne o zmiennym zabarwieniu. Ich wielkość dochodzi do kilku centymetrów. Te odmiany zalegają niezgodnie z warstwowaniem skał. Są też spotykane stosunkowo rzadko.

Zawartość krzemionki w zsylikowanych odmianach wapieni jest wyraźnie wyższa niż w pozostałych skałach węglanowych. Z reguły sięga ona kilkunastu do 20% wag., ale sporadycznie może przekroczyć nawet 40% wag.

#### **4. Kierunki surowcowego wykorzystania skał węglanowych z Czatkowic**

W złożu „Czatkowice” zalegają zróżnicowane pod względem litologiczno-petrograficznym, a w ślad za tym surowcowym, odmiany skał węglanowych. Powodowało to, że z upływem lat zmieniały się kierunki ich technologicznego wykorzystania. Istnieją przesłanki, że w latach zamierzchłych miejscowa ludność wykorzystywała je w charakterze materiału budowlanego, a być może dekoracyjnego. Dotyczyło to odmian dolomitowych. Były też podobno stosowane w przemyśle ceramicznym. Brak jednakże bliższych informacji na ten temat. Natomiast według istniejących przekazów w czasie II wojny światowej, chyba z uwagi na potrzeby niemieckiego przemysłu zbrojeniowego, wykorzystywano je do produkcji karbidu.

W „*Dokumentacji geologicznej złoża ...*” dokonana została charakterystyka surowcowa tych kopalni. Przeprowadzono ją m.in. w oparciu o wymagania normy „Kamień budowlany” [4]. Badania technologiczne dotyczyły też możliwości wykorzystania tych kopalni w innych kierunkach. Wymagało to z kolei skorzystania z procedur wynikających z założeń innych norm. Wyniki tych prac, obowiązujące kryteria, wymagania wynikające z rodzaju zakładanej produkcji spowodowały, że wśród wapieni zalegających w złożu „Czatkowice” wyróżniono [6]:

- kopaliny użyteczne (wapienie gatunków 01–04);
- przerosty użyteczne (dolomity wapienne, wapienie dolomityczne i zsylikowane);
- przerosty nieużyteczne i odpady.

Według „*Bilansu zasobów ...*” (2008) w Czatkowicach udokumentowane są dwie odmiany kopaliny:

- kamienie łamane i bloczne (dawniej drogowe i budowlane),
- wapienie dla przemysłu wapienniczego.

Wapienie czatkowickie są więc zmienne surowcowo. Sytuacja taka przez cały czas eksploatacji stwarzała szanse, nie tylko zresztą teoretyczną, ale jak się miało okazać także praktyczną, na rozszerzenie i urozmaicenie asortymentu produkcji. Przez długi czas głównym odbiorcą materiałów wytwarzanych przez kopalnię było hutnictwo. Kontrahentami pozostawało również budownictwo, przemysł szklarski i cukrowniczy. Były to jednocześnie tradycyjne kierunki produkcji. Zmiana jej profilu, jakkolwiek surowcowo uzasadniona i możliwa — przez długi czas była nierealna. Dopiero lata 80-te ubiegłego wieku zmieniły tę sytuację. Gospodarka rynkowa spowodowała załamanie zapotrzebowania na tradycyjne, a jednocześnie dominujące asortymenty surowców wytwarzane przez kopalnię. Ten rynek zbytu praktycznie przestał funkcjonować. W przypadku kopalni pojawiło się pytanie z rodzaju „być albo nie być”. Stały się wezwania uzasadniające wręcz jej dalszy byt i funkcjonowanie. Spowodowało to potrzebę zmiany profilu i zakresu produkcji. Realizacja ich w krótkim czasie uczyniła ją bardziej atrakcyjną a finansowo efektywną.

Aktualnie z eksploatowanych w Czatkowicach skał węglanowych wytwarza się następujące odmiany wyrobów:

- różne granulacje wapienia dla przemysłu hutniczego i cementowego;
- kruszywa drogowe do wytwarzania betonów i mas bitumicznych;
- mączkę oraz piaski wapienne używane m.in. w energetyce i produkcji materiałów budowlanych.

Zmiana profilu produkcji kopalni stała się możliwa dzięki poczynionym inwestycjom i budowie Zakładów Kruszyw Drogowych a zwłaszcza Przemiałowni Kamienia Wapiennego. One to właśnie, a konkretnie otrzymywane dzięki zastosowanym technologiom produkty pozwoliły rozszerzyć ofertę kopalni i znaleźć nowych odbiorców. Przemiałownia wytwarza mączkę wapienną o uziarnieniu 0,0–0,045 mm oraz piaski o granulacji: 0,1–0,4; 0,4–0,8; 0,8–1,2 mm. Produkty te znajdują zastosowanie przede wszystkim w energetyce. Mączka jest wykorzystywana do odsiarczania spalin metodą mokrą. Piasek wapienny znajduje zastosowanie w proc esach fluidalnego spalania węgla ze złożem cyrkulującym zawieszonym. Głównymi odbiorcami tych produktów pozostaje energetyka. Są nimi elektrownie: Jaworzno III, Konin SA, Kozienice SA, Łaziska SA, Opole SA. Wykorzystują one ponad 80% wytwarzanej mączki.

Uzyskiwane w efekcie działalności przemiałowni produkty znajdują także zastosowanie w innych technologiach. W przypadku frakcji piaskowej dotyczy to budownictwa. Wykorzystywane są one jako wypełniacze do wytwarzania:

- różnego rodzaju zapraw,
- asfaltu.

Ich odbiorcą jest także przemysł szklarski. Stanowią także komponent do wytwarzania kredy pastewnej.

Inne kierunki utylizacji otwarły się przed odmianami wapieni zsylikowanych. Z uwagi na niektóre swoje własności m.in. wysoką zawartość  $\text{SiO}_2$  okazały się one nieprzydatne

zarówno na użytek przemysłu wapienniczego jak i energetyki. Natomiast z powodzeniem można je stosować do produkcji kruszyw drogowych klas: 0–60; 0–32; 0–2; 2–8; 8–16; 16–32 mm. Nadają się one do produkcji betonów i mas bitumicznych a także pod budowę dróg i autostrad. Te odmiany wapieni spełniają kryteria umożliwiające produkcję kruszyw gatunku I (klas I i II). Służą one do wytwarzania m.in. betonów marki 50.

## 5. Wapienie czatkowickie jako kopalina służąca uzyskiwaniu mączki

O tym czy minerał, skała, substancja mineralna mogą stać się surowcem mineralnym (obok cech fizykochemicznych czy technologicznych) decydują sposób ich geologicznego zalegania, charakter strukturalno-teksturalny, skład chemiczno-mineralny.

Wapienie czatkowickie służące uzyskiwaniu mączki wapiennej, jak wspomniano, należą do odmian mikrokrystalicznych (mikrytowych i sparytowych). Zalicza się je do najczystszych skał wapiennych w Polsce.

W tabelach 1 i 2 podany jest ich skład chemiczny wapieni notowany na przestrzeni 10 lat. W kontekście praktycznego wykorzystania tych surowców zwraca uwagę stabilna ilość  $\text{CaCO}_3$ . Mieści się ona w przedziale 96,67–96,95% wag. Nic też dziwnego, że również stała jest ich białość (parametr fizykochemiczny rozstrzygający o wykorzystaniu kopaliny w charakterze sorbentu przez energetykę). Ta cecha wynika po części z tego, że wapienie te zawierają nieduże ilości składników mogących wpływać na zmianę czy obniżenie wartości tego parametru. Należy do nich przede wszystkim  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Obecność tego tlenku jest niska i mieści się w wąskim interwale 0,09–0,14% wag. Również stopień dolomityzacji tych wapieni jest nieduży. Świadczy o tym niewysoka obecność  $\text{MgCO}_3$  (1,21–1,78% wag.).

Ten stabilny skład chemiczny wapieni i wynikająca z niego również stabilna białość pozostają w stałej zależności. Dowodzi tego graficzna ilustracja wartości białości,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i  $\text{CaCO}_3$  (rys. 1). Wyraźne obniżenie białości mające miejsce w latach 2003 i 2006 należy wiązać z wykazaną wówczas w wapieniach podwyższoną obecnością  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Inną przyczyną jest zauważalna również w tym czasie obniżka obecności  $\text{CaCO}_3$  w wapieniach.

Z przytoczonych przypadków wynika potrzeba identyfikacji substancji niewęglanowej w wapieniach jako sprawcy tych „zawirowań”. Wyniki badań [10, 11] wykazały, że stanowią ją siarczki, tlenki i wodorotlenki żelaza, połączenia ilaste i organiczne, minerały z grupy  $\text{SiO}_2$ . Dyfraktometrycznie wykazano też obecność skaleni, illitu (spośród minerałów ilastych) i najprawdopodobniej chlorytu.

Identyfikacja i charakterystyka obecnych w wapieniach pirytów wykazał, że przybierają one następujące formy:

- pojedynczych, odizolowanych niekiedy automorficznych kryształów;
- agregatów wieloziarnowych;
- ziarn lub agregatów o formach i kształtach framboidalnych.

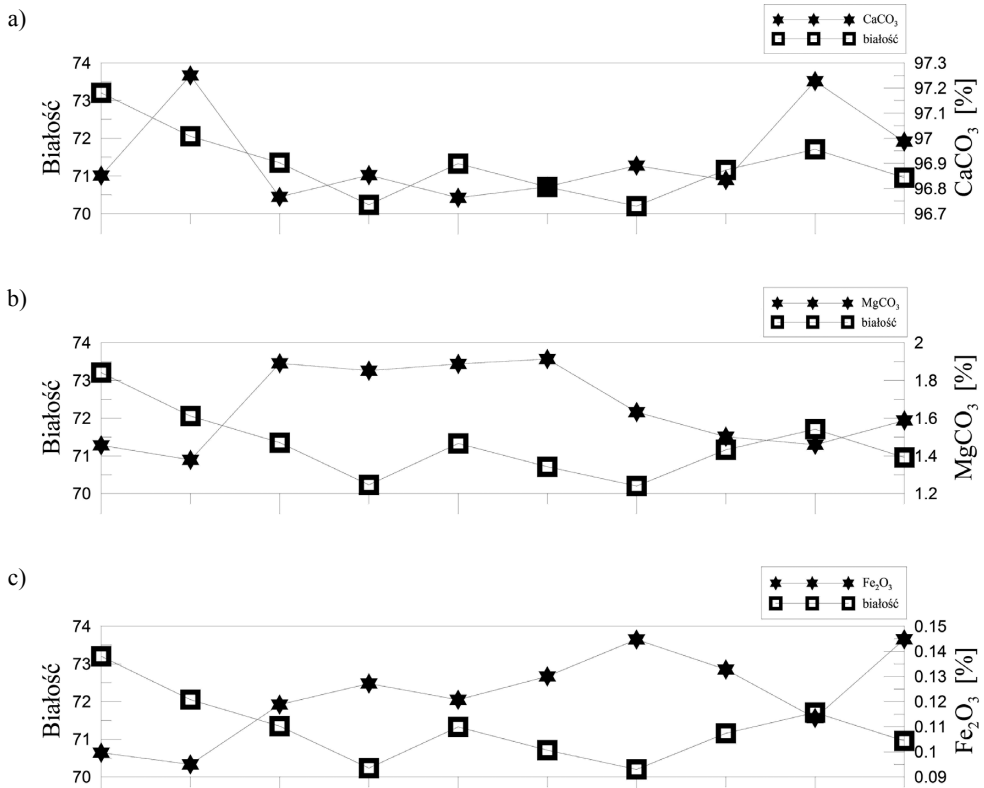
TABELA 1  
**Niekompletny skład chemiczny wapieni czatkowickich przeznaczonych do wytwarzania mączki wapiennej (lata 2000–2009)**

Składnik	Zawartość średnia w roku									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
SiO <sub>2</sub>	1,14	1,96	1,08	1,12	1,09	1,04	1,18	1,06	1,13	1,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06	0,08	0,08	0,09	0,05	0,09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,09	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13	0,14	0,14
CaCO <sub>3</sub>	96,72	96,91	96,21	96,87	96,71	96,9	96,95	96,67	96,9	96,95
MgCO <sub>3</sub>	1,38	1,21	1,23	1,53	1,67	1,78	1,72	1,46	1,40	1,46
Białosć	72,99	72,17	72,05	71,87	71,86	71,49	70,2	71,16	71,71	70,95

TABELA 2

Średni skład chemiczny wapieni czatkowickich przeznaczonych do wytwarzania mączki wapiennej (lata 2000–2009)

Składnik	Minimalna	Średnia	Maksymalna	Odchylenie standardowe
SiO <sub>2</sub>	0,450	1,131	10,990	0,608
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,027	0,071	0,131	0,005
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,061	0,123	0,248	0,010
CaCO <sub>3</sub>	95,850	96,87	97,460	0,106
MgCO <sub>3</sub>	1,060	1,575	2,390	0,084
Białość	67,200	71,521	74,930	0,237



Rys. 1. Graficzna ilustracja zależności białości od zawartości CaCO<sub>3</sub> (a); MgCO<sub>3</sub> (b); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (c)



Nagromadzenia tlenkowych i wodorotlenkowych połączeń żelaza (goethyt czy hematyt) skupiają się wzdłuż spekań i szczelin. Sporadycznie spotykano je w formie nalotów obecnych na automorficznych ziarnach węglanowych.

Minerały ilaste mogą przybierać formy przemazów. Ich dominującym składnikiem wydaje się być illit. Stwierdza się je w postaci agregatów wieloziarnowych m.in. z pirytem czy minerałami żelaza. Sygnalizowana jest obecność w skałach węglanowych turneju z Czatkowic wkładek bentonitowych [5].

W wapieniach spotyka się partie nieprzeświecające lub przeświecające na brunatno. Są też w nich zauważane elementy przypominające macerały węglowe. Ekstrakcja zmierzająca do usunięcia tego typu nagromadzeń i badania z zastosowaniem spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni wykazały, że stanowią je węglowodory lekkie, pochodne od ropy naftowej. W wapieniach turneju występują one w ilości 0,04–1,24 mg/kg.

Sumaryczny udział wszystkich wymienionych odmian substancji niewęglanowej w wapieniach czatkowickich można ocenić na około 0,X% obj. Niekiedy może być wyraźnie wyższy. Dotyczy to chociażby obecności połączeń mineralnych  $\text{SiO}_2$  w wapieniach zsylikowanych.

Szczególną formą geologiczną zauważalną w budowie geologicznej złoża wapieni w Czatkowicach stanowią strefy intensywnie niekiedy rozwiniętego krasu. Ich obecność wyznacza naturalną wschodnią granicę złoża. Jednakże obecność tych form charakteryzuje się nieprzewidywalnością. Przez to stanowią one duże utrudnienie w procesach eksploatacji. Wpływają też na obniżenie jakości surowcowej kopalni. Zjawiska krasowe należą do dwóch generacji [2]:

- starszej, powstałej na przełomie permu i triasu;
- młodszej, wieku trzeciorzędowo-czwartorzędowego.

Przypuszcza się, że kras starszy generalnie rozwinięty jest intensywniej. Ma to miejsce zwłaszcza w głębszych partiach złoża. Daje się w nim zidentyfikować obecność dwóch procesów geologiczno-mineralogicznych. Są nimi dolomityzacja oraz zażelazienie i skawernienie. Procesy te prowadzi do niemal całkowitego rozluźnienia skał wapiennych i powstania utworów zwietrzelinowych o charakterze gliniasto-żelazistym, zawierających fragmenty rumoszu okruców wapiennych. Młodsza generacja form krasowych zaznacza się jedynie w strefach powierzchniowych.

#### LITERATURA

- [1] Bilans zasobów kopalni stałych i wód podziemnych w Polsce według stanu na dzień 31 grudnia 2008 roku. Ministerstwo Ochrony Środowiska. Wydawnictwo Państwowego Instytutu Geologicznego
- [2] *Bogacz K.*: Budowa geologiczna paleozoiku dębnickiego. Rocznik PTG nr 50/2, 1980
- [3] *Milkowski R., red.*: Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża wapieni karbońskich w Czatkowicach koło Krzeszowic w kategorii B + C<sub>1</sub> + C<sub>2</sub>. Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie, 1983
- [4] Norma branżowa BN/75/6715.03. Kamień budowlany
- [5] *Paszkowski M.*: Pre-calloviaian multiple karstification of carboniferous limestone. [in:] Climate Changes the Karst Record II. Guidebook and Abstracts, 2000

- [6] *Preidl M., red.*: Dokumentacja geologiczna złoża wapieni „Czatkowice” w kategorii  $B + C_1 + C_2$ . Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie, 1980
- [7] *Preidl M.*: Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża wapieni karbońskich „Czatkowice” w kategorii  $B + C_1 + C_2$ . Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie, 1980
- [8] Radwanek B.: Charakterystyka petrograficzna wapieni z Czatkowic. Załącznik do „Dokumentacji geologicznej złoża wapienia karbońskiego „Czatkowice” w kat.  $B + C_1 + C_2$ ”, 1980.
- [9] *Ratajczak T., red.*: Ocena przydatności wapieni z Kopalni „Czatkowice” do odsiarczania gazów z elektrowni Jaworzno III. Archiwum Kopalni Wapienia Czatkowice sp. z o.o., 1998
- [10] *Ratajczak T., Kotowski C.*: Złoże wapieni w Czatkowicach — charakterystyka geologiczna i surowcowa. [w:] Przeróbka i wykorzystanie surowców skalnych. Wyd. IGSMiE PAN w Krakowie, 2002
- [11] *Zaręczny S.*: Mapa geologiczna okolic Krakowa i Chrzanowa. Wydawnictwo Geologiczne, 1887