

BOGUSŁAW BAŁK*, BARBARA RADWANEK-BAŁK**, PIOTR WYSZOMIRSKI***

Aktualny przegląd krajowych złóż dolomitów w aspekcie wykorzystania w przemyśle materiałów ogniotrwałych

Wprowadzenie

Dolomit jako minerał zawiera teoretycznie: 30,4% CaO, 21,9% MgO i 47,7% CO₂. Jako skała – fragment górotworu – bardzo rzadko występuje w stanie całkowicie czystym. Zazwyczaj zawiera domieszki kalcytu, a także innych minerałów, najczęściej wykształcone w postaci związków żelaza, glinu, krzemu, magnezu, a także – zwłaszcza w dolomicie kruszczośnym – cynku i ołowiu. W wielu złożach obok czystych dolomitów występują również dolomity wapniste lub wapienie dolomityczne.

Ze względu na właściwości fizyczno-mechaniczne i skład chemiczny, dolomity stanowią kopalinę przydatną do wielokierunkowego wykorzystania. Są więc typową kopaliną wielosuwrowową. Wysoka temperatura topienia produktów powstałych w wyniku termicznego rozkładu CaMg(CO₃)₂, tj. CaO (2570°C) i MgO (2840°C), jest wyróżniającą korzystną cechą, pozwalającą na stosowanie dolomitów w przemyśle materiałów ogniotrwałych. Główną trudnością w szerszym niż dotychczas ich wykorzystaniu do tych celów jest podatność MgO, a zwłaszcza CaO, do ulegania hydratacji.

W Polsce, wobec braku odpowiedniej jakości złóż magnezytu, dolomit był od dawna wykorzystywany w przemyśle materiałów ogniotrwałych, choć w ograniczonym zakresie. Spowodowane jest to głównie wymaganiami technologicznymi, które wymuszają posiadanie przez kopalinę odpowiednich parametrów jakościowych. Związane są one z zawartością

* Dr inż., ** Dr hab. inż. prof. nadzw. PIG-PIB, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, Kraków.

*** Dr hab. inż., prof. nadzw. AGH, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, e-mail: pwysz@agh.edu.pl

MgO, czystością chemiczną, uziarnieniem i porowatością otwartą. Ważnym kryterium jest również stałość tych parametrów, co wymaga dużej jednorodności kopaliny. Mniej dotkliwym jest ograniczenie związane z wielkością zasobów złóż, które są zazwyczaj duże, wystarczające dla planowania ekonomicznie uzasadnionej, przemysłowej ich eksploatacji.

Analizując polskie złoża dolomitów pod kątem prowadzenia dalszych badań nad ich cechami użytkowymi, w szczególności zachowania się podczas dekarbonatyzacji, skupiono się na złożach już zagospodarowanych i obecnie eksploatowanych. Ocena przydatności innych, rezerwowych złóż dolomitów dla potrzeb przemysłu materiałów ogniotrwałych przedstawiono też we wcześniejszych publikacjach (m.in. Machalica, Ruśkiewicz 1961; Niemczynowicz 1970; Pałubicki 1970; Ruśkiewicz 1974; Adamska i in. 1986; Maziarz, Baran 1985; Łukwiński, Narkiewicz 1993; Galos 1999; Radwanek-Bąk, Bąk 2009).

1. Możliwości wykorzystania krajowych dolomitów do produkcji materiałów ogniotrwałych – analiza wymagań technologicznych

Podstawowym procesem wytwarzania dolomitów ogniotrwałych jest ich obróbka termiczna, przebiegająca jedno- lub dwuetapowo. Jej efektem jest otrzymanie tzw. klinkieru dolomitowego (dolomit spieczony). Proces ten wymaga dużej czystości dolomitu, gdyż obecność zanieczyszczeń (głównie SiO_2 , Al_2O_3 i Fe_2O_3) powoduje powstanie niskotopliwych faz krzemianowych, ferrytowych i glinianowych. Ich obecność w klinkierze pogarsza jego właściwości termiczne i obniża odporność na korozję.

Wymagania jakościowe dla dolomitów stosowanych w przemyśle materiałów ogniotrwałych określa norma BN-86/6761-16. Wyróżnia ona sześć gatunków dolomitów surowych, mogących znaleźć zastosowanie w przemyśle materiałów ogniotrwałych i w hutnictwie (jako topniki). Tylko trzy z nich nadają się jako surowiec do wytwarzania dolomitów spieczonych stosowanych w przemyśle materiałów ogniotrwałych (Wyszomirski, Galos 2007). Najczystsza odmiana dolomitu surowego, tj. DK, służy do produkcji dolomitu spieczonego wysokiej jakości (DKS), który wykorzystuje się do wytwarzania formowanych wyrobów dolomitowych. Wymagane parametry chemiczne to: zawartość MgO – min. 19%, SiO_2 – maks. 1%, Al_2O_3 – maks. 0,7% i Fe_2O_3 – maks. 1,3% .

Gatunki DM1 i DM2 są przeznaczone do wytwarzania dolomitu prażonego, wykorzystywanego następnie do produkcji mas dolomitowych niższej jakości. Dla tych gatunków wymagania dla dolomitu surowego są następujące: minimalna zawartość MgO od 16% (DM2) do 17,5% (DM1), maksymalna zaś zawartość domieszek szkodliwych wynosi odpowiednio: SiO_2 – 2,8% i 2,0%; Al_2O_3 – 1,0% i 0,5%, oraz Fe_2O_3 – 6,5% i 3,0%.

Oprócz składu chemicznego warunkiem koniecznym dla właściwego przebiegu procesu technologicznego jest odpowiednia wielkość kryształów dolomitu i porowatość surowca. Do prażenia – zwłaszcza w prostszym pod względem technologicznym procesie jedno-stopniowego spiekania – nadają się dolomity drobnokrystaliczne. W wyniku ich prażenia

powstaje mieszanina krystalitów CaO i MgO o submikroskopowej, wyraźnie zróżnicowanej wielkości (Wyszomirski, Różanowski 1982).

Porowatość, w szczególności porowatość otwarta, stanowi istotną cechę z punktu widzenia procesu spiekania. Badania wpływu porowatości otwartej na efektywność tego procesu były prowadzone w Polsce m.in. na próbkach dolomitu surowego, pochodzących ze złoża Brudzowice (Strama, Łukwiński 1980; Łukwiński, Kapuściński, Ciepaj 1997). Wykazały one, iż mimo przyjmowanego powszechnie poglądu, że korzystniejsze dla spiekania są dolomity o niskiej porowatości otwartej, zależność ta nie jest w pełni jednoznaczna. Zdaniem znanego specjalisty z dziedziny technologii dolomitowych materiałów ogniotrwałych Profesora Kielskiego (inf. ustna) preferowane są dolomity o niskiej porowatości. Dokładne jednak wyznaczenie dopuszczalnej, granicznej wartości porowatości dolomitu, jako podstawy oceny jego spiekalności, jest trudne.

Do badania dekarbonatyzacji dolomitów są przydatne też pomiary zmian gęstości, które towarzyszą krystalizacji powstających w tym procesie tlenków wapnia i magnezu. Do tego celu szczególnie nadaje się piknometria helowa, m.in. ze względu na szybkość przeprowadzenia tych pomiarów jak i dokładność uzyskiwanych wyników (Kielski, Wodnicka 1994).

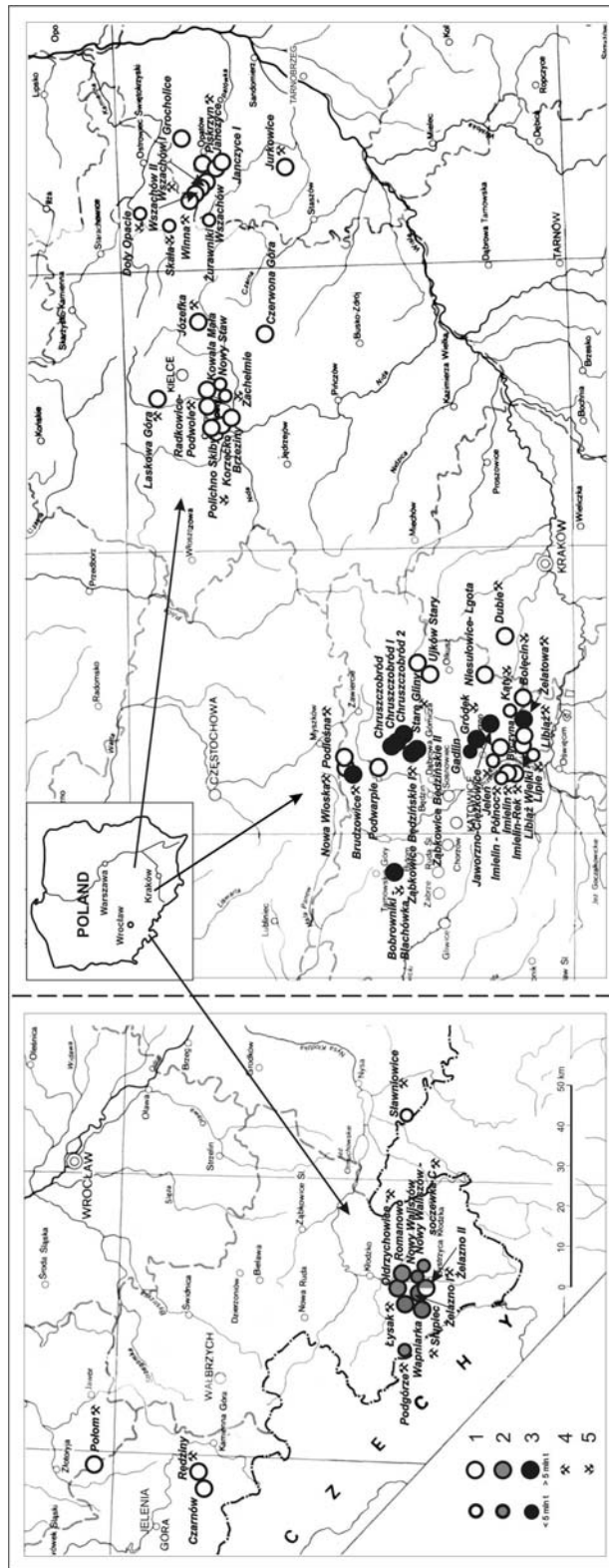
2. Charakterystyka bazy zasobowej złóż dolomitu w Polsce

Zgodnie z przyjętą w Polsce klasyfikacją surowcową dolomity i marmury dolomitowe ujmowane są generalnie w dwóch grupach surowcowych:

- jako tzw. dolomity przemysłowe, możliwe do wykorzystania w hutnictwie, przemyśle materiałów ogniotrwałych, ceramicznym, szklarskim, chemicznym lub spożywczym,
- jako kamienie budowlane i drogowe – dokumentowane dla potrzeb drogownictwa i budownictwa, w tym materiałów dekoracyjnych.

Skały te występują w kilku regionach Polski (rys. 1) w kompleksach skalnych różnego wieku: od prekambru po jurę, na różnej, nieraz znacznej głębokości. Złoża o znaczeniu przemysłowym, a więc położone w strefie przypowierzchniowej, umożliwiającej ich odkrywkową eksploatację, występują w Sudetach, regionie śląsko-krakowskim i Górach Świętokrzyskich (Kozłowski 1986; Nieć 2000; Radwanek-Bąk, Bąk 2009).

W Sudetach (województwa dolnośląskie i opolskie) dolomity i marmury dolomitowe występują głównie w utworach prekambru i dolnego paleozoiku, w obrębie skał zmetamorfizowanych, w których udokumentowano 13 złóż (tab. 1). Serie węglanowe o charakterze dolomitowym są znane przede wszystkim ze wschodniego obrzeżenia karkonoskiego masywu granitowego, z pasma Krowiarek koło Bystrzycy Kłodzkiej i z okolic Wojcieszowa. Pod względem petrograficznym są to głównie marmury dolomitowe, które powstały w wyniku metamorfizmu dolomitów w szerokim zakresie ciśnień i temperatur. Większość, bo 11 złóż, zakwalifikowano do grupy surowcowej kamieni budowlanych i drogowych, a tylko jedno (Rędziny) uznano jako złożo dolomitu przemysłowego. Dostarcza ono dużej



Rys. 1. Krajowe złoża dolomitów ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb przemysłu materiałów ogniotrwałych (wg MIDAS < baza.gov.pl/midas >)

1 – dolomity, 2 – marmury dolomitowe, 3 – dolomity hutnicze, 4 – złoża eksploatawane, 5 – złoża zaniechane

Fig. 1. Polish deposits of dolomites particularly regarding the needs of the industry of refractories (according to MIDAS < baza.gov.pl/midas >)

1 – dolomites, 2 – dolomite marbles, 3 – metallurgical dolomites, 4 – exploited deposits, 5 – abandoned deposits

TABELA 1

Krajowa baza zasobowa dolomitów i jej zasoby (Gientka, Malon, Tymiński 2009)

TABLE 1

Polish deposits of dolomites and their resources (Gientka, Malon, Tymiński 2009)

Nazwa złoża	Stan zagospodarowania złoża	Powiat	Kategoria rozpoznania	Zasoby [tys. t]		Wydobycie [tys. t]	Typ kopaliny
				geologiczne bilansowe	przemysłowe		
1	2	3	4	5	6	7	8
REGION DOLNOŚLĄSKI							
Czarnów	R	Jelenia Góra	C ₂	5 625	–	–	Kbd/Dolomit
Łysak	T	Kłodzko	C ₁ +B	31 105	31 105	–	Kbd/Marmur dolomitowy
Nowy Waliszów	R	Kłodzko	C ₁	2 090	–	–	Kbd/Marmur dolomitowy
Nowy Waliszów – soczewka C	T	Kłodzko	C ₁ +B	2 087	2 087	–	Kbd/Marmur dolomitowy
Ołdrzychowice-Romanowo	E	Kłodzko	C ₁ +B	44 283	44 283	369	Kbd/Marmur dolomitowy
Podgórze	T	Kłodzko	C ₁ +B	70	67	–	Kbd/Marmur dolomitowy
Połom	E	Złotoryja	C ₁ +B	1 515	–	–	Kbd/Dolomit
Rędziny	E	Kamienna Góra	C ₁ +B	13 710 1 806	13 710	213	Dolomity przemysłowe
Słupiec	R	Kłodzko	C ₂	80 485	–	–	Kbd/Marmur dolomitowy
Wapniarka	T	Kłodzko	C ₁ +B	12 630	793	–	Kbd/Marmur dolomitowy
Żelazno I	E	Kłodzko	C ₁ +B	11 701	9 461	108	Kbd/Marmur dolomitowy
Żelazno II	R	Kłodzko	C ₁ +B	7 941	–	–	Kbd/Dolomit
REGION ŚLĄSKO-KRAKOWSKI							
Bołęcín	Z	Chrzanów	C ₁	12 048	–	–	Kbd/Dolomit
Bobrowniki-Błachówka	Z	Tarnowskie Góry	C ₁ +B	29 330	–	–	Dolomity przemysłowe
Brudzowice	E	Będzin	C ₁ +B	99 716	42 228	1 340	Dolomity przemysłowe
Byczyna	R	Jaworzno	C ₂	61 113	–	–	Kbd/Dolomit
Chruszczobród	R	Zawiercie	C ₁	64 550	–	–	Dolomity przemysłowe

1	2	3	4	5	6	7	8
Chruszczobród I	R	Zawiercie	C_1+C_2	17 443	–	–	Dolomity przemysłowe
Chruszczobród 2	R	Zawiercie	C_1	30 831	–	–	Dolomity przemysłowe
Dubie	E	Kraków	C_1+B	143 769	27 212	878	Kbd/Dolomit
Gadlin	R	Jaworzno	C_1	982	–	–	Dolomity przemysłowe
Gródek	Z	Jaworzno	C_1	23 034	–	–	Dolomity przemysłowe
Imielin	E	Bieruńsko- -lędziński	$B+C_1+C_2$	16 561	1 429	90	Kbd/Dolomit i wapień
Imielin-Północ	E	Bieruńsko- -lędziński, Mysłowice	$B+C_1+C_2$	2 091	1 574	309	Kbd/Dolomit
Imielin-Rek	E	Bieruńsko- -lędziński, Mysłowice	$B+C_1+C_2$	11 577	11 577	150	wapień dolomityczny
Jaworzno- -Ciężkowice	R	Jaworzno	C_2	30 697	–	–	Dolomity przemysłowe
Jeleń	Z	Jaworzno	C_1	2 273	–	–	Kbd/Dolomit
Kąty	Z	Chrzanów	C_1	657	–	–	Kbd/Dolomit
Libiąż	E	Chrzanów	C_1+B	6 207	5 111	338	Kbd/Dolomit
Libiąż Wielki	R	Chrzanów	C_2	17 810	–	–	Kbd/Dolomit
Lipie	Z	Chrzanów	C_1	149	–	–	Kbd/Dolomit
Niesułowice- -Lgota	R	Olkusz	C_1	25 070	–	–	Kbd/Dolomit
Nowa Wioska	E	Będzin	$B+C_1+C_2$	18 144	6 059	341	Kbd/Dolomit
Podleśna	E	Będzin	$B+C_1+C_2$	46 957	8 811	434	Kbd/Dolomit
Podwarpie	R	Będzin	$B+C_1+C_2$	62 855	–	–	Kbd/Dolomit
Stare Gliny	E	Olkusz	$B+C_1+C_2$	22 753	12 604	202	Kbd/Dolomit
Ujków Stary	R	Olkusz	C_1	16 490	–	–	Kbd/Dolomit
Ząbkowice Będzińskie I	E	Dąbrowa Górnicza	$B+C_1+C_2$	21 652	10 331	865	Dolomity przemysłowe
Ząbkowice Będzińskie II	R	Dąbrowa Górnicza	$B+C_1+C_2$	19 773	–	–	Dolomity przemysłowe
Żelatowa	E	Chrzanów	C_1+B	26 747	11 740	616	Dolomity przemysłowe

TABELA 1 cd.

TABLE 1 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8
REGION ŚWIĘTOKRZYSKI							
Brzeziny	R	Kielce	C ₁	11 951	–	–	Kbd/Dolomit
Czerwona Góra	R	Kielce	C ₁	54 350	–	–	Kbd/Dolomit
Doły Opacie	Z	Ostrowiec Świętokrzyski	C ₁	2 051	–	–	Kbd/Dolomit
Grocholice	R	Opatów	C ₂	38 673	–	–	Kbd/Dolomit
Janczyce I	R	Opatów	B	117 442	–	–	Kbd/Dolomit
Janczyce	R	Opatów	C ₁	15 048	–	–	Kbd/Dolomit i wapień
Józefa	E	Kielce	B+C ₁	7 724	3 917	292	Kbd/Dolomit i wapień
Jurkowice	E	Staszów	B+C ₁ +C ₂	10 719	10 719	339	Kbd/Dolomit
Korzecko	R	Kielce	C ₁	11 983	–	–	Kbd/Dolomit
Kowala Mała	R	Kielce	C ₁	44 797	–	–	Kbd/Dolomit
Laskowa Góra	E	Kielce	C ₁	18 265	5 300	516	Kbd/Dolomit
Nowy Staw	R	Kielce	C ₁	47	–	–	Kbd/Dolomit i wapień
Piskrzyn	E	Opatów	C ₁	22 719	18 301	838	Kbd/Dolomit
Polichno-Skiby	R	Kielce	C ₁	18 080	–	–	Kbd/Dolomit i wapień
Radkowiec- -Podwale	E	Kielce	C ₁	16 133	11 367	1 414	Kbd/Dolomit
Skała	Z	Kielce	C ₁	1 653	–	–	Kbd/Dolomit
Winna	E	Kielce	C ₁	17 481	17 481	311	Kbd/Dolomit
Wszachów	R	Opatów	C ₂	48 021	–	–	Kbd/Dolomit
Wszachów I	E	Opatów	C ₁	20 396	20 396	428	Kbd/Dolomit
Wszachów II	R	Opatów	C ₁	16 712	–	–	Kbd/Dolomit
Zachemie	Z	Kielce	C ₂	–	–	–	Kbd/Dolomit
Żurawniki	R	Opatów	C ₁	1 212	–	–	Kbd/Dolomit

Objaśnienia symboli:

stan zagospodarowania złoża: E – eksploatowane, R – rezerwowe, T – okresowo eksploatowane, Z – wydobyte zaniechane, Kbd – kamienie budowlane i drogowe

czystości surowca, który wykorzystywany jest od dziesiątków lat w przemyśle szklarskim i ceramicznym, a także w budownictwie. Wśród złóż Dolnego Śląska znajduje się również unikatowe w skali kraju złożo marmurów dolomitowych Ołdrzychowice-Romanowo, którego fragmenty charakteryzują się wyjątkowo wysoką czystością kopaliny. Z tego złoża pozyskuje się mączki dla przemysłu szklarskiego, ceramicznego, spożywczego i chemicznego oraz grysy budowlane, używane m.in. do produkcji lastrika. Wysoką czystością charakteryzuje się też skała dolomitowa zalegająca w sąsiednim złożu Nowy Waliszów. Podrzednie – jako kopalina towarzysząca – dolomity występują w złożach wapieni kambryjskich w Górach Kaczawskich.

W regionie śląsko-krakowskim (województwa małopolskie i śląskie) występują głównie dolomity triasowe (na ogół jaśniejszej barwy) i środkowodewońskie (ciemniejsze), przy czym te drugie leżą zazwyczaj pod dolomitami triasowymi. W strefie przypowierzchniowej dolomity dewońskie tworzą izolowane wystąpienia np. w okolicach Krzeszowic, Olkusza i Siewierza. Złożem, w którym udokumentowano jedynie dolomity środkowodewońskie, zaliczane do żywetu, jest złożo Dubie, położone w pobliżu Krzeszowic. W kilku innych złożach (Brudzowice, Podleśna, Nowa Wioska) dolomity dewonu występują pod dolomitami triasowymi, w głębszych fragmentach złóż, stanowiąc część ich udokumentowanych zasobów. Dolomity triasowe o znaczeniu surowcowym to głównie dolomity środkowego wapienia muszlowego: dolomity diploporowe i kruszczośne. Dolomity diploporowe zajmują znaczne obszary w okolicach Siewierza, Dąbrowy Górniczej, Zawiercia, Jaworzna, Chrzanowa, Libiąża i Olkusza. Dolomity kruszczośne występują zazwyczaj pod dolomitami diploporowymi, a jedynie lokalnie – bezpośrednio na powierzchni terenu. Obejmują one różne poziomy środkowego wapienia muszlowego (i niekiedy retu). Parametry fizykochemiczne, skład chemiczny i uziarnienie dolomitów triasowych są zróżnicowane. Dotyczy to w szczególności zmiennej zawartości krzemionki i tlenków żelaza. Lokalnie, zwłaszcza wśród dolomitów kruszczośnych, można spotkać partie słabiej zdolomitowane oraz niezdolomitowane wapienie. Pod względem petrograficznym dolomity diploporowe są skałami drobnodetrytycznymi o zróżnicowanym stopniu skryształizowania. Cechują się znaczną porowatością otwartą i kawernistością. Niekiedy wykazują właściwości bloczne. Dolomit kruszczośny jest skałą mikro- i drobnokrystaliczną, bardziej zwięzłą od dolomitu diploporowego, ale charakteryzującą się również obecnością kawern. Nie wykazuje bloczności.

W regionie śląsko-krakowskim udokumentowano 28 złóż dolomitów, z których 11 zaliczono do złóż dolomitów przemysłowych, a 17 do grupy kamieni budowlanych i drogowych (tab. 1). Ponadto w omawianym regionie rozpoznano sześć obszarów występowania dolomitów, dla których określono zasoby prognostyczne, oszacowane w kategorii D.

W Górach Świętokrzyskich dolomity i wapienie występują w osadach środkowego dewonu, tworząc dwudzielny kompleks o miąższości kilkuset metrów (Migaszewski 1986). Jego dolną część stanowią cienkoławicowe dolomity, często margliste, zaliczane do eiflu. Górną część kompleksu budują gruboławicowe, amfiporowe dolomity żywetu, przechodzące ku górze w wapienie. Dolomity żywetu są zazwyczaj drobno-, rzadziej średnio-

krystaliczne. Odznaczają się większą czystością niż eifelskie. Przejście między tymi dwiema częściami kompleksu jest nieregularne, co powoduje, że nie zawsze bywa on rozdzielany. Dotyczy to w szczególności złóż dokumentowanych jako kamienie budowlane i drogowe, gdyż cechy fizyczno-mechaniczne dolomitów obu części omawianego kompleksu są zbliżone. Wśród dolomitów dewońskich tego regionu wyróżniono sześć typów strukturalnych, różniących się uziarnieniem i krystalicznością (Peszat, Buczek-Pułka 1978): grubokrystaliczne o średnicy ziaren i kryształów powyżej 0,25 mm; średniokrystaliczne – o średnicy ziaren 0,06–0,25 mm; drobnokrystaliczne o ziarnach słabo rozróżnialnych makroskopowo; bardzo drobnokrystaliczne i skrytokrystaliczne oraz dolomity margliste, a także margle i łupki dolomitowe – bardzo drobnokrystaliczne, typowe dla eifelskiej części profilu. Udokumentowane złoża dolomitów występują w obszarze kielecko-chęcińskim oraz w okolicach Opatowa, Łagowa i Iwanisk – w środkowej i wschodniej części synklinorium kielecko-łagowskiego (Olkowicz-Paprocka 1974). W regionie świętokrzyskim udokumentowano 22 złoża dolomitów dewońskich. Ponadto znajdują się tam 3 słabo rozpoznane złoża o zasobach szacunkowych – obszary prognostyczne. Kopaliny z tych złóż rozpoznano głównie pod kątem ich wykorzystania do produkcji kruszyw budowlanych, a także nawozów mineralnych (Szwed 2006).

Wśród złóż dolomitów udokumentowanych w Polsce nie ma praktycznie żadnego złoża w pełni jednorodnego. Większość to złoża o dość skomplikowanej budowie geologicznej, charakteryzujące się znaczną zmiennością. W związku z tym zaliczono je do II grupy zmienności złóż według obowiązującej trójstopniowej klasyfikacji (Zasady... 2002).

Według Gientki, Malon i Tyimińskiego (2009) całkowite zasoby (stan na 31.12.2008 r.) dolomitów przemysłowych w Polsce wynoszą ponad 353 mln t. Łączne zasoby bilansowe dolomitów udokumentowanych w grupie kamieni budowlanych i drogowych wynoszą ponad 1000 mln t., w tym – 818,5 mln t dolomitów i ponad 182 mln t zasobów marmurów dolomitowych. Obecnie z grupy dolomitów przemysłowych eksploatowane są 4 złoża, spośród zaś dolomitów z grupy kamieni budowlanych i drogowych – 19 złóż, w tym kilka eksploatowanych okresowo.

2.1. Region śląsko-krakowski

Tradycyjnymi, wykorzystywanymi od wielu lat źródłami dolomitu dla przemysłu materiałów ogniotrwałych w Polsce są złoża: Brudzowice położone koło Siewierza, Żąbkowice Będzińskie I koło Dąbrowy Górniczej oraz – do niedawna – Żelatowa koło Chrzanowa. W przeszłości wykorzystywano też dolomity ankerytowe ze złóż Gródek i Bobrowniki-Blachówka, których cechą charakterystyczną była podwyższona zawartość żelaza.

Najważniejszym źródłem dolomitów dla przemysłu materiałów ogniotrwałych ogniotrwałych w Polsce jest złożo Brudzowice. Znajduje się ono w północno-wschodnim obrzeżeniu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w obrębie asymetrycznej, antyklinalnej struktury Brudzowice-Poręba (Dziewki), zbudowanej z węglanowych skał dewońskich,

przykrytych dolomitami triasowymi. Średnia miąższość złoża wynosi około 41 m. Jego budowa geologiczna jest dwudzielna. W części wyższej leżą dolomity triasowe, zazwyczaj drobnokrystaliczne, porowate (2–20%), o zmiennej zwięzłości. Zróżnicowanie tych cech oraz struktury skały stanowią podstawę do wyróżnienia kilku odmian dolomitów: zwarta – mikrytowa, mikroporowata – drobnodziarnista, mikroporowata – oolitowa, porowata – gruboziarnista i kawernista – pseudoolitowa (Kapuściński, Łukwiński, Probierz 1996). Dolomit zawiera przeciętnie 19% MgO oraz zmienne, z reguły niewielkie domieszki Fe₂O₃ i krzemionki (tab. 2). Z najczystszej odmiany dolomitów triasowych pozyskuje się najbardziej ceniony w przemyśle materiałów ogniotrwałych gatunek DK. W głębszej części złoża pod dolomitami triasowymi występują starsze – dewońskie. Są one wysokiej czystości, o przeciętnej zawartości 20% MgO, w większości średniokrystaliczne, bardzo zwięzłe, słaboporowate i trudnosiekalne. Porowatość otwarta waha się w przedziale od 2,01% dla zwartego dolomitu mikroziarnistego, do 21,23% dla dolomitu gruboziarnistego (Kapuściński, Łukwiński, Probierz 1996). Zasoby bilansowe dolomitów w tym złożu (na koniec 2008 r.) wyniosły 96,7 mln t, a przemysłowe – ponad 39 mln t.

TABELA 2

Skład chemiczny dolomitów ze złoża Brudzowice

TABLE 2

Chemical composition of dolomites from the Brudzowice deposit

Lokalizacja próbek i ich charakterystyka	Zawartość [%]				
	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
Wartość średnia dla 54 próbek pochodzących z otworów wiertniczych*	29,00	18,50	1,85	1,60	0,94
Wartość średnia dla próbek z czynnych odcinków ścian eksploatacyjnych*					
– poziom +340 (4 próbki)	29,78	18,45	1,93	3,33	n.o.
– poziom +330 (4 próbki)	30,91	18,44	1,49	2,23	n.o.
– poziom +320 (2 próbki)	32,55	17,98	0,92	1,89	n.o.
– poziom +290 (4 próbki)	32,59	18,72	0,59	1,20	n.o.
Wartość średnia dla próbek z czynnych odcinków ścian eksploatacyjnych**					
– dolomit drobnodziarnisty (4 próbki)	30,40	21,10	0,25	1,24	0,17
– dolomit mikroziarnisty (4 próbki)	31,04	20,45	0,20	2,03	0,12
– dolomit gruboziarnisty (2 próbki)	32,23	18,89	0,20	3,46	0,10
– dolomit oolitowy (2 próbki)	31,22	18,33	0,12	3,20	0,10
– dolomit gruzełkowy (2 próbki)	31,55	17,90	0,12	4,52	0,13

* Dodatek nr 4 2005 r.

** Kapuściński, Łukwiński, Probierz 1996

n.o. – nie oznaczono

Złoże Żelatowa, położone w pobliżu Chrzanowa, znajduje się w obrębie tzw. bloku Płaza-Kościelec. Budujące je dolomity są gruboławicowe i zalegają niemal poziomo. W profilu złoża wydzielono trzy zróżnicowane pod względem litologicznym kompleksy: górny, zbudowany z ławic dolomitów diploporowych, oraz środkowy i dolny – zbudowane z niżej leżących dolomitów kruszconośnych. W głębszych częściach złoża można zaobserwować różne stadia dolomityzacji, co przejawia się współwystępowaniem dolomitów i wapieni. Dolomity są często wapniste, a miejscami występują wapienie dolomityczne. W spągowej części złoża pod dolomitami kruszconośnymi leżą wapienie gogolińskie. Średnia miąższość dolomitów wynosi 30,1 m, dolomitów z wapieniami – 6,1 m, a wapieni gogolińskich – około 14 m. Powyższe dane dotyczą złoża udokumentowanego do poziomu +250 m n.p.m. W 2000 r. w granicach wyrobiska eksploatacyjnego udokumentowano jeszcze fragment serii złożowej poniżej poziomu +250 m n.p.m. (do głębokości + 236 m n.p.m.).

Dolomity diploporowe budujące najwyższy, dziś w większości wyeksploatowany poziom, charakteryzują się wysoką czystością. Ujawniają one struktury krystaliczno-oolitowe. Są porowate i kawerniste. W środkowej części profilu złoża występują głównie drobno- i kryptokrystaliczne, zwarte dolomity kruszconośne o wielkości ziaren 0,01–0,06 mm (Gabzdyl, Kapuściński 1975). Charakteryzują się nieco gorszymi parametrami jako surowiec ogniotrwały; ich zasoby są również w znacznym stopniu wyeksploatowane. Dolną część tworzą kryptokrystaliczne, zwarte, nieporowate dolomity kruszconośne o gorszej spiekalności. Są one miejscami kawerniste lub jamiste. Skąły te w większości wykazują strukturę krystaliczno-mozaikową i wielkość ziaren rzędu 0,02–0,15 mm.

Dane dotyczące składu chemicznego dolomitów, uzyskane na podstawie badań różnych autorów, zestawiono w tabeli 3. Lokalizacja miejsc pobrania tych próbek, jak też ich ilość, była zmienna. Jak wynika z przytoczonych danych (tab. 3), dolomity te cechuje wyraźne zróżnicowanie składu chemicznego. Jest to częściowo związane z różną lokalizacją miejsc opróbowania i ilością próbek oraz metodami ich poboru. Generalnie jednak niejednorodność składu chemicznego dolomitów ze złoża Żelatowa jest znana od dawna. Na obecnym etapie rozwoju eksploatacji złoża problem ten potęguje się. Systematycznie i od wielu lat prowadzone badania technologiczne ujawniają dużą zmienność składu chemicznego i uziarnienia dolomitu. Było to jedną z przyczyn stosowania tego surowca do produkcji jedynie niższych gatunków dolomitów prażonych. Znalazło to też odzwierciedlenie w obserwowanej od kilku lat tendencji spadku dostaw rynkowych dolomitu hutniczego i ogniotrwałego z tego złoża, a ostatnio – zaniechania pozyskiwania tej odmiany surowca. Uzyskanie ze złoża Żelatowa dolomitów konwertorowych najwyższej jakości, jakkolwiek możliwe, wymagałoby selektywnej eksploatacji i stałej kontroli jakości kopaliny i urobku, który tylko w niewielkiej ilości – w porównaniu z poziomem całkowitego wydobycia – mógłby być stosowany do produkcji dolomitów hutniczych i ogniotrwałych (gatunki DM). Zdaniem Kapuścińskiego, Łukwińskiego i Proberza (1996) ponowne wykorzystanie dolomitów ze złoża Żelatowa do produkcji materiałów ogniotrwałych można też osiągnąć poprzez zmianę technologii spiekania z jedno- na dwustopniową. Zasoby bilansowe dolomitów (stan na koniec 2008 r.) wynosiły 25,26 mln t, w tym przemysłowe – ponad 10,2 mln t.

Skład chemiczny dolomitów ze złoża Żelatowa

Chemical composition of dolomites from the Żelatowa deposit

Lokalizacja próbek i ich charakterystyka	Zawartość [%]				
	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
Wartość średnia 819 próbek z otworów wiertniczych*	32,55	18,11	0,71	1,63	2,21
Wartość średnia próbek z czynnych odcinków ścian eksploatacyjnych**					
– dolomit diploporowy – poz. górny (4 próbki)	31,49	19,76	0,42	1,11	0,26
– dolomit kruszconośny – poz. środkowy (3 próbki)	32,93	18,57	0,54	0,97	0,26
– dolomit kruszconośny – poz. dolny (3 próbki)	32,69	19,37	0,34	0,53	0,23
Wartość średnia próbek z czynnych odcinków ścian eksploatacyjnych***					
– dolomit diploporowy – poz. górny	33,07	18,94	0,57	1,34	0,24
– dolomit kruszconośny – poz. środkowy	33,03	18,55	0,70	1,52	0,30
– dolomit kruszconośny – poz. dolny	33,01	18,79	0,68	1,51	0,35

* Dodatek nr 5 2000 r.

** Kapuściński, Łukwiński, Probiez 1996

*** Kokowska 1996

Złoże Ząbkowice Będzińskie I znajduje się w NE części obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w obrębie rozległego pasa płytkiego występowania utworów triasowych. Budują je głównie środkowotriasowe dolomity kruszconośne, które przeważają w jego profilu. We wschodniej części występują również dolomity diploporowe. Spąg wyznaczają wapienie gogolińskie. Miąższość złoża mieści się w przedziale od 4,2 do 43,0 m (średnio 16,97 m), a grubość nadkładu od 0,2 do 12,7 m (N/Z 0,13). Dolomity kruszconośne są drobnokrystaliczne, zbite lub porowate, często kawerniste. Zawartość MgO w serii złożowej waha się od 15,80 do 20,97%, (średnio 18,96%), CaO 28,3–32,7% (średnio 31,29%), krzemionki od 0,43 do 6,25% (średnio 1,42%), zaś Fe₂O₃ od 0,69 do 2,63% (średnio 1,26%).

W dolomitach kruszconośnych stwierdzono zawartość 0,02–0,28% Zn (średnio 0,09%) i od śladowych ilości do 0,06% Pb (średnio 0,01%). Jakość kopaliny zbadano pod kątem jej zastosowania w hutnictwie oraz do produkcji nawozów mineralnych (tab. 4).

Surowiec pozyskiwany z tego złoża używany jest m.in. do produkcji nawozów wapniowo-magnezowych, które w ostatnich latach stanowiły ważny kierunek jego wykorzystania. Obecnie w znacznej skali pozyskuje się z niego kruszywo łamane (Galos i in. 2011). Zasoby bilansowe dolomitów (stan na koniec 2008 r.) wynosiły 19,94 mln t, w tym przemysłowe ponad 11, 8 mln t.

Oprócz omówionych, w regionie śląsko-krakowskim eksploatowanych jest jeszcze kilka innych złóż dolomitów: Nowa Wioska, Podleśna, Stare Gliny, Imielin-Rek, Imielin,

TABELA 4

Przydatność dolomitu surowego ze złoża Ząbkowice Będzińskie I
(wg Dodatku nr 2 ... 2005)

TABLE 4

Usability of raw dolomites from the Ząbkowice Będzińskie I deposit
(according to Dodatek nr 2 ... 2005)

Kierunek wykorzystania	Gatunek/odmiana surowca	Procentowy udział przydatnego surowca (wg obowiązujących norm)
Hutnictwo i materiały ogniotrwałe	DK	33
	DM 1	63
	DM 2	79
	DW 1	80
	DW 2	86
	DWH	51
Produkcja nawozów mineralnych	503	98
	504	79

Imielin-Północ, Libiąż i Dubie. Były one dokumentowane jako surowiec dla przemysłu materiałów budowlanych i drogowych, i tak też są wykorzystywane. Brak dostatecznego rozpoznania składu chemicznego dolomitów i ich zmienności nie pozwala jednoznacznie ocenić przydatność tego surowca dla celów przemysłu hutniczego i materiałów ogniotrwałych.

Złoże dolomitów Nowa Wioska znajduje się w pobliżu Siewierza, w obrębie asymetrycznej antykliny Brudzowice-Poreba. Jej jądro tworzą węglanowe skały środkowego dewonu (żywet), otoczone utworami środkowego triasu. W profilu złoża przeważają dolomity diploporowe, które przykrywają niżej leżące dolomity kruszczośne. W najniższej części występują dolomity żywetu. Kontakt między nimi a młodszymi dolomitami triasowymi jest niezgodny i ma charakter erozyjny. W spągu dolomitów kruszczośnych występuje charakterystyczna strefa brekcji, zbudowanej z fragmentów skał triasowych i dewońskich. Miąższość złoża w granicach dokumentowania wynosi od 35,7 do 74,5 m, w tym dolomitów triasowych do 44 m. Złoże zostało rozpoznane 22 otworami wiertniczymi, a także robotami górniczymi prowadzonymi w trakcie eksploatacji (szybiki, rowy, wkopy i odsłonięcia w ścianach kamieniołomu). Złoże zostało udokumentowane dla potrzeb przemysłu materiałów budowlanych, w związku z czym badania chemiczne kopaliny przeprowadzono jedynie w ograniczonym zakresie. Były to wskaźnikowe analizy chemiczne próbek pochodzących z otworów wiertniczych (nie oznaczono jednak w nich zawartości Al_2O_3) i pojedyncze pełne analizy chemiczne, wykonane w trakcie eksploatacji złoża. Średnie udziały analizowanych składników kopaliny zestawiono w tabeli 5.

Zawartość CaO i MgO w całym profilu złoża jest zbliżona. Wyniki analiz chemicznych wskazują na podwyższoną, w stosunku do wymagań określonych normą, zawartość tlenków żelaza. Dotyczy to w szczególności dolomitów diploporowych, budujących górne poziomy

TABELA 5

Skład chemiczny dolomitów ze złoża Nowa Wioska
(wg Dodatku nr 2 ... 2004)

TABLE 5

Chemical composition of dolomites from the Nowa Wioska deposit
(according to Dodatek nr 2 ... 2004)

Rodzaj skały	Zawartość głównych składników [%]			
	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃
Dolomity triasowe	31,19–31,56	18,65–19,37	0,68–2,10	1,73–2,29
Dolomity dewońskie	28,83–31,56	19,26–21,68	0,31–6,25	0,13–1,73

tego złoża i gromadzących większość jego zasobów. Nośnikiem żelaza jest głównie goethyt, który często wypełnia szczeliny, kawerny i pory w dolomicie.

Analizując różnorodne możliwości wykorzystania dolomitów tego złoża należy zwrócić uwagę na niewielką ilość wykonanych analiz chemicznych, co sprawia, że wyniki te nie są w pełni reprezentatywne.

Pod względem petrograficznym dolomity triasowe są drobnokrystaliczne, zbite, zaś dolomity dewońskie to skały średniokrystaliczne (wymiary kryształów do 0,08 mm), słaboporowate, miejscami kawerniste. Bilansowe zasoby dolomitów (stan na koniec 2008 r.) wyniosły ponad 17 mln t, w tym blisko 5 mln t to zasoby przemysłowe.

Złoże Podleśna, zlokalizowane w miejscowości Żeliszawice w gminie Siewierz budują triasowe dolomity kruszczońskie, a w części południowej i zachodniej – dolomity diploporowe oraz niżej leżące dolomity dewońskie (żywet). Znajduje się ono – podobnie jak złoża Brudzowice i Nowa Wioska – w obrębie rozległej, asymetrycznej antykliny Brudzowice-Poręba (Dodatek nr 2 ... 2008). Złoże rozpoznano 31 otworami wiertniczymi, a ponadto szybkami i rowami. W trakcie kilkudziesięcioletniej eksploatacji prowadzono również bieżące rozpoznanie robotami górniczymi. Badania chemiczne przeprowadzono jedynie na próbkach pochodzących z otworów wiertniczych wykonanych w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku podczas wstępnego rozpoznania złoża. Ze względu na kierunek wykorzystania tego surowca (kamień budowlany i drogowy) nie wykonano dalszych badań chemicznych tej kopaliny. Na podstawie dostępnych danych można stwierdzić, że jakość kopaliny nie predestynuje jej do zastosowania w hutnictwie lub przemyśle materiałów ogniotrwałych. Skała charakteryzuje się bowiem zmienną zawartością MgO (6,89–20,33%, średnio 17,6%) i jej dużym zróżnicowaniem, a także podwyższoną zawartością krzemionki (0,42–18,40%, średnio 3,67%), Al₂O₃ (0,48–5,94%, średnio 1,86%) i tlenków żelaza (0,27–4,63%, średnio 1,13%). Zasoby bilansowe dolomitów (stan na koniec 2008 r.) wyniosły 64,9 mln t, w tym zaledwie 7,64 mln t stanowią zasoby przemysłowe.

Złoże dolomitów triasowych i dewońskich „Stare Gliny” znajduje się w pobliżu miejscowości Jaroszowice w gminie Klucze w powiecie olkuskim. Skały triasowe i leżące nad nimi wapień jurajskie tworzą w tym rejonie liczne wychodnie, często w postaci skałek.

Serię złożową budują głównie dolomity diploporowe o miąższości 12–41 m. Ich uziarnienie i wykształcenie strukturalne są typowe dla tego ogniwa. Niżej leżą dolomity kruszconośne, w dolnej części są zbrekcjonowane. Budujący strefę brekcji materiał klastyczny zawiera zarówno fragmenty skał triasowych, jak i dewońskich. Skały triasowe leżą niezgodnie na kompleksie dolomitów dewonu reprezentujących środkowy żywet. Miąższość złoża w granicach dokumentowania wynosi od 0 do 55,7 m, średnio 24 m. Geologiczne zasoby bilansowe tego złoża wynoszą około 19 mln t kopaliny, w tym zasoby przemysłowe – 4,4 mln t.

Zgodnie z wnioskami zawartymi w dokumentacji geologicznej (Dokumentacja... 1999) dolomity ze złoża Stare Gliny mogą być częściowo użytkowane dla celów hutniczych, ale wykluczono ich przydatność do produkcji najwyższej jakości materiałów ogniotrwałych (gatunek DK). Stopień zbadania ich składu chemicznego jest jednak niezadowalający, gdyż w trakcie dokumentowania złoża wykonano zaledwie 20 pełnych analiz chemicznych próbek pobranych z rdzeni wiertniczych. Na ich podstawie oznaczono zawartość głównych składników: MgO (9,02–21,0%, średnio 16,48%), SiO₂ (0,47–4,20%, średnio 1,38%) oraz Al₂O₃ (0,57–1,61%, średnio 0,97%) i Fe₂O₃ (0,60–1,87%, średnio 0,93%). Wskazują one na niską zawartość MgO i zawyżony udział krzemionki. Niewielka liczba analiz nie daje jednak dobrego rozeznania co do zmienności składu chemicznego dolomitów oraz rzeczywistej jakości kopaliny w całym złożu. Ewentualna zmiana kwalifikacji surowcowej kopaliny wymagałaby przeprowadzenia dokładniejszych badań składu chemicznego dolomitów pochodzących zarówno z opróbowania wyrobisk, jak i otworów wiertniczych, gdyż materiały archiwalne (odcinki rdzeni z okresu dokumentowania złoża w 1979 r.) w większości uległy zniszczeniu. Zasoby bilansowe dolomitów (stan na koniec 2008 r.) wynosiły 19 mln t, w tym 4,4 mln t stanowiły zasoby przemysłowe.

W okolicach Imielina w powiecie myślowickim znajdują się trzy złoża: Imielin, Imielin-Rek i Imielin-Północ. Leżą one w obrębie tzw. wypiętrzenia imielińskiego, zbudowanego z wapieni i dolomitów triasowych.

W złożu Imielin serię złożową tworzą skały węglanowe dolnego wapienia muszlowego: dolomity kruszconośne o miąższości od 7 do 31 m oraz leżące pod nimi wapienie warstw gogolińskich. Całkowite zasoby bilansowe dolomitów (na koniec 2008 r.) wynosiły ponad 26 mln t, w tym jedynie 1,8 mln t stanowiły zasoby przemysłowe. Miąższość dolomitów jest zmienna, średnio wynosi około 20 m. Skały te są niezaburzone tektonicznie, leżą prawie poziomo i charakteryzują się wyraźnym uławiceniem. Dość często zawierają przewarstwienia dolomitów wapnistych, wapieni lub wapieni marglistych. Są twarde, zbite, miejscami porowate, często spękane i kawerniste. Pod względem uziarnienia są to skały drobno-, niekiedy średniokrystaliczne. Miąższość niżej leżących wapieni gogolińskich zaliczonych do złoża z uwagi na przyjętą głębokość dokumentowania (do poziomu +260 m n.p.m.) waha się w granicach 2,8–24,4 m (Dokumentacja... 1992). Badania chemiczne kopaliny przeprowadzono jedynie na niewielkiej ilości próbek pochodzących z rdzeni wiertniczych. Podczas eksploatacji złoża, z uwagi na przeznaczenie surowca, nie wykonano pełnych analiz chemicznych. Wyróżniono trzy typy kopaliny: dolomity, dolomity wapniste i wapienie. Dolomity zawierają przeciętnie: 32,1% CaO, 18,4% MgO,

1,7% SiO₂, 0,5% Al₂O₃ i 1,6% Fe₂O₃. Z uwagi na dużą zmienność charakteru litologicznego dolomitów kruszczośnych i obecność przewarstwień wapieni, a także znaczny stopień wyeksploatowania zasobów z wyższych, bardziej zdolomityzowanych części złoża, wydaje się, że nie jest ono obiektem interesującym z punktu widzenia wykorzystania kopaliny dla potrzeb przemysłu materiałów ogniotrwałych.

W złożu Imielin-Rek kopalina są również dolomity kruszczośne i wapienie gogolińskie (Dodatek...1999). Seria dolomitowa charakteryzuje się dużą zmiennością zawartości MgO, co jest związane ze zróżnicowanym zaawansowaniem procesu dolomityzacji. Przejścia między dolomitami a wapieniami są nieregularne, co skutkuje współwystępowaniem dolomitów, dolomitów wapnistych, wapieni dolomitycznych i wapieni. W północnej części złoża wapienie występują również w częściach stropowych. Dolomity i dolomity wapniste są zazwyczaj drobnokrystaliczne, często porowate i kawerniste. Zmienność utworów węglanowych jest m.in. przyczyną zakwalifikowania tego złoża do złóż wapieni dolomitycznych (Gientka, Malon, Tymiński 2009). Miąższość złoża jest zmienna (od 6,7 do 32,1 m), a jego geologiczne zasoby bilansowe (stan na 31.12.2008) wynoszą: 11,4 mln t, w tym przemysłowe 11 mln t. Podczas rozpoznania złoża wykonane zostały jedynie wskaźnikowe analizy chemiczne na zawartość CaO i MgO. Wskazują one na stosunkowo niski udział MgO (16,5–18,5%, średnio 17,32%). Brak jest oznaczeń krzemionki i tlenków żelaza oraz glinu.

Położone w pobliżu złoża dolomitów kruszczośnych Imielin Północ charakteryzuje się zbliżoną zawartością MgO (15,45–18,37%, średnio 17,83%) przy przeciętnej zawartości CaO 31,7% i zmiennej, ale generalnie wysokiej zawartości krzemionki (0,4–10,75%, średnio 3,65%) (Dodatek... 1999). Zasoby bilansowe dolomitów (stan na koniec 2008 r.) wynosiły ponad 10 mln t, w tym jedynie 1,1 mln t zasobów przemysłowych.

Korzystnymi parametrami jakościowymi charakteryzują się dolomity z eksploatawanego złoża Libiąż i położonego w pobliżu, nieudostępnionego dotychczas złoża Libiąż Wielki. Oba złoża leżą w pobliżu miejscowości Libiąż w powiecie chrzanowskim.

Kopalina w złożu Libiąż są dolomity diploporowe, a w głębiej położonej części również dolomity kruszczośne. Granica między tymi odmianami jest nieregularna. Miąższość dolomitów diploporowych waha się w granicach od 3,2 m do 16,5 m, średnio wynosi 6,0 m, zaś dolomitów kruszczośnych (w granicach pionowych przyjętych w dokumentacji geologicznej złoża) od 9,3 do 23,7 m, średnio – 16,5 m. Dolomity diploporowe są drobnodziarniste (drobnodetrytyczne), w mniejszym stopniu drobnokrystaliczne (Myszkowska 1992). Są one porowate i kawerniste. Wykazują właściwości bloczne. Bloczność ta dla całego złoża, obliczona na podstawie pomiaru spękań, wynosi około 7%. Dla kopaliny w obrębie kamieniołomu wartość ta jest nieco większa. Dolomity kruszczośne są skałą drobnokrystaliczną, związłą, niekiedy kawernistą.

Złożo Libiąż zostało rozpoznane za pomocą ponad 30 otworów wiertniczych. Badania chemiczne dolomitów w postaci pełnych analiz chemicznych wykonano na etapie dokumentowania złoża w 1981 r. i uzupełniająco – w 1995 r. Dolomity zbadano pod kątem przydatności w hutnictwie, budownictwie i drogownictwie oraz do produkcji na-

wozów mineralnych. Uśrednione wyniki analiz chemicznych dotyczące głównych składników, odrębnie dla dolomitów diploporowych i kruszczośnych, przedstawiono w tabeli 6.

Dolomity diploporowe ze złóż Libiąż i Libiąż Wielki charakteryzują się bardziej korzystnym składem chemicznym i stosunkowo niewielką jego zmiennością w porównaniu z dolomitami kruszczośnymi. W tych ostatnich zmienność ta jest większa, zwłaszcza w odniesieniu do krzemionki.

Zgodnie z kwalifikacją surowcową mogą być one wykorzystywane do produkcji dolomitu hutniczego i ogniotrwałego (gatunki DM i DW), a częściowo również do produkcji dolomitu konwertorowego (gatunek DK). Według dokumentacji geologicznej z 1981 r. do produkcji dolomitu konwertorowego przydatnych było ponad 60% dolomitów diploporowych. Zasoby bilansowe dolomitów (stan na koniec 2008 r.) wynosiły 7,1 mln t, w tym przemysłowe – ponad 4 mln t. Złoże to jest eksploatowane od XVII w. Głównym obecnie kierunkiem wykorzystania dolomitów z tego złoża jest produkcja kruszywa mineralnego (Wyszomirski, Przytuła 2010) i dolomitu dla potrzeb przemysłu chemicznego, a także dolomitu dla rolnictwa. Pozyskuje się również pewną ilość płyt i bloków dolomitowych dla budownictwa i celów architektonicznych (Bromowicz 2001).

Spośród złóż zagospodarowanych i eksploatowanych obecnie na potrzeby budownictwa i drogownictwa, jako nieprzydatne dla przemysłu materiałów ogniotrwałych uznano złoże dolomitu dewońskiego Dubie, które znajduje się w pobliżu Krzeszowic w powiecie krakowskim. Kopalinę z tego złoża cechuje bardzo duża zmienność składu chemicznego; w szczególności dotyczy to zawartości MgO, SiO₂ i Fe₂O₃. W dolomitach dewońskich okolic Dubia (m.in. w obrębie kamieniołomu dolomitu Dubie) obserwuje się zmiany, które

TABELA 6

Wskaźnikowe analizy chemiczne dolomitów ze złóż Libiąż* i Libiąż Wielki**

TABLE 6

Indicator chemical analyses of dolomites from the Libiąż* and Libiąż Wielki** deposits

Składnik [%]	Złoże	Dolomity diploporowe	Dolomity kruszczośne
MgO	Libiąż	18,50–21,14; śr.20,15	15,20–19,64; śr. 18,06
	Libiąż Wielki	18,91–20,77; śr.19,99	12,08–21,27; śr. 18,44
SiO ₂	Libiąż	0,40–1,82; śr. 0,79	0,45–11,10; śr. 1,33
	Libiąż Wielki	0,75–2,15; śr. 1,43	0,85–12,49; śr. 2,72
Al ₂ O ₃	Libiąż	0,47–0,85; śr. 0,42	0,48–2,79; śr.1,12
	Libiąż Wielki	0,45–1,00; śr. 0,60	0,42–2,50; śr.0,83
Fe ₂ O ₃	Libiąż	0,22–1,46 śr. 0,40	0,42–2,50; śr. 0,68
	Libiąż Wielki	0,18–0,50; śr. 0,38	0,42–2,55; śr. 0,68

* Dodatek nr 2 ... 1996

** Dokumentacja geologiczna... 1975

zaszły w wyniku oddziaływania występujących w pobliżu intruzji porfiru. Pod wpływem takich czynników, jak podwyższona temperatura i obecność wód hydrotermalnych, nastąpiła częściowa dedolomityzacja pierwotnych minerałów węglanowych. W wyniku tego procesu powstał marmur brucytowo-kalcytowy (*predazyt*), którego występowanie lokalnie obserwuje się na terenie kamieniołomu Dubie (Lewandowska 1991). Oprócz składu chemicznego niezbyt korzystna ze względów technologicznych jest również struktura tej skały. Dolomity z Dubia są średnio-, niekiedy grubokrystaliczne (rzadziej drobnokrystaliczne), zazwyczaj bardzo zwarte i małoporowate. Należy zaznaczyć, że w złożu tym o bardzo dużych zasobach geologicznych można wyodrębnić fragmenty o parametrach korzystnych z punktu widzenia wykorzystania tej kopaliny dla hutnictwa i przemysłu materiałów ogniotrwałych. Wymagałoby to jednak prowadzenia bieżącego monitoringu składu chemicznego i selektywnej eksploatacji złoża, co przy masowej produkcji kruszyw dla potrzeb przemysłu materiałów budowlanych jest wątpliwe do przeprowadzenia. Kruszywa produkowane na bazie dolomitów ze złoża Dubie odznaczają się bowiem wysokimi parametrami jakościowymi i w związku z tym znajdują szerokie grono nabywców.

Spośród złóż rezerwowych regionu śląsko-krakowskiego do najbardziej obiecujących dla ewentualnego wykorzystania do produkcji materiałów ogniotrwałych należą: Chruszczobród, Chruszczobród I, Chruszczobród 2, Libiąż Wielki i Jaworzno-Ciężkowice (Galos 1999; Radwanek-Bąk, Bąk 2009). Stopień zbadania tego ostatniego jest jednak niski i wymagałoby ono dokładniejszego rozpoznania, w tym wykonania wierceń.

Jako nieprzydatne dla rozważanych zastosowań uznano zaniechane złoża dolomitów ankerytowych: Bobrowniki-Blachówka i Gródek. Dolomity z pierwszego spośród wymienionych złóż były w przeszłości częściowo wykorzystywane jako topniki wielkopieczowe (Niemczynowicz 1970). Obecne wymagania normowe dla dolomitów przeznaczonych dla przemysłu materiałów ogniotrwałych preferują surowce o małej zawartości Fe_2O_3 . Ze względu na stosunkowo niską zawartość MgO (maksymalne wartości nie przekraczają 19%) i podwyższoną zawartość SiO_2 zdyskwalifikowano również złożo Bołęcina. Eksploatacja złoża dolomitu Bobrowniki-Blachówka została zakończona w 1990 r. Na teren byłego kamieniołomu niemal natychmiast wkroczyła przyroda. Na potężnym, kilkudziesięciometrowym zboczu wyrosły liczne drzewa i krzewy. W dolinie stanowiącej pozostałość po byłym kamieniołomie (nazywana jest ona przez miejscową ludność Wielkim Kanionem) pojawiły się zwierzęta (np. nietoperze, jaszczurki, zaskrońce, żmije) i rośliny, wśród których występują gatunki prawnie chronione. W związku z tym już w 1993 r. część byłego kamieniołomu uzyskała status stanowiska dokumentacyjnego przyrody (www.tg.net.pl).

2.2. Region świętokrzyski

Z dużej grupy złóż dolomitów dewońskich regionu świętokrzyskiego zdecydowana ich większość – zdaniem Ruśkiewicz (1970, 1974) – nie nadaje się do wykorzystania dla celów hutniczych, a tym bardziej do produkcji materiałów ogniotrwałych, dla których wymagania

jakościowe są szczególnie wygórowane. Złoża te nie są jednak jednorodne, tak pod względem przynależności do wydzielonych ogniw stratygraficznych i wiekowych, jak i odmian litologicznych. Dolomity eiflu, stanowiące dolną część kompleksu skalnego, charakteryzują się zbyt niską zazwyczaj zawartością MgO. Dolomity te nie nadają się w większości dla wykorzystania do produkcji materiałów ogniotrwałych. Wyżej zalegające dolomity żywetu odznaczają się większą czystością, co przejawia się w wyższej zawartości MgO i w niskim udziale SiO_2 , Fe_2O_3 i Al_2O_3 . Zawartości tych składników są jednak bardzo zmienne zarówno w odniesieniu do całego obszaru jak i w profilach poszczególnych złóż. Przejście między dolną a górną częścią kompleksu skalnego jest nieregularne, co powoduje, że nie zawsze kompleks ten bywa rozdzielany. Dotyczy to w szczególności złóż dokumentowanych jako kamienie budowlane i drogowe, gdyż cechy fizyczno-mechaniczne dolomitów obu części kompleksu są zbliżone. Często zasoby dolomitów eiflu i żywetu podawane są w dokumentacjach geologicznych złóż w sposób łączny. Dla wielu złóż brak jest również wystarczającej ilości pełnych analiz chemicznych, pozwalających na ocenę składu chemicznego kopaliny i jej zmienności. W przypadku niektórych złóż wykonano jedynie analizy wskaźnikowe, które nie zawierają danych nt. krzemionki, tlenków żelaza i glinu. Obszernych informacji dostarcza jedynie kompleksowe opracowanie Peszata i Buczek-Pułki (1978) prezentujące wyniki niezależnych analiz chemicznych skał kompleksu dewońskiego w omawianym regionie, w tym również w obrębie dokumentowanych złóż. Ponadto z początkiem lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku badania wybranych dolomitów dewońskich regionu świętokrzyskiego pod kątem zastosowania w przemyśle materiałów ogniotrwałych przeprowadzili też Łukwiński i Narkiewicz (1993).

Z grupy eksploatowanych złóż tego regionu najkorzystniejszym wydaje się złożo Winna i – w mniejszym stopniu – Radkowice-Podwole. Złoża te zostały rozpoznawane głównie dla potrzeb budownictwa i drogownictwa, ale zbadano również potencjalne możliwości wykorzystania występującej w nich kopaliny dla potrzeb hutnictwa.

W złożu Winna kopalina są dolomity dewońskie – eiflu i żywetu. Granica między nimi jest nieregularna. Miąższość złoża waha się w granicach od 7,7 m do 35,6 m, średnio wynosi 21,7 m. Dolomity żywetu są zazwyczaj drobno- lub średniokrystaliczne (sparytowe), zwięzłe. Niżej leżące dolomity eiflu są zwięzłe, drobnokrystaliczne i margliste. Cechują się wyższą zawartością krzemionki i Al_2O_3 w porównaniu z dolomitami żywetu. Złożo Winna zostało rozpoznane kilkunastoma otworami wiertniczymi (Dokumentacja... 1997). Wykonano liczne analizy wskaźnikowe i 90 pełnych analiz chemicznych z otworów i powierzchniowych wyrobisk rozpoznawczych. Zawartość głównych składników chemicznych kopaliny wynosi: MgO – 10,48–21,30%, średnio – 18,07%; SiO_2 – 0,6–2,9%, średnio – 1,77%; Al_2O_3 – 0,77–1,37%, średnio – 1,29% i Fe_2O_3 – 0,20–2,80% średnio – 0,83%. Dolomity zostały zbadane pod kątem przydatności w hutnictwie, budownictwie i drogownictwie oraz do produkcji nawozów mineralnych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że jedynie około 18% zbadanych próbek spełnia normy jakościowe dla dolomitów ogniotrwałych (gatunek DK). Tak więc ich wykorzystanie dla tego celu wiązałoby się z koniecznością prowadzenia selektywnej eksploatacji. Ze względu na jej masowy charakter

ukierunkowany na potrzeby budownictwa i drogownictwa mogłoby to być trudne do przeprowadzenia i wątpliwe co do efektów ekonomicznych. Zasoby bilansowe, a zarazem przemysłowe dolomitów z omawianego złoża (stan na koniec 2008 r.) wynosiły 16,45 mln t.

Złoże dolomitów i wapieni dolomitycznych Radkowie-Podwole znajduje się w gminie Sitkówka-Nowiny w powiecie kieleckim. Pod względem geologicznym leży ono w obrębie antyklinorium klimontowskiego, w północnym skrzydle antykliny chęcińskiej. Jej jądro tworzą łupki ilaste i szarogłazy kambru z przewarstwieniami piaskowców kwarcytowych, skrzydła zaś – dolomity i wapienie dewońskie (żywet). Serię złożową stanowią gruboławicowe dolomity żywetu (Dodatek... 1988). W środkowej i północnej części złoża dolomity są bardziej wapniste, spotyka się też wapienie dolomityczne lub wapienie. Charakteryzują się one dużą zwięzłością i twardością, są małoporowate (porowatość otwarta około 2,08%) i wykazują wybitnie niską nasiąkliwość (średnio 0,75%). Średnia zawartość głównych składników wynosi: CaO – 31,43%, MgO – 19,05%, SiO₂ – 0,49%, Fe₂O₃ – 0,35% i Al₂O₃ – 0,12% (Łukwiński, Narkiewicz 1993). Cechuje je więc duża czystość. Skład chemiczny dolomitów jest dość stabilny ze względu na ich dużą jednorodność. Pod względem petrograficznym są to dolomity grubo- i średniokrystaliczne. Zasoby bilansowe, a zarazem przemysłowe dolomitów ze złoża Radkowie-Podwole (stan na koniec 2008 r.) wynosiły ponad 13 mln t.

W innych eksploatowanych złożach regionu świętokrzyskiego dolomity mają często charakter wapnisty, niekiedy współwystępując z wapieniami. Spośród nich wstępnie przeanalizowano złoża: Budy, Jaźwica, Laskowa Góra, Piskrzyń, Jurkowie i Wszachów I. W części z nich dolomity współwystępują z wapieniami. Ze względu na proponowane przeznaczenie surowca pozyskiwanego z tych złóż na potrzeby przemysłu materiałów budowlanych, badania chemiczne kopaliny na etapie ich dokumentowania przeprowadzono jedynie w ograniczonym zakresie. Wykonano głównie wskaźnikowe analizy chemiczne i niewielką ilość pełnych analiz chemicznych. Nie pozwalają one w zadowalający sposób wnioskować o możliwości ewentualnego wykorzystania kopaliny w hutnictwie lub przemyśle materiałów ogniotrwałych.

W złożu wapieni i dolomitów Budy (powiat staszowski), zlokalizowanym na południowym skrzydle rozległego antyklinorium klimontowskiego, parametry jakościowe i porowatość otwarta wydają się być obiecujące dla ewentualnych zastosowań surowca w przemyśle materiałów ogniotrwałych. Złoże tworzą uławiczone, zbite wapienie i dolomity, przeważnie drobno- lub średniokrystaliczne. Zawartość głównych składników w tej kopalinie jest następująca: CaO – 30,30%, MgO – 20,45%, SiO₂ – 0,77% , Fe₂O₃ – 0,20% i Al₂O₃ 0–0,14% (Łukwiński, Narkiewicz 1993). Niestety, wraz z postępem eksploatacji w głąb złoża rośnie udział wapieni, co zmniejsza perspektywy zastosowania tej kopaliny w przemyśle materiałów ogniotrwałych.

W pobliżu złoża Budy znajduje się także złożo dolomitów dewońskich Jurkowie o podobnej budowie geologicznej. Serię złożową budują w nim wyraźnie uławiczone, płytowe, zbite, kryptokrystaliczne dolomity środkowodewońskie, ułożone monoklinalnie. W profilu złoża występują nieregularne przerosty łupkowo-margliste. Głównym surowcem

produkowanym na bazie dolomitów z tego złoża są kruszywa drogowe o dobrych parametrach wytrzymałościowych. Badania składu chemicznego dolomitów ograniczają się jedynie do oznaczeń zawartości CaO i MgO pod kątem wykorzystania surowca do produkcji nawozów wapniowo-magnezowych. Średnia zawartość CaO wynosi 34,2%, a MgO – 15,7%. Ta ostatnia jest więc zdecydowanie zbyt niska z punktu widzenia wymagań przemysłu materiałów ogniotrwałych.

Złoże dolomitów dewońskich Piskrzyn znajduje się w gminie Iwaniska w powiecie opatowskim w obrębie synklinorium kielecko-łagowskiego. Serię złożową o przeciętnej miąższości 42 m (w granicach dokumentowania) budują grubo- i średnioławicowe dolomity żywetu. Dolomity te są zbite, twarde, najczęściej grubokrystaliczne. Wykazują liczne spękania. Kopalina charakteryzuje się korzystnymi parametrami fizykomechanicznymi, spełniając normatywne wymagania dla kruszyw łamanych I i II klasy. Podczas opracowania pierwotnej dokumentacji złoża w 1974 r. wykonano 49 wskaźnikowych oznaczeń CaO i MgO oraz pełną analizę chemiczną 3 próbek pobranych z kilku odcinków jednego otworu wiertniczego (Dokumentacja... 1972). Zawartość CaO waha się w granicach 27,09–32,53% (średnio – 29,74%), a MgO od 11,29 do 20,60% (średnio – 17,65%). Zawartość SiO₂ wyniosła 3,82%, Fe₂O₃ – 1,21%, a Al₂O₃ – 1,08%. Oznaczenia CaO i MgO w próbkach z bieżącego urobku pod kątem wykorzystania surowca do produkcji nawozów wapniowo-magnezowych są prowadzone w sposób ciągły. Zarówno gruboziarnista struktura jak i skład chemiczny dolomitów (stosunkowo wysoka zawartość SiO₂ i niska MgO) wydają się wykluczać możliwość wykorzystania kopaliny z tego złoża w przemyśle materiałów ogniotrwałych.

W południowo-wschodniej części synklinorium kielecko-łagowskiego znajduje się inne eksploatowane złożo dolomitów dewońskich Wszachów I. Serię złożową budują w nim dolomity wapniste eiflu i żywetu o zmiennym uławiceniu. Część z nich, reprezentowana przez silnie przekrystalizowane dolomity organogeniczne, nie jest uławicona. Generalnie dolomity te są twarde i zwięzłe, ale w dużym stopniu skrasowiałe. W górnej części złoża przeważają odmiany drobno- i kryptokrystaliczne, w części dolnej – grubokrystaliczne (Olkowicz-Paprocka, Narkiewicz 1986). Ich średni skład chemiczny jest następujący: CaO – 30,6%, MgO – 18,8%, SiO₂ – 2,4%, Fe₂O₃ – 0,3% i Al₂O₃ – 0,1%.

Kolejne z analizowanych złóż – Laskowa Góra – znajduje się w gminie Miedziana Góra w powiecie kieleckim. Należy ono do środkowej strefy występowania węglanowych skał paleozoicznych, rozciągającej się od Chełmiec poprzez Laskową do Łagowa i Iwanisk. Kopalina w omawianym złożu są dolomity wapniste żywetu, których miąższość w granicach dokumentowania oszacowano na 17,4–70,8 m (średnio – 41,5 m). Są one wyraźnie uławicone, a grubość ławic jest zróżnicowana. Dolomity te są zazwyczaj drobnokrystaliczne, zwięzłe, zbite, ale silnie spękane. W trakcie dokumentowania złoża w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku wykonano 97 wskaźnikowych analiz dolomitów (Dokumentacja... 2004). Badania chemiczne tych skał (Pałubicki 1970; Ruśkiewicz 1974) wykazały średnią zawartość MgO 19,4%, SiO₂ – 2,1% i Fe₂O₃ – 0,56%.

W złożu wapieni i dolomitów dewońskich Jaźwica (powiat kielecki), położonym w północnej części antykliny checińskiej, zawartość głównych składników skały dolomitowej

wynosi średnio: CaO – 35,90%, MgO – 14,97%, SiO₂ – 1,83%, Fe₂O₃ – 0,41% i Al₂O₃ – 0,92% (Dodatek nr 1... 1985). Pełne badania chemiczne skał (zarówno wapieni, jak i dolomitów) ze złoża „Jaźwica” wykonano dla 31 próbek pochodzących z różnych otworów wiertniczych. Opracowana w ramach dokumentacji geologicznej złoża z 1980 r. ocena dolomitów pod kątem wykorzystania dla celów hutniczych wykazała, że nie są one przydatne do produkcji dolomitów gatunków DM i DK, głównie ze względu na niską zawartość MgO. Mogą być natomiast stosowane w ograniczonym zakresie jako topniki wielkopieczowe. Postęp eksploatacji i udostępnienie nowych, bardziej dolomitowych fragmentów złoża wymaga dokonania weryfikacji tych danych i stwarza potrzebę ponownego zbadania składu chemicznego i petrograficznego kopaliny.

2.3. Region dolnośląski

Jak wynika z dostępnych analiz cech jakościowych eksploatowanych złóż marmurów dolomitowych pod kątem możliwości ich zastosowania w przemyśle materiałów ogniotrwałych charakteryzują się one generalnie małą podatnością na spiekanie (Sułkowski 1966). Przedmiotem badań były na ogół odmiany skał, które wyróżniały się strukturą grubo- i średnioziarnistą, dużą zwięzłością i małą porowatością. W złożach skał dolomitowych występuje jednak najczęściej kilka ich odmian (m.in. biała, szara, różowa), różniących się pod względem składu chemicznego i struktury. Dotyczy to zwłaszcza kopaliny z największego, krajowego złoża Odrzychowice-Romanowo, która była wszechstronnie badana, zwłaszcza na etapie wykonywania dokumentacji geologicznej. Wykonano wówczas pełne analizy chemiczne 758 próbek skał reprezentujących różne odmiany dolomitu, które zostały pobrane z rozpoznawczych otworów wiertniczych. Badania przeprowadzone później przez Karwackiego (1986) wykazały, że w złożu Odrzychowice-Romanowo największą czystością chemiczną charakteryzują się dolomity z osiowej jego części, podczas gdy w strefach osłonowych jakość kopaliny jest już gorsza. Autor ten wykazał ponadto, że marmury dolomitowe obszaru kłodzkiego reprezentują na ogół odmiany średnio- (0,25–0,06 mm) i drobnoziarniste (0,06–0,015 mm) (Karwacki 1990). Stanowią więc przeciwieństwo marmurów kalcytowych tego obszaru, które w świetle jego badań są z reguły grubo- (1–0,25 mm), a nawet bardzo gruboziarniste (>1 mm). Taka struktura marmurów dolomitowych najwyższej czystości jest interesująca z punktu widzenia produkcji materiałów ogniotrwałych. Wymaga to jednak przeprowadzenia ponownych badań najczystszych i możliwie najbardziej drobnoziarnistych odmian tych skał. Należy bowiem stwierdzić, że marmury dolomitowe obszaru kłodzkiego nie były przedmiotem szczegółowych badań w aspekcie możliwości ich wykorzystania w przemyśle materiałów ogniotrwałych. Ogólnikowo zwrócił na nią uwagę Pałubicki (1970) stwierdzając, że zastosowanie dolomitów z Odrzychowic dla celów konwertorowych wymaga odpowiedniej technologii przeróbki surowca i jego prażenia. Jak dotąd, badania marmurów dolomitowych obszaru kłodzkiego koncentrowały się głównie na problematyce ich wykorzystania w budownictwie i architekturze, a także możliwości produkcji mączek szklarskich najwyższej czystości (m.in. Karwacki 1986).

Wcześniej przeprowadzone prace badawcze (Sułkowski 1966) wskazują na słabą spiekalność dolomitów ze złoża Rędziny, położonego wśród skał staropaleozoicznych wschodniego obrzeżenia masywu Karkonoszy. Spowodowane jest to m.in. bardzo zmiennym uziarnieniem tej skały, zwłaszcza obecnością odmian grubokrystalicznych, a także domieszkami kwarcu, oliwinu, serpentynu i biotyту. Dolomity z niektórych partii tego złoża cechują się wysoką czystością chemiczną i od dawna były wykorzystywane do produkcji mączek dolomitowych dla przemysłu szklarskiego. Należy jednak stwierdzić, że najbardziej wartościowe pod względem surowcowym partie złoża w Rędzinach zostały już wyeksploatowane i aktualnie możliwości pozyskiwania wysokojakościowego surowca dolomitowego są niewielkie.

Podsumowanie

1. W Polsce, mimo potencjalnie dużej bazy zasobowej, występuje deficyt zasobów wysokiej jakości dolomitów hutniczych, a zwłaszcza dolomitów konwertorowych, mogących znaleźć zastosowanie do produkcji materiałów ogniotrwałych.
2. Dla potrzeb przemysłu materiałów ogniotrwałych interesujące pozostaną w dalszym ciągu wykorzystywane już do tych celów dolomity ze złóż Brudzowice i – w pewnym stopniu – Ząbkowice Śląskie I z regionu śląsko-krakowskiego.
3. Spośród innych, aktualnie eksploatowanych w Polsce złóż dolomitów, największe możliwości wykorzystania do produkcji materiałów ogniotrwałych rokują dolomity diplopоровe ze złoża Libiąż (region śląsko-krakowski) oraz dolomity dewońskie Winna i – w mniejszym stopniu – Radkowice-Podwole (region świętokrzyski).
4. Wątpliwa, choć niewykluczona wydaje się możliwość wykorzystania dla celów przemysłu materiałów ogniotrwałych dolomitów ze złóż: Stare Gliny i Nowa Wioska (region śląsko-krakowski) oraz Budy (region świętokrzyski). Wymaga to jednak przeprowadzenia bardziej dokładnych badań ich składu chemicznego i podatności na spiekanie. Jak dotąd, dolomity z tych złóż są rozpoznane i aktualnie eksploatowane na znaczną skalę przede wszystkim dla potrzeb drogownictwa i budownictwa.
5. Spośród niedostępnych, rezerwowych złóż najkorzystniejszymi właściwościami z punktu widzenia przemysłu materiałów ogniotrwałych wyróżniają się trzy duże złoża dolomitów triasowych: Chruszczobród, Chruszczobród I, Chruszczobród 2 oraz Libiąż Wielki (region śląsko-krakowski).
6. Pogarszająca się jakość dolomitów zalegających w złożu Żelatowa i wzrost zmienności tej kopaliny były przyczyną zaniechania jej wykorzystania do produkcji materiałów ogniotrwałych.

Autorzy wyrażają serdeczne podziękowania P.T. Recenzentom za cenne uwagi, które przyczyniły się do poprawy jakości tej publikacji.

Praca została wykonana w ramach projektu badawczego N508 477638 pt. „Zmiany tekstury i mikrostruktury w procesie dekarbonatyzacji wybranych dolomitów”, finansowanego w latach 2010–2013 przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

LITERATURA

- Adamska D., Kloska A., Miączyńska H., Piątkowski W., Różanowski B., Strama J., 1986 – Rozszerzanie możliwości wykorzystania dolomitów krajowych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* 2, 3–4, 591–605.
- Bromowicz J., 2001 – Ocena możliwości wykorzystania skał z okolic Krakowa do rekonstrukcji kamiennych elementów architektonicznych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* 17, 1, 5–71.
- Gabzdyl W., Kapuściński T., 1975 – Charakterystyka petrograficzna i własności dolomitów ze złoża w Żelatowej. *Materiały Ogniotrwałe* 27, 3, 49–51.
- Gientka M., Malon A., Tymiński M. (red.), 2009 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2008 r. Wyd. PIG. Warszawa.
- Galos K., 1999 – Surowce krajowego przemysłu materiałów ogniotrwałych w świetle przemian gospodarczych. ISBN 83-87854-06-9. Wyd. IGSMiE PAN. Kraków.
- Galos K., Burkowicz A., Guzik K., Szlugaj J., 2011 – Zróżnicowanie regionalnej podaży surowców wytwarzanych ze zwięzłych kopalin skalnych południowej Polski. *Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN* 80, 5–26.
- Kapuściński T., Łukwiński L., Probiez M., 1996 – Nowe wyniki badań mineralogiczno-technologicznych dolomitów ze złóż Brudzowice i Żelatowa. *Materiały Ogniotrwałe* 48, 1, 27–32.
- Karwacki A., 1986 – Czyste surowce węglanowe w złożach marmurów kłodzkich. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* 2, 3–4, 367–387.
- Karwacki A., 1990 – Litologia i petrogeniza marmurów kłodzkich. *Zeszyty Naukowe AGH nr 1357. Geologia* z. 47. 162 s.
- Kielski A., Wodnicka K., 1994 – Pomiary gęstości materiałów ceramicznych metodą helową. *Ceramika – Materiały Ogniotrwałe* 46, 2, 56–59.
- Kokowska M., 1996 – Dolomit triasowy ze złoża „Żelatowa” jako surowiec rolniczy. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 1343. Górnictwo* z. 230, 137–152.
- Kozłowski S., 1986 – Surowce skalne Polski. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Lewandowska A., 1991 – Minerals of the zone of altered Devonian dolomites from Dubie area near Kraków (Southern Poland). *Mineralogia Polonica* 22, 2, 20–38.
- Łukwiński L., Kapuściński T., Ciepaj M., 1997 – Wpływ porowatości otwartej dolomitu ze złoża Brudzowice na jego spiekalność. *Materiały Ogniotrwałe* 49, 1, 5–8.
- Łukwiński L., Narkiewicz M., 1993 – Własności czystych odmian dolomitów kieleckich. *Materiały Ogniotrwałe* 45, 2, 1–6.
- Machalica A., Ruśkiewicz M., 1961 – Złoża dolomitów w Polsce. *Materiały Ogniotrwałe* 13, 3, 73–76.
- Maziarz E., Baran W., 1985 – Stan zasobowy, eksploatacja i przeróbka dolomitu. *Materiały Ogniotrwałe* 37, 1, 1–5.
- MIDAS (baza.pgi.gov.pl/midas).
- Migaszewski Z., 1986 – Uwagi na temat genezy dolomitów środkowodewońskich Gór Świętokrzyskich. *Przegląd Geologiczny* 34,12,412–413.
- Myszkowska J., 1992 – Litofacje i sedimentacja dolomitów diploporowych (środkowy wapień muszlowy) wschodniej części obszaru śląsko-krakowskiego. *Rocznik PTG* 62, 1, 19–47.
- Nieć M., 2000 – Złoża dolomitów. W: R. Ney (red.) – Surowce mineralne Polski. Surowce skalne. Surowce węglanowe. Wyd. IGSMiE PAN. Kraków.
- Niemczynowicz J., 1970 – Charakterystyka geologiczno-jakościowa krajowych złóż dolomitów przydatnych dla celów hutniczych i ogniotrwałych. *Materiały Ogniotrwałe* 22, 1, 1–6.
- Olkowicz-Paprocka I., 1974 – Surowce węglanowe dewonu środkowego okolic Łagowa w Górach Świętokrzyskich. *Przegląd Geologiczny* 22, 1, 15–19.
- Olkowicz-Paprocka I., Narkiewicz M., 1986 – Dewon węglanowy wschodniej części synklinorium kielecko-łagowskiego i jego znaczenie surowcowe. *Biuletyn IG* 331, 7, 15–44.
- Pałubicki R., 1970 – Charakterystyka geologiczno-jakościowa krajowych złóż dolomitów przydatnych dla celów hutniczych i ogniotrwałych. *Materiały Ogniotrwałe* 22, 1, 1–6.

- Peszat C., Buczek-Pułka M., 1978 – Litologia, skład chemiczny i własności fizyczno-mechaniczne dolomitów dewonu Gór Świętokrzyskich. Zeszyty Naukowe AGH 506. Geologia z.4, 5–87.
- Radwanek-Bąk B., Bąk B., 2009 – Możliwości wykorzystania krajowych dolomitów dla potrzeb przemysłu materiałów ogniotrwałych. Materiały XIX Konferencji „Aktualia i Perspektywy Gospodarki Surowcami Mineralnymi”. Ryto 4–6.11.2009, 233–249.
- Ruśkiewicz M., 1970 – Dolomity gór świętokrzyskich. Materiały Ogniotrwałe 22, 1, 7–10.
- Ruśkiewicz M., 1974 – Możliwości wykorzystania krajowych dolomitów do produkcji wykładzin konwertorowych. Biuletyn IG 280, 261–292.
- Strama J., Łukwiński L., 1980 – Zarys badań spiekania dolomitu „Siewierz”. Materiały Ogniotrwałe 32, 6, 178–182.
- Sułkowski J., 1966 – Uwagi na temat przydatności dolomitu rędzińskiego w ceramice ogniotrwałej. Przegląd Geologiczny 3, 110–114.
- Szwejd E., 2006 – Geologiczne uwarunkowania eksploatacji złóż dolomitu rejonu Piskrzyn-Janczyce w Górach Świętokrzyskich. Górnictwo Odkrywkowe 48, 1–2, 61–65.
- www.tg.net.pl – wydanie nr 3216 (aktualizacja: 9.8.2010).
- Wyszomirski P., Galos K., 2007 – Surowce mineralne i chemiczne przemysłu ceramicznego. ISBN 978-83-7464-116-6 Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH. KU 0250. Kraków.
- Wyszomirski P., Przytuła S., 2010 – Charakterystyka surowcowa kruszywa dolomitowego na przykładzie kopaliny z Libiąża (region śląsko-krakowski). Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 79, 213–222.
- Wyszomirski P., Różanowski B., 1982 – Charakterystyka mineralogiczno-technologiczna niektórych krajowych surowców węglanowych w aspekcie ich podatności na spiekanie. Materiały Ogniotrwałe 34, 3–4, 57–61.
- Zasady dokumentowania złóż kopalin stałych. 2002. Ministerstwo Środowiska. Warszawa.

Materiały archiwalne

- Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii B+C₁ złoża wapieni i dolomitów dewońskich „Jazwica”. Główny dokumentator G. Chomicka, 1985 r. CAG. Warszawa.
- Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej w kategorii B+C₁ złoża dolomitów dewońskich „Radkowice-Podwole”. Główny dokumentator B. Musiał, 1988 r. CAG. Warszawa.
- Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej z zasobami kategorii B złoża dolomitów triasowych „Libiąż”. Główny dokumentator T. W. Nowak, 1996 r. CAG. Warszawa.
- Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej z zasobami kategorii B złoża dolomitów „Imielin-Północ”. Główny dokumentator H. Kaziuk, 1999 r. CAG. Warszawa.
- Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża dolomitów dewońskich i triasowych „Nowa Wioska”. Główny dokumentator H. Kaziuk, 2004 r. CAG. Warszawa.
- Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej w kategorii B+C₁+C₂ złoża dolomitów triasowych „Ząbkowice Będzińskie I i II”. Główny dokumentator J. Miśkiewicz, 2005 r. CAG. Warszawa.
- Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża dolomitów „Podleśna” w kategorii B+C₁+C₂. Główny dokumentator B. Pieniecka, 2008 r. CAG. Warszawa.
- Dodatek nr 3 do dokumentacji geologicznej w kat. C₁ z jakością w kat. B złoża wapieni i dolomitów triasowych „Imielin-Rek”. Główny dokumentator H. Kaziuk, 1999 r. CAG. Warszawa.
- Dodatek nr 4 do dokumentacji geologicznej złoża dolomitów „Burdzowice” w kat. B+C₁. Główny dokumentator H. Kaziuk, 2005 r. CAG. Warszawa.
- Dodatek nr 5 do dokumentacji geologicznej w kategorii B+C₁+C₂ złoża dolomitów triasowych „Żelatowa”. Główny dokumentator T. W. Nowak, 2000 r. CAG. Warszawa.
- Dokumentacja geologiczna złoża wapieni dolomitycznych „Piskrzyn”, w kategorii C₁ z jakością w kategorii B. Główny dokumentator T. Ćwilik, 1972 r. CAG. Warszawa.
- Dokumentacja geologiczna z zasobami w kategorii C₂ złoża dolomitów triasowych „Libiąż Wielki”. Główny dokumentator M. Kurczalowa, 1975 r. CAG. Warszawa.
- Dokumentacja geologiczna w kategorii B+C₁+C₂ złoża dolomitów triasowych „Imielin”. Główny dokumentator A. Urbańska, 1992 r. CAG. Warszawa.

Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża dolomitów dewońskich „Winna”. Główny dokumentator J. Sołtysik, 1997 r. CAG. Warszawa.

Dokumentacja geologiczna w kategorii B+C₁ złoża dolomitów „Stare Gliny”. Główny dokumentator T. Piniecki, 1999 r. CAG. Warszawa.

Dokumentacja geologiczna złoża dolomitów dewońskich „Laskowa Góra” w kategorii C₁. Główny dokumentator M. Nieć, 2004 r. CAG. Warszawa.

Normy

BN-86/6761-16 – Materiały ogniotrwałe. Dolomit surowy.

AKTUALNY PRZEGLĄD KRAJOWYCH ZŁÓŻ DOLOMITÓW W ASPEKTCIE WYKORZYSTANIA W PRZEMYSŁE MATERIAŁÓW OGNIOTRWAŁYCH

Słowa kluczowe

Dolomity triasowe, dolomity dewońskie, przemysł materiałów ogniotrwałych, dolomit konwertorowy, dolomit spieczony

Streszczenie

Krajowa baza zasobowa dolomitów jest duża. Ich łączne zasoby bilansowe, udokumentowane w 62 złożach – wykazywanych w aktualnych statystykach zasobów kopalni – wynoszą 1 500 mln t. Mimo tego występuje deficyt wysokiej jakości tzw. dolomitów konwertorowych, które mają zastosowanie do produkcji materiałów ogniotrwałych. Dla tego celu wykorzystywane są od wielu lat dolomity triasowe ze złóż Brudzowice i Ząbkowice Śląskie I, z regionu śląsko-krakowskiego. Do innych potencjalnie interesujących złóż tego regionu, ze względu na charakter i właściwości dolomitów, należy złożo Libiąż. Wątpliwa, choć niewykluczona wydaje się możliwość wykorzystania dolomitów ze złóż Nowa Wioska i Stare Gliny. Wymaga to jednak przeprowadzenia bardziej dokładnych badań ich składu chemicznego i podatności do spiekania. Jak dotąd bowiem, dolomity z tych złóż są rozpoznane i aktualnie eksploatowane na znaczną skalę przede wszystkim dla potrzeb drogownictwa i budownictwa. Niestety, pogarszająca się jakość dolomitów zalegających w innym, dużym i udostępnionym złożu tego regionu – Żelatowa – była przyczyną zaniechania wykorzystania tej kopaliny do produkcji materiałów ogniotrwałych. Spośród złóż rezerwowych najkorzystniejszymi właściwościami wyróżniają się cztery: Chruszczobród, Chruszczobród I, Chruszczobród 2 i Libiąż Wielki.

Przeprowadzona analiza wskazuje także na możliwość wykorzystania dla celów przemysłu materiałów ogniotrwałych kopalni ze złóż Winna i – w mniejszym stopniu – Radkowice-Podwole. Wymaga to jednak przeprowadzenia bardziej szczegółowych badań ich składu chemicznego i struktury, a zwłaszcza określenia wielkości ziaren.

Odrębne zagadnienie stanowi kwestia wykorzystania marmurów dolomitowych ze złóż regionu dolnośląskiego. Tradycyjnie uważa się, że są one nieprzydatne do produkcji materiałów ogniotrwałych z uwagi na grube uziarnienie. Kopalina ta występuje jednak w kilku odmianach, reprezentując również struktury drobno- i średniokrystaliczne. Najczystsze i najbardziej drobnoziarniste odmiany mogą być interesujące do produkcji materiałów ogniotrwałych. Wymaga to jednak prowadzenia selektywnej ich eksploatacji.

A CURRENT SURVEY OF POLISH DEPOSITS OF DOLOMITES APPLICABLE IN THE INDUSTRY OF REFRACTORIES

Key words

Triassic dolomites, Devonian dolomites, refractories, converter dolomite, sintered dolomite

Abstract

The Polish basis of dolomites is remarkable. Their total reserves reported in the 62 deposits listed in current data bases of mineral resources amount to 1,500,000 t. However, there is a shortage of the so-called converter dolomites of high quality applicable in manufacturing of refractory materials. Such dolomites of the Triassic age have been quarried for many years in the Brudzowice and Ząbkowice Śląskie I deposits in the Silesian-Cracow region. The Libiąż deposit is perspective of this area, considering the character and properties of its dolomites. The dolomites of the Nowa Wioska and Stare Gliny deposits belong into the same group although their applying as refractories seems to be disputable at the moment and would require more detailed analyses of the chemical composition and firing properties of the rocks mentioned. The reason is that the dolomites of these deposits have been reported and massively quarried up to now mainly for civil engineering (roads, buildings, etc.). Unfortunately, worsening properties of the dolomites occurring in Żelatowa, still another large and developed deposit of the region, have been excluded using these rocks in producing of refractories. Among the group of reserve converter dolomite deposits, the best rock properties have been found in four of them, i.e., Chruszczobród, Chruszczobród I, Chruszczobród II and Libiąż Wielki.

The survey presented indicates that there are some possibilities of including dolomites of the Winna and, to a lesser degree, Radkowie-Podwole deposits as the raw materials in manufacturing of refractories. Again, more detailed analyses of the chemical composition and petrographical development, mainly of the grain size distribution, would be required.

Dolomitic marbles of the Lower Silesia region represent a separate problem. Traditionally, they have been considered to be non-applicable in manufacturing of refractories because of too coarse grain size of these rocks. It should be stressed, however, that the Lower Silesian marbles occur in several varieties and among them also fine- and coarse-grained dolomites occur. Their finest and chemically purest varieties can be an interesting option in extending the basis of refractory dolomitic raw materials in Poland, although selective quarrying would be required in such a case.

