

# WAPIENIE JURAJSKIE ZE ZŁÓŻ W REJONIE DZIAŁOSZYNA – WYKSZTAŁCENIE LITOLOGICZNE I OBECNE KIERUNKI WYKORZYSTANIA

## JURASSIC LIMESTONES FROM DEPOSITS IN THE DZIAŁOSZYN REGION – LITHOLOGY AND DIRECTIONS OF APPLICATIONS

Katarzyna Guzik, Beata Figarska-Warchol – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków  
Ireneusz Skuta - WKG Sp. z o.o. Raciszyn

*W artykule scharakteryzowano górnourajskie wapienie ze złóż w rejonie Działoszyna, udokumentowane dla potrzeb przemysłu cementowego, wapienniczego i do produkcji kamienia budowlanego. Przedstawiono najważniejsze parametry chemiczne oraz fizyczne i mechaniczne wapieni z eksploatowanych złóż oraz dane na temat wielkości wydobycia i dostępnych zasobów. Wśród kompleksów skalnych oksfordu, charakteryzujących się zróżnicowanym udziałem wapieni, wapieni marglistych i margli, szczególne znaczenie ma odmiana wapieni zalesiackich. Skały te poddane zostały szczegółowej charakterystyce w zakresie wykształcenia litologicznego, parametrów jakościowych oraz kierunków gospodarczego wykorzystania..*

**Słowa kluczowe:** wapienie, górna jura, właściwości, zastosowanie, wapienie zalesiackie, przemysł wapienniczy, przemysł cementowy

*The paper presents the characteristics of the Jurassic limestones from deposits in the Działoszyn area, recognized as a rock minerals for the cement and lime industry and for the production of construction stone. The most important chemical, physical and mechanical parameters of limestone from exploited deposits as well as data on the mining output volume and available resources are presented. Among the Oxford rock complexes, comprises of limestones, marly limestones and marls that occurs in various proportions, the type of Zalesiaki limestones is of particular importance. These rocks were subjected to detailed analyses in terms of variability of lithological features, quality parameters and directions of economic use.*

**Keywords:** limestones, Upper Jurassic, properties, applications, Zalesiaki Limestones, lime industry, cement industry

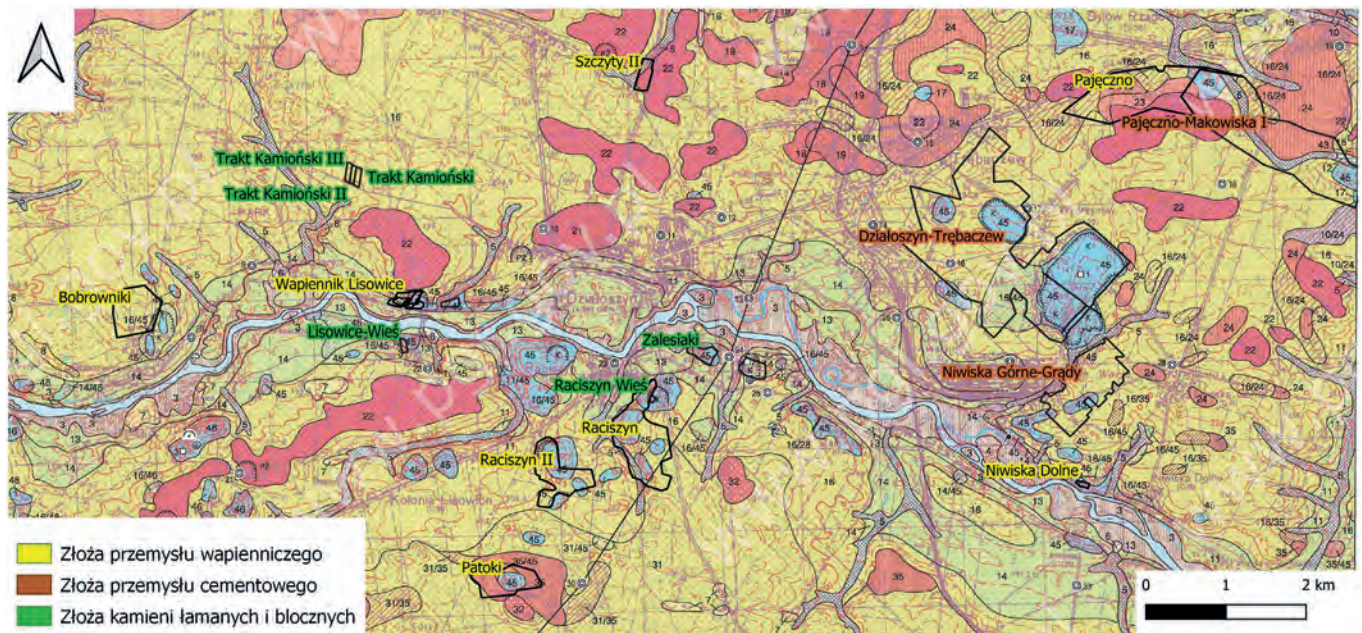
### Wprowadzenie

W obrębie wychodni osadów górnej jury występujących w rejonie Działoszyna udokumentowano szereg złóż wapieni stanowiących bazę surowcową dla przemysłu cementowego, wapienniczego i do produkcji kamienia budowlanego (rys. 1). W grupie wapieni dla przemysłu wapienniczego rozpoznano 11 złóż o łącznych zasobach 117 737 tys. ton, w grupie wapieni i margli dla przemysłu cementowego 3 złoża o łącznych zasobach 369 971 tys. ton, a w grupie kamieni łamanych i blocznych 7 złóż o łącznych zasobach 3 345 tys. ton. Złoża wapieni udokumentowane są w obrębie różnych poziomów litostratygraficznych najniższego piętra górnej jury (oksfordu).

Wychodnie wapieni jurajskich na obszarze monokliny śląsko-krakowskiej występują od okolic Krakowa na południu po okolice Wielunia i Działoszyna na północy, stanowiąc ważny element w budowie Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i Wyżyny Wieluńskiej. Podczas sedymentacji osadów górnourajskich w rejonie tym zaznaczały się duże zmiany facjalne. Miały one związek z silnym rozwojem kompleksów

biohermalnych (w których rozwoju największe znaczenie miały gąbki krzemionkowe i struktury cyjanobakteryjne), a także dzielących je basenów (Matyja, Wierzbowski 2004). W rejonie Działoszyna stwierdzono obecność zespołu biohermalnego długości kilkunastu i szerokości kilku kilometrów, wykazującego podobnie jak większość tego typu struktur, rozciągłość równoleżnikową (Matyja, Wierzbowski 2004).

Szczególną odmianą wapieni jurajskich, eksploatowaną w rejonie Działoszyna ze złóż Raciszyn i Raciszyn II, są tzw. wapienie „zalesiackie”, nazwane tak od pierwotnego miejsca eksploatacji – złoża Zalesiaki. Skały te charakteryzują się zmienną litologią oraz właściwościami fizycznymi i mechanicznymi, które determinują możliwości ich gospodarczego wykorzystania. Wapienie z analizowanych złóż posiadają m.in. bardzo korzystny skład chemiczny umożliwiający ich zastosowanie w wielu sektorach przemysłu. W artykule przedstawiono informacje na temat wykształcenia i właściwości wapieni ze złóż Raciszyn I i Raciszyn II na tle innych wapieni jurajskich tego rejonu.



Rys. 1. Złoże wapieni jurajskich w rejonie Działoszyna (Haisig, Wilanowski 2000)

Objaśnienia do wydzielenia litostratygraficznych na mapie: kolor żółty i czerwony – gliny zwałowe oraz piaski i żwiry lodowcowe i wodnolodowcowe plejstocenu, kolor niebieski – wychodne utworów górnej jury spod pokrywy czwartorzędowej)

Fig. 1. Deposits of the Jurassic limestones in Działoszyn area (Haisig, Wilanowski 2000; modified)

Explanation to the geological units on the map: yellow and red colour – Pleistocene glacial tills, glacial and fluvioglacial sands and gravels, blue colour – outcrops of Upper Jurassic rocks)

### Wykształcenie litologiczne wapieni jurajskich w rejonie Działoszyna

W obrębie osadów górnej jury występujących w rejonie Działoszyna Wierzbowski i in. (1983) wydzielają szereg poziomów litostratygraficznych, charakteryzujących się zróżnicowanym udziałem wapieni, wapieni marglistych i margli, a tym samym, wykazujących przydatność do różnego rodzaju zastosowań. Łączna miąższość tych osadów oceniana jest na ponad 200 m (Pinkosz i in. 2004). Profil rozpoczynają warstwy jasnogórskie, zbudowane przez wszystkie wymienione odmiany skał w różnych proporcjach. Powyżej nich występują kolejno: wapień zawodziańskie, wapień kredowate miedznowskie, wapień skaliste zalesiackie, wapień płytowe z tuberoidami, wapień kredowate niwiskie i wapień pylaste (tab. 1). Wszystkie wydzielone zespoły litostratygraficzne charakteryzują się przewagą odmian wapieni o zawartości  $\text{CaCO}_3$  powyżej 96,5% (54%  $\text{CaO}$ ), a lokalnie również większym udziałem odmian wapieni o zawartości  $\text{CaCO}_3$  w granicach 90–96,5% (50–54%  $\text{CaO}$ ; Wierzbowski i in 1983). Największy udział pierwszych z nich stwierdzono w wapieniach skalistych zalesiackich (88%), wapieniach płytowych z tuberoidami (81%), a także wapieniach kredowatych niwiskich i wapieniach miedznowskich (powyżej 70%).

Wyżej leżąca część kompleksu osadów górnourajskich w rejonie Działoszyna ma nieco odmienny charakter litologiczny, na ogół ze znacznym udziałem wapieni marglistych i margli (tab. 1). Reprezentowana jest przez dolne wapień płytowe, dolny zespół marglisty, wapień kredowate z Pajęczna i występujące w najwyższej części profilu środkowe wapień płytowe. Wybitny charakter marglisty mają przede wszystkim skały zaliczane do dolnego zespołu marglistego, w którym ponad 80% stanowią margle, a pozostała część przypada na wapień margliste. W dolnych wapieniach płytowych udział tych dwóch odmian skał stanowi ponad 40%, a w środkowych wapieniach płytowych około 50%.

W obrębie omawianego kompleksu osadów górnej jury stwierdzono występowanie szeregu odmian wapieni o zróżnicowanym wykształceniu litologicznym. Jest to odzwierciedleniem zmienności facjalnej w górnourajskim zbiorniku sedymentacyjnym, zaznaczającej się powstawaniem w różnych jego częściach wapieni płytowych, uławiconych oraz skalistych (występujących na całym obszarze monokliny śląsko-krakowskiej). Przykładowo wapień zawodziański to przede wszystkim uławicone mikroporowate oraz zwięzłe wapień z gąbkami i strukturami glonowymi, występującymi w dolnej części profilu, ku górze przechodzące w wapień mikroporowate, mażące, z niezbyt licznymi gąbkami i na ogół wysoką zawartością  $\text{CaCO}_3$ . Z kolei wapień miedznowski wykształcone są na ogół jako kruche, mażące wapień kredowate z soczewkami silnie zwięzłych wapieni skalistych. Młodsze od nich organogeniczne wapień kredowate niwiskie to również wapień miękkie, kruche i porowate, z bardzo liczną fauną bentoniczną, w obrębie których występują przeławiczenia wapieni mikrytowych i marglistych. Ta odmiana wapieni charakteryzuje się większymi wahaniami zawartości takich składników jak  $\text{SiO}_2$  i  $\text{MgO}$ . W najwyższych partiach profilu występują zbite, mikrytowe wapień płytowe (dolne i środkowe, z lokalnie wydzielanymi wapieniami kredowatymi z Pajęczna), zawierające liczne przewarstwienia wapieni marglistych i margli.

### Wapień zalesiackie udokumentowane w złożu Raciszyn i Raciszyn II

Szczególny typ wapieni odsłaniających się w rejonie Działoszyna stanowią tzw. wapień zalesiackie. Skały te, eksploatowane w złożu Raciszyn i Raciszyn II, występują w postaci dwóch odmian litologicznych. Pierwsza z nich to wapień kredowate wykształcone jako słabo zwięzłe, kruche wapień pelityczne o białej barwie. Druga odmiana reprezentowana jest przez silnie zliityfikowane wapień skaliste o barwie od białej, poprzez żółtą, do rdzawej (związanej z występowaniem

Tab. 1. Zespoły litostratygraficzne wydzielone w obrębie kompleksu skał węglanowych górnej jury w rejonie Raciszyna i ich znaczenie surowcowe  
 Tab. 1. Lithostratigraphic units distinguished in the Upper Jurassic carbonate rock complex in the Raciszyn area and their economic importance

Zespół litostratygraficzny	Wykształcenie litologiczne (główne odmiany skał)	Miąższość [m]	Znaczenie surowcowe	Eksploatowane złoża
Środkowe wapienie płytowe	w: 90–96,5% CaCO <sub>3</sub> , wm, m	b.d.	wapienie i magle dla przemysłu cementowego;	Pajęczno-Makowiska I*?
Wapienie kredowate z Pajęczna	w: > 96,5% CaCO <sub>3</sub> , w: 90–96,5% CaCO <sub>3</sub>	b.d.	wapienie do zastosowań przemysłowych; zbite odmiany wapieni lokalnie dla celów budowlanych	Pajęczno-Makowiska I*?
Dolny zespół marglisty	m	b.d.		
Dolne wapienie płytowe	w: 90–96,5% CaCO <sub>3</sub> , wm	b.d.		Działoszyn-Trębaczew,
Wapienie pylaste	w: > 96,5% CaCO <sub>3</sub> , w: 90–96,5% CaCO <sub>3</sub>	0-144	przemysł cementowy i wapienniczy	Działoszyn-Trębaczew, Niwiska Górne Grądy
Wapienie kredowate niwiskie	w: > 96,5% CaCO <sub>3</sub> , w: 90–96,5% CaCO <sub>3</sub>	30-130	przemysł cementowy (surowiec wysoki)	Działoszyn-Trębaczew, Niwiska Górne Grądy
Wapienie płytowe z tuberoidami	w: > 96,5% CaCO <sub>3</sub> , w: 90–96,5% CaCO <sub>3</sub>	0-40	- (mała miąższość)	
Wapienie skaliste zalesiackie	w: > 96,5% CaCO <sub>3</sub> , w: 90–96,5% CaCO <sub>3</sub>	ok. 100	przemysł wapienniczy; produkcja kruszyw łamanych, kamieni blocznych	Raciszyn, Raciszyn II, Zalesiaki, Niwiska Dolne, Wapiennik Lisowice II
Wapienie kredowate miedznowskie	w: > 96,5% CaCO <sub>3</sub> , w: 90–96,5% CaCO <sub>3</sub>		przemysł cementowy i wapienniczy	
Wapienie zawodziańskie ławicowe	w: > 96,5% CaCO <sub>3</sub> , w: 90–96,5% CaCO <sub>3</sub>	>100	przemysł cementowy i wapienniczy	
Wapienie jasnogórskie	wm, m	8,5-14	- (znaczna głębokość występowania)	

Objaśnienia: w – wapienie, wm – wapienie margliste, m – margle, \* brak szczegółowych informacji. Źródło: Wierzbowski i in 1983, Pinkosz i in. 2004  
 Explanations: w – limestones, wm – marly limestones, m – marls, \* no precise data

związków żelaza, Łapucha 2019). Lokalnie w ich obrębie występują nieregularnie rozmieszczone kawerny o wielkości do kilku cm (rys. 2). W związku z ich występowaniem wapienie te określane są jako tzw. „polski trawertyn”. W kawernach stwierdza się obecność związków żelaza, manganu oraz wykrystalizowanego kalcytu, który niekiedy wypełnia całe ich wnętrze. Smoleńska (1983) stwierdza w tego typu wapieniach występowanie licznych stylolitów. Z uwagi na walory dekoracyjne oraz na ogół grube (czasem niewyraźne) uławiczenie skały tej odmiany wykorzystywane były w przeszłości jako kamień bloczny (Nieć 2002).

Wydzielany w rejonie Działoszyna kompleks tzw. „wapieni zalesiackich” ma miąższość ok. 30 m i zaliczany jest do górnego oksfordu. Wapienie te tworzą soczewę o długości ok. 11 km, lokalnie zastępując obocznie kredowate wapienie miedznowskie (Wierzbowski i in. 1983). Wschodnie „wapieni zalesiackich” na omawianym obszarze ciągną się wąskim pasem na odcinku od wsi Zalesiaki na wschodzie, poprzez Raciszyn, do Lisowic na zachodzie (Haisig, Wilanowski 2007). Wchodzące w skład omawianego kompleksu wapienie odmiany kredowatej i skalistej rozmieszczone są nieregularnie w profilach analizowanych złóż, przy czym udział pierwszej z nich przeważa w złożu Raciszyn II, a drugiej w złożu Raciszyn (Smoleńska 1983, Bromowicz, Figarska-Warchoł 2012). Wapienie typu trawertynu występują na różnych głębokościach, zarówno w górnych, jak też dolnych

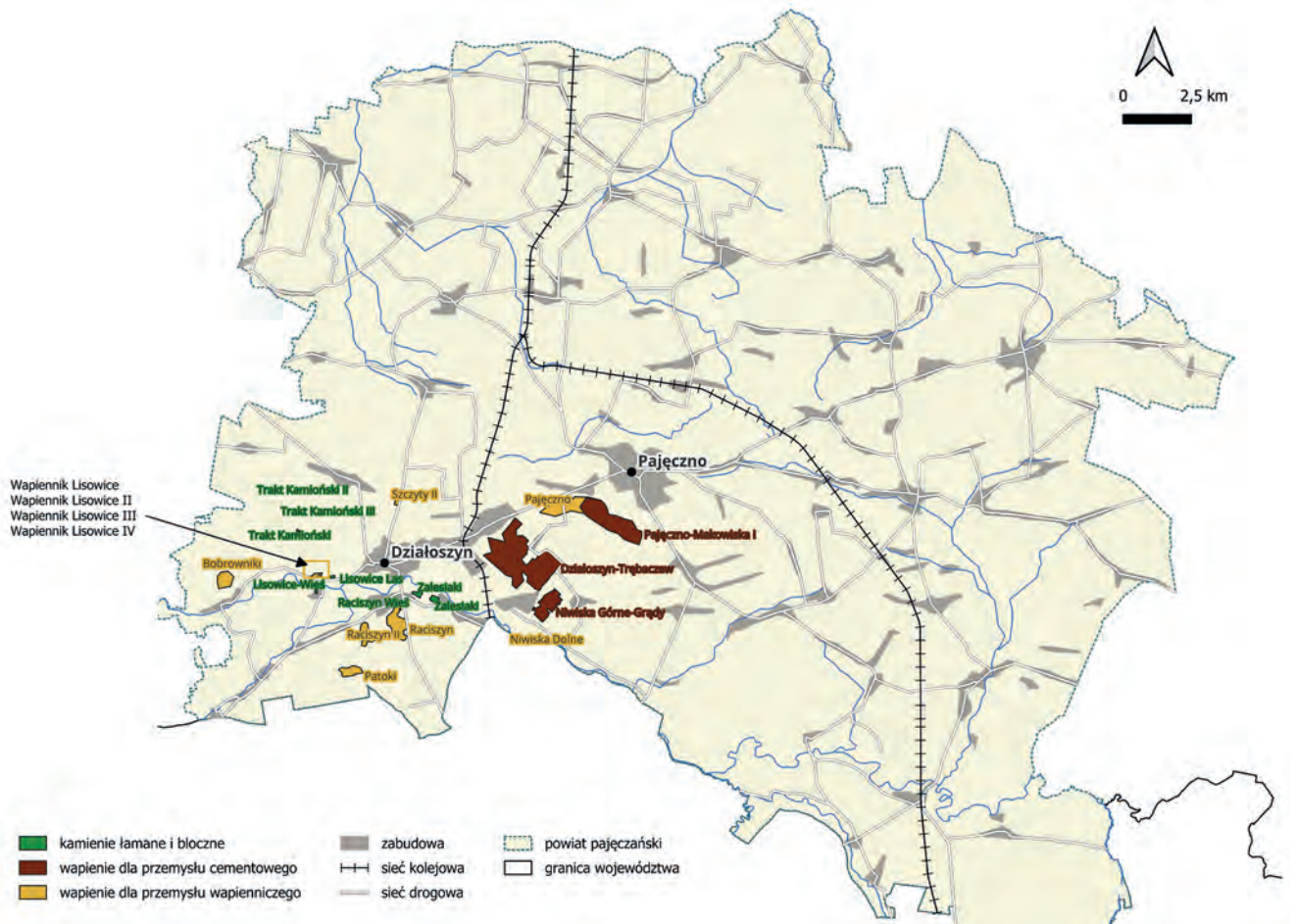
partiach profilu złoża, a lokalnie oddzielone są pakietami wapieni kredowatych (Będkowski 2016). Zróżnicowanie stopnia zwięzłości tych dwóch odmian jest wynikiem odmiennego stopnia zaawansowania procesów diagenetycznych, które zachodziły na etapie powstawania tych skał. Wapienie skaliste uległy lityfikacji we wczesnym stadium diagenety, podczas gdy w wapieniach kredowatych zachowała się znaczna porowatość (Wierzbowski i in. 1983). W wapieniach zalesiackich spotykana jest fauna bentoniczna reprezentowana m.in. przez gąbki, małże, amonity i ramienionogi (Smoleńska 1983).

Wapienie udokumentowane w złożu Raciszyn i Raciszyn II wykazują poziome lub prawie poziome zaleganie (Będkowski 2016). Warstwy zapadają w kierunku NE, a zatem zgodnie z generalnym kierunkiem upadu warstw na monoklinie śląsko-krakowskiej (Łapucha 2019). Tylko lokalnie w złożu Raciszyn II stwierdzono większe ich nachylenie, dochodzące do 30°, związane z występowaniem strefy uskokowej. W obrębie wapieni udokumentowanych w złożu Raciszyn i Raciszyn II stwierdzono przejawy występowania zjawisk krasowych, do których zaliczane są m.in. leje, kominy i szczeliny krasowe. Udział wapieni skrasowiałych w złożu Raciszyn jest stosunkowo niski i stanowi ok. 7%, natomiast w złożu Raciszyn II w ostatnich latach eksploatacja prowadzona jest w partii złoża, w której jego udział stanowi aż ok. 40% (Łapucha 2019, 2020). Zjawiska krasowe rozwinięte są zarówno wzdłuż ciosowych



Rys. 2 Wapienie typu trawertynu z lokalnie widoczną obecnością kawern (zdjęcie po lewej) oraz nagromadzeniami związków żelaza i manganu i kalcytu w pustkach przestrzeniach, które powstały po wylugowaniu węglanu wapnia (zdjęcie po prawej stronie)

Fig. 2. Limestone of travertine type with locally occurring caverns (photo on the left) and iron, manganese and calcite compounds concentrations in voids formed after leaching of calcium carbonate (photo on the right)



Rys. 3. Złóża skał węglanowych górnej jury w rejonie Działoszyna stanowiące bazę zasobową dla przemysłu cementowego, wapienniczego i kamienia budowlanego

Fig. 3. Deposits of Upper Jurassic carbonate rocks in Działoszyn area recognized as resource base for the cement, lime and construction industry

plaszczyn podzielnosci, jak też zgodnie z uławiczeniem wapieni (Będkowski 2016). Dodatkowo partie wapieni skrasowiałych, występujące w stropie złoża, zaliczone zostały do nadkładu (Będkowski 2016). Maksymalna miąższość serii złożowej dochodzi do ok. 46 m w złożu Raciszyn I i do 33 m w złożu Raciszyn II, przy miąższości nadkładu odpowiednio do 15 m i 10 m. Stosunek N/Z wynosi do 0,59 w złożu Raciszyn, natomiast dla złoża Raciszyn II brak szczegółowych informacji.

### Eksploracja złóż skał węglanowych w rejonie Działoszyna

Wśród kompleksów jury górnej występujących w rejonie Działoszyna na największą skalę wykorzystywane są obecnie wapienie ilaste oraz margle ze złóż udokumentowanych dla potrzeb przemysłu cementowego. Trzy złoża tych skał (złożo Działoszyn Trębaczew, Niwiska Górne-Grądy i Pajęczno-Makowiska I) eksploatowane są przez Cementownię Warta S.A.,

Tab. 2. Wydobycie, zasoby i użytkownicy złóż wapieni w rejonie Raciszyna

Tab. 2. Mining output, resources, reserves volume and companies involved in limestones deposits exploitation in Raciszyn area

Złoże	Wydobycie [tys. t]				Zasoby bilans. [tys. t]	Zasoby przem. [tys. t]	Użytkownik
	2012	2016	2020	2021			
<b>Złóża wapieni dla przemysłu wapienniczego</b>							
Niwiska Dolne	-	-	16	28	96	-	Cezary Obalski ZHU
Raciszyn*	-	-	541	657	42 720	4 833	WKG sp. z o.o.
Raciszyn I*	-	-	338	278	11 770	3721	WKG sp. z o.o.
Wapiennik Lisowice II	-	25	7	-	455	-	P. Tomasz Trębasiewicz
<b>SUMA</b>	<b>-</b>	<b>25</b>	<b>902</b>	<b>963</b>	<b>55 041</b>	<b>8 554</b>	
<b>Złóża wapieni dla przemysłu cementowego</b>							
Działoszyn-Trębaczew	1 770	2 542	2 085	854	187 682	21 767	Cementownia „WARTA” S.A.
Niwiska Górne-Grądy	703	488	11	688	26 246	5 444	Cementownia „WARTA” S.A.
Pajęczno-Makowiska I	-	85	1 073	1 711	156 043	17 975	Cementownia „WARTA” S.A.
<b>SUMA</b>	<b>2 473</b>	<b>3 115</b>	<b>3 169</b>	<b>3 253</b>	<b>462 840</b>	<b>45 186</b>	
<b>Złóża wapieni udokumentowane jako kamienie łamane i bloczne</b>							
Lisowice-Wieś	5	2	15	13	210	-	P. Jacek Graczyk
Raciszyn*	126	128	-	-	-	-	WKG sp. z o.o.
Raciszyn II*	835	521	-	-	-	-	WKG sp. z o.o.
Trakt Kamioński	-	6	-	-	376	-	Adam Białek;”Trans Stone”
Trakt Kamioński II	-	23	-	29	203	-	Ewa Białek
Zalesiaki	122	-	21	-	1 784	883	KOP. ODKRYWKOWA Polski Trawertyn; P. Granatowicz, M. Wąsiewicz
<b>SUMA</b>	<b>1 088</b>	<b>680</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>2 573</b>	<b>883</b>	

\* złoże pierwotnie udokumentowane jako kamień łamany i bloczny

\* deposit originally recognized for crushed and dimension stone production purposes

Źródło: BZZK 2022 i wydania wcześniejsze

Source: BZZK 2022 and previous editions

z łącznym poziomem wydobycia 3 253 tys. ton w 2021 r. (rys. 3,4, tab. 2). W ostatnim dziesięcioleciu w omawianym rejonie nastąpił znaczący rozwój wykorzystania wapieni na potrzeby przemysłu cementowego. Związany był on przede wszystkim ze wzrostem wydobycia ze złoża Pajęczno-Makowiska I, którego eksploatację uruchomiono w 2014 r., przy jednoczesnym zwiększeniu ilości kopaliny pozyskiwanej ze złoża Działoszyn-Trębaczew.

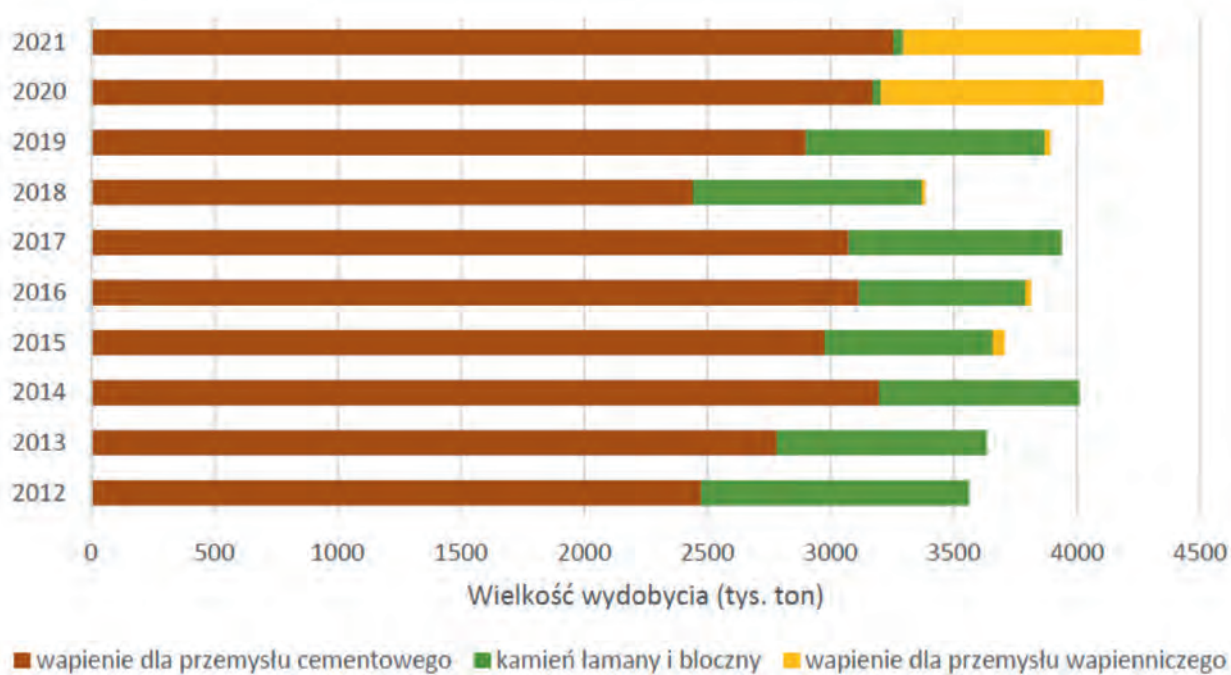
Spośród złóż wapieni spełniających wymagania przemysłu wapienniczego znaczenie mają przede wszystkim dwa złoża w rejonie Raciszyna (złoże Raciszyn oraz Raciszyn II, rys. 3, tab. 2). Eksploatacja w tym rejonie prowadzona jest przez WKG sp. z o.o. (rys. 5,6), która na bazie pozyskiwanej kopaliny wytwarza kamień wapienny i mączki wapienne do różnych zastosowań. Na potrzeby prowadzonej produkcji dwie wspomniane kopalnie w Raciszynie pozyskały łącznie w 2021 r. 935 tys. ton wapienia. Warto wspomnieć, że wapień ze złoża Raciszyn oraz Raciszyn II dokumentowane były pierwotnie

pod kątem wykorzystania w budownictwie i drogownictwie do produkcji bloków i kształtek budowlanych oraz kruszywa łamanego. Niewielkie ilości wapieni, głównie dla celów produkcji nawozów, pozyskiwane były w ostatnich latach ze złoża Niwiska Dolne i Wapiennik Lisowice II (rys. 3, tab. 2).

Na najmniejszą skalę eksploatowane są złoża udokumentowane i wykorzystywane na potrzeby produkcji kruszyw łamanych i budowlanych płytek okładzinowych, tj. Lisowice-Wieś i Trakt Kamioński II. Łączny poziom wydobycia z tych złóż w 2021 r. nie przekraczał kilkadziesiąt tys. ton (rys. 3,4, tab. 2). We wcześniejszych latach dla tych celów eksploatowane było okresowo również złoże Zalesiaki oraz Trakt Kamioński (Mirkowski, Mirkowska 2018).

#### Parametry jakościowe wapieni z eksploatowanych złóż

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny,



Rys. 4. Wielkość wydobycia wapieni ze złóż eksploatowanych w rejonie Działoszyna w latach 2012–2021 (opracowanie własne na podstawie BZZK 2022 i wydania wcześniejsze)

Fig. 4. The volume of mining output of limestones from deposits exploited in the Działoszyn area in the years 2012–2021 (own study on the basis of BZZK 2022 and previous editions)



Rys. 5. Eksploatacja złóż wapieni zalesiackich Raciszyn – pole S i pole N (Źródło: WKG Sp. z o.o.)

Fig. 5. Exploitation of Zalesiaki limestones from Raciszyn deposit – the Southern and Northern field (Source: WKG Sp. z o.o.)



Rys. 6. Eksploatacja złóż wapieni zalesiackich Raciszyn II (Źródło: WKG sp. z o.o.)

Fig. 6. Exploitation of Zalesiaki limestones from Raciszyn II deposit (Source: WKG sp. z o.o.)

z wyłączeniem złoża węglowodorów, określono brzeżne kryteria graniczne wartości parametrów definiujących złożo i jego granice. W przypadku wapieni, wapieni marglistych i margli dla przemysłu wapienniczego i cementowego należy do nich: maksymalna głębokość dokumentowania (do głębokości możliwej eksploatacji), stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża (0,3) oraz maksymalna grubość nadkładu (15 m). Zasadniczym kryterium, które powinny spełniać wapienie kwalifikujące się jako kopalina dla potrzeb przemysłu wapienniczego jest minimalna średnia zawartość  $\text{CaCO}_3$  w profilu złoża powyżej 90%. W przypadku wapieni i margli dla przemysłu cementowego udział  $\text{CaCO}_3$  może być znacznie niższy (nawet poniżej 80%), ważne natomiast są zawartości innych składników chemicznych (m.in.  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Wapienie, które posiadają korzystne parametry fizyczno-mechaniczne mogą znaleźć wykorzystanie do produkcji kruszyw mineralnych łamanych, a w przypadku odpowiedniej podzielności w złożu i walorów dekoracyjnych również jako kamień bloczny.

Szczególne wymagania dotyczące możliwości wykorzystania wapieni o zawartości powyżej 90%  $\text{CaCO}_3$  w różnych gałęziach przemysłu (np. w przemyśle chemicznym do produkcji sody kalcynowanej, w energetyce jako sorbentu do odsiarczania spalin) odnoszą się przede wszystkim do ich składu chemicznego (Nieć, Tchórzewska 2000). W przypadku sektorów użytkujących surowce wapienne w formie mączek (energetyka, przemysł szklarski, farb i lakierów, tworzyw sztucznych, chemia budowlana i inne), kluczowe znaczenie ma również uziarnienie (Lewicka E. i in. 2020).

Wapienie z analizowanych złóż w rejonie Działoszyna, udokumentowane na potrzeby przemysłu wapienniczego i cementowego badane były przede wszystkim pod kątem parametrów chemicznych. Wapienie wykorzystywane na potrzeby przemysłu cementowego zawierają 59,81–99,50%  $\text{CaCO}_3$  (średnio 90,7–91,1%), przy stosunkowo wysokim udziale  $\text{SiO}_2$  (do ok. 33,1%; średnio 4,5–5,8%) i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (do 9,0%; średnio 1,3–1,4%) i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (maksymalnie 2,9%; tab. 3).

Wapienie udokumentowane na potrzeby przemysłu wapienniczego z eksploatowanych złóż charakteryzują się generalnie wyższą zawartością  $\text{CaCO}_3$  (75,0–98,4%; średnio 92,7–94,4%), oraz niższym udziałem  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (tab. 3). W przypadku eksploatowanych na niewielką skalę złóż Niwiska Dolne i Wapiennik Lisowice II, z których wapienie wykorzystywane są głównie dla celów nawozowych, zawartość  $\text{CaCO}_3$  sięga maksymalnie 98,4%. W pierwszym z nich zawartość  $\text{SiO}_2$  nie przekracza 0,6%, a suma  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,8%. W eksploatowanych na dużą skalę złożach wapieni „zalesiackich” Raciszyn i Raciszyn II udokumentowane są wapienie mikrytowe, zawierające średnio ok. 93%  $\text{CaCO}_3$  (maksymalnie 98,4%), 0,5–1,3%  $\text{MgO}$ , 0,4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (maksymalnie 1,78%), 2,4–2,6%  $\text{SiO}_2$  (maksymalnie 22,2% w złożu Raciszyn II) i 0,4–0,9%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (tab. 3). Lokalnie większy udział  $\text{SiO}_2$  oraz utworów ilastych stanowiących wypełnienie pustek krasowych stwierdzony został w złożu Raciszyn II, w którym w znacznym udziale występują wapienie skrasowiałe.

Wapienie ze złóż udokumentowanych jako kamienie łamane i bloczne badane były przede wszystkim pod kątem parametrów fizyczno-mechanicznych. Dla złóż Lisowice–Wieś oraz Trakt Kamioński i Trakt Kamioński II dostępne są jednak wyłącznie dane na temat gęstości pozornej oraz nasiąkliwości skał. W przypadku wapieni zalesiackich ze złoża Zalesiaki, oraz ze złóż Raciszyn i Raciszyn II, które dokumentowane były

wcześniej jako kamienie łamane i bloczne stwierdzono znaczne zróżnicowanie wytrzymałości na ściskanie wynikające z różnic w ich wykształceniu litologicznym. W wapieniach kredowatych wartości tego parametru są rzędu 30,0–40,0 MPa, podczas gdy w wapieniach typu „trawertyn” mogą przekraczać nawet 100,0 MPa (tab. 3; Pinkosz i in. 2004).

### Kierunki zastosowań wapieni zalesiackich ze złoża Raciszyn i Raciszyn II

W portfolio produktowym WKG Raciszyn znajdują się zasadniczo dwie grupy produktów tj. kruszone i mielone. Produkty kruszone to kamień przemysłowy o różnej granulacji i różnym stopniu czystości chemicznej, wapno nawozowe odmiany 04 oraz kruszywa do betonów.

Najbardziej podstawowym i tradycyjnym zastosowaniem wapienia jest produkcja kruszywa, polegająca na relatywnie prostej przeróbce mechanicznej kopaliny (rozdrobienie i przesiewanie). Kamień wapienny w postaci kruszywa stosowany jest do produkcji betonu oraz jako materiał na podbudowy. Pożądane parametry, poza uziarnieniem, to m.in. niska nasiąkliwość, wysoka twardość, izometryczny kształt ziaren oraz inne parametry szczegółowo określone i skategoryzowane w zależności od wartości w normach. Produkcja kruszyw prowadzona jest w warunkach nadzoru Zakładowej Kontroli Produkcji.

Kamień wapienny do zastosowań przemysłowych produkowany jest w oparciu o specyfikację odbiorcy, która jest wynikiem optymalizacji w kierunku procesów, w których jest stosowany. Główni odbiorcy kamienia wapiennego to sektory energetyki i hutnictwa, stosujące go odpowiednio jako sorbent do odsiarczania spalin oraz topnik, a ponadto zakłady chemiczne wykorzystujące wapien np. w procesie produkcji sody kalcynowanej.

Produkty mielone powstają w wyniku bardziej zaawansowanej przeróbki, polegającej na przemiale odpowiednio przygotowanej pod względem uziarnienia i składu chemicznego nadawy. Uzyskane w wyniku przemiału i separacji mączki i tzw. piaski wapienne są powszechnie stosowane w wielu aplikacjach – przemysłowych, budowlanych i rolniczych.

Najwięksi odbiorcy produktów mielonych to sektory:

- energetyczny,
- hutnictwo szkła,
- budowlany i drogowy,
- przemysł nawozowy i paszowy.

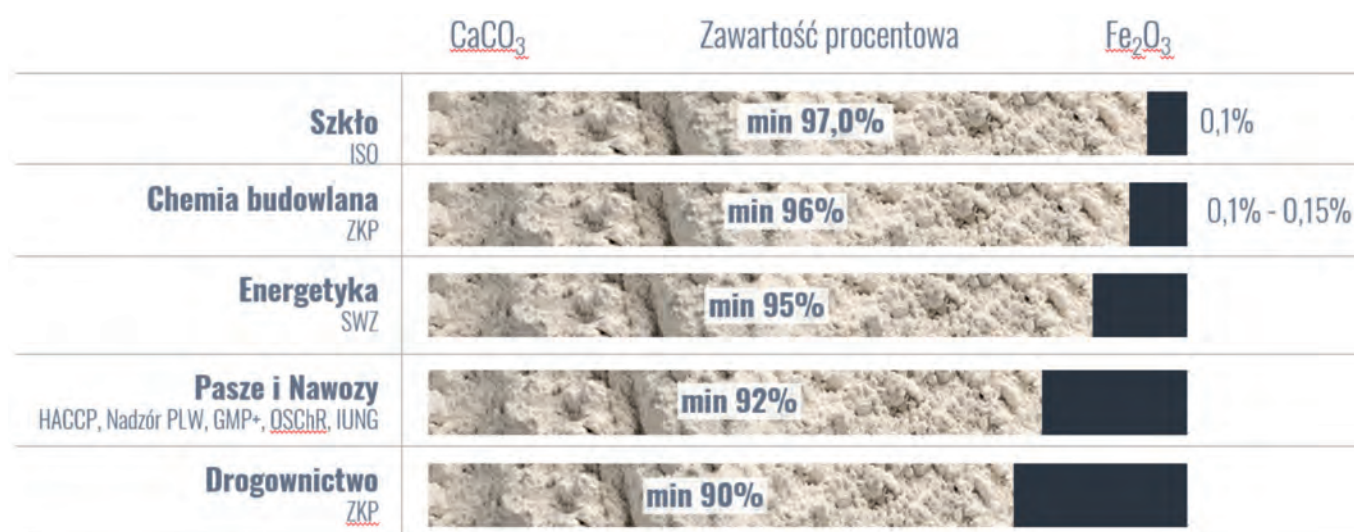
Wymagania jakościowe wapieni do wybranych zastosowań ilustruje diagram (rys. 7).

Branża energetyczna jest obecnie największym odbiorcą wapieni do zastosowań przemysłowych. Polska energetyka bazuje na spalaniu węgla kamiennych i brunatnych, co powoduje powstawanie znacznych ilości  $\text{SO}_2$ . W latach 90. XX w. rozpoczęto wdrażanie procesu odsiarczania spalin w elektrowniach oraz elektrociepłowniach, co przyczyniło się do rozwoju zapotrzebowania na sorbenty wapienne, którego poziom oceniany jest obecnie na ok. 2,5 mln ton rocznie. Produktem reakcji odsiarczania gazów wapieniem jest gips, który następnie wykorzystuje się do produkcji cementu. Jednakże produkty wapiennicze reagują także z innymi gazowymi kwaśnymi składnikami, jak chloro- czy fluorowodór, stąd też przyczyniają się do ograniczania negatywnego wpływu energetyki na środowisko (Galos i in. 2016; www.wapno-info.pl).

Tab. 3. Parametry jakościowe skał węglanowych ze złóż eksploatowanych w rejonie Działoszyna  
 Tab 3. Quality parameters of carbonate rocks from exploited deposits in the Działoszyn area

Złoże	Zawartość [%]					Gęstość pozorna [t/m <sup>3</sup> ]	Nasiąkliwość [%]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]
	CaCO <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
<b>Złóża wapieni dla przemysłu wapienniczego</b>								
Niwiska Dolne	95,05– 98,24	0,40–0,42	0,52–0,54	0,70–0,75 (suma Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> i Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		śr. 7,25		b.d.
Raciszyn*	78,50– 98,40 śr. 93,13	0,30–1,22 śr. 0,55	0,35– 8,70; śr. 2,38	0,07– 2,20; śr. 0,44	0,03–1,50; śr. 0,36	1,85–2,62; śr. 2,22	0,54–14,25; śr. 6,07	40,0–80,0; śr. 57,0
Raciszyn I*	74,96– 97,77; śr. 92,70	0,21–4,06; śr. 1,34	0,12– 22,17; śr. 2,65	0,12– 2,49; śr. 0,94	0,04–1,78; śr. 0,40	śr. 2,20	śr. 6,00	śr. 39,2
Wapiennik Lisowice II	śr. 94,40	b.d.	śr. 3,84	b.d.	b.d.	śr. 2,57	śr. 5,59	śr. 12,2
<b>Złóża wapieni dla przemysłu cementowego</b>								
Działoszyn- Trębaczew	61,50– 98,97	0,13–1,10	0,22– 26,11	0,10– 9,02	0,02–2,12	b.d.	b.d.	b.d.
Niwiska Górne-Grądy	67,39– 98,36; śr. 90,71	0,18–0,83; śr. 0,37	0,64– 33,80; śr. 5,80	0,09– 4,36; śr. 1,33	0,06–0,58; śr. 0,29	b.d.	b.d.	b.d.
Pajęczno- Makowiska I	59,81– 99,50; śr. 91,14	0,10–2,28; śr. 0,36	0,01– 28,0; śr. 4,51	0,13– 6,90; śr. 1,41	0,04–2,89; śr. 0,63	b.d.	3,77–14,48; śr. 7,41	12,7–71,6; śr. 35,4
<b>Złóża wapieni udokumentowane jako kamienie łamane i bloczne</b>								
Lisowice- Wieś	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	2,14–2,15; śr. 2,14	3,85–4,00; śr. 3,92	b.d.
Trakt Kamioński	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	śr. 2,67	śr. 2,44	-
Trakt Kamioński II	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	śr. 2,67	śr. 2,44-	-
Zalesiaki	95,60– 98,67; śr. 97,23	0,31–0,92; śr. 0,52	0,37– 1,88; śr. 1,29	0,12– 0,74; śr. 0,34	0,07–0,74; śr. 0,34–	2,06–2,68; śr. 2,40	0,54–3,32; śr. 1,67	55,2–102,7; śr. 80,6

Źródło: Karty informacyjne złóż (MIDAS PIG-PIB); Będkowski 2016; Będkowski i in. 2013; Łapucha 2019; Łapucha 2020; Pinkosz i in. 2004; b.d. – brak danych.



Rys. 7. Wymagania jakościowe dotyczące przydatności wapienia do różnych zastosowań (www.wkg.pl)

Fig. 7. Requirements in terms of quality parameters relevant for suitability of limestone for various applications (www.wkg.pl)



W przemyśle szklarskim mączka wapienna jest jednym ze składników zestawu szklarskiego, gdzie pełni funkcję stabilizatora. Natomiast mączka wapienna jako wypełniacz stosowana jest do produkcji mas mineralno-asfaltowych dla drogownictwa, a także do produkcji tworzyw sztucznych i uszczelniaaczy gumowych, pap i gontów bitumicznych (Burkowicz 2016; www.wapno-info.pl; www.wkg.pl).

Istotnym odbiorcą wapienia jest sektor rolniczy. Produkty wapiennicze wykorzystywane są pod wieloma postaciami m.in. jako wapno nawozowe, granulowane nawozy wapienne czy jako kreda pastewna (Smakowski i in. red. 2013). Wapień ma charakter zasadowy, stąd też wapno nawozowe oraz granulowane nawozy wapienne służą do odkwaszania gleb. Niestety, znaczna część gleb Polski, niezależnie od sposobu ich użytkowania, jest zakwaszona, a grunty orne w ponad 50% wykazują odczyn bardzo kwaśny (28,9% pH poniżej 4,5) i kwaśny. Zbyt niskie pH gleb potęguje rozpuszczalność metali ciężkich, żelaza, manganu i glinu, a jednocześnie osłabia przyswajalność podstawowych składników wzrostowych roślin, tj. azotu, magnezu i fosforu. Ponadto, niskie pH gleby ogranicza pobieranie wody przez rośliny, które rosnąc na zakwaszonej glebie są kruche, słabe i drobne. Dzięki odpowiedniej dawce wapna nawozowego można w łatwy i naturalny sposób temu zapobiec. Kreda pastewna, zawierająca duży udział węglanu wapnia, jest powszechnie stosowana w żywieniu zwierząt jako składnik produkcji pasz pełnoporcjowych, premiksów oraz dodatków paszowych. Podaż wapnia w diecie zwierząt hodowlanych jest niezwykle ważna, gdyż wpływa na opłacalność hodowli. Niedobór wapnia niekorzystnie wpływa na zdrowie zwierząt, zmniejsza odporność układu kostnego (co grozi osteoporozą i krzywicą), utrudnia prawidłowe działanie układu pokarmowego, mięśniowego i nerwowego (www.wkg.pl; Ochal, Smreczak 2020).

## Podsumowanie

Rejon Działoszyna jest ważnym obszarem eksploatacji złóż wapieni dla przemysłu wapienniczego i cementowego.

Złoża te udokumentowane są w obrębie różnych poziomów li-tostratygraficznych górnej jury, zbudowanych z występujących w różnym proporcjach wapieni, wapieni marglistych i margli.

Szczególną odmianą skał pozyskiwaną w tym rejonie są wapień zalesiackie, wydobywane ze złoża Raciszyn oraz Raciszyn II. Wykształcone są one w postaci dwóch odmian litologicznych, tj. wapieni kredowatych i wapieni skalistych z lokalnie obserwowanymi nieregularnie rozmieszczonymi kawernami (tzw. „polski trawertyn”). Pierwsze z nich to wapień słabo zwięzły, pelityczny, drugie reprezentują natomiast wapień silnie zlitifikowane o zdecydowanie korzystniejszych parametrach fizycznych i mechanicznych. Dotyczy to przede wszystkim wytrzymałości na ściskanie, która w wapieniach kredowatych jest rzędu 30–40 MPa, a w wapieniach typu „trawertyn” może przekraczać nawet 100 MPa. Obydwie wyróżnione odmiany wapieni charakteryzują się wysoką zawartością  $\text{CaCO}_3$ . Skały te zawierają średnio ok. 93%  $\text{CaCO}_3$  (maksymalnie 98,4%), 0,5–1,3%  $\text{MgO}$ , 0,4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (maksymalnie 1,78%), 2,4–2,6%  $\text{SiO}_2$  i 0,4–0,9%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Lokalnie większy udział  $\text{SiO}_2$  (maksymalnie 22,2%) oraz skał ilastych stwierdzony został w złożu Raciszyn II, w którym obserwowane są liczne przejawy zjawisk krasowych.

Z uwagi na korzystny skład chemiczny omawiane wapień znajdują lub mogą znaleźć zastosowanie do produkcji: sorbentów do odsiarczania spalin, mączki wapiennej dla przemysłu szklarskiego, nawozów wapniowych, mączki wapiennej dla przemysłu paszowego oraz wypełniaczy (mączki droбноziarnistej dla przemysłu tworzyw sztucznych, gumowego oraz do produkcji zapraw i klejów). Mączki wapienne wytwarzane są na bazie kopaliny pozyskiwanej z obu złóż, która w zależności od potrzeb może być wcześniej mieszana i uśredniana. Dodatkowo, udokumentowana w złożach kopalina jest wykorzystywana do produkcji kamienia łamanego (piaski płukane, kruszywa płukane do betonów), a wapień z blocznych partii złoża Raciszyn mogą znaleźć zastosowanie do produkcji płyt okładzinowych.

## Literatura

- [1] Będkowski T., 2016 – *Rozprawa doktorska: Analiza parametrów techniczno-ekonomicznych procesu produkcyjnego kruszywa w zależności od wybranych sposobów mechanicznego urabiania skał węglanowych*. Katedra Górnictwa Odkrywkowego AGH im. S. Staszica w Krakowie.
- [2] Będkowski T., Kasztelewicz Z., Sikora M., 2013 – *Raciszyn – unikatowe złożo wapieni województwa łódzkiego. Kruszywa: produkcja – transport – zastosowanie*. 3: 30–33.
- [3] Bilans zasobów złóż kopaliny w Polsce wg stanu na 31.XII.2021 r. Wydawnictwo PIG PIB Warszawa 2022.
- [4] Bromowicz J., Figarska-Warchoł B., 2012 – *Kamienie dekoracyjne i architektoniczne południowo-wschodniej Polski – złoża, zasoby i perspektywy eksploatacji*. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, 28, 3: 5–22.
- [5] Burkowicz A. 2016 – *Trendy rozwoju zapotrzebowania na surowce dla przemysłu szklarskiego w Polsce z oceną możliwości jego zaspokojenia z obecnych i perspektywicznych źródeł krajowych*, Górnictwo odkrywkowe s: 59-65
- [6] Galos K., Szlugaj J., Burkowicz A., 2016 – *Źródła sorbentów wapiennych do odsiarczania spalin w Polsce w kontekście potrzeb krajowej energetyki*. Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal, 19, 2: 149–170.
- [7] Haisig J., Wilanowski S., 2000 — *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Działoszyn (771)*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- [8] Haisig J., Wilanowski S., 2007 – *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000. Arkusz Działoszyn (771)*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- [9] Karty informacyjne złóż. MIDAS PIG-PIB.

- [10] Lewicka E., Szlugaj J., Burkowicz A., Galos K., – *Sources and markets of limestone flour in Poland. Resources 2020*, 9, 118.
- [11] Łapucha M. 2019 – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża wapieni jurajskich „Raciszyn” w kategorii C1.
- [12] Łapucha M. 2020 – Dodatek nr 4 do dokumentacji geologicznej złoża wapieni jurajskich „Raciszyn II” w kat. B+ C<sub>1</sub>+ C<sub>2</sub>.
- [13] Matyja B.A., Wierzbowski A., 2004 – *Stratygrafia i zróżnicowanie facjalne utworów górnej jury Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i Wyżyny Wieluńskiej*. W: J. Partyka, (Ed.). *Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, 1, 13-18. Ojcowski Park Narodowy. Ojców.
- [14] Mirkowski Z., Mirkowska E., 2018 – *Dokumentowanie i eksploatacja złóż surowców skalnych w rejonie Działoszyna (przypadek złóż Trakt Kamioński)*. *Górnictwo Odkrywkowe*, 3, 18: 78–83.
- [15] Nieć M., Tchórzewska D., 2000 – *Złóża wapieni i kopalni wapniowych*. [W:] Surowce mineralne Polski. Surowce skalne. Surowce węglanowe (Ney R., red.). Wydawnictwo Instytutu GSMiE PAN, Kraków 2000.
- [16] Nieć M., 2002 – *Złóża kopalni budowlanych i drogowych*. [W:] Surowce mineralne Polski. Surowce skalne. Kamienie budowlane i drogowe. (Ney R., red.). Wydawnictwo Instytutu GSMiE PAN, Kraków.
- [17] Ochal P., Smreczak B., 2020 – *Zakwaszenie gleb i aktualne zagadnienia wapnowania*. *Studia i Raporty Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach*, 63, 17: 9–19.
- [18] Pinkosz J., Karepa H., Kawalec T., Lis J., Pasieczna A, Wołkowicz S. Osendowska E., Lichwierowicz T., 2004 – *Objaśnienia do mapy geosrodowskowej Polski 1:50 000. Arkusz Działoszyn (771)*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- [19] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, z wyłączeniem złoża węglowodorów. *Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa, dnia 15 lipca 2015. poz. 987.
- [20] Smakowski T., Galos K., Lewicka E. (red.), 2013 – *Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i Świata 2013*, Wyd. IGSMiE PAN Kraków 2013
- [21] Smoleńska A., 1983 – *Zagadnienie struktur i genezy wapieni z Zalesiaków*. *Geologia*, 9, 3: 85–96.
- [22] Wierzbowski A., Matyja B.A. Ślusarczyk-Radwan D., 1983 – *Nowe dane o górnej jurze Wyżyny Wieluńskiej i Okolic Burzenina oraz jej znaczeniu surowcowym*. *Kwartalnik Geologiczny*, 23, 3: 517–534.

*Strony internetowe:*

- [23] [www.wkg.pl](http://www.wkg.pl)
- [24] [www.wapno-info.pl](http://www.wapno-info.pl) Strona Stowarzyszenia Przemysłu Wapienniczego

