

Ocena właściwości i zakres zastosowania wybranych skał osadowych do wyrobu elementów dla budownictwa, drogownictwa i małej architektury

KATARZYNA KOZIEL

Instytut Mechaniki Górotworu PAN; ul. Reymonta 27, 30-059 Kraków

DOROTA ŁOCHAŃSKA

*Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii,
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

Streszczenie

Zróznicowane właściwości fizycznych oraz różnorodność kolorów i faktur skał osadowych, sprawiają, że znajdują one zastosowanie w rozmaitych dziedzinach budownictwa i gospodarki. W Polsce skały te wydobywane są na terenie niemalże całego kraju. W niniejszej pracy analizowano w sposób szczególny wapienie, dolomity i piaskowce występujące na obszarze województwa świętokrzyskiego i małopolskiego. Zestawiono ich parametry fizyczno-mechaniczne oraz cechy wizualne, a następnie dokonano porównania. Na podstawie otrzymanych wyników porównań przyporządkowano skałom sposoby ich wykorzystania.

Słowa kluczowe: skały osadowe, wapienie, dolomity, piaskowce

1. Wstęp

Obszar Polski bogaty jest w liczne złoża kopalin. Surowce skalne od zawsze służyły człowiekowi w wielu dziedzinach inżynierii i sztuki. Kamień jest materiałem, który posiada wielorakie zastosowanie [Kamieński, 1957]. Różnorodność właściwości fizycznych oraz kolorystyka sprawiają, że stosowany jest w wielu dziedzinach gospodarki. Drogi, architektura, budownictwo, elementy ozdobne, to tylko te główne i najczęściej spotykane możliwości dla wykorzystania kamienia. Człowiek rozwijając się na przestrzeni wieków rozwijał także technologię wydobycia, poznawał bardziej właściwości budulca, a tym samym odkrywał coraz to nowe możliwości zastosowania skał [Stryzewski i in., 2012; Zych-Głuszyńska, 2013]. Technologia wydobycia i obróbki wraz z nowoczesnymi maszynami, sprawiły, że złoża zalegające na terenie Polski dostarczają materiał do budowy dróg, elementów architektury, dekoracji w sposób ciągły [Gałązka, 2016; Stryzewski i Łochańska, 2013]. Przedmiotem rozważań w niniejszej pracy są w szczególności wapienie, dolomity i piaskowce z kopalń zlokalizowanych na terenie województwa świętokrzyskiego [Badera, 2016; Brych i in., 2013] oraz małopolskiego. Kopalnie te są czynnymi zakładami wydobywczymi.

2. Ocena właściwości i zakres zastosowania skał

Kamień naturalny jest surowcem o ogromnej liczbie odmian wyróżniających się swoistymi parametrami fizycznymi, jak również różnorodnością kolorystyki i struktur. Bogactwo cech kamienia daje ogromny potencjał zastosowania w budownictwie tradycyjnym, monumentalnym, architekturze oraz przy budowie dróg. Obecnie, gdzie do większości konstrukcji stosuje się stal, szkło czy beton, kamień odgrywa rolę

dekoracyjną, ale również podnosi rangę obiektu. Skały do produkcji kamieni budowlanych i drogowych muszą posiadać odpowiednie właściwości fizyczne w zależności od kierunku zastosowania.

Skały osadowe powstają w wyniku osadzania się pokruszonych skał oraz materiałów wytworzonych przez organizmy lub wytraconych z roztworów wodnych. W tabeli 1 przedstawiono podział skał osadowych.

Tab. 1. Podział skał osadowych zwięzłych [Kamieński, 1957]

Skały klastyczne	psefity: brekcje, zlepieńce psammity: piaskowce, arkozy, szarogłazy pelity: mułowce, lessy, tufy wulkaniczne
Skały ilaste	łupki, margle ilaste
Skały biochemiczne (organogeniczne)	wapienie, kreda, dolomity, margle
Skały chemiczne	sól kamienna, anhydryt, gips

Każda skała ma określone różne właściwości, decydujące o możliwości jej zastosowania. Właściwości danej grupy skał mogą się wahać w określonym dla siebie przedziale. Wymagania stawiane skałom (ich parametrom) są różne, w zależności od tego, jakie jest przeznaczenie danej skały [Kamieński, 1957].

2.1. Wapienie

Wapienie zaliczają się do m. in. osadowych skał organogenicznych. Niezależnie od okresu powstania mają zbliżone właściwości fizyczne [Ney i in., 2002]. W tabeli 2 przedstawiono właściwości fizyczne wapieni według danych z dokumentacji geologicznych poszczególnych złóż.

Tab. 2. Właściwości fizyczne wapieni [Ney i in., 2002]

Rodzaj wapieni		Gęstość pozorna [Mg/m ³]	Nasiąkliwość [%]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]			Ścieralność na tarczy Boehmego [cm]
				na sucho	po nasyceniu wodą	po zamrożeniu	
Dewońskie	Jaźwica	2,66-2,71	0,10-0,20	74-103	66-96	63-79	0,48
	Dębnik	2,62-2,66	0,15-0,45	35-135	35-57	37-57	0,50
Jurajskie	Morawica	2,48-2,56	1,90-2,70	88-131	58-84	53-75	0,70
	Nielepice	2,50-2,60	1,02-2,48	59-105	49-94	40-66	0,40
Trzeciorzędowe	Pińczów	1,71-1,80	14,70-16,40	10-11	4-6	3-5	2,05

Zestawiając ze sobą wapienie występujące w różnych obszarach należy powiedzieć, że choć są zbliżone parametrami to jednak każdy z nich stanowi odrębną jakość. Wapienie z grup dewońskich i jurajskich posiadają bardzo zbliżoną do siebie wartość gęstości pozornej (~2,5 Mg/m³). W wapieniach trzeciorzędowych gęstość ta jest niższa. Podobnie jest z wytrzymałością skał na ściskanie. W przypadku wapieni dewońskich wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym waha się w przedziale 35÷135 MPa, a wapieni jurajskich od 59÷131 MPa. U wapieni trzeciorzędowych parametr ten jest wyraźnie niższy (10÷11 MPa). Można zaobserwować że wytrzymałość na ściskanie po nasyceniu wodą wyraźnie spada we wszystkich odmianach wapieni. Najniższą wartość osiąga po zamrożeniu. Wapienie trzeciorzędowe wyróżniają się znaczną nasiąkliwością, która jest o rząd wielkości wyższa (14,7÷16,4%) od pozostałych (wapienie dewońskie – śr. 0,23%; wapienie jurajskie – 2,03%). Analogicznie jest ze ścieralnością skały, tu również najwyższą wartość osiągają wapienie trzeciorzędowe (2,05 cm). U pozostałych wartość ta waha się pomiędzy 0,4÷0,7 cm. Innym kryterium porównania tych wapieni jest ich struktura i kolor, co ma wpływ na ich zastosowanie.

Wapienie dzięki swoim walorom, stanowią jedną z najcenniejszych kopaliny w grupie skał blocznych. Na terenie Polski wydobywane są zarówno jako bloczny kamień budowlany jak i kruszywo. Wapienie występujące w postaci gruboławicowej można pozyskiwać jako duże bloki [Strykowski i in., 2012]. W elewacjach zewnętrznych wapien jako bloczny kamień budowlany łatwo poddaje się niszczącemu działaniu czynników atmosferycznych. „Marmury” czyli wapienie polerowane o walorach dekoracyjnych pochodzące z okresu dewonu w rejonie Gór Świętokrzyskich wyróżniają się kolorystyką – brązowo-szaro-kawową w rozmaitych odcieniach, natomiast w rejonie krakowskim (marmury dębnieckie) o kolorze czarnym lub ciemno szarym tworzące dosyć grube ławice często użylone białym kalcytem. Wykorzystywane były i są na dużą skalę w budownictwie sakralnym. Wapienie te również eksploatowane są na kruszywo do lastriko.

„Marmury” permskie, zwane inaczej „marmurami zygmunto-wskimi” [Kielczewska, 2013] (z nich wykonana była pierwsza kolumna króla Zygmunta III w Warszawie), są to czerwone zlepieńce, ich struktura jest gruboziarnista, zbudowana z otoczków wapieni dewońskich pozlepianych czerwonym spoiwem, przykładowe zastosowanie znalazły jako: parapety okienne w Zamku Królewskim na Wawelu, posadzka i płyty ściennie Biblioteki Narodowej w Warszawie. „Marmury” jurajskie zalegające w Górach Świętokrzyskich ze względu na swoje walory estetyczne – są jasno beżowe z pojedynczymi szczątkami fauny, łatwo przyjmują poler, a także łatwo poddają się procesom obróbczym [Bromowicz i Figarska-Warchoł, 2011] wykorzystywane są na płyty okładzinowe, blaty, schody, posadzki, ale również w małej architekturze tj.: pomniki, rzeźby, wazony, kropielnice, krzyże i wiele innych elementów sakralnych.

Wapienie nie przyjmujące poleru, występują w utworach jurajskich i trzeciorzędowych. Te pierwsze już od dawna znajdowały zastosowanie w budowie zamków obronnych. W obecnych czasach wapienie niepolerowane w budownictwie są wykorzystywane na niewielką skalę. Wapienie trzeciorzędowe znajdują zastosowanie zarówno jako bloczny kamień budowlany oraz materiał do produkcji kruszywa i kamienia łamanego.

Wapienie, w których zawartość CaCO_3 przekracza 90% są głównie wykorzystywane do przemysłu wapienniczego, ale również jako kruszywa budowlane i drogowe.

2.2. Dolomity

Dolomity są to skały węglanowe, których głównym składnikiem jest minerał o tej samej nazwie – dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), domieszkowo występują kalcyt, minerały ilaste. Skały te mają zróżnicowane właściwości.

W tabeli 3 przedstawiono właściwości fizyczne dolomitów.

Tab. 3. Właściwości fizyczne dolomitów [Ney i in., 2002]

Rodzaj dolomitów		Gęstość pozorna [Mg/m^3]	Nasiąkliwość [%]	Wytrzymałość na ścislenie [MPa]			Ścieralność na tarczy Boehme [cm]
				na sucho	po nasyceniu wodą	po zamrożeniu	
Dewońskie	Góry Świętokrzyskie	2,72-2,81	0,40-1,26	62,0-176,9	53,5-164,6	48,6-181,7	0,35-1,36
	Dubie	2,69-2,79	0,08-0,42	103,6-251,5	82,9-202,7	86,9-16,3	—
Triasowe	Żelatowa	1,95-2,77	1,14-13,96	29,7-97,9	67,6	—	0,60-3,81
	Libiąż	2,18-2,44	3,76-7,99	32,9-70,3	27,9-53,9	29,0-44,8	—

Zestawiając ze sobą dolomity dewońskie i triasowe można zauważyć porównywalną gęstość pozorną, nieznacznie niższą w dolomitach triasowych. Dolomity dewońskie odznaczają się mocno zróżnicowaną i wyższą wytrzymałością na ścislenie (62,0÷251,5 MPa w stanie powietrzno-suchym; 53,5÷202,7 MPa po nasyceniu wodą; 48,6÷164,3 MPa po zamrożeniu) w porównaniu z dolomitami triasowymi. Analizując nasiąkliwość dolomitów można zauważyć, że podobnie jak w wapieniach nasiąkliwość jest wyższa w skałach o mniejszej wytrzymałości na ścislenie, w tym porównaniu wyższym parametrem charakteryzują się dolomity triasowe. Analogicznie jest w przypadku ścieralności, dolomity triasowe posiadają nieco wyższą wartość (max. 3,81 cm). Zauważalna jest również różnica pomiędzy czystymi dolomitami, a dolomitami przeobrażonymi i wapnistymi, których parametry są dużo niższe.

Dolomit jest klasycznym przykładem kopaliny wielosurowcowej i w zależności od właściwości wykorzystywany jest: do celów hutniczych, produkcji nawozów czy kruszywa łamanego. Bloczne złoża dolomitów występują w regionie chrzanowskim, w utworach triasu [Wyszomirski i Przytuła, 2013]. Posiadają zabarwienie jasnoszare z żółtymi akcentami, kwalifikuje się je jako kamień budowlany do wytwarzania płyt okładzinowych, elementów architektonicznych, posadzek oraz ogrodzeń.

Dolomity prekambryjskie wykorzystywane są do wytwarzania grysów szlachetnych do lastriko. Kamień odznaczający się wysoką czystością, stosowany jest w przemyśle szklarskim i farmaceutycznym.

Wśród dolomitów szczególnie miejsce zajmują dolomity dewońskie. Litologiczno-surowcowy kompleks tworzą one szczególnie w Górach Świętokrzyskich. Występują one dwudzielnie; w jednej warstwie jak krypto-krystaliczne i cienko uławiczone a w drugiej jako krystaliczne, gruboławicowe. Dolomity dewońskie mają dobre właściwości fizyczne, które kwalifikują je do produkcji kruszywa drogowego. Skały o gorszej jakości i zwłaszcza odpady przeróbcze znajdują zastosowanie jako nawozy wapniowo-magnezowe.

Triasowe dolomity to głównie Górnośląskie Zagłębie. Występują tam w trzech grupach: w utworach retu, dolomity diploporowe i dolomity kruszconośne [Ney i in., 2002]:

- utwory retu: tworzą wyraźne poziomy stratygraficzne o regularnym rozprzestrzenianiu.
- diploporowe: występują ponad kruszconośnymi, często tworzą wspólne złoża, dobre właściwości fizyczne, tam gdzie występują w złożach gruboławicowych istnieje możliwość pozyskiwania bloków;
- kruszconośne: prosta budowa, pocięte na bloki o różnych rozmiarach, mają zmienną miąższość;

Kamienie wieku triasowego wykorzystywane są do produkcji kruszywa, natomiast dolomity retu stosowane są na niewielką skalę w budownictwie lokalnym i przy wytwarzaniu nawozów.

2.3. Piaskowce

Piaskowce tworzą jedną z większych grup skał osadowych. Odmiany petrograficzne piaskowców ustalane są na podstawie składu mineralnego i lepiszcza. Nierównomierne rozmieszczenie spoiwa powoduje duże zróżnicowanie właściwości fizyczno-mechanicznych piaskowca, co wpływa niekorzystnie na jego pozyskiwanie i procesy obróbcze. Na właściwości piaskowców mają wpływ przede wszystkim: rodzaj spoiwa, uziarnienie, porowatość i stopień spękań. W tabelach 4 oraz 5 przedstawiono właściwości fizyczno-mechaniczne piaskowców triasowych i jurajskich: świętokrzyskich, kredowych dolnośląskich oraz piaskowców karpaccich.

Tab. 4. Właściwości fizyczne wybranych piaskowców [Ney i in., 2002]

Rodzaj piaskowców		Gęstość pozorna [Mg/m ³]	Nasiąkliwość [%]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]			Ścieralność na tarczy Boehmego [cm]
				na sucho	po nasyceniu wodą	po zamrożeniu	
Triasowe	Tumlin	2,38	2,50	55	38	33	0,42
	Kopulak	2,23	5,24	74	53	34	0,63
Jurajskie	Śmilów	1,94	9,40	38	14	13	2,70
Kredowe	Radków	2,18	4,47	55	53	36	0,71
	Żerkowice	2,00	7,19	35	23	22	0,99

Tab. 5. Właściwości fizyczne piaskowców karpaccich [Ney i in., 2002]

Rodzaj piaskowców (ogniwo litostratygraficzne)		Gęstość pozorna [Mg/m ³]	Nasiąkliwość [%]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]			Ścieralność na tarczy Boehmego [cm]
				na sucho	po nasyceniu wodą	po zamrożeniu	
Grodziskie		2,62	0,50	113	77	71	0,29
Gezowe		2,45	2,39	117	109	96	0,26
Lgockie		2,63	0,45	137	153	171	0,11
Godulskie		2,52	1,97	120	96	81	0,43
Istebniańskie		2,40	3,24	101	42	28	1,22
Inoceramowe		2,65	0,45	103	89	79	0,35
Ciężkowickie		2,28	4,67	35	20	19	1,07
Cergowskie		2,66	1,11	102	81	71	0,44
Magurskie		2,49	2,08	122	97	108	0,55
Krośnieńskie		2,61	1,97	105	72	61	0,52

Analizując parametry fizyczne piaskowców, na pierwszy rzut oka można zauważyć, że piaskowce karpaccie stanowią odrębną jakość. Porównanie gęstości pozornej piaskowców wykazało, że gęstość piaskowców karpaccich jest bardzo zbliżona do siebie, waha się w przedziale od 2,28 Mg/m³ do 2,66 Mg/m³, pozostałe piaskowce tj. triasowe i jurajskie świętokrzyskie oraz kredowe dolnośląskie wartość tego parametru posiadają nieco niższą. Wytrzymałość na ściskanie wyraźnie pokazuje „wyższość” piaskowców karpaccich, wyjątek stanowią tu piaskowce ciężkowickie (35 MPa), których wytrzymałość jest porównywalna z piaskowcami świętokrzyskimi i dolnośląskimi. Średnia nasiąkliwość piaskowców karpaccich wynosi 1,88%, jednak parametr ten jest mocno zróżnicowany. Najniższe wartości nasiąkliwości (0,45%) mają piaskowce inoceramowe i lgockie, natomiast najwyższe piaskowce ciężkowickie (4,67%). W piaskowcach triasowych świętokrzyskich, jurajskich świętokrzyskich oraz kredowych dolnośląskich wartość najniższą

posiadają piaskowce tumlińskie (2,5%), a najwyższą piaskowce jurajskie świętokrzyskie (9,4%). Ścieralność piaskowców karpaccich jest porównywalna, średnia wartość ścieralności to 0,52 cm. Najwyższą wartość tego parametru można zaobserwować u piaskowców istebniańskich (1,22 cm) i ciężkowickich (1,07 cm). Najniższą ścieralnością charakteryzują się piaskowce lgockie (0,11 cm). Wśród piaskowców świętokrzyskich i dolnośląskich najwyższą wartością parametru odznaczają piaskowce jurajskie – 2,7 cm. Ważną rolę przy wyborze zastosowania odgrywa też odporność na wietrzenie. W tym wskaźniku czołowe miejsca zajmują piaskowce jurajskie.

Piaskowce, które posiadają cechy blocznego kamienia budowlanego występują w utworach permu, kredy, triasu, jury i trzeciorzędu. Gęstość podzielności warstwowej i spękań decyduje o możliwości stosowania piaskowców jako elementów kamiennych. Piaskowiec w zależności od rodzaju spoiwa wyróżnia się różnorodną kolorystyką [<https://piaskowiec.com>]. Piaskowce permskie, charakteryzują się średnio- lub gruboziarnistą strukturą połączoną krzemionkowym spoiwem. Ich zaletą jest również duża odporność na wietrzenie, odznaczają się barwą czerwoną, dobrą blocznością i zwięzłością. Wykorzystywane od XV w. w budownictwie, w głównej mierze sakralnym oraz do robót inżynierskich. Ich walory dekoracyjne sprawiły że znalazły zastosowanie w produkcji okładzin, obramowań okiennych i drzwi. Piaskowce triasowe występują w postaci grubych ławic. Struktura jest zróżnicowana – od gruboziarnistych po drobnoziarniste. Przyjęły się tu lokalne nazwy [Kiełczewska, 2013]: tumlińskie, suchedniowskie, wąchockie; wyróżniają się kolorystyką od różowej do wiśniowej. Cechują się podatnością do obróbki. Są bardzo dobrym materiałem okładzinowym. Używane są również jako kamień murowy do budowy ogrodzeń. Szerokie zastosowanie znalazły też w produkcji elementów architektonicznych i nagrobków.

Piaskowce jurajskie charakteryzują się drobnoziarnistością, a ziarna zlepione są spoiwem krzemionkowym. Bardzo często są rozdzielone utworami ilastymi. Te, które występują w seriach dolnego liasu mają formę zlepieńców, drobno i średnioziarnistych – tu należy wyróżnić piaskowce gromadzickie, które posiadają wysoki wskaźnik twardości i odporności na wietrzenie; odznaczają się kolorem białym lub żółtawym i dobrą blocznością. Bardzo łatwo poddają się procesom obróbczym. Znajdują zastosowanie jako kamień budowlany do produkcji płyt okładzinowych oraz jako materiał rzeźbiarski. Odpady po produkcji bloków oraz części niebloczne stosowane są do produkcji kruszywa do betonów. Piaskowce kredowe połączone są spoiwem krzemionkowo-ilastym, gruboławicowe. Poprzecinane pionowymi płaszczyznami ciosów, co pozwala na wydobywanie grubych bloków. Są koloru białego, jasnoszarego do żółtawego. Stosowane są do produkcji płyt okładzinowych, wykorzystywane są m.in. do celów rzeźbiarskich oraz do wystrojów kościołów. W przypadku złoże silnie spękanego czy zwietrzałego oraz przy powstawaniu odpadów uzyskuje się kruszywo łamane. Piaskowce karpaccie występują w formie szarogłazów. Są zróżnicowane pod względem właściwości; różne spoiwa, różna ziarnistość. Występują w formach gruboławicowych ale także w formach bryłowych. Wykorzystywane są do produkcji kruszywa drogowego. Znajdują również zastosowanie w budownictwie blocznym i kolejowym, jak również jako materiał rzeźbiarski. Do produkcji kruszywa wykorzystywane są piaskowce cienko- lub średnioławicowe i spękanne – z takich piaskowców nie można pozyskać dużych, regularnych bloków. Mogą być one jednak stosowane do wyrobu niewielkich elementów kamiennych dla drogownictwa i w budownictwie głównie jako fundamenty czy podmurówki.

3. Podsumowanie

W pracy za przedmiot badań i analiz wzięto skały osadowe, ich właściwości i zastosowanie w budownictwie, drogownictwie i małej architekturze. Ponieważ w fachowej literaturze przedmiotu wiele jest pozycji [Bromowicz i Figarska-Warchoł, 2011; Koźma i in., 2013; Ney, 2002] opisujących bardzo dokładnie skały osadowe i ich właściwości na obszarze całego kraju, skupiono się tylko na najważniejszych cechach charakterystycznych tych skał, które dają możliwość spojrzenia na kwestie zastosowania. Budownictwo drogowe jest najpowszechniejszym miejscem wykorzystania skał osadowych. Mała architektura i budownictwo okazały się, przy drogownictwie, bardzo ciekawym, z szerokim wachlarzem możliwości, obszarem dla zastosowania tych materiałów. Analiza poszczególnych skał osadowych, będących przedmiotem badań ukazała, w jakich dziedzinach skały mają najlepsze zastosowanie i optymalne wykorzystanie. Właściwości skał determinują je do konkretnych działów gospodarki. I tak po analizie parametrów i cech wizualnych okazało się, że piaskowce znalazły swoje zastosowanie głównie w budownictwie i architekturze zewnętrznej jak również wewnętrznej, okładzinach, schodach i posadzkach. Dolomity wykorzystywane są przede wszystkim jako kruszywa łamane w budownictwie i drogownictwie. Wapienie zaś, ze względu na możliwość

przyjmowania poleru znajdują swoje zastosowanie w architekturze, szczególnie sakralnej, elementach dekoracyjnych i rzeźbach. Są to główne kierunki wykorzystania badanych skał, nie mniej jednak znajdują one zastosowanie także w innych dziedzinach.

Praca została wykonana w roku 2018 w ramach prac statutowych realizowanych w IMG PAN w Krakowie, finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura

- [1] Badera J., 2016: *Przestrzenne ograniczenia bazy zasobowej kamienia łamanego na przykładzie powiatu kieleckiego*. Górnictwo Odkrywkowe, 2016, R. 57, nr 2, s. 57-64. Wyd. Instytut Górnictwa Odkrywkowego „Poltegor-Instytut”.
- [2] Bromowicz J., Figarska-Warchoł B., 2011: *Konieczność ochrony złóż unikalnych wapieni dekoracyjnych w Polsce*. Górnictwo Odkrywkowe, 2011, R. 52, nr 1-2, s. 46-54. Wyd. Instytut Górnictwa Odkrywkowego „Poltegor-Instytut”.
- [3] Brych M., Grześkowiak A., Patla S., Rogosz M., Rogosz K., Nieć M., Kawulak M., Salomon E., Machniak Ł., 2013: *Scenariusze technologiczne pozyskiwania i zagospodarowania surowców skalnych w województwie świętokrzyskim*. Wrocław.
- [4] Gałązka D., 2016: *Zapotrzebowanie na kruszywa drogowe w perspektywie 2014-2022*. Kruszywa: produkcja – transport – zastosowanie, Nr 2, s. 38-41.
- [5] <https://piaskowiec.com>
- [6] Kamieński M., 1957: *Kamienie budowlane i drogowe*. Wydanie I, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- [7] Kielczewska J., 2013: *Świętokrzyskie marmury i wapienie – mały przewodnik po polskich zabytkach cz. I*, <http://www.surowce-naturalne.pl/strona/swietokrzyskie-marmury-i-wapienie---maly-przewodnik-po-polskich-zabytkach-cz-i>
- [8] Kielczewska J., 2013: *Świętokrzyskie piaskowce – mały przewodnik po polskich zabytkach, cz. II*, <http://www.surowce-naturalne.pl/strona/swietokrzyskie-piaskowce---maly-przewodnik-po-polskich-zabytkach-cz-ii>
- [9] Koźma J., Cwojdzński S., Sroga C., 2013: *Perspektywiczne zasoby złóż surowców skalnych w Polsce. Środowiskowe uwarunkowania w ich wykorzystaniu*. Wrocław – Kraków.
- [10] Ney R. (red.), 2002: *Surowce mineralne Polski. Surowce skalne. Kamienie budowlane i drogowe*. Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Kraków.
- [11] Stryzewski M. (red.), 2012: *Innowacyjne technologie wydobywania i obróbki skał blocznych*. Kraków.
- [12] Stryzewski M., Łochańska D., 2013: *Znaczenie regionów surowców skalnych w gospodarce kraju*. Kruszywa: produkcja – transport – zastosowanie, Nr 2, s. 64-68.
- [13] Wyszomirski P., Przytuła S., 2013: *Charakterystyka surowca kruszywa dolomitowego na przykładzie kopaliny z Libiąża (region śląsko-krakowski)*. Kruszywa: produkcja – transport – zastosowanie, Nr 3, s. 18-23.
- [14] Zych-Głuszyńska K., 2013: *Wykorzystanie kamienia naturalnego w budownictwie i nowe metody jego obróbki*.

Evaluation of the properties and scope of application of selected sedimentary rocks for the manufacture of elements for construction, road and small architecture

Abstract

Diversified physical properties and diversity of colors and structures of sedimentary rocks make them applicable in various fields of construction and economy. In Poland, these rocks are mined in almost the entire country. In this work, the limestones, dolomites and sandstones occurring in the area of the Świętokrzyskie and Małopolskie voivodships were analyzed in a special way. Physico-mechanical parameters and visual characteristics of the studied rocks were compared. On the basis of the obtained results of comparisons, the ways of utilization were assigned to the relevant rocks.

Keywords: sedimentary rocks, limestones, dolomites, sandstones