

ROZWÓJ INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII WYDOBYCIA I OBRÓBK SKAŁ BLOCZNYCH W POLSCE I ZA GRANICĄ

THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF PRODUCTION AND THE PROCESSING OF DIMENSION STONE IN THE WORLD AND POLAND

Wiesław Koziół, Andrzej Ciepliński - Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Górnictwa Odkrywkowego, Kraków

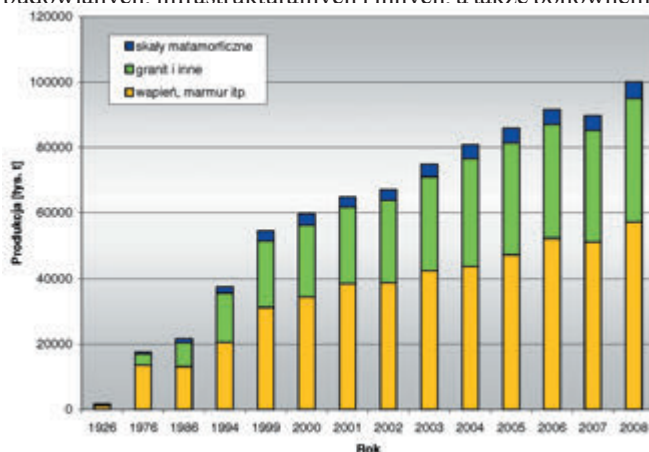
Światowy przemysł kamienia blocznego, chociaż nie zalicza się do dominującej branży górnictwa światowego, wykazuje jednak stałą tendencję wzrostową. W okresie ponad 30 lat produkcja skał blocznych notuje średnio 7% dynamikę wzrostu a roczne obroty przekraczają 60 mld US\$. W artykule scharakteryzowano podstawowe trendy w rozwoju światowego i krajowego wydobycia i obróbki skał blocznych.

The world dimension stone industry, though does not rank to the predominant trade of the world mining, shows however the solid increase tendency. The production of dimension stone writes down in period above 30 years average 7% dynamics of the growth and annual turnover exceed 60 mld US\$. The paper presents basic trends of development world and domestic production and processing dimension stone.

Produkcja i zastosowanie skał i wyrobów blocznych

Kamień i kamienne wyroby bloczne należą do niewielu materiałów budowlanych, których zastosowanie w budownictwie sięga dziesiątków wieków wstecz. Możemy stwierdzić, że kulturę państw starożytnych poznajemy po ich zabytkach i to dzięki temu, że były wykonane z kamienia.

Obecnie w górnictwie światowym wydobycie i obróbka skał blocznych chociaż nie zalicza się do dominującej branży, wykazuje jednak stałą tendencję wzrostową i od 1980 roku notuje średnio 7% tempo wzrostu, a roczne obroty przekraczają 60 mld USD [1]. Pomimo tego wzrostu wydobycie kamieni blocznych stanowi tylko ok. 0,5% światowego wydobycia surowców skalnych. W okresie 1926 – 1986 na przestrzeni 60 lat światowa produkcja i zużycie kamieni blocznych charakteryzowały się dynamiką rozwoju 4 – 5% rocznie. Po roku 1986 przyrost ten uległ zwiększeniu do około 7,5% rocznie (rys. 1), [1]. Wzrost ten związany był ze zwiększeniem zastosowań elementów kamiennych dla nowych oraz rewaloryzowanych inwestycji budowlanych, infrastrukturalnych i innych, a także nonowemu



Rys. 1. Światowa produkcja kamieni blocznych w latach 1926 – 2008 [1], [7]

Fig. 1 World production of dimension stones 1926 - 2008 [1], [7]

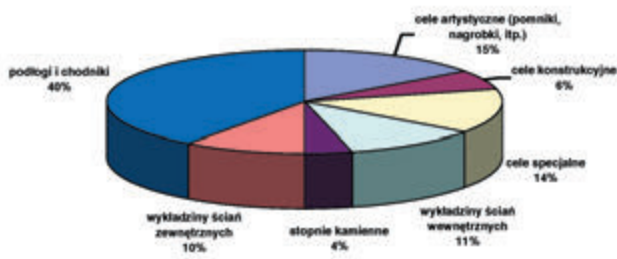
odkryciu walorów dekoracyjnych i naturalnych kamienia.

Obecnie światowa produkcja kamieni blocznych wynosi ponad 110 mln t/rok. Zaznacza się wyraźna dominacja producentów azjatyckich i europejskich. W ostatnich latach Europa, w której dotychczas skoncentrowane było wydobycie, straciła pozycję lidera na rzecz Azji. Wielkość produkcji kamieni budowlanych w Azji jest ponad dwukrotnie większa niż w Europie i wynosi ok. 63 mln t, co stanowi 56% produkcji światowej. Tylko trzy azjatyckie kraje: Chiny (produkcja – 23 mln t), Indie (12 mln t) i Iran (11 mln t) mają 41% udział w światowej produkcji kamieni budowlanych. Polska z produkcją 1,2 mln t zajmuje 5 miejsce w Europie, gdzie tradycyjnie największymi producentami są Włochy (9,1 mln t/tok), Hiszpania (7,2 mln t), Portugalia (3,1 mln t) i Grecja (1,5 mln t).

Taka koncentracja produkcji ma uzasadnienie historyczne i występuje w krajach o największym zużyciu kamieni blocznych, które mają wieloletnią tradycję w stosowaniu tego materiału w celach konstrukcyjnych i dekoracyjnych, szczególnie w krajach śródziemnomorskich, Zachodniej Europy, Ameryce Płn. i bogatych krajach Bliskiego Wschodu, a ostatnio również w Chinach.

Średnie zużycie kamieni blocznych w świecie wynosi ponad 15 kg/mieszkańca, natomiast w krajach UE przekracza 57 kg/mieszkańca. Pośród krajów Unii największe zużycie notuje się we Włoszech (180 kg/mieszkańca), Hiszpanii (83 kg/mieszkańca), Irlandii (73 kg/mieszkańca), Niemczech (67 kg/mieszkańca), Belgii (62 kg/mieszkańca). W Polsce zużycie wynosi ok. 40 kg/mieszkańca.

Największy udział w wydobyciu kamieni blocznych na świecie mają złoża granitów, marmurów, wapieni i piaskowców. Występują one w wielu miejscach na świecie. W Europie najbardziej znane są marmury z Włoch, Grecji i Hiszpanii, granity ze Skandynawii, Ukrainy, Polski i Czech. Ogromne zasoby granitów i marmurów występują w krajach azjatyckich, szczególnie w Chinach i Indiach, bogate złoża występują również w Tajlandii, Turcji, Iranie i Korei Płd. Pozostałe kontynenty nie mają już tak rozwiniętej bazy zasobowej, choć znaczącymi zasobami



Rys. 2. Główne zastosowania kamieni blocznych [3]

Fig. 2. The main uses of dimension stones [3]

dysponują Brazylia, RPA, USA, Meksyk, Egipt i Pakistan.

Obecnie skały wapienne (marmury, wapienie, trawertyny itp.) stanowią około 57 – 58% światowej produkcji, granity i piaskowce – około 37 -38% (w grupie tej granity zajmują pozycję dominującą – około 95%), a skały metamorficzne około 5% (rys. 1).

Główną cechą obserwowanego w branży wzrostu jest zwiększenie udziału granitów w stosunku do marmurów i skał metamorficznych. Udział ten zwiększył się z nieco poniżej 10% w roku 1926 do około 40% w roku 2004, a w roku 2007 wynosił około 38%.

Światowa produkcja obrobionych elementów kamiennych jest o ponad 40% niższa od produkcji bloków surowych, co wynika ze strat na etapie przecierania bloków i innych operacji przerobczych i obróbczych. Wielkość tej produkcji szacuje się obecnie na około 70 mln t/rok.

Łączna wielkość obrotów surowymi i wstępnie obrobionymi blokami kamiennymi jest szacowana na około 40 – 50 mln t/rok, przy czym elementy granitowe i pokrewne stanowią około 70%, podczas gdy bloki marmurowe i pokrewne około 30%. Zadeklarowany międzynarodowy eksport materiałów kamiennych, surowych i przetworzonych liczonych jako surowce (wliczając marmury i granity z całego świata) zmniejszył się z 48,6 mln ton w 2007 r. do 43,1 mln ton w 2009 r., wykazując spadek o 11,3% w stosunku do 2007 r. [12].

Chiny są obecnie największym eksporterem bloków granitowych, wielkość tego eksportu wynosi 16 – 18 mln t/rok. Drugim co do wielkości eksportu krajem są Indie (5 – 6 mln t/rok), a w dalszej kolejności Brazylia (2 – 3 mln t/rok) i Włochy (ok. 2 mln t/rok). Obroty kamieniami drogowymi (kostka itp.) są najczęściej ograniczone do wymiany między krajami sąsiednimi.

Światowe obroty obrobionymi elementami kamiennymi sięgają 30 mln t/r, przy czym około 30% przypada na elementy z marmurów i skał pokrewnych, a pozostałe 70% na elementy granitowe, piaskowcowe i inne. I w tej dziedzinie Chiny zdecydowanie przodują eksportując roczne 18 – 19 mln t i zdecydowanie wyprzedzając Włochy (3 – 4 mln t), Turcję (ok. 3 mln t), Indie (ok. 2 mln t), Brazylię (1 – 2 mln t) oraz Hiszpanię (0,9 – 1,5 mln t).

W skali świata około 40% kamieni budowlanych wykorzystanych jest do produkcji płyt podłogowych, 21% - do płyt okładzinowych (w tym 10% do płyt zewnętrznych), 4% - do elementów schodowych, 15% - do elementów nagrobkowych, 21% - do innych celów (rys. 2).

W wielkościach bezwzględnych najwyższe zużycie- szacunkowo ok. 10 mln t/r. - notowane jest w Chinach, gdzie znaczące zapotrzebowanie na wyroby kamienne generowane jest licznymi inwestycjami budowlanymi (powstaje wiele budynków biurowych, centrów handlowych i wystawowych,

hoteli itp.). Kolejnymi dużymi konsumentami ok. 5-7 mln t/r, wyrobów kamiennych są USA oraz Włochy. W pierwszym z wymienionych krajów sektor budowlany został mocno dotknięty przez kryzys gospodarczy, co wywarło negatywny wpływ na wielkość konsumpcji kamieni blocznych. Zużycie powyżej 2 mln/r. notowano w Niemczech, Hiszpanii i Turcji, 1-2 mln t/r. w Brazylii, Grecji, Francji, Japonii, Polsce, Portugalii, Tajwanie i Korei Południowej, a 0,5-1,0 mln t/r. w Arabii Saudyjskiej, Belgii i Szwajcarii.

Wobec rosnących kosztów pracy, w ostatnich dwóch dekadach obserwuje się dynamiczny rozwój technologii wydobycia

Tab. 1. Wykaz urządzeń stosowanych do urabiania złóż na bloki foremne [8]
Tab. 1. List of devices applied to mining the deposits of dimension stone on regular blocks [8]

Typ urządzenia	Rodzaj skały		
	Granity, skały magmowe głębinowe	Marmury, skały węglanowe	Piaskowce
Kliny – do klinowania ręcznego	+	+	+
Materiał pęczniący		+	+
Rozłupiarki hydrauliczne	+	+	+
Mini rozłupiarki hydrauliczne	+	+	+
Perforatory hydrauliczne	+	+	+
Wrębiarki łańcuchowe		+	
Wrębiarki taśmowe diamentowe		+	
Piły linowe diamentowe	+	+	+
Palnik termiczny	+		
Wysokociśnieniowa struga wody	+	+	+
Tarcza zębata		+	
Urządzenia pomocnicze			
Młoty hydrauliczne	+	+	+
Poduszki hydrauliczne	+	+	+
Poduszki pneumatyczne	+	+	+
Siłowniki hydrauliczne	+	+	+
Załadunek i transport pionowy i poziomy			
Ładowarki	+	+	+
Koparki	+	+	+
Nośniki bloków skalnych	+	+	+
Samochody technologiczne	+	+	+
Dźwignice linowotorowe	+	+	+
Dźwig stacjonarny DERRICK	+	+	+
Dźwig samojezdny	+	+	+
Dźwignica bramowa	+	+	+
Dźwignica mostowa	+	+	+

bloków i obróbki elementów kamiennych. W tym czasie w krajach Zachodniej Europy, Chinach, Turcji, Portugalii, Hiszpanii, Indiach podjęto szereg prac w zakresie poszukiwania złóż blocznych, mechanicznego wycinania i przecinania bloków kamiennych, oceny jakości i urabialności złóż kamieni blocznych, szacowania zasobów, geomechaniki w górnictwie kamieni blocznych, ochrony środowiska i rekultywacji.

Technologia wydobycia i obróbki skał blocznych

Na wybór sposobu urabiania i wydobycia skał blocznych wpływ ma szereg czynników do których zalicza się [8]:

- rodzaj skały, jej struktura, tekstura, skład mineralogiczny, właściwości fizyczne i mechaniczne, itp.,
- warunki złożowe: bloczność, sposób zalegania i kształt złoża, uławicenie, siatka spękań poziomych i pionowych,
- warunki środowiskowe (ochrona środowiska itp.),
- dotychczasowa tradycja oraz poziom i kultura techniczna.

Duża liczba odmian kamienia, zmienność budowy geologicznej złóż i cech kamienia wymaga zastosowania różnego rodzaju i typów urządzeń pod względem sposobu i parametrów pracy. Zestawienie ważniejszych stosowanych maszyn i urządzeń do urabiania złóż kamienia na bloki foremne z podziałem na trzy grupy skał: granit i inne skały magmowe, marmury wraz ze skałami węglanowymi, piaskowce, przedstawiono w tabeli 1.

W grupie skał magmowych głębinowych najczęściej stosowaną technologią jest urabianie metodą strzelniczą przy użyciu materiału wybuchowego w trzech odmianach: naboju wydłużonych, prochu czarnego i lontu detonacyjnego. Uzupełnienie stanowi odspajanie przy użyciu diamentowych pił linowych oraz rozłupiarek hydraulicznych. Natomiast coraz rzadziej stosowane są palniki termiczne ze względu na uciążliwość dla środowiska naturalnego. Uznanie zdobywa natomiast urabianie z odprężaniem.

Przy urabianiu na bloki skał magmowych głębinowych istnieje zasada odspajania dużych monolitów (niekiedy od 100 do 4000 m³), a następnie dzielenie ich na bloki o wymiarach handlowych. Zasada ta wynika z występowania wewnątrz masywów złóż skał magmowych pozostałości naprężeń z okresu stygnięcia ławy i tworzenia się masywu skalnego. Po odspojeniu od calizny następuje ich zanik a to przyczynia się do łatwiejszego urabiania bloków o żądanych wymiarach.

Proces urabiania bloków granitowych na ogół składa się z czterech podstawowych operacji:

1. przygotowanie monolitu w złożu do odspojenia (wykonanie dodatkowych powierzchni obnażonych – wrębów za pomocą wrębiarek, pił diamentowych linowych, palników termicznych itp.),
2. odspojenie monolitu od calizny najczęściej za pomocą techniki strzelniczej,
3. dzielenie monolitu na bloki handlowe o standardowych wymiarach (10 – 12 m³) – otwory wierci się za pomocą perforatorów lub wiertarek ręcznych, następnie urabia się MW z odpalaniem lontem detonacyjnym,
4. załadunek bloków na środki transportu, transport i składowanie bloków.

W procesie urabiania skał węglanowych można wyróżnić trzy rodzaje najczęściej stosowanych urządzeń, a to:

- piły linowe,

- wrębiarki łańcuchowe,
- rozłupiarki hydrauliczne.

Typowa technologia urabiania składa się z pięciu podstawowych operacji (przykład dla rozłupiarki hydraulicznej Darda):

1. przygotowanie powierzchni ławy wraz z pełnym odsłonięciem siatki spękań,
2. wykonywanie otworów dla rozłupiarki,
3. rozłupywanie bloku,
4. klasyfikacja i paserowanie bloków,
5. transport bloków na składowisko.

W grupie skał osadowych, w tym głównie piaskowców stosowane są rozłupiarki hydrauliczne, perforatory, diamentowe piły linowe oraz powolne wprowadzanie do praktyki przemysłowej wysokociśnieniowej strugi wody.

W technologii obróbki kamienia obserwuje się uruchamianie zakładów wydobycia bloków surowych oraz ich przerobu w zakładach obróbczych na płyty surowe, płyty polerowane oraz płyty wzmocnione za pomocą naklejania na jednej stronie siatki z tworzywa sztucznego. Wyroby te przeznaczone są dla odbiorców na zewnątrz i na eksport.

Do technologii obróbki kamienia wprowadzane są traki wahadłowe szerokie o możliwym zestawie pił w ilości 120 sztuk, 150 sztuk a nawet 160 sztuk i postępie przecierania dochodzącego do 4,5 cm/godz.

Drugim zjawiskiem jest rozwój w budowie traków lino-wych diamentowych i z dużym powodzeniem ich stosowania do wszystkich rodzajów kamienia. Ostatnie konstrukcje pracują zestawem 50 linek uzbrojonych w segmenty diamentowe. Obserwuje się dalszy rozwój w konstrukcji CNC oraz szlifierko-polerek przelotowych.

Stan i tendencje rozwoju wydobycia i obróbki skał blocznych w Polsce

Baza zasobowa

W Polsce w ostatnich latach nastąpił ilościowy, technologiczny i jakościowy rozwój branży kamieniarskiej. Podstawą funkcjonowania przemysłu kamieniarskiego (wydobycie, obróbka, montaż elementów kamiennych, wyroby kamieniarskie) są oczywiście surowce bloczne (kamienne) wydobywane w kraju jak i pochodzące z importu.

Ze złóż surowców kamiennych eksploatuje się:

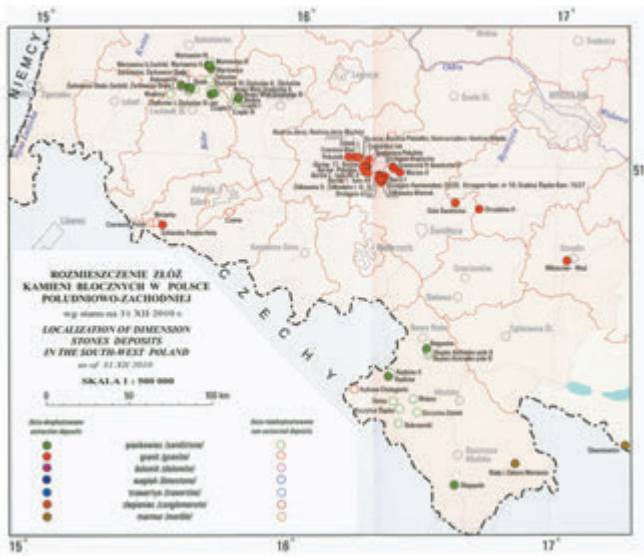
- kamienie budowlane, z których uzyskuje się bloki kamienne surowe i wstępnie obrobione, bloki i płyty o różnej grubości, inne elementy budowlane wraz z wyrobami pomnikowymi,
- kamienie drogowe, z których wyrabia się kostkę, krawężniki, płyty brukowe, graniczniki itp.

Do bazy surowcowej kamienia budowlanego i drogowego zaliczają się złoża skał magmowych, metamorficznych i osadowych.

Najważniejszymi kamieniami blocznymi w Polsce są *granity* (najpowszechniej używany kamień budowlany), *marmury* i tzw. „*marmury*” oraz *piaskowce* różnych odmian. Z kolei do produkcji kostki drogowej i innych elementów kamiennych dla drogownictwa stosuje się w Polsce niemal wyłącznie *granity*.

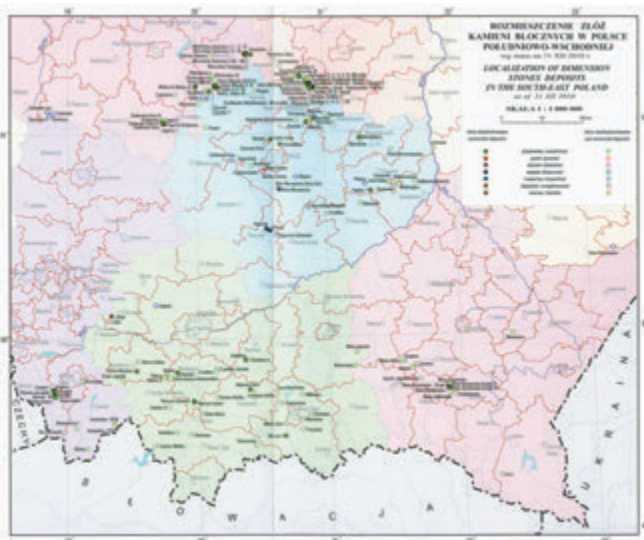
Większość złóż skał przydatnych do produkcji *kamiennych elementów budowlanych* i *drogowych* występuje na Dolnym Śląsku (*granity*, *sjenity*, *marmury*, *piaskowce ciosowe*)

(rys. 3). Mniejsze znaczenie mają *wapienie dekoracyjne „marmury”* i kilka odmian *piaskowców* w regionie świętokrzyskim i karpackim, a także pojedyncze złoża *dolomitów* (np. Libiąż koło Chrzanowa) i *trawertynów* (np. Raciszyn i Zalesiaki koło Pąjeczna) (rys. 4).



Rys. 3. Rozmieszczenie złóż kamieni bocznych w Polsce południowo-zachodniej [11]

Fig. 3. Distribution of the deposits of dimension stones in south-west Poland [11]



Rys. 4. Rozmieszczenie złóż kamieni bocznych w Polsce południowo-wschodniej [11]

Fig. 4. Distribution of the deposits of dimension stones in south-east Poland [11]

Granity boczne występują głównie w trzech masywach: Strzegomia-Sobótki, Strzelina-Zukowej oraz Karkonoszy, a łączne zasoby rozpoznanych w nich złóż (większość przydatnych przynajmniej w części do produkcji elementów kamiennych) wynoszą ok. 1550 mln t [3]. Inne wystąpienia granitów w Polsce (Masyw Kudowy, Tatry) nie mają znaczenia przemysłowego ze względu na ochronę przyrody.

Spośród innych skał magmowych niewielkie znaczenie jako kamienie boczne mają *sjenity*. Głównie występują w strefie Niemczy koło Ząbkowic Śląskich, a łączne ich zasoby wynoszą 58 mln t.

Wśród skał metamorficznych jako kamienie boczne udokumentowane są *marmury*, występujące wyłącznie na Dolnym Śląsku. Złóża *marmurów* znane są z Gór Kaczawskich (*wapienie*

wojciechowskie), pasma Krowiarek koło Kłodzka (np. Biała i Zielona Marianna) oraz z Sudetów Wschodnich (Sławniowice). Zasoby 11 złóż *marmurów bocznych* wynoszą około 53 mln t.

Piaskowce boczne znane są przede wszystkim z Dolnego Śląska. Występują tu głównie złoża tzw. *piaskowców ciosowych* barwy białej i żółtej - w rejonie Gór Stołowych (8 złóż, łączne zasoby około 37 mln t) i w depresji Północnosudeckiej w rejonie Lwówka Śląskiego (25 złóż, zasoby około 53 mln t). Małe znaczenie mają *czerwone piaskowce permskie* z rejonu Nowej Rudy (3 złoża, zasoby około 11 mln t).

Poza Dolnym Śląskiem znaczenie przemysłowe mają niektóre złoża skał osadowych i metamorficznych. Najważniejszymi i budzącymi największe perspektywy są złoża węglanowe: Zygmunówka (złepieńce), Raciszyn (*wapienie zalesiackie*), Wola Morawicka (*wapienie płamkowe*), Niesułowice-Lgota (*dolomity diploporowe*). Złoża te posiadają zasoby pozwalające na wieloletnią produkcję bloków i to znacznych rozmiarów [3].

Pozyskiwanie bloków z piaskowców karpackich na większą skalę możliwe jest tylko w niewielu złożach o korzystnych warunkach geologiczno-górnictwowych i słabym zaangażowaniu tektonicznym, co w Karpatach zdarza się rzadko. Ze złóż piaskowców godulskich szczególnie duże możliwości pojawiają się w złożu Głębiec, w dolinie Brennicy, gdzie gruboławicowe wykształcenie serii złożowej daje wysoki, jak na piaskowce karpackie, wskaźnik boczności – 33,7% przy dość znacznym (32°) nachyleniu warstw. Również stosunkowo wysoki jest ten wskaźnik dla złoża połoego zalegających (15°) piaskowców godulskich – Tokarzędka w Brennej, gdzie boczność wynosi 15,5%. Dla wydobycia bloków piaskowców istebniańskich najkorzystniejsze warunki panują w złożu Sobolów pod Bochnią, gdzie przy poziomo zalegających warstwach wskaźnik boczności wynosi 41,1%. Podobnie duże możliwości w zakresie pozyskania bocznych materiału ma złożo Barcice, gdzie występują prawie poziomo zalegające bardzo gruboławicowe piaskowce magurskie. Ograniczeniem jest tu fakt, że złożo to, podzielone na trzy części, tylko w niewielkim fragmencie kamieniołomu nastawione jest na produkcję bloków, podczas gdy w pozostałych jego częściach pozyskiwane jest kruszywo. Niewątpliwie największe możliwości pozyskiwania bloków dają grube ławice piaskowców krośnieńskich ze złoża Górka-Mucharz, gdzie wskaźnik boczności dla całego złoża wynosi 22%, a dla najbardziej bocznych ławic przekracza 40%.

Wydobycie skał bocznych

W ostatnim dwudziestolecium, w okresie rozwoju gospodarki rynkowej, branża kamieniarska w Polsce wykazała dużą dynamikę rozwoju. Sprzyjającymi okolicznościami dla tego rozwoju były rezerwy w istniejącym potencjale produkcyjnym oraz potrzeby związane z rozwojem budownictwa obiektów użyteczności publicznej takich jak: banki, hotele, siedziby firm, budownictwo sakralne, a ostatnio również budownictwo sportowe (hale, stadiony), kulturalne itp. Przykładem tego rozwoju jest okres lat 2005 – 2009 (tab. 2).

Skałami, których wydobycie jest największe, ok. 1 mln t/rok są granity, głównie ze złóż regionu strzegomskiego, następną grupę stanowią piaskowce w przeważającej części z Dolnego Śląska, choć zwiększyło się też wydobycie piaskowców szydlowieckich i karpackich. Udział piaskowców w łącznym wydobyciu to ok. 25 % [2]. Wydobycie pozostałych skał stanowi niewielki procent (ok. 1%) łącznego wydobycia.

W tabeli 3 przedstawiono wielkość produkcji kamieni

Tab. 2. Wydobycie skał do produkcji kamieni budowlanych i drogowych, tys. t [3]
 Tab. 2. Extraction of the rocks to the production of building and road stones, thousands t [3]

Rok	2005	2006	2007	2008	2009
Skala					
Dolomity	2	3	5	8	3
Granity	771	893	981	1000	973
Marmury	5	8	3	2	2
Piaskowce	272	263	269	278	256
Sjenity	3	4	7	8	8
Wapienie	6	9	11	9	14
Razem	1059	1180	1276	1302	1256

budowlanych i drogowych na podstawie danych zbieranych przez GUS. Wykazana produkcja jest znacznie większa od wydobycia przedstawionego w tabeli 2. Różnica ta wynikać może z uwzględnienia dodatkowej produkcji elementów kamiennych przez producentów kruszywa z bazaltów, granitów i innych, produkcji kostki drogowej, elementów kamiennych z głazów narzutowych ze złóż piasków i żwirów, a także produkowanych przez krajowych producentów elementów kamiennych budowlanych i drogowych z importowanych bloków i formaków. Różnicę tę podkreśla także porównanie produkcji szacowanej na podstawie wydobycia, importu surowych i wstępnie obrobionych bloków i płyt oraz produkcji ubocznej innych zakładów, która określana jest na od 1,9 do 2,0 mln t. Natomiast określana przez GUS wynosi ok. 3,9 mln t (tab. 3) [8].

Główni producenci kamieni budowlanych i drogowych związani są z rejonami występowania złóż (tab. 4) [3].

Wydobycie kamieni budowlanych i drogowych prowadzi się w około 100 firmach, niektóre z nich eksploatują więcej niż jedno złożenie (tab. 4).

Największą dynamikę rozwoju osiągają firmy produkujące wyroby dla budownictwa drogowo-miejskiego (krawężniki, kostka brukowa, płyty drogowe itp.), ostatnio również wyroby do obiektów sportowych, hotelowych i towarzyszących Euro 2012.

W Polsce zarejestrowanych jest ponad 7,2 tys. zakładów kamieniarskich [8]. Największa liczba zakładów znajduje się w województwie dolnośląskim – 1729, w większości zakłady te zajmują się przerobem i montażem kamienia, zatrudniając po kilku pracowników (tylko nieliczne zatrudniają powyżej 9 osób, w tym kilka powyżej 50). Łączną liczbę zatrudnienia szacuje się na ponad 7000 pracowników. Kolejne miejsca pod względem liczby zakładów kamieniarskich zajmują województwa: mazowieckie – 742, małopolskie – 668, śląskie – 658, wielkopolskie – 528, świętokrzyskie – 375.

W ostatnich latach obserwuje się szybki postęp w technologii obróbki skał, charakteryzujący się bardzo dużą precyzją, jakością, wydajnością i niezawodnością produkowanych maszyn, co skutkuje uzyskaniem wyrobów o lepszej estety-

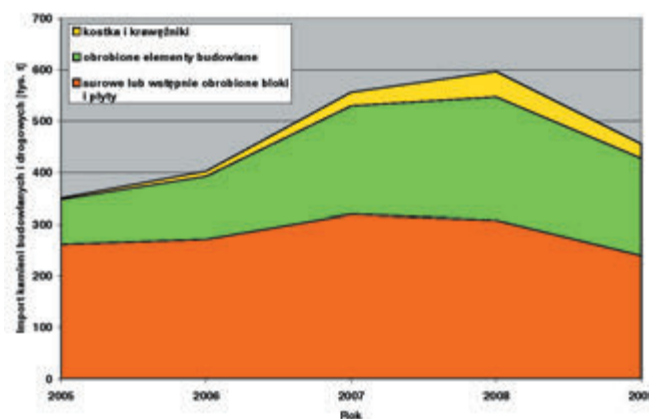
ce, dokładnym i różnorodnym wykończeniu powierzchni w krótszym czasie. Wiele zakładów produkujących elementy kamienne zakupiło w ostatnich latach szereg najnowocześniejszych maszyn do obróbki bloków i elementów kamiennych np.: automatyczne linie polerskie i szlifierskie (do produkcji płytek z polskich marmurów z rejonu świętokrzyskiego), piły linowe diamentowe, (wiele zakładów produkujących elementy kamienne z granitu w rejonie Strzegomia, kopalnie piaskowca z rejonu Bolesławca), urządzenia water jet, centra obróbcze CNC, maszyny uniwersalne itp.

Import i eksport kamieni budowlanych i drogowych i ich wpływ na produkcję tych wyrobów w Polsce

Import i eksport kamieni budowlanych i drogowych w Polsce w ostatnich latach uległ znaczącym zmianom (rys. 5 i 6).

Można zauważyć, że:

- import wykazuje stałą tendencję wzrostową (za wyjątkiem 2009 roku), w 2009 roku wyniósł ponad 450 tys. ton, a w roku 2008 prawie 600 tys. ton, dla przykładu w 2000 roku import wynosił ok. 290 tys. ton,
- eksport zmniejszył się w analizowanym okresie (2005 – 2009) z ok. 300 tys. ton do 160 – 170 tys. ton, w roku



Rys. 5. Struktura importu kamieni budowlanych i drogowych w Polsce w latach 2005 – 2009 [3]

Fig 5. Import structure of building and road stones in Poland, 2005 - 2009 [3]

Tab. 3. Wielkość produkcji kamieni budowlanych i drogowych w Polsce w latach 2005 – 2009 tys. t

Tab. 3. Size of production of building and road stones in Poland in 2005 – 2009, thousands t

Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Produkcja*	2451,3	3330,4	3888,8	2801,3	3425,9	3836,4
• kamienie budowlane (bloki i płyty) surowe lub wstępnie obrobione	2281,6	3164,4	3728,5	2660,6	3125,9	3576,4
w tym:						
– granitowe	300,4	372,2	603,3	799,3	573,3	1059,7
– marmurowe	2,4	3,5	4,6	2,8	7,5	1,4
• kostka drogowa i inne kamienie drogowe	169,7	166,0	160,3	140,7	300,0	260,0

* obejmuje producentów zatrudniających co najmniej 10 osób

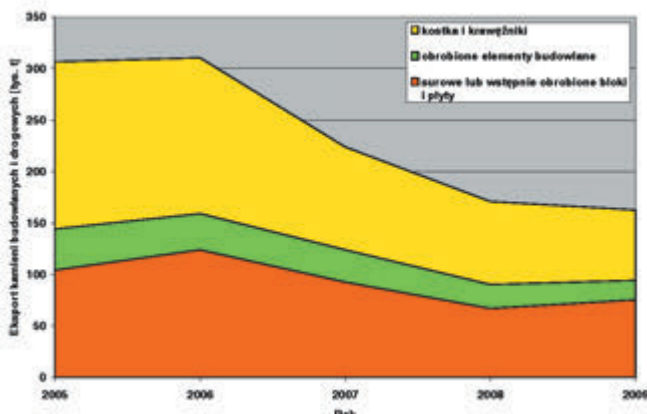
Tab. 4. Główni producenci kamieni budowlanych w Polsce w 2009 r. [3]

Tab. 4. The main manufacturers of building stones in Poland in 2009 [3]

Użytkownik-producent	Kopalina	Złoże	Wydobycie	Udział bloków
			(tys. t)	(%) ¹
„Granit Strzegom” S.A. Strzegom	GSgm	Strzegom, Żółkiewka I, Żółkiewka III	184	70
Borowskie Kopalnie Granitu Sp. z o.o., Borów	GSgm	Borów	130	90
„Morstone”, Sp. z o.o. Strzegom	GSgm	Morów II	97	95
„Skalimex-Borów S.A., Kostrza	GSgm	Borów 17	123	65
PPHiU „Piramida” Sp. z o.o., Strzegom	GSgm	Borów I- kam. 49A	71	95
PWPiSKB „Kware” Sp. z o.o., Kostrza	GSgm	Borów I-kam. 49	47	95
„GT&F Corporation Polska” Sp. z o.o., Ostrza	GSgm	Kostrza-Piekiełko, Kostrza-Lubicz	41	95
Kopalnia Granitu „Zimnik” Sp. z o.o., Mściwojów	GSgm	Zimnik I	44	80
„Granimex” Sp. z o.o., Strzegom	GSgm	Graniczna II	106	30 ²
„Skalimex-Grantin” Sp. z o.o., Sobótka	GSgm	Strzeblów II	64	50
PPHU „Ted-Rob” S.C.T. Kaliciński, R. Lema	GSgm	Barcz I	29	95
„Wekom II” Sp. z o.o., Kostrza	GSgm	Kostrza	35	80
„Grabinex” Sp. z o.o., Strzegom	GSgm	Grabina Śląska	85	30
„Euro-Granit” Sp. Z o.o., Strzegom	GSgm	Żółkiewka-Wiatrak	25	95
PPU „Czernica-Granit” Sp. z o.o., Czernica	GSgm	Czernica	47	40
„Braun-Granit” Sp. z o.o., Nowa Sól	GSgm	Czernica-Wieś	30	30
„GranitWiatrak” Sp. z o.o. Kopalnia Graniczna III	GSgm	Graniczna III	12	80
Kopalnia Granitu „Pokutnik”, Paszowice	GSgm	Pokutnik	8	95
„Fer-Granit” Sp. z o.o., Rogoźnica	GSgm	Rogoźnica-Las	6	95
„Kruszywa Strzelin Sp. z o.o. Strzelin	GSgm	Strzelin	509	10
KG „Mikoszów Wieś” Bronisław Badecki, Miłoszów	GSgm	Mikoszów-Wieś	3	95
„Izer Granit” Sp. z o.o., Szklarska Poręba	GKa	Szklarska Poręba-Huta	3	95
„Sejnit” S.A. Pilawa Górna	Sy	Kośmin	741	1
„Slag Recycling” Sp. z o.o., Kraków	Sy	Przedborowa	39	2
PWiOM „Marmur-Sławniowice”, Sławniowice	M	Sławniowice	2	95
„Biała Marianna Rakowiecki-Ptaszek” s.j., Stronie Śląskie	M	Biała i Zielona Marianna	1	95
„Dolomit”, Libiąż Sp. z o.o.	D	Libiąż	364	1
Kopalnia Wapienia „Morawica” S.A.	WD	Morawica III	1454	1
„Kopalnie Piaskowca” S.A. Bolesławiec	PC	Rakowiczki, Żerkowice	19	70
„Hofmann Polska” Sp. z o.o., Kraków	PC	Żerkowice-Skała, Wartowice	18	70
„ATS-Stein” Sp. z o.o., Bolesławiec	PC	Zbylutów I	16	70
„Gruszecki” s.c. Bielany Wrocławskie	PC	Bedlno, Skała	14	70
KP „Jan Zbylutów IV”, Zbylutów	PC	Zbylutów IV - Jan	12	70
„Plasmar” Z.R. Węclawek, Bystrzyca Kłodzka	PC	Długopole	10	70
Kopalnie Piaskowca „Radków”, Sp. z o.o. Radków	PC	Radków, Szczytna-Zamek	4	70
„Kamieniarz” Sp. Z o.o., Kielce	PC	Nowa Wieś, Grodziska III	2	70
Kopalnie Piaskowca „BOBEK”, Wartowice	PC	Wartowice II	1	30
Kamieniołom „Piaskowiec Czerwony”, Nowa Ruda	PP	Bieganów	1	70
Spółdzielnia Pracy „Surowce Mineralne”, Kielce	PT	Tumlin-Gród	2	70
PUH „Sosnowica” s.c., Sosnowica	PT	Sosnowica	4	50
„Kamieniarz” Sp. Z o.o. Kielce	PSz	Szydłowiec	9	70
Andrzej Kosek, Miedzna	PŻ	Śmiłów I	8	70
Zakład Obróbki Kamienia Budowlanego, Roman Kaczmarczyk, Opoczno	PŻ	Sielec I, Sielec IV	5	80
Obróbka i Sprzedaż Kamienia J. Król, Trešta Wesoła	PB	Żarnów I	4	70
Polski Kamień Naturalny Sp. z o.o. Zembrzyce	PK	Dąbie II	4	90
ZWKB Tadeusz Brach, Wola Komborska	PK	Górka-Mucharz	10	70
ZKB „Skalnik” Sp. z o.o., Barcice	PK	Wola Komborska-Działy I	17	30
Usługi Kamieniarskie, B. i W. Mleczek, Stróża	PK	Barcice I	7	50
„Kamieniołom Barwałd” Sp. z o.o.	PK	Tenczyn-Lubień I	2	50
„Kopalnia Łupka Szarogłazowego”, Jenków	PK	Barwałd	135	5
	Ł	Jenków	31	

Kopalina: **D**-dolomit, **GKa** - granit karkonoski, **GSgm** - granit strzegomski, **GStn** - granit strzeliński, **Ł** - łupek, **M** - marmur, **PB** - piaskowiec borucki, **PC** - piaskowiec ciosowy, **PK** - piaskowiec karpacki, **PP** - piaskowiec permski, **PSz** - piaskowiec szydlowiecki, **PT** - piaskowiec triasowy, **PŻ** - piaskowiec żarnowski, **Sy** - syenit, **WD** - wapień dekoracyjny.

¹ bloki i mniejsze elementy (formaki), ² głównie bryły wykorzystywane do produkcji kostki oraz kamienia murowego



Rys. 6. Struktura eksportu kamieni budowlanych i drogowych w Polsce w latach 2005 – 2009 [3]

Fig 5. Export structure of building and road stones in Poland, 2005 - 2009 [3]

2000 wynosił 327 tys. ton,

- o ile w 2000 roku eksport kamieni budowlanych i drogowych przewyższał import to w latach 2008 – 2009 import jest 3 – 4 razy większy od eksportu.

W strukturze importu dominują surowe lub wstępnie obrobione bloki i płyty, jednak ich udział zmniejszył się z ok. 75% do 52% w 2009 roku.

Wśród surowych i wstępnie obrobionych bloków i płyt główną pozycję (ponad 90%) zajmują wyroby granitowe z RPA (w 2009 r. 87,0 tys. ton), Indii (45,3 tys. ton), Finlandii (22,3 tys. ton), Szwecji (19,2 tys. ton), Ukrainy 16,1 tys. ton), Hiszpanii (9,8 tys. ton). W imporcie elementów kamiennych obrobionych podstawowe znaczenie mają wyroby granitowe, w ty głównie z Chin (98,7 tys. ton) i Indii (25,1 tys. ton).

Wyroby marmurowe i inne skały wapienne sprowadzane są głównie z Włoch, Czech, Turcji i Hiszpanii.

Importowane w coraz większych ilościach do Polski surowe i obrobione elementy kamienne stanowią dużą konkurencję dla wyrobów wytwarzanych z krajowych złóż, co w negatywny sposób oddziałuje na sytuację rynkową polskich producentów.

Eksport kamieni budowlanych i drogowych z Polski został ograniczony z 327 tys. ton w 2000 roku do nieco ponad 160 tys. ton w 2009 roku. Największe zmniejszenie o ok. 60% odnotowano dla głównego asortymentu tj. kostki i krawężników. Do niedawna największym ich nabywcą, podobnie jak bloków oraz płyt surowych i obrobionych, były Niemcy, które jednak ostatnio znacznie ograniczyły zakupy, a znaczące ilości kostki i krawężników kamiennych importuje się z Niemiec do Polski (w 2008 roku – 44,9 tys. ton). Ograniczenie przez odbiorców niemieckich zakupów wyrobów granitowych i piaskowcowych (od 2000 roku pięciokrotny spadek) w istotny sposób wpływa na wielkość produkcji i jej efektywność w rejonie Dolnego Śląska.

Podsumowanie

W światowym górnictwie przemysł kamienia blocznego (tzw. kamieniarstwo) obejmujący wydobycie, obróbkę i wyrób elementów kamiennych nie jest branżą dominującą, wykazuje jednak stałą tendencję wzrostową. W okresie ponad 30 lat produkcja skał blocznych notuje średnio 7% dynamikę wzrostu, a roczne obroty przekraczają 60 mld \$. Pomimo tego wzrostu produkcja kamieni blocznych, wynosząca obecnie ponad 110 mln ton/rok stanowi zaledwie ok. 0,5% światowej produkcji

surowców skalnych.

W ostatnich latach zaznacza się wyraźna dominacja producentów azjatyckich (ok. 56% produkcji światowej, a trzy kraje: Chiny (23 mln t), Indie (12 mln t) i Iran (11 mln t) mają ponad 40% udział w światowej produkcji kamieni budowlanych. W Europie największymi producentami są tradycyjnie: Włochy (9,1 mln t), Hiszpania (7,2 mln t), Portugalia (3,1 mln t), Grecja (1,5 mln t), Polska (1,2 mln t).

Największy udział w wydobyciu kamieni blocznych na świecie mają złoża skał węglanowych (marmury, wapienie, trawertyny) – ok. 58% produkcji, granitowych i innych magmowych – ok. 36%, piaskowców i skał metamorficznych – 5 do 6%. Łączna wielkość obrotów surowymi i wstępnie obrobionymi blokami kamiennymi szacowana jest na ok. 40 – 50 mln ton/rok (40 – 45% produkcji), w tym bloki granitowe i pokrewne stanowią ok. 70%, a bloki marmurowe i zbliżone ok. 30%. Największym eksporterem bloków surowych i wstępnie obrobionych są Chiny (34 – 37 mln t bloków granitowych), Indie (ok. 8 mln t), Brazylia (3 – 5 mln t), Włochy (5 – 6 mln t). W ostatnich latach światowy eksport bloków zmniejszył się jednak o ponad 10%, a przyczyną tego jest światowy kryzys gospodarczy i finansowy.

Największe zużycie elementów kamiennych notowane jest w Chinach (ok. 10 mln t), USA i Włoszech. Średnie zużycie kamieni blocznych w świecie wynosi ponad 15 kg/mieszkańca, a w UE – około 57 kg/mieszkańca, w tym we Włoszech – 180 kg/mieszkańca, Niemczech – 67 kg/mieszkańca, w Polsce – 39 kg/mieszkańca.

W ostatnich dekadach obserwuje się dynamiczny rozwój technologii wydobycia i obróbki bloków i elementów kamiennych. O ile w przeszłości eksploatacja kamieni blocznych odbywała się tradycyjnymi metodami stosowanymi przez wiele wieków, to obecnie innowacyjne techniki wydobycia i obróbki stanowią wyzwanie z technicznego punktu widzenia i udziału w ich opracowaniu wielu specjalistów geologów i górników szczególnie z zakresu oceny jakości i szacowania zasobów, urabialności, geomechaniki, obróbki, projektowania i planowania, ochrony środowiska i rekultywacji. Nie ma jednej uniwersalnej metody urabiania bloków i kadra inżynierska musi być doświadczona i biegła w różnych metodach i technikach cięcia i odspajania bloków jak również musi się odznaczać gruntowną wiedzą aby wybrać najkorzystniejszą technologię.

W Polsce w ostatnich latach nastąpił ilościowy, jakościowy i technologiczny rozwój branży kamieniarskiej. Najważniejszymi kamieniami blocznymi są u nas granity, marmury (w znacznej części tzw. marmury) oraz piaskowce. Do produkcji kostki drogowej i innych elementów dla drogownictwa stosuje się niemal wyłącznie granity.

Większość złóż przydatnych do produkcji kamieni blocznych zalega na Dolnym Śląsku (granity, sjenity, marmury, piaskowce ciosowe), z tego regionu pochodzi niemal 90% produkcji. Ilościowo mniejsze znaczenie mają wapienie dekoracyjne "marmury" i kilka odmian piaskowców w regionie świętokrzyskim i karpaccim, a również pojedyncze złoża dolomitów (np. Libiąż koło Chrzanowa) i trawertynów (Raciszyn i Zalesiaki w woj. łódzkim).

Wydobycie kamieni budowlanych i drogowych prowadzi się w Polsce w około 100 firmach, niektóre z nich eksploatują kilka złóż, a zakładów kamieniarskich zarejestrowanych jest ponad 7 tys., najwięcej w woj. dolnośląskim (1729), mazowieckim (742), małopolskim (668).

Największą dynamikę rozwoju osiągają firmy produkujące wyroby dla budownictwa drogowo-miejskiego (kostka brukowa, krawężniki, płyty itp.), a ostatnio również wyroby i elementy do obiektów sportowych, hotelowych i innych towarzyszących Euro 2012.

W ostatnich latach nastąpiło w Polsce niemal dwukrotne zmniejszenie eksportu wyrobów kamieniarskich, nie spowodowało to jednak załamania krajowej produkcji, gdyż w większości wyroby te zużywane są na rynku wewnętrznym.

Wiele zakładów kamieniarskich zakupiło szereg najnowocześniejszych maszyn do obróbki bloków i elementów kamiennych np. automatyczne linie polerskie i szlifierskie, piły linowe diamentowe, urządzenia "water jet", centra obróbcze CNC, maszyny uniwersalne itp.

Rozwój wydobywania krajowych surowców blocznych zależy głównie od zapotrzebowania rynku na wyroby z nich produkowane i rentowności produkcji. Ostatnio tanie surowce i wyroby

importowane, głównie z krajów azjatyckich ograniczały ten rozwój, co spowodowało zagospodarowanie niektórych złóż kamieni blocznych na potrzeby poszukiwanych na rynku kruszyw budowlanych i drogowych. Dla przeciwdziałania tej tendencji należy skutecznie egzekwować środki ochrony dobrych jakościowo złóż kamieni blocznych przed wykorzystaniem ich na inne cele. Należy również popierać i stymulować regionalne i krajowe wykorzystanie wyrobów blocznych, w tym także pochodzących ze złóż mniejszych (piaskowce karpackie, świętokrzyskie, dolnośląskie marmury, wapienie, trawertyny i dolomity itp.).

Pracę wykonano w ramach realizacji projektu „Strategie i Scenariusze Technologiczne Zagospodarowania i Wykorzystania Złóż Surowców Skalnych”. Zad. 4, Innowacyjne technologie wydobywania i przeróbki surowców skalnych dla głównych grup surowcowych.

Literatura

- [1] Ashmole I., Motloun M., *Dimension stone: The latest trends in exploration and production technology*. Surface Mining 2008
- [2] Bromowicz J., Figarska-Warchoł B., *Kamienie dekoracyjne i architektoniczne czynnych złóż Polski południowo-wschodniej*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 132. Wrocław 2011
- [3] *Bilans Gospodarki Surowcami Mineralnymi Polski i Świata 2009*. Praca zbiorowa pod red. T. Smakowskiego, R. Neya, K. Galosa – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2011
- [4] Guzik K., *Dolny Śląsk obszarem strategicznym dla krajowego rynku kamieni budowlanych i drogowych*. Konf. Kruszywa 2010. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 130. Wrocław 2011
- [5] Kozioł W., Uberman R., *Polski kamień – dziś i jutro*. Kopaliny nr 4/2002. Drekop. Wrocław 2002
- [6] Kozioł W., Czaja P., *Górnictwo skalne w Polsce – stan obecny, perspektywy i uwarunkowania rozwoju*. Polski Kongres Górniczy 2010 – IX Krajowy Zjazd Górnictwa Odkrywkowego. Kraków 2010
- [7] Maślaniak J., Kozioł W., *Kamień w budownictwie, zarys rozwoju i aktualny stan kamieniarstwa w Polsce*. Górnictwo Odkrywkowe nr 2-3/1999. Wrocław
- [8] Projekt „Strategie i Scenariusze Technologiczne Zagospodarowania i Wykorzystania Złóż Surowców Skalnych”. Zad. 4, Innowacyjne technologie wydobywania i przeróbki surowców skalnych dla głównych grup surowcowych. Etap 4.3, Technologiczne układy wydobywania i przeróbki surowców skalnych na bloki i elementy foremne. Część 4.3.7, Modelowe układy wydobywania i obróbki skał blocznych za granicą, Część 4.3.5, Technologiczne układy wydobywania i obróbki na bloki i elementy foremne skał osadowych i metamorficznych, Część 4.3.1, Inwentaryzacja kopalń surowców skalnych produkujących bloki w Polsce (z wyjątkiem Dolnego Śląska). AGH Kraków 2010/2011
- [9] Sitarz S., *Górnictwo skalne i kamieniarstwo na Dolnym Śląsku*. Polski Kongres Górniczy 2010 – IX Krajowy Zjazd Górnictwa Odkrywkowego. Kraków 2010
- [10] Sitarz S., *Kamieniarstwo*. Polski Kongres Górniczy 2010 – IX Krajowy Zjazd Górnictwa Odkrywkowego. Kraków 2010
- [11] Smakowski T., *Is the recession in the stone market over?* Świat Kamienia nr 5/2011
- [12] Sowa M., *Spadek w międzynarodowym handlu marmurem i granitem*. Świat Kamienia nr 4/2010

Artykuł recenzował dr inż. Szymon Modrzejewski

Rękopis otrzymano 28.09.2011 r. * 2222