

Łukasz MACHNIAK\*

## **Przestrzenny rozkład zapotrzebowania na kruszywa w budownictwie jednorodzinym**

Streszczenie: Kruszywa naturalne znajdują szerokie zastosowanie w budownictwie liniowym i kubaturowym. W pracy przedstawiono badania zapotrzebowania na kruszywa w elementach betonowych i żelbetonowych budynków jednorodzinnych wolnostojących oraz w zabudowie bliźniaczej. Kubatura budynków jednorodzinnych w 2013 roku stanowiła 70% kubatury budownictwa mieszkaniowego i blisko 33% kubatury wszystkich budynków oddanych do użytkowania. Analizę oparto na podstawie wskaźników jednostkowego zużycia kruszyw względem cech użytkowych i konstrukcyjnych budynków. W obliczeniach uwzględniono wskaźniki charakterystyczne dla różnych typów architektonicznych domów: parterowych podpiwniczonych i niepodpiwniczonych oraz parterowych z poddaszem użytkowym podpiwniczone i niepodpiwniczone. Uwzględniono również technologię wznoszenia budynków oraz konstrukcję stropów. Obliczone zużycie kruszyw w 2013 roku wyniosło około  $13,5 \pm 2$  mln Mg. Wartość minimalna (11,5 mln Mg) i maksymalna (15,5 mln Mg) wynikają z obliczonych dla jednostkowych wskaźników zużycia kruszywa odchyłeń standardowych (współczynników zmienności). Dla zidentyfikowanej struktury budownictwa jednorodzinnego, która w ostatnich kilku latach nie ulega zmianom; średnie zużycie kruszyw wynosi około 185 Mg/dom, a średni wskaźnik zużycia 1,22 Mg na 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej. Udział budownictwa jednorodzinnego w rynku kruszyw żwirowo-piaskowych w 2013 roku, wyniósł około 8%, a w całym rynku kruszyw około 6%. W ujęciu regionalnym największe zapotrzebowanie na kruszywa odnotowano w województwie mazowieckim (ok. 1,9 mln Mg), następnie: małopolskim, śląskim i wielkopolskim (po ok. 1,5 mln Mg) a najmniejsze zapotrzebowanie wystąpiło w województwie opolskim (0,24 mln Mg). W poszczególnych województwach obserwuje się duże zróżnicowanie udziału budownictwa jednorodzinnego w rynku kruszyw żwirowo-piaskowych. Udział ten wynosił od około 2% w podlaskim do około 25% w śląskim i świętokrzyskim.

Słowa kluczowe: górnictwo odkrywkowe, budownictwo jednorodzinne, kruszywa i beton zapotrzebowanie

\* Dr inż., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, e-mail: machniak@agh.edu.pl

## **The spatial distribution of the demand for aggregates in the construction of single-family house**

Abstract: Natural aggregates are widely used both in ribbon and volumetric construction. The paper presents the study of the aggregate demand in single-family buildings. The volume of single-family houses in 2013 accounted for 70% of the volume of housing construction and nearly 33% of all the volume of the completed buildings. The analysis is based on the aggregates consumption ratio in respect to usable and construction features of the buildings. The calculations take indicators specific to different types of architectural houses into account, such as one-storey buildings with or without a basement, one-storey buildings with a utility attic with or without a basement. The analysis also includes technology for the construction of buildings, as well as the construction of ceilings. Calculated aggregate consumption in 2013 amounted to approx.  $13.5 \pm 2$  million Mg. The minimum (11.5 million Mg) and maximum value (15.5 million Mg) has been calculated for the standard deviation (coefficient of variation) for the aggregates consumption ratio. Research on single-family housing structures has identified that the average consumption of aggregates is approx. 185 Mg / house, representing an average consumption of 1.22 Mg per 1 m<sup>2</sup> of usable area and has not changed for the past several years. The share of single-family housing in market of gravel-sand aggregates in 2013, amounted to approx. 8%, and the overall market aggregates approx. 6%. In regional terms, the greatest use of aggregates was observed in the Mazowieckie province (approx. 1.9 million Mg), then: Małopolskie, Śląskie and Wielkopolskie provinces (approx. 1.5 million Mg). In contrast, the lowest amount of aggregates was observed in the Opolskie province (0.24 million Mg). In particular, provinces observed differences in the share of single-family housing in the gravel-sand aggregates market. This share ranged from approx. 2% in the Podlaskie to approx. 25% in the Śląskie and Świętokrzyskie provinces.

Keywords: opencast mining, single-family housing, demand for aggregates, demand for concrete

## **Wprowadzenie**

Z roku na rok budownictwo zużywa coraz większe ilości kruszyw naturalnych. Szacunkowe dane (dokładnych brak) podają, że roczne światowe zużycie kruszyw przekracza już 40 mld Mg, w tym w krajach Unii Europejskiej około 3 mld Mg. Biorąc pod uwagę nieprzydatność lub ograniczenie wykorzystania kruszyw (piasku) zalegających na pustyniach oraz dnie mórz, jak również koszty ich pozyskania wraz z transportem, coraz częściej zaczyna zwracać się uwagę na problem deficytu kruszyw w niektórych krajach. Już obecnie kraje arabskie (np. Zjednoczone Emiraty Arabskie) importują duże ilości kruszyw z Australii.

Kruszywa znajdują szerokie zastosowanie we wszystkich rodzajach budownictwa. Zdecydowanie największe zapotrzebowanie na kruszywa generowane jest przez budownictwo liniowe (drogi itp.). Należy mieć na uwadze, że segment ten w kraju w okresie kilkuletnim stanie się mniej atrakcyjny dla branży kruszyw. Po zakończeniu perspektywy finansowej 2014–2020 zrealizowana zostanie większość znaczących inwestycji infrastrukturalnych (drogowych i kolejowych). Mniej widoczne ostatnio budownictwo kubaturowe będzie po tym okresie miało większe znaczenie dla rynku kruszyw. Z tego też względu ważne jest zidentyfikowanie popytu w tym segmencie budownictwa, ale też wskazanie jego potencjału w przyszłości.

Do budownictwa kubaturowego zaliczają się budynki mieszkalne i niemieszkalne. Budynki mieszkalne – to głównie budynki jednomieszkaniowe (domy jednorodzinne) oraz wielomieszkaniowe (bloki). Natomiast do budownictwa niemieszkalnego należy przypisać głównie obiekty: hotelowe, biurowe, handlowo-usługowe, transportu, łączności, przemysłowe, magazynowe oraz użyteczności publicznej.

Według danych za 2013 rok, na 99 606 budynków oddanych do użytkowania, nieco ponad 77 tys. stanowiły budynki mieszkalne (w tym około 71 tys. jednomieszkaniowe – wolnostojące) i blisko 22 tys. budynki niemieszkalne. Kubatura wszystkich budynków mieszkalnych wynosiła blisko 73,3 mln metrów sześciennych, co odpowiadało blisko 47% łącznej kubatury wszystkich budynków oddanych do użytkowania. Kubatura samych budynków jednorodzinnych (jednomieszkaniowych) stanowiła aż 70% kubatury w budownictwie mieszkaniowym i blisko 33% kubatury wszystkich budynków oddanych do użytkowania (GUS 2014a, GUS 2014b). Dane te wskazują na ważną rolę budownictwa jednorodzinnego w strukturze wznoszonych budynków, a tym samym stanowi on ważny kierunek zastosowań dla wielu surowców mineralnych, w tym kopalin: okruchowych (głównie piasków i żwirów), zwięzłych oraz ilastych. Kopaliny te w zdecydowanej większości nie znajdują bezpośredniego zastosowania, wykorzystywane są do produkcji różnego rodzaju materiałów budowlanych (tab. 1), do których przede wszystkim zaliczyć należy: beton, bloczki betonowe, wyroby ceramiczne (pustak, cegła, dachówka), silikaty, beton komórkowy, spoiny, materiały wykończeniowe.

TABELA 1. Surowce mineralne wykorzystywane w elementach konstrukcyjnych budynków

TABLE 1. Mineral raw materials used in structural elements of buildings

Kopalina	Materiał budowlany	Główne zastosowanie
Piasek <sup>1</sup> , żwir <sup>1</sup> , wapień <sup>2</sup> , margiel <sup>2</sup> , kreda <sup>2</sup>	beton	ławy i ściany fundamentowe, stropy monolityczne, nadbeton w stropach gęstożebrowych, filary, belki, schody
Piasek kwarcowy, wapień <sup>3</sup> , kreda <sup>3</sup>	silikaty (wyroby wapienno-piaskowe)	ściany zewnętrzne i działowe
Piasek kwarcowy, wapień <sup>3</sup> , kreda <sup>3</sup>	beton komórkowy	
Iły, mułki, lessy, gliny	wyroby ceramiczne	ściany zewnętrzne i działowe, dachówka ceramiczna, stropy gęstożebrowe

<sup>1</sup> Do produkcji betonu w budownictwie jednorodzinnym stosuje się głównie piaski i żwiry.

<sup>2</sup> Kopalina do produkcji cementu.

<sup>3</sup> Kopaliny do produkcji wapna palonego.

Ilościowego powiązania wydobycia (produkcji) kruszyw dokonywano dotychczas głównie z makroekonomicznymi wskaźnikami wzrostu gospodarczego (np. Kawalec 2007; Kozioł i Kawalec 2007; Kozioł i in. 2008; Kozioł i in. 2014; Kabziński 2009; Kozioł i Galos red. 2014). W odniesieniu do budownictwa mieszkaniowego poszukano zależności głównie w relacji do liczby budowanych mieszkań (AGH 2010; Bednarczyk red. 2013). Sposoby te nie obrazowały jednak faktycznego zapotrzebowania, głównie poprzez dominujący wpływ budownictwa liniowego na poziom wydobycia kruszyw. Dodatkowo nie wyróżniano budynków jednorodzinnych i wielorodzinnych, co w wyniku różnego poziomu zapotrzebowania na kruszywa, ale też innej skali tych rodzajów budownictwa, dawało jedynie bardzo ogólny zarys zależności.

W artykule przedstawia się wyniki prowadzonych badań w odniesieniu do zapotrzebowania na kruszywa w elementach betonowych i żelbetowych budynków jednorodzinnych na podstawie jednostkowych wskaźników zużycia kruszyw, liczby budowanych domów oraz ich struktury konstrukcyjno-użytkowej. Określono zatem wycinek strumienia popytu na kruszywa naturalne, głównie piaski i żwiry, generowany przez budownictwo kubaturowe.

## **1. Identyfikacja struktury wznoszonych budynków**

Z przeprowadzonych badań wskaźników zużycia kruszyw w budynkach wolnostojących wynika, że zapotrzebowanie uzależnione jest od architektonicznego typu domu, jak również cech użytkowych (Machniak 2015). Ważny wpływ na wielkość zużycia kruszyw ma przede wszystkim podpiwniczenie obiektu oraz konstrukcja stropu lub stropów pomiędzy jego kondygnacjami. Zużycie kruszyw, co jest oczywiste, jest wprost proporcjonalne do parametrów użytkowych, a więc powierzchni (użytkowej i całkowitej) oraz kubatury. Określenie wielkości zużycia kruszyw w budownictwie jednorodzinym wymaga zatem określenia struktury budowanych domów, poprzez określenie ich wielkości, typów architektonicznych oraz rodzajów ich budowy.

Pod względem sposobów wznoszenia budynków zdecydowaną przewagę posiada konstrukcja tradycyjna udoskonalona: 99% (GUS 2014a), 79% (Oferteo), kolejno drewniana szkieletowa lub z bali stanowią odpowiednio 1% (GUS 2014a) i 21% (Oferteo). Do określenia zużycia kruszyw przyjęto wartość średnią: budynki konstrukcji tradycyjnej stanowią 89%, a w drewnianej 11% w ogólnej liczbie domów, których budowę rozpoczęto. Zdecydowana większość budowanych domów (90%) nie posiada podpiwniczenia (Oferteo). Ze względu na brak informacji co do liczby budynków z garażami przyjęto założenie, że we wszystkich domach one występują. Pod względem liczby kondygnacji przeważają budynki parterowe z poddaszem użytkowym – 70%, parterowe stanowią 30% w liczbie budynków (GUS 2014a). Powierzchnia użytkowa budynków zawiera się najczęściej (40%) w przedziale od 100 do 150 m<sup>2</sup> – założono 125 m<sup>2</sup>, 26% budynków charakteryzuje się powierzchnią od 150 do 200 m<sup>2</sup> – założono 175 m<sup>2</sup>, 20% stanowią budynki o powierzchni powyżej 200 m<sup>2</sup> – założono 220 m<sup>2</sup>, a 14% budynków charakteryzuje się powierzchnią poniżej 100 m<sup>2</sup> – założono 90 m<sup>2</sup> (Oferteo).

Przyjęto, że wszystkie budynki wznoszone w konstrukcji tradycyjnej posiadają ściany fundamentowe (lub piwnic) wykonane z żelbetu, bloczków betonowych lub betonowych pustaków zasypowych. We wszystkich domach parterowych z poddaszem użytkowym przyjęto 70% udział stropów żelbetowych i 30% stropów gęstożebrowych. W domach parterowych natomiast, dla powierzchni użytkowej 90 m<sup>2</sup> założono, że udział tych stropów wynosi 50%, dla powierzchni użytkowej 125 m<sup>2</sup> przyjęto 70%. Pozostały udział przypisano stropom drewnianym (w domach podpiwniczonych – tylko strop nad kondygnacją mieszkalną). Dla pozostałych powierzchni domów parterowych zakładano strukturę jak dla domów z poddaszem użytkowym (Machniak 2015). Z punktu widzenia badań zapotrzebowania na kruszywa istotne jest, że w okresie ostatnich kilku lat struktura ta nie uległa istotnym zmianom. Należy spodziewać się również, że podobna struktura budowanych domów zostanie utrzymana w najbliższej przyszłości, co można wykorzystać w prognozach zapotrzebowania na kruszywa.

## **2. Wskaźniki zużycia kruszyw w budynkach jednorodzinnych**

Podstawą do określenia zapotrzebowania na kruszywa dla budownictwa jednorodzinnego jest liczba budynków, których budowę rozpoczęto. W 2013 roku rozpoczęto budowę nieco ponad 72 tysięcy domów jednorodzinnych wolnostojących oraz w zabudowie bliźniaczej (GUS 2014a, GUS 2014b). Aż 96% budynków realizowanych było przez inwestorów indy-

widualnych. Ze względu na długi okres realizacji inwestycji, wynoszący blisko 60 miesięcy (GUS 2014a), nie wzięto pod uwagę liczby oddanych budynków do użytkowania. Dane z 2013 roku odpowiadają bowiem za zużycie kruszyw głównie w latach 2008 i 2009, ale też w latach następnych. Zapotrzebowanie na beton (kruszywa) pojawia się w początkowej fazie budowy domu (stan surowy), realizowany zazwyczaj w okresie jednego sezonu budowlanego, najczęściej od kwietnia do października. Dlatego też dane o liczbie budów rozpoczętych w większym stopniu odzwierciedlają faktyczne zapotrzebowanie na beton (kruszywa) w danym roku kalendarzowym.

Drugim parametrem uwzględnianym w prognozie są jednostkowe wskaźniki zużycia kruszyw dla poszczególnych typów domów. Uwzględnić można wskaźniki obliczone względem cech użytkowych, jak: powierzchnia zabudowy, powierzchnia całkowita, powierzchnia użytkowa, kubatura. Ze względu na umiarkowaną zmienność ich wartości w obrębie danego typu budynku, stosować można je wymiennie w zależności od dostępności danych dotyczących budowanych domów. Jako że podstawę podziału struktury budowanych domów określono względem ich powierzchni użytkowej, stąd w obliczeniach posłużono się wskaźnikami jednostkowego zużycia względem tej cechy. Wartości przyjętych do analizy wskaźników oraz wyznaczone dla nich współczynniki zmienności ( $k_z$ ) wynoszą (Machniak 2015):

- Typ 1 – budynki o konstrukcji drewnianej: 0,97 Mg/m<sup>2</sup> (wartość średnia opisująca wszystkie typy budynków, uwzględnia kruszywa niezbędne do wykonania fundamentów: chudy beton pod ławy, ławy, ściany fundamentowe lub ściany piwnic, strop (domy podpiwniczone) lub chudy beton pod posadzkę parteru lub;  $k_z = 25\%$ ,
- Typ 2 – budynki o konstrukcji tradycyjnej z poddaszem użytkowym, bez podpiwniczenia: 1,08 Mg/m<sup>2</sup> (stropy żelbetowe); 0,95 Mg/m<sup>2</sup> (stropy gęstożebrowe);  $k_z = 16,9\%$ ,
- Typ 3 – budynki o konstrukcji tradycyjnej z poddaszem użytkowym, podpiwniczone: 1,69 Mg/m<sup>2</sup> (strop żelbetowy); 1,42 Mg/m<sup>2</sup> (strop gęstożebrowy);  $k_z = 13,4\%$
- Typ 4 – budynki o konstrukcji tradycyjnej, parterowe, bez podpiwniczenia: 1,64 Mg/m<sup>2</sup> (strop gęstożebrowy); 1,29 Mg/m<sup>2</sup> (strop drewniany); 1,41 Mg/m<sup>2</sup> (strop gęstożebrowy);  $k_z = 9,5\%$ ,
- Typ 5 – budynki o konstrukcji tradycyjnej parterowe, podpiwniczone: 2,5 Mg/m<sup>2</sup> (stropy żelbetowe); 2,17 Mg/m<sup>2</sup> (strop drewniany nad kondygnacją mieszkalną, strop żelbetowy nad piwnicami); 2,06 Mg/m<sup>2</sup> (stropy gęstożebrowe);  $k_z = 10,9\%$ .

### **3. Zapotrzebowanie na kruszywa dla budownictwa jednorodzinnego**

Zapotrzebowanie na kruszywa w 2013 roku w elementach betonowych i żelbetowych budynków jednorodzinnych przedstawiono w tabeli 2. Szacunkowe łączne zużycie wyniosło  $13,5 \pm 2$  mln Mg. Wartości minimalna (11,5 mln Mg) i maksymalna (15,5 mln Mg) wynikają z obliczonych dla jednostkowych wskaźników zużycia kruszyw odchyleń standardowych (współczynników zmienności). Odchylenie wartości minimalnej, jak i maksymalnej od wartości średniej dla łącznego zużycia wyniosło ostatecznie 14,7%. Biorąc pod uwagę, że w mieszance betonowej frakcja 0–2 mm (piasek) stanowi średnio 34%, a frakcja powyżej 2 mm – 66% (Machniak 2015), zapotrzebowanie na piasek wyniosło około  $4,6 \pm 0,7$  mln Mg, a na żwir (lub kruszywa łamane) około  $8,9 \pm 1,3$  mln Mg. Średnie zużycie kruszyw

wyniosło około 185 Mg/dom, co dla przyjętej struktury powierzchni użytkowej domów stanowi 1,22 Mg na 1 m<sup>2</sup> tej powierzchni. Z wartości tych wynika, że średnia powierzchnia użytkowa domu wyniosła około 151 m<sup>2</sup>. Porównanie ze statystyczną średnią powierzchnią użytkową budowanych domów, która w ostatnich latach wynosiła około 147–150 m<sup>2</sup> (GUS 2014b), potwierdza przyjęty rozkład wielkości domów.

Największe zapotrzebowanie na kruszywa (blisko 6 mln Mg/r) generują budynki parterowe z poddaszem użytkowym, niepodpiwniczone. Wynika to głównie z liczby budowanych domów o tym typie architektonicznym. Równie dużym zapotrzebowaniem (ok. 4 mln Mg/r), pomimo znacznie mniejszej liczby obiektów, charakteryzują się budynki parterowe niepodpiwniczone. Wartość ta wynika ze znacznie większej wartości jednostkowego wskaźnika zużycia kruszyw w porównaniu do budynków z poddaszem użytkowym.

Przyjmując jednostkowe zużycia kruszyw na poziomie 185 Mg/dom oraz przy uwzględnieniu liczby rozpoczętych budów, w tabeli 3. przedstawiono wielkość zużycia żwiru i piasku w konstrukcjach betonowych i żelbetowych domów jednorodzinnych w latach 2005–2013.

Zużycie kruszywa zawierało się w przedziale od 11,1 do 17,9 mln Mg/r w poszczególnych latach. Średnie zużycie kruszyw dla analizowanego okresu wyniosło natomiast około 15 mln Mg/r. Udział zużycia w łącznym wydobyciu piasków i żwirów przedstawia rysunek 1.

Malejący udział w rynku kruszyw, szczególnie po 2010 roku, wynikał ze wzrostu wielkości wydobycia na skutek rozwoju realizacji inwestycji drogowych. Należy się spodziewać, że po zrealizowaniu planowanych inwestycji drogowych (po 2022 roku) udział zużycia piasków i żwirów w budownictwie jednorodzinym powróci do poziomu około 12%. Udział budownictwa jednorodzinnego w rynku kruszyw żwirowo-piaskowych w 2013 roku wyniósł około 8%. Przy uwzględnieniu średniego punktu piaskowego eksploatowanych złóż oznacza to, około 4-procentowy udział w krajowym wydobyciu piasku i około 14-procentowy udział wydobycia żwiru.

Przy założeniu jednolitej struktury budowanych domów, w tabeli 4. przedstawiono udział zużycia kruszyw w budownictwie jednorodzinym z podziałem na piaski i żwiry w ujęciu regionalnym. Dla poszczególnych województw udziały w rynku kruszyw żwirowo-piaskowych wynoszą od około 2% w podlaskim do około 25% w śląskim i świętokrzyskim. Udział w wydobyciu wyłącznie piasku jest mniej zróżnicowany, wynosi od około 1,5% w podlaskim do około 14% w śląskim. Natomiast udział w wydobyciu żwiru w poszczególnych województwach, ze względu na znacznie większe zużycie w mieszance betonowej oraz zróżnicowane punkty piaskowe eksploatowanych złóż, wynosi od 2,3% w podlaskim do 77% w lubelskim. W województwie świętokrzyskim, przy bardzo nieznacznej wielkości wydobycia żwiru, występuje deficyt tego kruszywa, który uzupełniany jest kruszywami lokalnymi ze złóż kopalin zwięzłych. Również w innych województwach, w których wydobywa się kopaliny zwięzłe, następuje częściowe pokrycie zapotrzebowania na frakcje powyżej 2 mm kruszywami łamanymi. Dlatego też pokazany w tabeli 4. udział w wydobyciu żwiru w województwach: dolnośląskim, małopolskim, opolskim, śląskim oraz całym kraju jest nieco zawyżony. Identyfikacja wielkości wykorzystania kruszyw łamanych jest trudna ze względu na rozproszony rynek producentów betonu.

W 2013 roku największym zużyciem kruszyw w elementach betonowych i żelbetowych budynków jednorodzinnych charakteryzowało się województwo mazowieckie (ok. 1,9 mln Mg), następnie: małopolskie, śląskie i wielkopolskie (po ok. 1,5 mln Mg). Zdecydowanie najmniejsze zużycie kruszyw odnotowano w województwie opolskim (0,24 mln Mg).

TABELA 2. Szacunkowe zużycie kruszyw w budynkach jednorodzinnych w 2013 roku  
 TABLE 2. The estimated consumption of aggregates in single-family houses in 2013

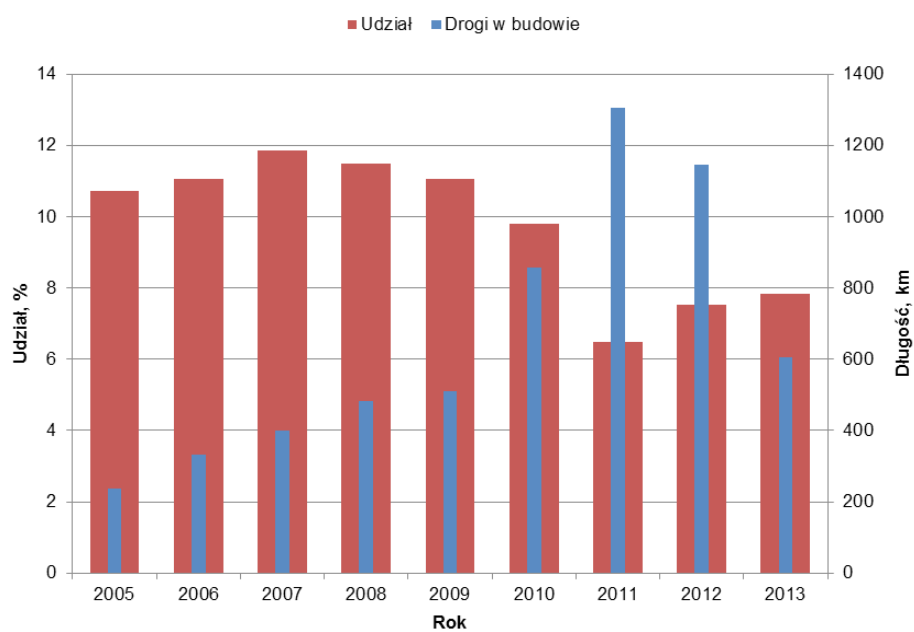
Rodzaj budowy; udział	Cecha 1; udział	Cecha 2; udział	Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	Udział domów o danej powierzchni [%]	Wskaźnik jednostkowego zużycia [Mg/m <sup>2</sup> ]	Zużycie kruszyw [Mg]			
						średnie	minimalne	maksymalne	
Drewniana 11%	--- 1)	--- 1)	90	13	0,97 2)	97 773	73 330	122 216	
			125	40		387 988	290 991	484 985	
			175	26		353 069	264 802	441 336	
			220	21		341 429	256 072	426 787	
Tradycyjna 89%	parterowy z poddaszem użytkowym	bez podpiwniczenia	90	13	1,08 3) 0,95 6)	534 854	444 464	625 245	
			125	40		2 122 438	1 763 746	2 481 130	
			175	26		1 931 419	1 605 009	2 257 828	
		220	21	1 867 745		1 552 096	2 183 394		
		z podpiwniczeniem	90	13		91 854	79 546	104 163	
			125	40		364 500	315 657	413 343	
	175		26	331 695	287 248	376 142			
	parterowy	10%	z podpiwniczeniem	220	21	1,64 3) 1,29 4) 1,41 6)	320 760	277 778	363 742
				90	13		322 586	291 940	353 232
				125	40		1 341 269	1 213 848	1 468 690
		90%	bez podpiwniczenia	175	26		1 249 180	1 130 508	1 367 852
				220	21		1 207 998	1 093 239	1 322 758
90				13	57 128		50 901	63 355	
30%	z podpiwniczeniem	125	40	226 700	201 990	251 411			
		175	26	209 213	186 409	232 017			
		220	21	202 316	180 263	224 368			
Łącznie:						13 561 916	11 559 837	15 563 995	

1) przyjęto dane o zużyciu kruszyw dla wszystkich typów architektonicznych domów, 2) funkcja zużycia kruszyw niezbędnych do wykonania tylko fundamentów: chudy beton pod ławy, ławy, ściany fundamentowe lub ściany piwnic (domy podpiwniczone), chudy beton pod posadzkę parteru lub strop (domy podpiwniczone), 3) wskaźnik zużycia kruszyw dla domów ze stropami żelbetowymi, 4) wskaźnik zużycia kruszyw dla domów ze stropami drewnianymi, 5) wskaźnik zużycia kruszyw dla domu ze stropem drewnianym nad kondygnacją mieszkalną i stropem żelbetowym nad piwnicą, 6) wskaźnik zużycia kruszyw dla domów ze stropem gęstożębrowym.

TABELA 3. Szacunkowe zużycie kruszyw w budynkach jednorodzinnych w latach 2005–2013

TABLE 3. The estimated of aggregates consumption in single-family houses in the years 2005–2013

Rok	Liczba wydanych pozwoleń na budowę	Powierzchnia budynków z wydanymi pozwoleniami [m <sup>2</sup> ]	Średnia powierzchnia użytkowa budynku z wydanym pozwoleniem [m <sup>2</sup> ]	Liczba rozpoczętych budów	Zapotrzebowanie [mln Mg]
2005	55 028	8 220 164	149	57 505	11,1
2006	70 333	10 993 029	156	68 892	13,3
2007	103 632	15 717 533	151	88 340	17,1
2008	105 491	16 066 369	152	92 375	17,9
2009	93 803	14 159 397	150	83 690	16,2
2010	92 498	13 874 729	150	85 703	16,6
2011	90 386	13 476 611	149	86 378	16,7
2012	79 682	11 718 094	147	74 633	14,5
2013	70 120	10 425 248	148	72 725	14,1



Rys. 1. Udział budownictwa jednorodzinnego w rynku piasków i żwirów oraz długości dróg szybkiego ruchu budowanych w latach 2005–2013

Fig. 1. The share of single-family construction in market of sand and gravel as well as the length of roads under construction in the years 2005–2013



TABELA. 4. Zużycie kruszyw w budownictwie jednorodzinnym w poszczególnych województwach oraz udział w rynku kruszyw żwirowo-piaskowych

TABLE. 4. Aggregates consumption in single-family construction in the voivodeships and the share in market of sand and gravel

Województwo	Wydobycie ogółem [Mg]	Średni punkt piaskowy [%] <sup>3)</sup>	Wydobycie [Mg]		Zapotrzebowanie [Mg]			Udział wydobycia [%]		
			piasek	żwir	ogółem	piasek	żwir	ogółem	piasek	żwir
Dolnośląskie	1 0024 000	60	6 014 400	4 009 600	849 975	288 992	560 984	8,5	4,8	14,0 <sup>4)</sup>
Kujawsko-pomorskie	5 737 000	72	4 130 640	1 606 360	644 198	219 027	425 171	11,2	5,3	26,5
Lubelskie	6425 000	89	5 718 250	706 750	825 349	280 619	544 730	12,8	4,9	77,1
Lubuskie	5 519 000	70	3 863 300	1 655 700	272 007	92 482	179 525	4,9	2,4	10,8
Łódzkie	24 024 000	80	19 219 200	4 804 800	857 064	291 402	565 662	3,6	1,5	11,8
Miastopolskie	11 574 000	45	5 208 300	6 365 700	1 543 798	524 891	1 018 907	13,3	10,1	16,0 <sup>4)</sup>
Mazowieckie	12 650 000	65	8 222 500	4 427 500	1 930 354	656 320	1 274 034	15,3	8,0	28,8
Opolskie	6 799 000	48	3 263 520	3 535 480	241 411	82 080	159 331	3,6	2,5	4,5 <sup>4)</sup>
Podkarpackie	17 095 000	55	9 402 250	7 692 750	991202	337 009	654 193	5,8	3,6	8,5
Podlaskie	20 994 000	47	9 867 180	11 126 820	391 406	133 078	258 328	1,9	1,3	2,3
Pomorskie	11 365 000 <sup>1)</sup>	60	6 819 000	4 546 000	809 491	275 227	534 264	7,1	4,0	11,8
Śląskie	5 689 000	58	3 299 620	2 389 380	1 397 347	475 098	922 249	24,6	14,4	38,6 <sup>4)</sup>
Świętokrzyskie	1 921 000	100	1 921 000	---	514 351	174 879	339 472	26,8	9,1	2)
Warmińsko-mazurskie	12 611 000	57	7 188 270	5 422 730	404 093	137 392	266 701	3,2	1,9	4,9
Wielkopolskie	10 921 000	78	8 518 380	2 402 620	1 377 945	468 501	909 444	12,6	5,5	37,9
Zachodniopomorskie	9 939 000	61	6 062 790	3 876 210	511 925	174 055	337 871	5,2	2,9	8,7
Polska	173 287 000	65	108 718 600	64 568 400	13 561 916	4 611 051	8 950 865	7,8	4,2	13,9

1) uwzględniono wydobycie z Bałtyku (290 tys. Mg), 2) występuje deficyt równy wielkości zapotrzebowania na żwir, który zastępowany jest kruszywami z lokalnych kopalń kopalin zwięzłych (głównie dolomitów), 3) na podstawie (Kozioł i Galos red. 2013), 4) zapotrzebowanie na frakcje powyżej 2 mm częściowo pokrywane kruszywami łamanymi ze skał zwięzłych, rzeczywisty udział w wydobyciu jest mniejszy.

## Podsumowanie

Kruszywa naturalne znajdują zastosowanie głównie w budownictwie liniowym i kubaturowym. Przedstawiono badania zapotrzebowania Polsce na kruszywa dla budynków jednorodzinnych wolnostojących oraz w zabudowie bliźniaczej. Kubatura tych budynków w 2013 roku stanowiła 70% kubatury budownictwa mieszkaniowego i około 33% kubatury wszystkich budynków oddanych do użytkowania. Badania oparto na podstawie jednostkowego wskaźnika zużycia kruszyw względem cech użytkowych, konstrukcyjnych oraz architektonicznych budynków.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że średnie zużycie kruszyw to 185 Mg/dom, a dla przyjętej struktury rodzajów wznoszonych budynków, ich powierzchni użytkowej oraz typów architektonicznych średni wskaźnik zużycia wynosi 1,22 Mg na 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej. Uwzględniając średnie odchylenie standardowe 14,7%, wskaźnik zużycia kruszyw na jednostkę powierzchni użytkowej może zawierać się w przedziale od 1,04 do 1,40 Mg/m<sup>2</sup>. Zakładając utrzymanie się niezmiennie od kilku lat struktury budowanych domów wartości te można przyjąć za reprezentatywne dla krajowego budownictwa jednorodzinnego i uwzględniać w prognozach zapotrzebowania na kruszywa.

Udział budownictwa jednorodzinnego w rynku kruszyw żwirowo-piaskowych w 2013 roku wyniósł około 8%. Przy uwzględnieniu średniego punktu piaskowego eksploatowanych złóż stanowi to około 4-procentowy udział w wielkości wydobycia piasków i około 14-procentowy udział wydobyciu żwirów. Ze względu na alternatywne w stosunku do żwiru wykorzystywanie kruszyw łamanych w recepturach mieszanek betonowych należy przyjąć, że wartość udziału w rynku żwiru jest nieco zawyżona. Odnosi się to również do województw, w których wydobywa się kopaliny związane. Szczególnym przypadkiem jest województwo świętokrzyskie, w którym odnotowuje się bardzo małe wydobycie ze złóż piaskowo-żwirowych.

Poza zużyciem kruszyw w konstrukcjach betonowych i żelbetowych budynków jednorodzinnych, wytypować należy również inne zastosowania kruszyw, m.in. na zasypki fundamentów oraz do wszelkich prac niwelacyjnych wokół ich zabudowy. Do powyższych zastosowań zużywa się dodatkowo około 4 mln Mg/r, głównie kruszyw niższej jakości.

Praca wykonana w ramach badań statutowych nr 11.11.100.597.

## Literatura

- AGH 2010. *Regionalne prognozy zapotrzebowania na surowce skalne w układzie przestrzennym oraz logistyczne działanie optymalizujące*. Kraków: Akademia Górniczo-Hutnicza (AGH), 101 s.
- Bednarczyk, J. red. 2014. *Scenariusz krajowy pozyskiwania i zagospodarowania surowców skalnych*. Wrocław. Wyd. Poltegor-Institut, 206 s.
- GUS 2014a. *Budownictwo mieszkaniowe I-IV kwartał 2013 R.* Warszawa. Główny Urząd Statystyczny (GUS), 18 s.
- GUS 2014b. *Budownictwo – wyniki działalności w 2013 r.* Warszawa. Główny Urząd Statystyczny (GUS), 210 s.
- Kabziński, A. 2009. *Kruszywa w Polsce w latach 1989–2008*. I Forum Producentów Kruszyw. ABC. *Kruszywa. Referaty i prezentacje*. IMBiGS Warszawa 17 listopada 2009, s. 20–31.
- Kawalec, P. 2007. *Analiza produkcji i zużycia kruszyw w zależności od wybranych wskaźników wzrostu gospodarczego w Polsce i innych krajach UE*. Kraków. Praca doktorska AGH.

- Kozioł i in. 2008 – Kozioł, W., Kawalec, P. i Kabziński, A. 2008. Produkcja kruszywa w Unii Europejskiej. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 24, z. 4/3, s. 61–73.
- Kozioł i in. 2014 – Kozioł, W., Ciepłiński, A. i Machniak, Ł. 2014. Kruszywa naturalne w Unii Europejskiej – produkcja w latach 1980–2011. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 30, z. 1, s. 53–58
- Kozioł, W. i Galos, K. red. 2013. *Scenariusze zapotrzebowania na kruszywo naturalne w Polsce i w poszczególnych jej regionach*. Kraków-Wrocław. Wyd. Poltegor-Institut, 206 s.
- Kozioł, W. i Kawalec, P. 2007. Prognozy produkcji kruszyw naturalnych w Unii Europejskiej. Polski Kongres Górniczy w Krakowie 2007. *Górnictwo Odkrywkowe* 5–6, s.113–118.
- Machniak, Ł. 2015. Wskaźniki jednostkowego zużycia kruszyw w budownictwie jednorodzinym. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* (wysłany do redakcji).
- Oferteo. *Jakie domy budują Polacy? – Raport 2013* [Online] Dostępne w: <http://www.oferteo.pl/zlecenia-budowlane/jakie-domy-buduja-polacy> [Dostęp: 12.02.2015].

