

Lidia GAWLIK*, Dominik KRYZIA**, Ryszard UBERMAN***

Analiza zapotrzebowania i możliwości produkcji kruszyw żwirowo-piaskowych w trzech województwach północno-zachodniej części Polski

Streszczenie: Bilansowanie popytu z podażą kruszyw żwirowo-piaskowych ze względu na niewielką cenę surowca i wysokie koszty jego transportu jest istotnym elementem regionalnej gospodarki kruszywami. Produkcja kruszyw żwirowo-piaskowych w skali regionu zależy w głównej mierze od wielkości posiadanych zasobów, które mogą być eksploatowane oraz od jakości złóż. Odbiorcy kruszyw zlokalizowani są w miejscach, gdzie jest na nie zapotrzebowanie, zależne od prowadzonych inwestycji. Popyt jest rozproszony i zmienny w czasie.

W pracy analizie poddano wzajemne relacje między podażą kruszyw żwirowo-piaskowych w północno-zachodniej części kraju a popytem na ten surowiec. Mimo, że w analizowanym regionie występuje wiele złóż, to ich rozmieszczenie jest nierównomierne, a rejonu zapotrzebowania nie pokrywają się z rejonami wydobycia. Powstają więc obszary o nadwyżkach podaży nad popytem oraz obszary deficytowe, w których zapotrzebowanie musi być zaspokajane dodatkowymi dostawami.

W artykule omówiono metodę bilansowania produkcji i zużycia kruszyw żwirowo-piaskowych dla północno-zachodniej części Polski. Analizę dla trzech województw (zachodniopomorskie, pomorskie, kujawsko-pomorskie) wykonano w skali mniejszych jednostek terytorialnych – powiatów, przedstawiając możliwe kierunki dostaw kruszyw w skali regionalnej.

Słowa kluczowe: kruszywa żwirowo-piaskowe, bilansowanie, popyt, podaż, województwo zachodnio-pomorskie, województwo pomorskie, województwo kujawsko-pomorskie

Analysis of needs and opportunities for production of gravel-sand aggregates in three provinces of the north-western Poland

Abstract: Balancing of demand and supply of gravel-sand aggregates is an important component of regional economy of aggregates due to low price of such raw materials and high costs of transportation. Production of gravel-sand aggregates in the regional scale depends largely on quantity of resources that can be exploited and quality

* Dr hab. inż., ** Mgr inż., *** Prof. dr hab. inż., Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN Kraków; e-mail: kryzia@min-pan.krakow.pl

of deposits. Recipients of aggregates are located in areas where aggregates are required, depending on current level of investments. The demand is dispersed and variable in time.

In this paper the relationships between supply of gravel-sand aggregates in the north-western part of Poland and demand for this raw materials were analysed. Although there are many deposits in the region, their distribution is uneven, and the areas of demand do not coincide with areas of production. Thus, the areas of surplus of supply over demand can be noticed as well as deficit areas, where demand has to be met with supplies from other regions.

This paper describes a method for balancing of production and consumption of gravel-sand aggregates for the north-western part of Poland. The analysis of the three provinces of the region (Zachodniopomorskie, Pomorskie, Kujawsko-Pomorskie) were made for smaller territorial units – counties, outlining possible options for supply of aggregates on the regional scale.

Key words: gravel-sand aggregate, balancing, demand, supply, Zachodniopomorskie province, Pomorskie province, Kujawsko-Pomorskie province

Wprowadzenie

Kruszywa należą do podstawowych materiałów stosowanych w budownictwie i drogownictwie. Wśród kruszyw znaczącą pozycję zajmują kruszywa żwirowo-piaskowe, wykorzystywane głównie do produkcji betonów, wyrobów betonowych oraz na nasypy i podbudowy w budownictwie drogowym.

Pomimo, że złoża kruszyw żwirowo-piaskowych występują powszechnie na terenie kraju, to jednak w niektórych rejonach udokumentowana i zagospodarowana baza nie jest w stanie pokryć lokalnego zapotrzebowania. W sytuacji znacznych niedoborów kruszyw istnieje konieczność ich transportowania z rejonów posiadających nadmierne, w stosunku do potrzeb lokalnych, zdolności produkcyjne.

Produkcja kruszyw żwirowo-piaskowych w Polsce, ze względu na dostępną bazę zasobową, wykazuje silne zróżnicowanie regionalne. Dominującymi producentami są obecnie województwa: mazowieckie, dolnośląskie, zachodniopomorskie, małopolskie, warmińsko-mazurskie i pomorskie, a także wielkopolskie i podlaskie. Niewielka produkcja ma miejsce także w województwach świętokrzyskim, lubelskim i lubuskim (Minerals Yearbook... 2013).

Rosnący popyt na kruszywa żwirowo-piaskowe notowany jest w województwie pomorskim i kujawsko-pomorskim, co przy braku wystarczających ilości surowca wymusza dostawy żwirów i mieszanek spoza regionu. Żwiry o najwyższej jakości bywają dostarczane nawet z odległości rzędu kilkuset kilometrów z regionu dolnośląskiego i opolskiego, częściowo także warmińsko-mazurskiego i podlaskiego (Kozioł, Galos (red.), 2013).

Brak równowagi między popytem i podażą kruszyw występuje również wewnątrz regionów, co jest przedmiotem niniejszej analizy. Celem artykułu jest określenie kierunków transportu kruszyw naturalnych dla regionu Polski północno-zachodniej, w nawiązaniu m.in. do pracy Galosa i in. (2011).

2. Charakterystyka rynku kruszyw żwirowo-piaskowych w Polsce i w jej północno-zachodniej części

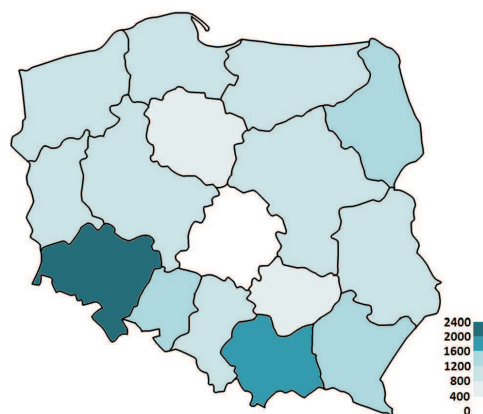
Kruszywa żwirowo-piaskowe mają charakter surowców regionalnych, tj. są wykorzystywane w głównej mierze w pobliżu miejsc ich produkcji, ale najlepsze klasy jakościowe

(zwłaszcza żwiry o istotnym udziale ziaren ze skał magmowych i metamorficznych) podlegają istotnej wymianie międzyregionalnej. Zróżnicowane zapotrzebowanie na kruszywa w poszczególnych regionach, jak również nierównomierne rozmieszczenie zasobów, skutkują istotnymi różnicami w zakresie intensyfikacji ich wydobycia i produkcji na terenie kraju. Również struktura asortymentowa produkcji tych kruszyw jest odmienna w zależności od bieżącego zapotrzebowania. Realizacja dużych inwestycji drogowych powoduje zwiększony udział piasków (punkt piaskowy >90%), piasków z domieszką żwirów (punkt piaskowy 75–90%) i pospółek (punkt piaskowy <75%) w łącznej produkcji regionu/województwa, natomiast udział żwirów zależy przede wszystkim od czynników geologicznych charakteryzujących złoża oraz zapotrzebowania rynków – zarówno lokalnych, jak i tych bardziej odległych.

W wielu przypadkach, wobec braku wystarczających ilości kopalin ze źródeł lokalnych, konieczne są dostawy żwirów i mieszanek z większej odległości, przez co międzyregionalne przewozy kruszyw, realizowane transportem samochodowym lub kolejowym, są nieodłącznym elementem rynku tych surowców. Najwyższej klasy żwiry bywają dostarczane koleją lub transportem samochodowym nawet na odległość 250–350 km. Żwiry niższych klas i częściowo mieszanki klasyfikowane, poza sprzedażą na rynku regionalnym, znajdują nabywców na rynkach sąsiednich regionów. Dostawy żwirów z krajów sąsiednich mają obecnie niewielkie znaczenie (Galos i in. 2011; Kozioł, Galos (red.), 2013).

Kruszywa naturalne żwirowo-piaskowe są kopalinami powszechnie występującymi w Polsce, tworząc złoża o znacznych zasobach. Jednak złoża z większym udziałem żwirów są rozmieszczone w kraju nierównomiernie, przypominając kształtem literę C wpisaną w kontur Polski (rys. 1).

Centralna część kraju, poczynając od Wielkopolski po Lubelszczyznę, pozbawiona jest większych złóż kruszyw piaskowo-żwirowych. Genetycznie są to złoża pochodzenia lodowcowego (północ i środek kraju) lub rzeczno- (południe kraju). Obecnie udokumentowanych jest około 8000 złóż kruszyw naturalnych żwirowo-piaskowych o łącznych zasobach ponad 17,2 mld ton (tab. 1). Najzasobniejsze są obszary Dolnego Śląska i Śląska Opolskiego



Rys. 1. Zasoby bilansowe kruszyw żwirowo-piaskowych według województw w 2011 roku [mln ton]

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bilans..., 2012

Fig. 1. Resources of gravel-sand aggregates by provinces in 2011 [million tonnes]

TABELA 1. Struktura geograficzna rozmieszczenia zasobów kruszyw żwirowo-piaskowych w Polsce, stanu na 31.12.2011 r.

TABLE 1. Geographical structure of deployment of gravel-sand aggregates in Poland, as at 31.12.2011

Województwo	Zasoby bilansowe łącznie [mln ton]	Udział [%]
Polska łącznie	17 232,6	100,0
Dolnośląskie	2 093,8	12,2
Małopolskie	1 866,7	10,8
Opolskie	1 420,4	8,2
Podkarpackie	1 267,7	7,4
Podlaskie	1 252,0	7,3
Lubuskie	1 167,7	6,8
Mazowieckie	1 110,3	6,4
Warmińsko-mazurskie	1 036,4	6,0
Zachodniopomorskie	1 006,2	5,8
Lubelskie	934,2	5,4
Śląskie	849,8	4,9
Pomorskie	813,3	4,7
Wielkopolskie	804,6	4,7
Kujawsko-pomorskie	303,0	1,8
Pozostałe	2 085,0	12,1

Źródło: Kozioł, Galos (red.), 2013

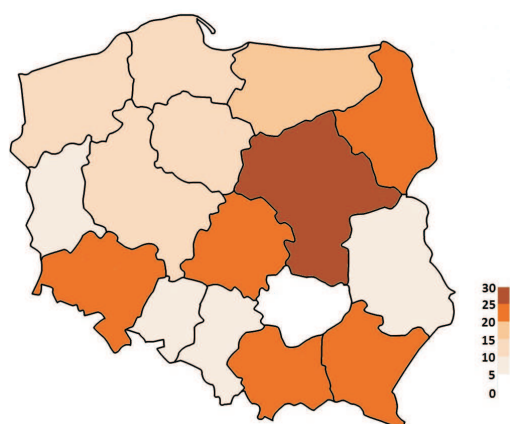
oraz Małopolski i Podkarpacia, a także Polski północno-wschodniej. W 2011 roku eksploatowanych było prawie 2600 złóż, a zaniechanych około 1900 (Bilans... 2012).

Obserwowany ostatnio znaczny wzrost wydobycia kruszyw żwirowo-piaskowych w poszczególnych regionach ma zróżnicowane przyczyny. W województwach: mazowieckim, wielkopolskim, łódzkim, pomorskim, kujawsko-pomorskim, a także podkarpackim był on rezultatem wyraźnego wzrostu lokalnego popytu na piaski i piaski z domieszką żwirów dla potrzeb realizowanych inwestycji drogowych. Natomiast w województwach: dolnośląskim, małopolskim, zachodniopomorskim, warmińsko-mazurskim czy podlaskim, to przede wszystkim efekt rosnącego popytu na żwiry klasyfikowane, m.in. ze strony odbiorców z województw centralnych.

Warunki geologiczne, jak i lokalizacja złóż zasobnych w żwiry sprawiają, że ich eksploatacja skoncentrowana jest na południu i północnym-wschodzie Polski (rys. 2).

Ostatnie lata przyniosły rozwój wydobycia i produkcji także w województwach: mazowieckim (jego udział zwiększył się do 12%), wielkopolskim, łódzkim, pomorskim, kujawsko-pomorskim, podkarpackim i małopolskim (tab. 2), stymulowany głównie realizacją dużych inwestycji drogowych (Kozioł, Galos (red.), 2013).

Struktura asortymentowa produkcji kruszyw żwirowo-piaskowych jest odmienna w różnych regionach kraju, uzależniona od możliwości produkcji żwirów, a także od zapotrzebowania na poszczególne rodzaje kruszyw w danym regionie.



Rys. 2. Wydobycie kruszyw żwirowo-piaskowych według województw w 2011 roku [mln ton]
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bilans..., 2012

Fig. 2. Extraction of gravel-sand aggregates by province in 2011 [million tonnes]

TABELA 2. Struktura geograficzna wydobycia kruszyw żwirowo-piaskowych w Polsce, stan na 31.12.2011 r.

TABLE 2. Geographic structure of extraction of gravel-sand aggregates in Poland, as at 31.12.2011

Wyszczególnienie	Wydobycie [tys. ton]
Polska łącznie	248 690
Mazowieckie	28 756
Podkarpackie	24 192
Łódzkie	21 905
Dolnośląskie	21 674
Małopolskie	20 975
Podlaskie	20 485
Warmińsko-Mazurskie	19 690
Kujawsko-Pomorskie	14 748
Wielkopolskie	14 065
Pomorskie	12 403
Zachodniopomorskie	12 240
Lubuskie	9 090
Lubelskie	8 262
Śląskie	8 218
Opolskie	8 151
Świętokrzyskie	3 268
Bałtycki Obszar Morski	569

Źródło: Kozioł, Galos (red.), 2013

W latach 2003–2010 nastąpił znaczny wzrost zapotrzebowania na kruszywa w budownictwie (także drogowym), którego roczne tempo wzrostu mieściło się w przedziale 10–20%. Łączne zużycie kruszyw żwirowych i piaszkowych osiągnęło w 2011 roku skokowy wzrost do około 237 mln ton (tab. 3).

TABELA 3. Szacunkowe zużycie żwirów, mieszanek klasyfikowanych i pospótek w poszczególnych województwach w 2011 roku

TABLE 3. Estimated consumption of gravels, gravel mix and classified mixtures by different provinces in 2011

Wyszczególnienie	Zużycie [mln ton]
Polska	63,9
Dolnośląskie	5,9
Kujawsko-Pomorskie	3,2
Lubelskie	2,4
Lubuskie	2,8
Łódzkie	3,9
Małopolskie	4,8
Mazowieckie	11,3
Opolskie	1,3
Podkarpackie	3,3
Podlaskie	2,1
Pomorskie	5,2
Śląskie	4,9
Świętokrzyskie	1,6
Warmińsko-Mazurskie	2,2
Wielkopolskie	6,7
Zachodniopomorskie	2,3

Źródło: Koziół, Galos (red.), 2013

Na tle sytuacji zasobowej, wielkości produkcji i zapotrzebowania na kruszywa żwirowo-piaskowe zaprezentowanej w tabelach 1–3 oraz na rysunkach 1–3 przeprowadzono szczegółową analizę kształtowania się tych wielkości w trzech województwach regionu północno-zachodniej Polski.

Województwo pomorskie

W województwie pomorskim zasoby bilansowe kruszyw żwirowo-piaskowych sięgają 810 mln ton, przy czym zasoby przemysłowe złóż eksploatowanych wynoszą 178 mln ton (Bilans... 2012). Złoża kruszyw żwirowo-piaskowych związane są tu głównie z akumulacją lodowcową.

Województwo pomorskie zajmowało w 2011 roku dziesiąte miejsce pod względem wielkości produkcji kruszyw żwirowo-piaskowych w Polsce, dostarczając na rynek 12,4 mln ton tych kruszyw, głównie piasków. Produkcja pozostałych, poza piaskami, sortymentów



Rys. 3. Zużycie żwirów, mieszanek klasyfikowanych i pospółek według województw w 2011 roku [mln ton]
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie Kozioł, Galos (red.), 2013

Fig. 3. Consumption of gravel, gravel mix and classified mixtures by province in 2011 [million tonnes]

wyniosła 2,2 mln ton. Na obszarze województwa pomorskiego w przypadku kruszyw żwirowo-piaskowych w ostatnich latach pojawiła się pewna nadwyżka podaży w stosunku do popytu regionu (szczególnie w zakresie żwirów), która w 2011 roku wynosiła 1,0-1,5 mln ton. Większe dostawy kruszyw żwirowo-piaskowych z kopalń województwa pomorskiego dotyczą głównie dostaw żwirów z dużych kopalń prowadzących przeróbkę kruszyw, na rynek betonu towarowego w województwie kujawsko-pomorskim oraz północnej części województwa wielkopolskiego.

W województwie pomorskim czynnych były ostatnio ponad 130 kopalń kruszywa naturalnego żwirowo-piaskowego. W 2011 r. w dwóch z nich: Glišno 2 i Ostrowite wydobycie roczne przekraczało 1 mln ton., w dwóch ponad 500 tys. ton. W siedmiu kopalniach wielkość wydobycia mieściła się w przedziale 200–500 tys. ton, w piętnastu – w przedziale 100–200 tys. ton i w szesnastu w przedziale 50–100 tys. ton. Pozostałe 70% kopalń to zakłady małe, gdzie wydobycie nie przekracza 50 tys. ton (Galos i in. 2011; Kozioł, Galos (red.), 2013).

Województwo kujawsko-pomorskie

W województwie kujawsko-pomorskim zasoby bilansowe kruszyw żwirowo-piaskowych sięgają zaledwie 303 mln ton, przy czym zasoby przemysłowe złóż eksploatowanych wynoszą około 107 mln ton (Bilans... 2012). Złoża kruszyw żwirowo-piaskowych związane są tu głównie z akumulacją lodowcową.

W województwie tym poziom wydobycia kruszyw żwirowo-piaskowych w 2011 roku wzrósł do rekordowego poziomu ponad 14,8 mln ton, do czego przyczynił się wzrost wydobycia piasków dla celów budownictwa drogowego. Dzięki temu województwo to pod względem wydobycia awansowało na miejsce ósme z tradycyjnie zajmowanego miejsca trzynastego. Pomijając jednak produkcję piasków, wielkość produkcji wyniosła około 2 mln ton. Na obszarze województwa trwale występuje wyraźny deficyt podaży w stosunku do popytu (w zakresie żwirów), który w 2011 roku wynosił około 1 mln ton. Tradycyjnie był on zaspokajany głównie dostawami kruszywa żwirowo-piaskowego wysokiej jakości z kopalń

w zachodniej części województwa warmińsko-mazurskiego, ale od niedawna głównymi dostawcami stali się producenci z województwa pomorskiego.

W 2001 roku w województwie czynnych było około 180 kopalń kruszywa naturalnego żwirowo-piaskowego. W siedmiu z nich wydobycie roczne przekraczało 500 tys. ton, a w dwunastu innych – 200 tys. ton. W dziewiętnastu kopalniach wielkość wydobycia mieściła się w przedziale 100–200 tys. ton, a w czternastu – w przedziale 50–100 tys. ton. Aż 130 kopalnie to zakłady małe, z nieprzekraczającym wydobyciem 50 tys. ton. Ich udział w skali województwa wynosi 70% (Galos i in. 2011; Kozioł, Galos (red.), 2013).

Województwo zachodniopomorskie

W województwie zachodniopomorskim zasoby bilansowe kruszyw żwirowo-piaskowych sięgają 1 000 mln ton, przy czym zasoby przemysłowe złóż eksploatowanych wynoszą ponad 172 mln ton (Bilans... 2012). Złóża kruszyw żwirowo-piaskowych związane są tu głównie z akumulacją lodowcową i częściowo rzeczna.

W 2011 roku województwo zajmowało 11 miejsce pod względem wielkości produkcji kruszyw żwirowo-piaskowych w Polsce, dostarczając na rynek 12,2 mln ton tych kruszyw. Pomijając jednak produkcję piasków, wielkość produkcji pozostałych asortymentów kruszyw wyniosła około 3,9 mln ton. Na obszarze województwa zachodniopomorskiego w ostatnich latach wystąpiła wyraźna nadwyżka podaży w stosunku do popytu (szczególnie w zakresie żwirów), która w 2011 roku wyniosła 1,5–2,0 mln ton. Większe pozaregionalne dostawy kruszyw żwirowo-piaskowych z tego województwa to głównie dostawy żwirów z dużych kopalń prowadzących przeróbkę kruszyw na rynki betonu towarowego w województwie wielkopolskim oraz północnej części województwa lubuskiego.

W województwie zachodniopomorskim czynnych było ostatnio około 60 kopalń kruszywa żwirowo-piaskowego. W 2011 roku w jednej z nich (Biały Dwór) wydobycie roczne przekraczało 1 mln ton, w ośmiu kopalniach – 500 tys. ton; w dziesięciu wielkość wydobycia w 2011 roku mieściła się w przedziale 200–500 tys. ton, w czterech – w przedziale 100–200 tys. ton, a w sześciu w przedziale 50–100 tys. ton. Pozostałe kopalnie to zakłady małe z wydobyciem nieprzekraczającym 50 tys. ton. Ich udział w produkcji województwa sięga 50% (Galos i in. 2011; Kozioł, Galos (red.), 2013).

3. Analizy kierunków dostaw kruszyw żwirowo-piaskowych w północno-zachodniej Polsce

Dla określenia wzajemnej równowagi pomiędzy popytem a podażą można stosować metodę obszarowego bilansowania popytu. Metoda ta odnosi się zwykle do bilansowania produkcji regionów surowcowych ze strefami popytu. Wykorzystano ją również do bilansowania popytu i podaży kruszyw w ujęciu powiatowym. Istotę metody opisał M. Stryzewski w publikacji (Stryzewski 2004).

Podstawowymi wielkościami (w przypadku kopalni żwirowo-piaskowych) decydującymi o zasięgu zaspokojenia popytu z każdego eksploatowanego złoża jest wielkość produkcji konkurujących ze sobą miejsc pozyskiwania tych samych kopalni, wzajemna odległość, a także szybkość spadku popytu od miejsca produkcji do odbiorców, oznaczająca

ile razy wzrośnie lub zmaleje popyt przypadający na jednostkę powierzchni, jeśli odległość zwiększy (zmniejszy) się o jednostkę. W badaniach z dziedziny fizyki społecznej przyjmuje się często, że szybkość spadku popytu ma wartość równą 2.

Największymi odbiorcami kruszyw są miasta, przy czym im większe miasto, tym większe zapotrzebowanie. Przyjęto więc założenie, że zapotrzebowanie na kruszywa jest proporcjonalne do liczby ludności, co można zapisać wzorem:

$$\frac{Q_A}{L_A} = \frac{Q_C - Q_Z}{L_C} \quad (1)$$

gdzie:

- Q_C – całkowita, roczna produkcja kruszyw w kraju,
- Q_Z – część produkcji kruszyw sprzedana za granicę,
- Q_A – produkcja, która zaspokaja zapotrzebowanie miasta A,
- L_C – liczba ludności kraju,
- L_A – liczba ludności miasta A.

Stąd zapotrzebowanie na kruszywa miasta A wyniesie:

$$Q_A = \frac{Q_C - Q_Z}{L_C} \cdot L_A \quad (2)$$

Badanie struktury popytu przeprowadzono dla województw Polski północno-zachodniej i odniesiono do popytu na powierzchni powiatów w obecnym podziale administracyjnym, przyjmując że popyt na powierzchni powiatu skupiony jest w całości w mieście powiatowym.

Stopień zaspokojenia popytu dla danego obszaru wyznaczono z różnicy wielkości wydobycia realizowanego w danym obszarze i zapotrzebowania na kruszywo. Wielkość tę o współrzędnych odpowiadających danemu obszarowi, zaznaczono na mapie. Wartość dodatnia oznacza, że w danym powiecie istnieje nadmiar wydobycia nad potrzebami i nadmiar ten jest sprzedawany do innego deficytowego powiatu. Wielkość ujemna oznacza, że powiat nie zaspokaja popytu własnym wydobyciem. Tabele 4–6 przedstawiają zasoby, produkcję i zapotrzebowanie na kruszywa naturalne w powiatach analizowanych trzech województw.

Na rysunkach 4–6 przedstawiono zapotrzebowanie (rys. 4), produkcję (rys. 5) oraz nadwyżkę/deficyt (rys. 6) województw: pomorskiego, kujawsko-pomorskiego i zachodnio-pomorskiego w postaci izolinii naniesionych na mapę, przy przyjętym uproszczeniu, że zmiany tych parametrów mają postać funkcji ciągłych.

Można zauważyć, że obszary największej podaży nie pokrywają się z obszarami największego popytu, co odzwierciedla rysunek 6. Aby zaspokoić popyt w obszarach deficytowych, konieczny jest transport kruszyw z obszarów o nadwyżce produkcyjnej.

Uwzględniając fakt, że w przypadku kruszyw żwirowo-piaskowych podstawowym kryterium decydującym o wyborze miejsca zakupu kopaliny jest odległość i przy uzasadnieniu, że koszty jednostkowe produkcji i właściwości fizyczne kopaliny są takie same, bilanso-

wanie popytu zmierza do tego, aby zminimalizować łączną pracę transportową na pokrycie popytu:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (d_{ij} \cdot t_{ij}) \rightarrow \min \quad (3)$$

gdzie:

t_{ij} – wielkość towaru przetransportowana z i do j ,

d_{ij} – odległość między i i j .

TABELA 4. Zasoby, produkcja i zapotrzebowanie na kruszywa żwirowo-piaskowe w województwie zachodniopomorskim

TABLE 4. Resources, production and demand for gravel-sand aggregates in Zachodniopomorskie province

Powiat	Zasoby	Produkcja	Zapotrzebowanie	Nadwyżka/deficyt
	[tys. ton]			
gryfiński	133 256	2 265	354	1 911
kołobrzeski	32 840	218	330	-112
szczecinecki	98 268	2 736	329	2 407
wałECKI	66 198	53	231	-178
koszaliński	65 954	652	737	-85
świdwiński	27 751	750	206	544
goleniowski	23 064	1 000	344	656
stargardzki	131 108	85	510	-425
choszczeński	2 833	0	212	-212
łobeski	53 029	1 742	162	1 580
drawski	208 993	900	245	655
myśliborski	85 934	0	287	-287
policki	1 021	56	301	-245
białogardzki	8 630	68	206	-138
śląwieński	5 972	109	245	-136
kamieński	6 278	456	204	252
pyrzycki	3 542	147	170	-23
gryficki	6 143	911	259	652
m. Szczecin	0	0	1 735	-1 735
m. Świnoujście	0	0	174	-174

Źródło: Bilans..., 2012

Szuka się więc takiej kombinacji wszystkich wielkości t , aby zminimalizować łączną pracę transportową na pokrycie popytu (3). Optymalizacja taka pozwala wskazać kierunki transportu, jakie powinny istnieć na doskonale konkurencyjnym rynku, na którym wszystkie decyzje podejmowane są racjonalnie.

Wstępna analiza pozwoliła określić kierunki przewozu kruszyw z obszarów o nadwyżce produkcyjnej do obszarów deficytowych (rys. 6). Dokładniejsza analiza kierunków transportu kruszyw wymaga przeprowadzenia badań optymalizacyjnych uwzględniających dostępność infrastruktury drogowej i kolejowej w obrębie analizowanej części kraju, co jest przedmiotem odrębnych badań, analogicznych do wykonanych dla innych regionów Polski (Gawlik i in. 2013a) i uwzględniających koszty transportu (Gawlik i in. 2013b).

TABELA 5. Zasoby, produkcja i zapotrzebowanie na kruszywa żwirowo-piaskowe w województwie pomorskim
TABLE 5. Resources, production and demand for gravel-sand aggregates in Pomorskie province

Powiat	Zasoby	Produkcja	Zapotrzebowanie	Nadwyżka/deficyt
	[tys. ton]			
sztumski	16 927	460	178	282
kościerski	133 130	1 859	294	1 565
starogardzki	16 969	1 558	533	1 025
kartuski	113 760	1 462	505	957
gdański	60 126	585	410	175
kwidzyński	7 416	153	351	-198
śląpski	49 116	660	814	-154
bytowski	177 365	3 835	326	3 509
wejherowski	75 232	937	837	100
tczewski	7 214	730	487	243
łęborski	27 083	75	274	-199
chojnicki	15 925	144	402	-258
człuchowski	4 726	41	243	-202
pucki	48 747	719	334	385
m. Nowy Dwór Gdański	0	0	153	-153
m. Malbork	0	0	269	-269
m. Gdańsk	6 010	0	1 955	-1 955
m. Gdynia	179	0	1 058	-1 058
m. Sopot	0	0	163	-163

Źródło: Bilans..., 2012

TABELA 6. Zasoby, produkcja i zapotrzebowanie na kruszywa żwirowo-piaskowe w województwie kujawsko-pomorskim

TABLE 6. Resources, production and demand for gravel-sand aggregates in Kujawsko-Pomorskie province

Powiat	Zasoby	Produkcja	Zapotrzebowanie	Nadwyżka/deficyt
	[tys. ton]			
lipnowski	27 750	371	283	88
włocławski	35 228	641	865	-224
żniński	17 563	217	300	-83
inowrocławski	30 872	1 134	701	433
chełmiński	9 171	74	220	-146
rypiński	28 407	698	188	510
golubsko-dobrzyński	17 589	161	194	-33
grudziądzki	4 891	198	589	-391
radziejowski	5 790	12	178	-166
brodnicki	8 710	46	324	-278
toruński	35 429	2 224	1 292	932
bydgoski	21 038	43	1 972	-1 929
świecki	18 558	383	419	-36
wąbrzeski	4 879	10	149	-139
mogileński	4 545	1	201	-200
nakielski	11 206	84	366	-282
aleksandrowski	5 075	15	237	-222
sępoleński	4 233	99	175	-76
tucholski	5 024	99	204	-105

Źródło: Bilans..., 2012

Wnioski

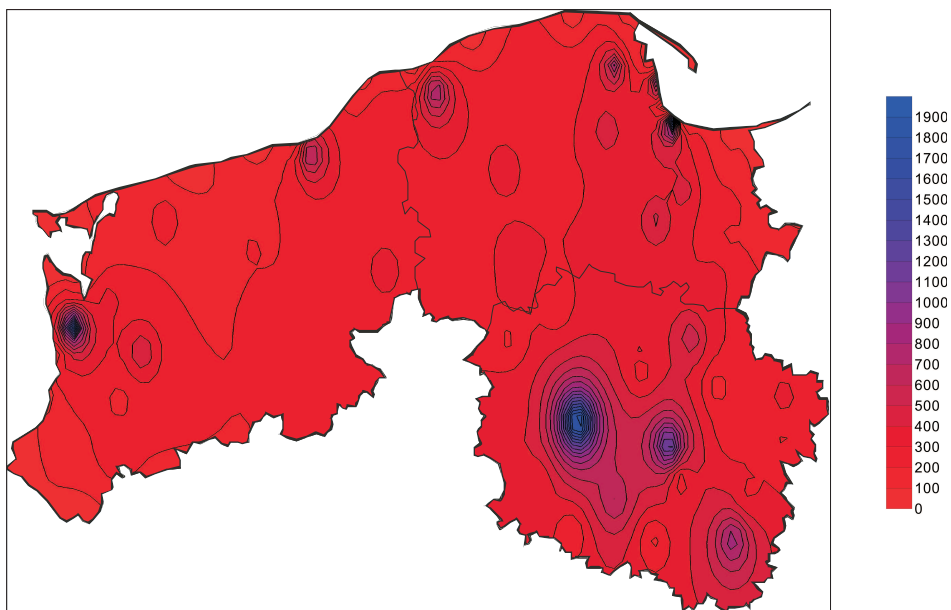
Z wykonanych analiz dotyczących bazy zasobowej, wielkości produkcji i zapotrzebowania na kruszywa żwirowo-piaskowe w regionie północno-zachodniej Polski wynikają następujące wnioski:

1. Analiza popytu i podaży w regionie Polski północno-zachodniej wskazuje na występowanie obszarów o nadwyżkach produkcyjnych i obszarów deficytowych, których umiejscowienie pokrywa się z lokalizacją dużych miast.

2. Pokrycie zapotrzebowania na kruszywa żwirowo-piaskowe wymaga w pierwszej kolejności zbilansowania zapotrzebowania i produkcji oraz dokonanie przewozu z regionów nadwyżkowych do deficytowych, a dopiero w drugiej kolejności uzupełnień deficytów spoza regionów.
3. Określenie kierunku transportu kruszyw, zarówno w ramach województwa i regionu, jak i przewozów międzyregionalnych, jest możliwe poprzez przeprowadzenie optymalizacji zmierzającej do minimalizacji łącznych kosztów przewozu. Kierunki dowozu kruszyw z miejsc posiadających nadwyżki można ustalić na podstawie oceny kosztów transportu. W przypadku dostaw na krótkie odległości (między gminami, powiatami) będzie to transport samochodowy.

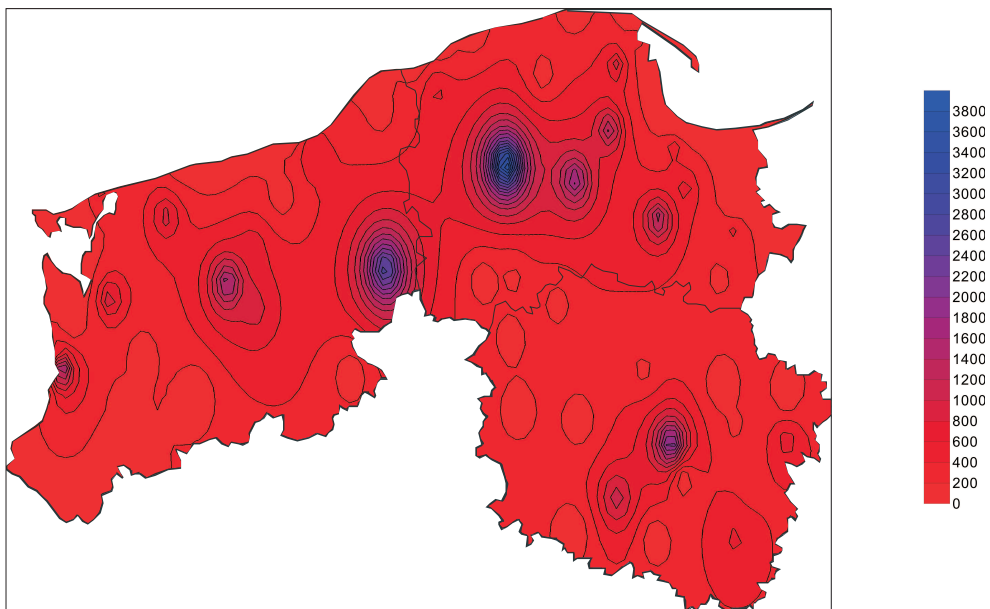
Literatura

- Bilans... 2012 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce według stanu na 31.12.2011. Praca zbiorowa, PIG-PIB, Warszawa, 2012.
- Galos i in., 2011 – Galos K., Burkowicz A., Guzik K., Lewicka E., Szlugaj J., Gawlik L., Kryzia D., Mokrzycki E., Ney R., Uberman R., 2011 – Strategie i scenariusze technologiczne zagospodarowania i wykorzystania złóż surowców skalnych. Temat 3.3.4. Analiza obecnych i przewidywanych kierunków dostaw surowców budowlanych w Polsce północnej (warmińsko-mazurskie, podlaskie, pomorskie, kujawsko-pomorskie i zachodniopomorskie). IGSMiE PAN, Kraków (praca niepublikowana).
- Gawlik i in., 2013a – Gawlik L., Kryzia D., Uberman R., 2013 – Analiza i ocena możliwości wywozu kruszyw łamanych z regionu dolnośląskiego i świętokrzyskiego do północno-wschodnich regionów Polski. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN, nr 84, s. 37–56.
- Gawlik i in., 2013b – Gawlik L., Kryzia D., Uberman R., 2013 – Koszty transportu kolejowego i samochodowego w kontekście bilansowania rynku surowców skalnych w Polsce. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, nr 136, s. 21–35.
- Kozioł W., Galos K. (red.), 2013 – Scenariusze zapotrzebowania na kruszywo naturalne w Polsce i w poszczególnych jej regionach, Wyd. Poltegor-Institut Wrocław, 2013 (w druku).
- Minerals Yearbook... 2013 – Minerals Yearbook of Poland 2010. Praca zbiorowa pod red. T. Smakowskiego, R. Neya i K. Galosa. Wyd. IGSMiE PAN Kraków, 2013.
- Stryszewski M., 2004 – Metoda bilansowania popytu i podaży kruszyw naturalnych – uwarunkowania ekonomiczne. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, nr 40, s. 153–162.



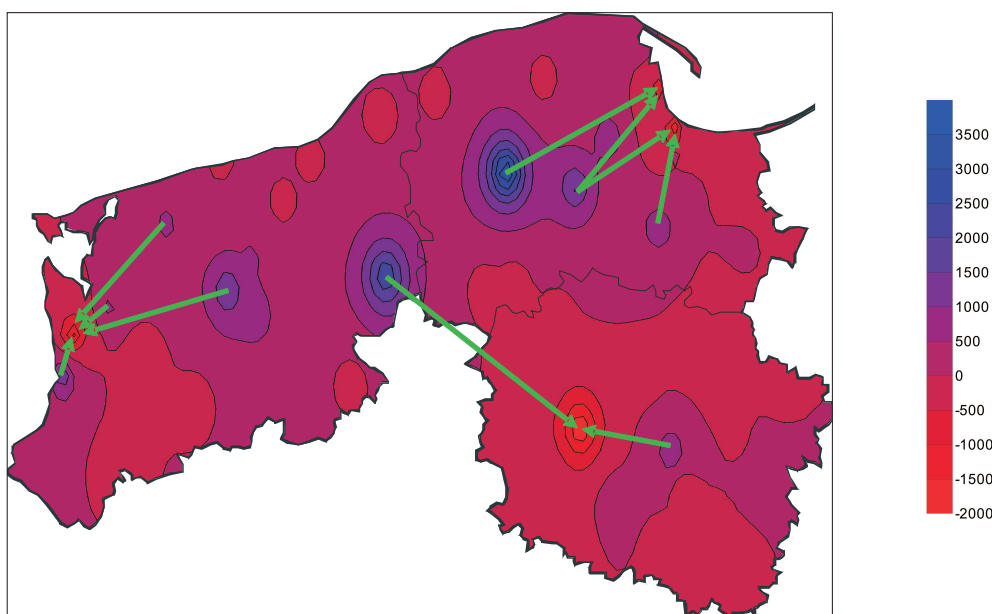
Rys. 4. Izolinie zapotrzebowania na kruszywa żwirowo-piaskowe [tys. ton]
 Źródło: opracowanie własne

Fig. 4. Isolines of demand for gravel-sand aggregates [thousand tonnes]



Rys. 5. Izolinie produkcji kruszyw żwirowo-piaskowych [tys. ton]
 Źródło: opracowanie własne

Fig. 5. Isolines of production of gravel-sand aggregates [thousand tonnes]



Rys. 6. Izolinie nadwyżek/deficytu kruszyw żwirowo-piaskowych z kierunkami dostaw [tys. ton]
 Źródło: opracowanie własne

Fig. 6. Isolines of surplus/deficit gravel-sand aggregates with directions of supplies [thousand tonnes]