

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

Analiza i ocena możliwości wywozu kruszyw łamanych z regionu dolnośląskiego i świętokrzyskiego do północno-wschodnich regionów kraju

Streszczenie: Istniejąca i dostępna w Polsce baza zasobowa do produkcji kruszyw żwirowo-piaskowych oraz skał do produkcji kruszyw łamanych wykazuje silne zróżnicowanie. Znaczny udział w zapewnieniu podaży kruszyw łamanych ma obecnie województwo dolnośląskie i świętokrzyskie. Wymaga to transportu tych kruszyw na odległość nawet kilkuset kilometrów do regionów deficytowych.

W warunkach polskich kruszywa przewozi się transportem samochodowym i kolejowym. Dominującą pozycję ma transport samochodowy, głównie ze względu na bardziej rozwiniętą sieć dróg w porównaniu do transportu kolejowego, charakteryzującego się bardzo nierównomierną na terenie kraju infrastrukturą, do tego ulegającą w niektórych regionach degradacji, a nawet likwidacji. Przy uwzględnieniu mało konkurencyjnych taryf kolejowych oraz konieczności dowozu kruszywa samochodami do miejsca załadunku i do odbiorcy ze stacji końcowej, rośnie konkurencyjność transportu samochodowego tych kruszyw, nawet na znaczne odległości.

W artykule przeanalizowano możliwości wywozu kruszyw łamanych z regionu dolnośląskiego i świętokrzyskiego do wybranych regionów deficytowych, tj. województwa mazowieckiego, podlaskiego i warmińsko-mazurskiego. W analizie uwzględniono aktualną sieć linii kolejowych i kołowych oraz najistotniejsze uwarunkowania i ograniczenia (rodzaj linii, przepustowość, priorytety, dostępność producentów kruszyw do bocznic lub ramp załadunkowych w przypadku transportu kolejowego, rodzaj dróg i dopuszczalne ładowności dla transportu samochodowego). Wynikiem pracy jest w pierwszej kolejności ocena możliwości wykorzystania transportu kolejowego, a następnie określenie kosztów przewozu kruszyw łamanych z regionów dolnośląskiego i świętokrzyskiego do regionów mazowieckiego, podlaskiego i warmińsko-mazurskiego analizowanymi sposobami transportu przy różnych wariantach tras przewożenia.

Uzyskane wyniki prowadzą do wniosku, że mimo wielu oczywistych zalet, w obecnych polskich warunkach transport kolejowy surowców skalnych jest bardziej kosztowny od transportu samochodowego, nawet na większe odległości. Ze zrozumiałych względów należy dążyć do zmiany takiego stanu rzeczy.

Słowa kluczowe: surowce skalne, Dolny Śląsk, województwo świętokrzyskie, transport samochodowy, transport kolejowy

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

Analysis and evaluation of the potential of crushed aggregates supply from the Lower Silesian and Świętokrzyskie Voivodeships to the northeastern regions of the country

Abstract: Polish reserves for the production of sand and gravel aggregates as well as crushed aggregates vary greatly depending on the region. A significant role in ensuring this supply is played by the Lower Silesian Voivodeship and the Świętokrzyskie Voivodeship. However, to deliver the aggregates to regions where a deficit of such materials exist, long-distance transport of up to several hundred kilometers is required.

In Poland, aggregates are transported by rail and road. Aggregates transport is dominated by road transport, which can be explained by a road network better developed than local rail services. Rail transport infrastructure is not well developed in some parts of Poland and, what is more, a part of it has deteriorated or even been liquidated.

Taking into account the low competitiveness of railway transport freight tariffs and the need for road transport to the railroad, as well as between the recipient and the end station, it turns out that road transport of aggregates is competitive even at long distances.

This analysis took into account the current railway network, road network, and the most important conditions and restrictions (line type, capacity, priorities, distances from mines to loading ramps or railway sidings, road types, and allowable load capacities in road transport). The result is the assessment of the possibilities of using rail transportation and the evaluation of crushed aggregates transportation costs from the Lower Silesian and Świętokrzyskie Voivodeships to the Masovian, Podlaskie, and Warmian-Masurian Voivodeships for the analyzed modes of transport and alternative routes.

The results obtained lead to the conclusion that, in spite of many obvious advantages, rail transport of rock materials in Poland is commonly more expensive than road transport, especially over longer distances. For many reasons there is an urgent need to change this situation.

Key words: rock raw materials, Lower Silesia, Świętokrzyskie Voivodeship, road transport, railway transport, aggregates transport

Wprowadzenie

Złóża kruszyw naturalnych występują powszechnie na terenie kraju, jednak w niektórych rejonach udokumentowana i zagospodarowana baza nie jest w stanie pokryć zapotrzebowania. W sytuacji znacznych niedoborów kruszyw w rejonach deficytowych istnieje potrzeba ich transportowania z rejonów posiadających zdolności produkcyjne przekraczające potrzeby lokalne. Istniejąca i dostępna baza zasobowa skał do produkcji kruszyw łamanych wykazuje silne zróżnicowanie regionalne. W zdecydowanej większości ich podaż zapewnia obecnie województwo dolnośląskie, świętokrzyskie i małopolskie, kilka razy mniejszą produkcję tych kruszyw wykazuje województwo śląskie i opolskie. W pięciu województwach Polski północnej i środkowej produkcja kruszyw łamanych w ogóle nie jest prowadzona. W dwunastu województwach notowany jest trwały deficyt kruszyw łamanych na rynkach regionalnych.

Produkcja kruszyw żwirowo-piaskowych ze względu na dostępną bazą zasobową, podobnie jak w przypadku kruszyw łamanych, wykazuje silne zróżnicowanie regionalne. Dominującymi producentami są obecnie województwa: mazowieckie, dolnośląskie, zachodniopomorskie, małopolskie, warmińsko-mazurskie i pomorskie, a także wielkopolskie i podlaskie. Z drugiej strony minimalna ich produkcja ma miejsce w województwie świętokrzyskim i lubelskim oraz lubuskim.

Rosnący popyt na kruszywa łamane w ostatnich latach notowany był w województwach: mazowieckim, pomorskim, kujawsko-pomorskim, zachodniopomorskim, a także warmiń-

sko-mazurskim, co wobec braku lokalnych źródeł wymagało dostaw z innych regionów, zazwyczaj z regionu dolnośląskiego lub świętokrzyskiego. Rosnące zapotrzebowanie na kruszywa żwirowo-piaskowe do produkcji betonów i wyrobów betonowych oraz na nasypy i podbudowy w budownictwie drogowym, przy braku wystarczających ilości surowca, również wymuszało dostawy żwirów i mieszanek z oddalonych regionów. Żwiry o najwyższej jakości bywają dostarczane nawet z odległości rzędu kilkuset km z regionu dolnośląskiego i opolskiego, jak również warmińsko-mazurskiego i podlaskiego.

Do przewozu kruszyw wykorzystywane są w zasadzie dwa rodzaje środków transportu: kolejowy i samochodowy. Transport wodny, efektywny w krajach Europy Zachodniej, w Polsce odgrywa marginalną rolę.

Nadmierne obciążenie dróg ruchem samochodowym generuje znaczne koszty społeczne i obniża jakość życia mieszkańców w pobliżu dróg. Transportu drogowego kruszyw nie da się wprawdzie całkowicie wyeliminować, ale jego skutki można złagodzić poprzez skierowanie części strumieni dostaw na transport kolejowy, który choćby ze względu na mniejsze niż w przypadku transportu samochodowego skutki ekologiczne powinien być intensywniej wykorzystywany.

W ostatnich latach systematycznie maleje długość czynnych linii kolejowych. Likwidowane są całe odcinki tras. Proces inwestycji i modernizacji kolei ograniczony jest do niektórych tylko szlaków. Degradacja infrastruktury kolejowej, jaka nastąpiła na przełomie wieków, sprawiła, że wiele kopalń zostało pozbawionych własnych bocznic, a linie kolejowe przebiegające w bezpośrednim ich sąsiedztwie w znaczącym stopniu nie nadają się do eksploatacji. Pogorszeniu parametrów technicznych linii towarzyszy spadek prędkości przewozowych, co w konsekwencji powoduje odpływ klientów zniechęconych zarówno długim czasem przewozu towarów, jaki i relatywnie wysoką ceną dostępu do infrastruktury. Wybór dokonywany przez producentów kruszyw między transportem samochodowym i kolejowym powoduje intensyfikację przewozów na drogach kołowych, co z wielu względów nie jest pożądane (Studium... 2009).

Mimo fizycznego wyłączenia z użytkowania części linii kolejowych obecnie dostępna sieć w dalszym ciągu stanowi znaczny potencjał transportu. Badania możliwości zwiększenia udziału transportu kolejowego w przewozach kruszyw prowadzone są m.in. w IGSMiE PAN w Krakowie (Gawlik i in. 2012).

Wybór pomiędzy transportem kolejowym i samochodowym dla przypadków, gdy taka możliwość występuje powinna być determinowana kosztami przewozu, w zależności od odległości transportu, co określono w L. Gawlik i in. (2011) oraz publikacji L. Gawlik i in. (2013).

1. Analiza wywozu kruszyw łamanych z Regionu Dolnego Śląska

Budowa geologiczna Dolnego Śląska jest bardzo urozmaicona i bogata. Region ten posiada unikatowe złoża amfibolitów, gabra, gnejsów, melafirów, granitów, bazaltów i wielu innych. Zasoby te stanowią 51,5% zasobów krajowych kamieni do produkcji kruszyw łamanych. W przypadku niektórych z nich, jak: bazalt, granit, sjenit, gabra, diabaz, marmur, zasoby na Dolnym Śląsku stanowią około 98% zasobów kraju. Udział Dolnego Śląska w wydobyciu wszystkich kamieni łamanych i blocznych wynosi około 50%, a w przypadku

skał magmowych i metamorficznych około 90%. Ocenia się, że stąd pochodzi nawet 70% wszystkich kruszyw transportowanych w Polsce. W najbliższej przyszłości wydobywanie i transport surowców skalnych z Dolnego Śląska będzie rosło. Z tego względu należy dążyć do większego niż dotychczas wykorzystania kolei do ich przewozu.

Sieć kolejowa na Dolnym Śląsku liczy 1727 km linii kolejowych, w tym 1047 km linii zelektryfikowanych. Gęstość sieci kolejowej wynosi 8,7 km/ 100 km² przy średniej krajowej 6,1 km/ 100 km². Sieć ta ulega jednak ciągłej degradacji i ograniczeniu długości. Likwidowane są odcinki, na których zarówno ruch pasażerski, jak i towarowy ulega znacznemu obniżeniu. Przyczynami są zarówno przemiany gospodarcze, jak i polityka PKP. Niektóre z tych linii są przejmowane przez samorządy lokalne, co tylko w nieznacznym stopniu łagodzi negatywne tendencje (Kwaśniewski i in. 2010).

Z punktu widzenia wywozu surowców skalnych z miejsc ich eksploatacji istotną rolę spełniają linie równoleżnikowe na południu województwa (Studium... 2009):

- 274 – Węgliniec – Jelenia Góra – Wałbrzych – Wrocław;
- 137 – Legnica – Jaworzyna Śl. – Dzierżoniów – w kierunku do Katowic;
- 286 – Wałbrzych – Kłodzko.

Dostawy surowców skalnych do innych regionów odbywają się przy wykorzystaniu linii na północny wschód od Wrocławia – są to linie 143 oraz 281. Możliwą do wykorzystania sieć linii kolejowych do wywozu kruszyw z regionu dolnośląskiego ilustruje rysunek 1.

Podstawowym warunkiem wykorzystania kolei do przewozów kruszyw jest powiązanie kopalni linią kolejową przez bocznice lub rampę kolejową. Wyniki analizy kopalń surowców skalnych regionu dolnośląskiego pod kątem dostępności do bocznic kolejowych przedstawiają tabele 1–5.



Rys. 1. Linie kolejowe wraz z ważniejszymi złożami regionu dolnośląskiego

Fig. 1. Railway lines, including major deposits of the Lower Silesia region

TABELA 1. Przedsiębiorstwa eksploatujące złoża bazaltu w województwie dolnośląskim oraz odległość od bocznicy kolejowej

TABLE 1. Companies exploiting basalt deposits in Lower Silesia and the distance from the railway siding

Lp.	Nazwa złoża	Przedsiębiorca	Bocznica kolejowa	Odległość bocznicy od kopalni* [km]
1.	Bukowa Góra	Łużycka Kopalnia Bazaltu „Księginki” S.A.	Tak	3
2.	Góra Kamienista	Mineral Polska Sp. z o.o.	Tak	0
3.	Gronowskie Wzgórza	„Waldorf & Statler Properties” Sp. Z o.o.	Tak	9
4.	Jawor-Męcinka	Kopalnie Surowców Skalnych S.A.	Tak	8
5.	Kłopotno	„PRI-Bazalt” S.A.	Tak	2
6.	Kozia Góra	Colas Kruszywa Sp. z o.o.	Tak	2,5
7.	Krzeniów	PGP „Bazalt” S.A.	Tak	0
8.	Księginki-Północ	Łużycka Kopalnia Bazaltu „Księginki” S.A.	Tak	2
9.	Leśna-Brzozy	Kruszywa Polskie S.A.	Tak	3,5
10.	Lubień	Lafarge Kruszywa i Beton Sp. z o.o.	Tak	12,5
11.	Sulików	Kopalnie Bazaltu „Sulików” Sp. z o.o.	Tak	0
12.	Targowica	Olsztyńskie Kopalnie Surowców Mineralnych Sp. z o.o.	Tak	7
13.	Winna Góra	Colas Kruszywa Sp. z o.o.	Tak	6,5

* Zero oznacza, że bocznica znajduje się bezpośrednio przy kopalni.

TABELA 2. Przedsiębiorstwa eksploatujące złoża gabra w województwie dolnośląskim oraz odległość od bocznicy kolejowej

TABLE 2. Companies exploiting gabbro deposits in Lower Silesia and the distance from the railway siding

Lp.	Nazwa złoża	Przedsiębiorca	Bocznica kolejowa	Odległość bocznicy od kopalni* [km]
1.	Braszowice	Kopalnie Surowców Skalnych w Bartnicy Sp. z o.o.	Tak	4,5
2.	Słupiec-Dębówka	Kopalnie Surowców Skalnych w Bartnicy Sp. z o.o.	Tak	0

* Zero oznacza, że bocznica znajduje się bezpośrednio przy kopalni.

TABELA 3. Przedsiębiorstwa eksploatujące złoża granitu w województwie dolnośląskim oraz odległość od bocznic kolejowej

TABLE 3. Companies exploiting granite deposits in Lower Silesia and the distance from the railway siding

Lp.	Nazwa złoża	Przedsiębiorca	Bocznic kolejowa	Odległość bocznic od kopalni* [km]
1.	Gniewków	Kopalnia Granitu „Gniewków” Sp. z o.o.	Tak	0
2.	Gołszyce	Cemex Polska Sp. z o.o.	Nie	6
3.	Górka	Mat-Bud Holding S.A.	Nieczymna	0
4.	Graniczna	Wrocławskie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A.	Tak	0
5.	Rogoźnica	Colas Kruszywa Sp. z o.o.	Tak	0
6.	Siedlimowice I	Mineral Polska Sp. z o.o.	Tak	4,5
7.	Strzeblów I	Strzeblowskie Kopalnie Surowców Mineralnych Sp. z o.o.	Tak	0
8.	Wieśnica	Berger Surowce Sp. z o.o.	Tak	0,5

* Zero oznacza, że bocznic znajduje się bezpośrednio przy kopalni.

TABELA 4. Przedsiębiorstwa eksploatujące złoża melafiru w województwie dolnośląskim oraz odległość od bocznic kolejowej

TABLE 4. Companies exploiting melaphyre deposits in Lower Silesia and the distance from the railway siding

Lp.	Nazwa złoża	Przedsiębiorca	Bocznic kolejowa	Odległość bocznic od kopalni [km]
1.	Grzędy	Kopalnie Melafiru w Czarnym Borze Sp. z o.o.	Tak	3,5
2.	Rybnica Leśna	Kopalnie Surowców Skalnych w Bartnicy Sp. z o.o.	Tak	7,5
3.	Świerki	Kopalnie Surowców Skalnych „Świerki” Sp. z o.o.	Tak	2
4.	Tłumaczów-Gardzień	Melafir Gardzień Sp. z o.o.	Tak	1

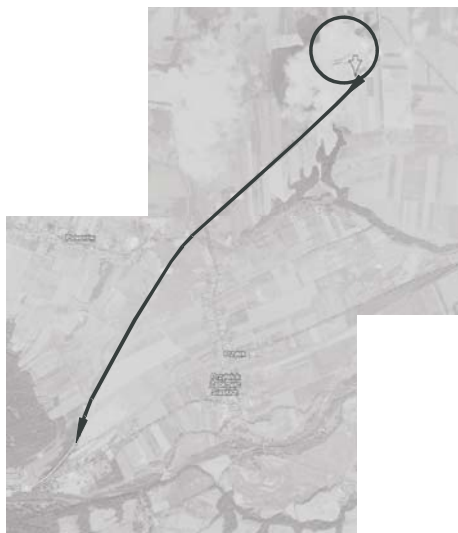
TABELA 5. Przedsiębiorstwa eksploatujące złoża amfibolitu-migmatytu w województwie dolnośląskim oraz odległość od bocznic kolejowej

TABLE 5. Companies exploiting amphibolite-migmatyte deposits in Lower Silesia and the distance from the railway siding

Lp.	Nazwa złoża	Przedsiębiorca	Bocznic kolejowa	Odległość bocznic od kopalni* [km]
1.	Piława Górna	Dolnośląskie Surowce Skalne S.A.	Tak	0

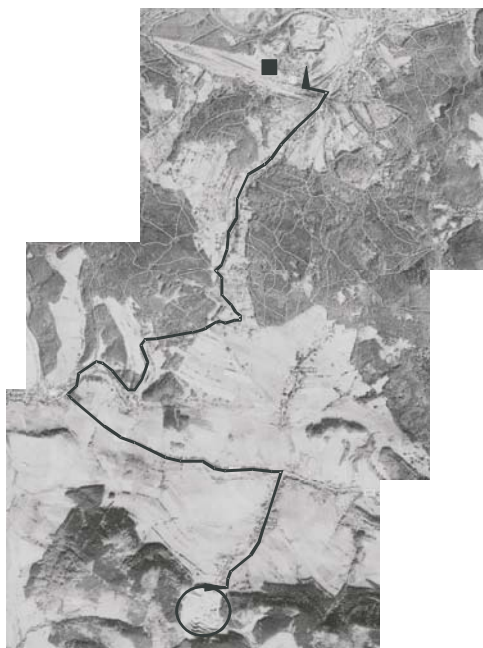
* Zero oznacza, że bocznic znajduje się bezpośrednio przy kopalni.

Odległości bocznic od poszczególnych kopalni określono na podstawie oceny zdjęć satelitarnych dostępnych na Google Maps. Na rysunkach 2–4 przedstawiono drogę, jaką



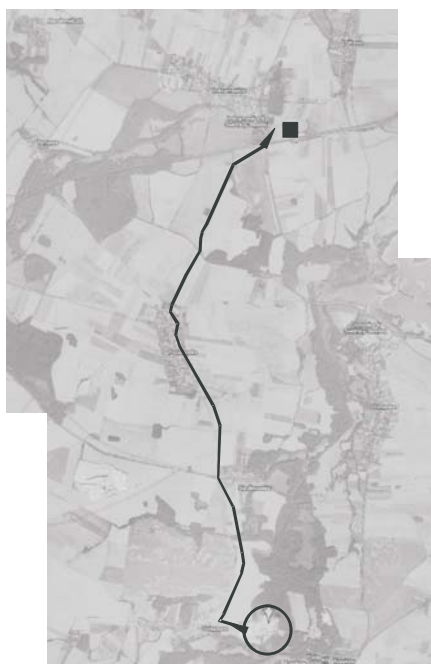
Rys. 2. Droga do bocznic kolejowej z zakładu eksploatującego złoża Braszowice

Fig. 2. The way to the railway siding from the mine exploiting Braszowice deposit



Rys. 3. Droga do bocznic kolejowej z zakładu eksploatującego złoża Rybnica Leśna

Fig. 3. The way to the railway siding from the mine exploiting Rybnica Leśna deposit



Rys. 4. Droga do bocznic kolejowej z zakładu eksploatującego złoże Gołaszycze
Fig. 4. The way to the railway siding from the mine exploiting Gołaszycze deposit

urobek z wybranych kopalni był transportowany do bocznic kolejowej. Okręgiem oznaczono złoże, kwadratem bocznicę kolejową, a linią – drogę z zakładu wydobywczego do bocznic kolejowej.

W nawiązaniu do możliwych tras przewozu koleją kruszyw z regionu dolnośląskiego do regionów północno-wschodniej Polski (rys. 1) w tabelach 6–8 zestawiono węzły kolejowe tras przejazdu pociągów towarowych z kruszywem łamanym z wybranych analizowanych kopalń w województwie dolnośląskim do Warszawy, Olsztyna i Białegostoku jako centrów regionów deficytowych. Są to trasy o priorytecie przewozów towarowych. Należy zaznaczyć, że możliwe też jest wykorzystanie innych tras, nieraz krótszych, ale są to trasy preferujące przewozy osobowe, co powoduje ograniczoną przepustowość dla przewozów towarowych.

Warszawa, Olsztyn, Białystok nie są oczywiście stacjami końcowymi. Po przeładunku zachodzi potrzeba dalszego transportu kruszywa na miejsce wykorzystania, najczęściej samochodami. Stąd rzeczywiste operacje przewozu kruszywa koleją są skomplikowane i wymagają zawsze dodatkowych czynności (rys. 5).

Przeprowadzona analiza wykazała znaczące możliwości wykorzystania transportu kolejowego do przewozu kruszyw z Dolnego Śląska do północno-wschodnich regionów kraju. Istniejąca sieć kolejowa, a przede wszystkim dostępność znacznej liczby kopalń do bocznic lub ramp załadowniczych pozwala wykorzystać ten transport na większe odległości i w znacznie większym stopniu niż dotychczas. Transport samochodowy w opisanej sytuacji powinien pełnić funkcję uzupełniającą. Jednakże o udziale kolei w dostawach kruszyw z Dolnego Śląska decydować powinny łączne koszty przewozu.

TABELA 6. Trasa dostaw kruszyw koleją ze złoza Sulików do Białegostoku

TABLE 6. Railway transport of aggregates from the Sulików deposit to Białystok

Lp.	Nr linii	Trasa		Długość trasy [km]
		od	do	
1.	290	Sulików	zjazd na linię 274 w kierunku Wrocław Świebodzki	3
2.	274	zjazd z linii 290 z kierunku Bogatynia	Wałbrzych Główny	113
3.	286	Wałbrzych Główny	Kłodzko Główne	52
4.	276	Kłodzko Główne	Kamieniec Żąbkowicki	22
5.	137	Kamieniec Żąbkowicki	Nysa	38
6.	287	Nysa	Opole Zachodnie	48
7.	132	Opole Zachodnie	Opole Główne	b.d.
8.	144	Opole Główne	Fosowskie	31
9.	61	Fosowskie	zjazd na linię 131 w kierunku Tczew	41
10.	131	zjazd z linii 61 z kierunku Fasowskie	Zduńska Wola	100
11.	14	Zduńska Wola	Łódź Kaliska	42
12.	25	Łódź Kaliska	zjazd na linię 1 w kierunku Warszawa	29
13.	1	zjazd z linii 25 z kierunku Łódź Kaliska	Skierniewice	42
14.	12	Skierniewice	Łuków	160
15.	2	Łuków	Siedlce	28
16.	31	Siedlce	Czeremcha	90
17.	32	Czeremcha	Białystok	78
18.	Razem			917

Zaladunek kruszywa na samochód <i>Koszt zaladunku: wliczony w cenę kruszywa</i>	Transport samochodem <i>Koszt transportu:</i> $C'_{ts} = c_{js} \cdot L'_1$	Przeladunek kruszywa na wagony <i>Koszt przeladunku:</i> C_p	Transport koleją <i>Koszt transportu:</i> C_{tj} <i>Koszt postoju wagonów:</i> O_p	Przeladunek kruszywa na samochód <i>Koszt przeladunku:</i> C_p	Transport samochodem <i>Koszt transportu:</i> $C'_{ts} = c_{js} \cdot L'_2$	Wyladunek kruszywa <i>Koszt wyladunku:</i> <i>brak kosztu – wykorzystanie pojazdów samowyladowniczych (tzw. wywrotek)</i>
--	---	--	--	--	---	---

Rys. 5. Schemat wyznaczania kosztu transportu kruszyw koleją

Fig. 5. The diagram of cost calculation for aggregates transport by rail

TABELA 7. Trasa dostaw kruszyw koleją ze złoża Bukowa Góra do Olsztyna

TABLE 7. Railway transport of aggregates from the Bukowa Góra deposit to Olsztyn

Lp.	Nr linii	Trasa		Długość trasy [km]
		od	do	
1.	274	Zaręba	Lubań Śląski	6
2.	279	Lubań Śląski	Węgliniec	21
3.	282	Węgliniec	Zebrzydowa	12
4.	389	Zebrzydowa	Żagań	43
5.	14	Żagań	Krotoszyn	178
6.	281	Krotoszyn	Gniezno	96
7.	353	Gniezno	Inowrocław	56
8.	131	Inowrocław	Laskowice Pomorskie	98
9.	208	Laskowice Pomorskie	Jabłonowo Pomorskie	79
10.	353	Jabłonowo Pomorskie	Olsztyn Główny	105
11.		Razem		694

TABELA 8. Trasa dostaw kruszyw koleją ze złoża Księgniki do Warszawy

TABLE 8. Railway transport of aggregates from the Księgniki deposit to Warsaw

Lp.	Nr linii	Trasa		Długość trasy [km]
		od	do	
1.	274	Lubań Księgniki 1	Wałbrzych Główny	102
2.	286	Wałbrzych Główny	Kłodzko Główne	52
3.	276	Kłodzko Główne	Kamieniec Żąbkowicki	22
4.	137	Kamieniec Żąbkowicki	Nysa	38
5.	287	Nysa	Opole Zachodnie	48
6.	132	Opole Zachodnie	Opole Główne	b.d.
7.	144	Opole Główne	Fosowskie	31
8.	61	Fosowskie	zjazd na linię 131 w kierunku Tczew	41
9.	131	zjazd z linii 61 z kierunku Fosowskie	Zduńska Wola	100
10.	14	Zduńska Wola	zjazd na linię 25 w kierunku Łódź Chojny	42
11.	25	zjazd z linii 14 z kierunku Forst	zjazd na linię 1 w kierunku Warszawa	29
12.	1	zjazd z linii 25 z kierunku Łódź Kaliska	Warszawa Centralna	107
13.		Razem		612

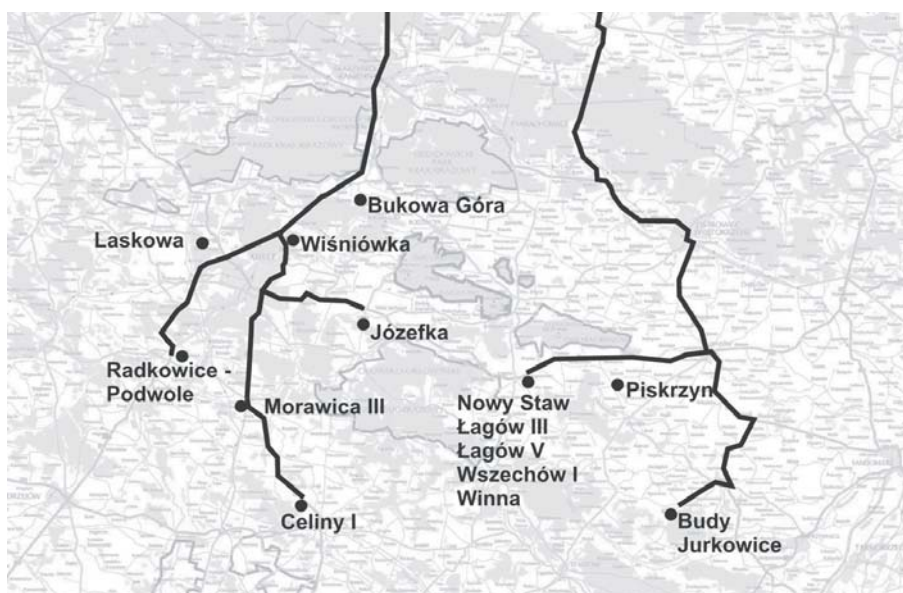
2. Analiza wywozu kruszyw łamanych z województwa świętokrzyskiego

Region świętokrzyski jest drugim, obok dolnośląskiego, regionem zaspokajającym deficytowe województwa Polski północno-wschodniej w kruszywa łamane. W odróżnieniu od Dolnego Śląska posiada on o wiele rzadszą sieć linii kolejowych, a większość kopalni nie ma dostępu do bocznic czy ramp załadowniczych. Dlatego też w przewozach kruszyw dominującą rolę odgrywa transport kołowy i z tego powodu w tym przypadku uwaga została skoncentrowana na analizie sieci dróg kołowych. Nie pominięto przy tym oceny możliwości (raczej niewielkich) transportu kolejowego (Gawlik i in. 2012).

W porównaniu z większością regionów Polski województwo świętokrzyskie prezentuje się dość niekorzystnie pod względem infrastruktury kolejowej. W przypadku dostaw z tego województwa można zauważyć dominującą rolę transportu samochodowego. Jednak stan techniczny dróg nie jest zadowalający – nie pozwalają na ruch samochodów o większych ładownościach, zwłaszcza w pobliżu kopalń (Strategia... 2005).

Koncentracja transportu kruszyw na drogach wojewódzkich, a także powiatowych i gminnych, w istotny sposób zmniejsza przepustowość tych dróg i przyspiesza ich degradację, przez co zmniejsza się także poziom bezpieczeństwa na drogach. Niezwykle istotnym elementem jest także problem hałasu i zapylenia oraz narażenie na niebezpieczeństwo innych użytkowników dróg, szczególnie pieszych i rowerzystów. Zmniejszenie tych szkodliwych czynników przy jednoczesnej poprawie dostępności komunikacyjnej i bezpieczeństwa na drogach jest jednym z priorytetowych zadań na terenie województwa świętokrzyskiego, szczególnie w aspekcie transportu kruszyw poza granice województwa (Program... 2007).

Istotnym czynnikiem ograniczającym przepustowość dróg jest przebieg ważnych ciągów komunikacyjnych przez centra miast i miejscowości (rys. 6), gdzie ruch tranzytowy miesza



Rys. 6. Sieć drogowa z ważniejszymi kopalniami kruszyw łamanych regionu świętokrzyskiego

Fig. 6. Road network and the most important crushed aggregates mines of the Świętokrzyskie region

się z ruchem lokalnym i miejskim, co przyczynia się do powstawania korków, zatorów, czy innych utrudnień, wydłużając znacznie czas przejazdu.

Analizując możliwości wywozu kruszyw koleją zwrócono uwagę na dostępność kopalni do bocznic lub rampy załadowniczej. W przypadku transportu samochodowego oceniono natomiast odległość od głównych ciągów transportowych (dróg). Wyniki tych analiz zestawiono w tabelach 9–11.

TABELA 9. Przedsiębiorstwa eksploatujące złoża wapienia w rejonie świętokrzyskim

TABLE 9. Companies exploiting limestone deposits in the Świętokrzyskie region

Lp.	Nazwa złoża	Przedsiębiorca	Bocznic kolejowa	Odległość drogi krajowej od kopalni* [km]
1.	Budy	Kopalnie Dolomitu S.A.	Nie	9
2.	Celiny I	Kopalnia Granitu Kamienna Góra Sp. z o.o.	Tak	0
3.	Jaźwica	Kieleckie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A.	Nie	1,5
4.	Józefka	Kopalnie Odkrywkowe Surowców Drogowych S.A.	Nie	2
5.	Łągów II	Wojciech Duda	Nie	0
6.	Łągów V	Wojciech Duda	Nie	0
7.	Morawica III	Kopalnia Wapienia „Morawica” S.A.	Tak	0
8.	Nowy Staw	Stanisław Pietrzak	Nie	1

* Zero oznacza, że kopalnia znajduje się bezpośrednio przy drodze wojewódzkiej lub krajowej.

TABELA 10. Przedsiębiorstwa eksploatujące złoża dolomitu w rejonie świętokrzyskim

TABLE 10. Companies exploiting dolomite deposits in the Świętokrzyskie region

Lp.	Nazwa złoża	Przedsiębiorca	Bocznic kolejowa	Odległość drogi krajowej od kopalni* [km]
1.	Jurkowice	Kopalnie Dolomitu S.A.	Nie	9
2.	Laskowa Góra	Kieleckie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A.	Nie	1,5
3.	Piskrzyn	Kopalnie Dolomitu S.A.,	Nie	3
4.	Radkowice-Podwole	Lafarge Kruszywa i Beton Sp. z o.o.	Tak	4,5
6.	Winna	Kieleckie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A.	Nie	2,5
7.	Wszachów I	Kamieniołomy Świętokrzyskie Sp. z o.o.	Nie	3,5

TABELA 11. Przedsiębiorstwa eksploatujące złoża piaskowca kwarcytowego w rejonie świętokrzyskim

TABLE 11. Companies exploiting sandstone deposits in the Świętokrzyskie region

Lp.	Nazwa złoża	Przedsiębiorca	Bocznic kolejowa	Odległość drogi krajowej od kopalni* [km]
1.	Bukowa Góra	Kopalnia i Zakład Wzbogacania Kwarcytu „Bukowa Góra” S.A.	Tak	4
2.	Wiśniówka	Kieleckie Kopalnie Kwarcytu w Wiśniówce S.A.	Tak	1,5

Na rysunkach 7–9 przedstawiono przykładowo dla wybranych kopalń drogę, jaką kruszywa są transportowane od zakładu przerobczego do głównego ciągu drogowego (droga krajowa, wojewódzka). Okręgiem zaznaczono zakład produkcyjny, a linią drogę z zakładu wydobywczego do drogi głównej.

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabelach 9–11, na siedemnaście analizowanych kopalń regionu świętokrzyskiego tylko cztery posiadają dostęp do bocznic kolejowych. A zatem w ich przypadku preferowany powinien być przewóz kruszyw koleją do deficytowych regionów Polski północno-wschodniej.



Rys. 7. Trasa przewozu do drogi krajowej z zakładu eksploatującego złożo Wszachów I

Fig. 7. The route to the national road from the mine exploiting the Wszachów I deposit



Rys. 8. Trasa przewozu do drogi krajowej z zakładu eksploatującego złoże Piskrzyn

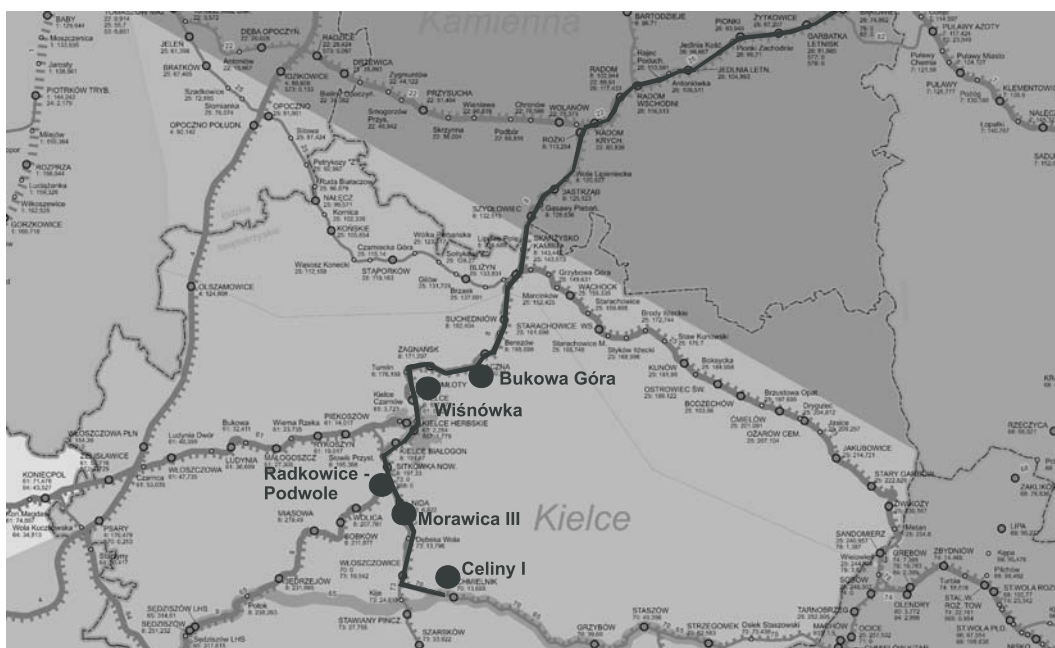
Fig. 8. The route to the national road from the mine exploiting the Piskrzyn deposit



Rys. 9. Trasa przewozu do drogi krajowej z zakładu eksploatującego złoże Józefka

Fig. 9. The route to the national road from the mine exploiting the Józefka deposit

Na rysunku 10 pokazano kopalnie posiadające dostęp do bocznic i linii kolejowych, a w tabelach od 12 do 14 przedstawiono węzły kolejowe tras przejazdu pociągów towarowych z kruszywem z wybranych analizowanych kopalń w województwie świętokrzyskim do centrów regionów deficytowych – Warszawy, Olsztyna, Białegostoku. Są to trasy o priorytecie towarowym.



Rys. 10. Linie kolejowe z ważniejszymi złożami regionu świętokrzyskiego z dostępem do bocznicy kolejowej

Fig. 10. Railway lines and the most important deposits of the Świętokrzyskie region with an access to a railway siding

TABELA 12. Trasa dostaw kruszywy koleją ze złoża Celiny I do Warszawy

TABLE 12. Route of railway transport of aggregates from the Celiny I deposit to Warsaw

Lp.	Nr linii	Trasa		Długość trasy [km]
		od	do	
1.	70	Chmielnik Buski	Włoszczowice	14
2.	73	Włoszczowice	Sitkówka Nowiny	20
3.	8	Sitkówka Nowiny	Radom	94
4.	26	Radom	Dęblin	56
5.	7	Dęblin	Warszawa Wschodnia	103
6.		Razem		287

TABELA 13. Trasa dostaw kruszyw koleją ze złoża Morawica III do Olsztyna

TABLE 13. Route of railway transport of aggregates from the Morawica III deposit to Olsztyn

Lp.	Nr linii	Trasa		Długość trasy [km]
		od	do	
1.	73	Nida	Sitkówka Nowiny	7
2.	8	Sitkówka Nowiny	Radom	94
3.	26	Radom	Dęblin	56
4.	7	Dęblin	Piława	52
5.	13	Piława	Krusze	56
6.	10	Krusze	Legionowo	32
7.	9	Legionowo	Działdowo	123
8.	216	Działdowo	Olsztyn Główny	83
9.	Razem			503

TABELA 14. Trasa dostaw kruszyw koleją ze złoża Wiśniówka do Białegostoku

TABLE 14. Route of railway transport of aggregates from the Wiśniówka deposit to Białystok

Lp.	Nr linii	Trasa		Długość trasy [km]
		od	do	
1.	8	Wiśniówka Kamieniołom	Radom	68
2.	26	Radom	Łuków	117
3.	2	Łuków	Siedlce	27
4.	31	Siedlce	Czeremcha	90
5.	32	Czeremcha	Białystok	76
6.	Razem			378

Jak wynika z zaprezentowanych danych, dominującą pozycję w wywozie kruszyw z regionu świętokrzyskiego odgrywa transport samochodowy. Rzadka sieć linii kolejowych nie pozwala na istotną zmianę tej sytuacji. Także i w przypadku transportu samochodowego zachodzą ograniczenia jego stosowania na większą skalę. Tym ograniczeniem jest stan dróg dojazdowych z kopalni do dróg wojewódzkich i krajowych, po których mogą poruszać się samochody o większych ładownościach, co z kolei warunkuje opłacalność przewozu.

3. Opłacalność transportu kruszyw koleją i samochodami

Szczegółową analizę (dla wielu wariantów) kosztów transportu kruszyw koleją i samochodami przeprowadzono również w pracy (Gawlik i in. 2011). Czynnikiem ekonomiczny

powinien w zasadzie decydować o wyborze środka transportu w przypadku, gdy możliwe jest skorzystanie z transportu kolejowego lub samochodowego.

Główne równania kosztów przewozu kruszywa transportem samochodowym i kolejowym wyprowadzono wykorzystując taryfy przewoźników.

Koszty transportu wyznacza się z zależności:

— dla transportu samochodowego:

$$C_{ts} = c_{js} \cdot L \quad (1)$$

gdzie:

C_{ts} – koszt całkowity transportu jednej tony samochodem [zł/tonę],

c_{js} – jednostkowa cena umowna przewiezienia samochodem jednej tony na odległość jednego kilometra [zł/tkm],

z wykonanych analiz (Gawlik i in. 2012) wynika, że:

- dla samochodów o ładowności 20 ton: $c_{js} = 0,32$ zł/tkm,
- dla samochodów o ładowności poniżej 14 ton: $c_{js} = 0,66$ zł/tkm;

L – odległość transportu [km],

— dla transportu kolejowego:

$$C_{tm} = C_{tk} + 2 \cdot C_p + C'_{ts} \quad (2)$$

gdzie:

C_{tm} – koszt całkowity transportu jednej tony w cyklu mieszanym (kolej + samochody pełniące funkcję pomocniczą) [zł/tonę],

C_{tk} – koszt całkowity przewozu jednej tony koleją [zł/tonę],

C_p – koszt całkowity przeładunku jednej tony [zł/tonę],

C'_{ts} – koszt całkowity transportu jednej tony samochodem z kopalni do rampy/boczniczy kolejowej oraz z miejsca wyładunku kruszywa do odbiorcy [zł/tonę].

$$C_{tk} = 5 \cdot 10^{-10} \cdot L^4 - 9 \cdot 10^{-7} \cdot L^3 + 0,0006 \cdot L^2 + 0,1415 \cdot L + 36,74 + 2 \cdot Op \quad (3)$$

gdzie:

C_{tk} – koszt całkowity transportu jednej tony koleją [zł/tonę],

L – odległość [km],

Op – opłata za postój wagonu w dyspozycji nadawcy/odbiorcy [zł/tonę].

$$C_p = \frac{Z}{W} \quad (4)$$

gdzie:

C_p – koszt przeładunku jednej tony kruszywa [zł/tonę],

Z – koszt jednej godziny pracy ładowarki [zł/h],

W – wydajność rzeczywista ładowarki [ton/h].

$$C'_{ts} = c_{js} \cdot L' \quad (5)$$

gdzie:

- C'_{ts} – koszt całkowity transportu jednej tony samochodem z kopalni do rampy/boczniczy kolejowej oraz z miejsca wyładunku kruszywa do odbiorcy [zł/tonę],
- c_{js} – jednostkowy koszt umowny przewiezienia jednej tony samochodem na odległość jednego kilometra [zł/tkm],
- L' – odległość transportu z kopalni do rampy/boczniczy kolejowej oraz z miejsca wyładunku kruszywa do odbiorcy [km].

$$C_{tm} = 5 \cdot 10^{-10} \cdot L^4 - 9 \cdot 10^{-7} \cdot L^3 + 0,0006 \cdot L^2 + 0,1415 \cdot L + 36,74 + 2 \cdot O_p + 2 \cdot \frac{Z}{W} + c_{js} \cdot L' \quad (6)$$

gdzie:

- C_{tm} – koszt całkowity transportu jednej tony w cyklu mieszanym (kolej + samochody pełniące funkcję pomocniczą) [zł/tonę],
- L – odległość przewozu koleją [km],
- O_p – opłata za postój wagonu w dyspozycji nadawcy/odbiorcy [zł/tonę],
- Z – koszt jednej godziny pracy ładowarki [zł/h],
- W – wydajność rzeczywista ładowarki [ton/h],
- c_{js} – jednostkowy koszt umowny przewiezienia jednej tony samochodem na odległość jednego kilometra [zł/tkm],
- L' – odległość transportu z kopalni do rampy/boczniczy kolejowej oraz z miejsca wyładunku kruszywa do odbiorcy [km].

Ostateczne formy zależności opisujących koszt przewozu kruszyw transportem mieszanym dla danych $Z = 1,22$ zł/tona; $W = 90$ ton/h; $L' = 10$ km mają postać dla wagonów o ładowności:

— 25 ton; $O_p = 6,79$ zł/tonę:

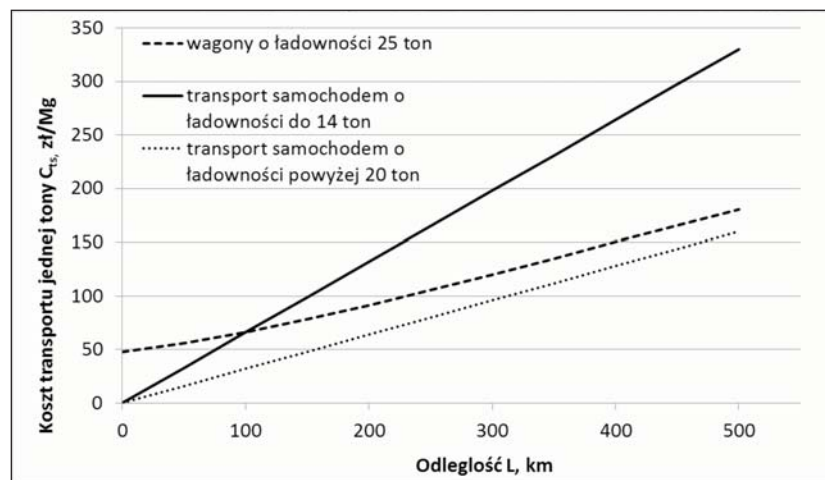
$$C_{tm} = (5 \cdot 10^{-10} \cdot L^4 - 9 \cdot 10^{-7} \cdot L^3 + 0,0006 \cdot L^2 + 0,1415 \cdot L + 36,742) + 13,584 + 10 \cdot 0,32 + 2 \cdot 1,22 \quad (7)$$

— 40 ton; $O_p = 9,09$ zł/tonę:

$$C_{tm} = (5 \cdot 10^{-10} \cdot L^4 - 9 \cdot 10^{-7} \cdot L^3 + 0,0006 \cdot L^2 + 0,1415 \cdot L + 36,742) + 14,43 + 10 \cdot 0,32 + 2 \cdot 1,22 \quad (8)$$

— 60 ton; $O_p = 13,70$ zł/tonę:

$$C_{tm} = (5 \cdot 10^{-10} \cdot L^4 - 9 \cdot 10^{-7} \cdot L^3 + 0,0006 \cdot L^2 + 0,1415 \cdot L + 36,742) + 27,416 + 10 \cdot 0,32 + 2 \cdot 1,22 \quad (9)$$



Rys. 11. Porównanie kosztów transportu samochodowego i kolejowego

Fig. 11. Comparison of costs of road transport and rail transport

gdzie:

- C_{tm} – koszt przewozu jednej tony transportem mieszanym [zł/tona],
- L – odległość transportu koleją [km].

Na rysunku 11 przedstawiono porównanie kosztów transportu samochodowego i kolejowego (według taryf). Wynika z niego, że dla dowolnej odległości przewozu w obrębie Polski koszty transportu kolejowego są wyższe od kosztów transportu samochodowego samochodami o ładowności powyżej 20 ton. Transport kolejowy jest natomiast tańszy od transportu samochodami o ładowności poniżej 14 ton na odległości powyżej 100 km.

Uzyskane wyniki prowadzą do wniosku, że mimo wielu oczywistych zalet, w obecnych polskich warunkach, zgodnie z oficjalnymi taryfami transport kolejowy surowców skalnych jest bardziej kosztowny od transportu samochodowego, nawet na większe odległości. Jednak w transporcie kolejowym (podobnie jak w transporcie samochodowym) powszechnym zwyczajem jest udzielanie opustów w stosunku do cen taryfowych, co może w znacznym stopniu decydować o rentowności tego środka transportu.

Wnioski

Z dokonanych analiz wynikają następujące wnioski:

1. Znaczna część kruszyw łamanych transportowana jest po drogach kołowych i to na znaczne odległości. Poprawa sytuacji jest możliwa poprzez skierowanie części tego strumienia ładunków do przewozów kolejowych. Dotyczy to zwłaszcza dostaw z regionu dolnośląskiego, który w porównaniu np. z regionem świętokrzyskim dysponuje gęstszą siecią linii kolejowych.
2. Zmiana środków transportu kruszyw wymaga w pierwszej kolejności modernizacji linii kolejowych, odbudowy zlikwidowanych bocznic i połączeń lokalnych z głównymi tra-

- sami, co wymagałoby znacznych inwestycji infrastrukturalnych, nie planowanych w najbliższym czasie.
3. Zwiększenie udziału kolei w przewozach kruszyw zależeć będzie nie tylko od możliwości technicznych, ale też od konkurencyjności ekonomicznej w stosunku do transportu samochodowego.
 4. Czynniki przemawiającymi za zwiększeniem udziału transportu kolejowego w przewozach kruszyw, zwłaszcza na większe odległości, powinny być względy ekologiczne, ponieważ jego oddziaływanie na środowisko jest mniej negatywne w porównaniu z transportem samochodowym.
 5. Decydującym elementem niskiej rentowności przewozów kolejowych jest zbyt wysoka oficjalna taryfa przewozowa.

Literatura

- Gawlik i in. 2011 – Gawlik L., Uberman R., Kryzia D., Mokrzycki E., Ney R., 2011 – Strategie i scenariusze technologiczne zagospodarowania i wykorzystania złóż surowców skalnych. Zadanie 6. Scenariusze Technologiczne pozyskiwania i zagospodarowania surowców skalnych w głównych regionach Polski w nawiązaniu do występującego zapotrzebowania na nie. Etap 6.5. Region Mazowiecko-Mazursko-Podlaski. Temat 6.5.3. Analiza kosztów transportu surowców skalnych do odbiorców z określeniem granic transportu samochodowego i kolejowego, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków (praca niepublikowana).
- Gawlik i in. 2012 – Gawlik L., Uberman R., Kryzia D., Mokrzycki E., Ney R., 2012 – Strategie i scenariusze technologiczne zagospodarowania i wykorzystania złóż surowców skalnych. Zadanie 3. Stan zagospodarowania zasobów geologicznych i przemysłowych złóż surowców skalnych w głównych regionach i możliwości optymalnego ich wykorzystania. Etap 3.3. Analiza istniejących i przewidywanych kierunków dostaw pozyskiwanych surowców do centrów ich użytkowania. Temat 3.3.6. Określenie możliwości wywozu i sposobu transportu surowców skalnych z regionów o nadwyżce ich produkcji do regionów deficytowych surowcowo. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków (praca niepublikowana).
- Gawlik i in. 2013 – 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.
- Kwaśniewski i in. 2010 – Kwaśniewski S., Nowakowski T., Zając M., 2010 – Logistyczne uwarunkowania wywozu surowców skalnych z terenu Dolnego Śląska. Logistyka, nr 2, s. 213–225.
- Program... 2007 – Program rozwoju infrastruktury transportowej województwa świętokrzyskiego na lata 2007–2013. Zarząd Województwa Świętokrzyskiego. Kielce, czerwiec 2007.
- Strategia... 2005 – Strategia Rozwoju Województwa Świętokrzyskiego do 2020 roku. Zarząd Województwa Świętokrzyskiego. Kielce, wrzesień 2005.
- Studium... 2009 – Studium wydobycia i transportu surowców skalnych na Dolnym Śląsku. Stan i perspektywy. Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego. Wrocław, lipiec 2009.