

GRZEGORZ BAJOREK\*  
MARTA KIERNIA-HNAT\*\*  
IZABELA SKRZYPCZAK\*\*\*

## Aspekty środowiskowe w technologii produkcji kruszyw budowlanych

**Słowa kluczowe:** kruszywa budowlane, środowisko.

Według prognoz w 2012 r. krajowa gałąź górnictwa odkrywkowego (wydobyczego) produkującego kruszywa wytworzy ok. 230 mln ton tego materiału, z czego ok. 70% stanowić będzie kruszywo budowlane, które powinno spełniać wymagania kontroli produkcji. Zapotrzebowanie na kruszywa jest nierozzerwalne z rozwojem szeroko rozumianego budownictwa (mieszkaniowego, przemysłowego czy komunikacyjnego). Rozwój produkcji kruszyw uwarunkowany jest wieloma czynnikami, z których najważniejsze to: udokumentowana baza surowcowa, zdolności wydobywczo-produkcyjne, konieczność ochrony środowiska, podporządkowanie się planom zagospodarowania przestrzennego, kwestie formalno-prawne, kwestie ekonomiczno-finansowe. Aspekty środowiskowe są jednym z czynników determinujących produkcję kruszyw budowlanych. Blisko 19% powierzchni naszego kraju objęto wielkoprzestrzennym systemem obszarów chronionych – parków krajobrazowych czy Programem Natura 2000, co ogranicza eksploatację złóż na terenach chronionych lub przeznaczonych do zagospodarowania w sposób kolidujący z górnictwem odkrywkowym.

W artykule zostaną omówione główne aspekty środowiskowe przy produkcji kruszyw budowlanych na przykładzie jednego z największych producentów tego materiału na Podkarpaciu. Oceniony zostanie również wpływ czynników ekonomiczno-środowiskowych na wielkość produkcji tego materiału, wykorzystując metodę wskaźnika pojemności informacyjnej oraz metodę grafów.

### 1. Wstęp

Podstawową działalnością przemysłu górnictwa odkrywkowego produkującego kruszywa jest eksploatacja kruszywa naturalnego i jego przeróbka w celu uzy-

---

\* Dr inż., Centrum Technologiczne Budownictwa przy Politechnice Rzeszowskiej.

\*\* Mgr inż., Centrum Technologiczne Budownictwa przy Politechnice Rzeszowskiej.

\*\*\* Dr inż., Politechnika Rzeszowska.

skania wysokiej jakości kruszyw budowlanych i drogowych. W wyniku eksploatacji zostają naruszone elementy środowiska naturalnego: gleba, ukształtowanie terenu, stosunki wodne. W procesach usługowych i produkcyjnych wykorzystywana jest energia i zasoby naturalne oraz wytwarzane są odpady i emisje do środowiska.

Przy identyfikowaniu i ocenie oddziaływań na środowisko firmy produkujące kruszywa wyodrębniają te aspekty środowiskowe, które mają lub mogą mieć największy negatywny wpływ na środowisko w wyniku prowadzonego przez nie wydobycia. Aby zachować zasoby przyrody, od zakładów eksploatacji kruszywa usytuowanych na terenach objętych szczególną ochroną przyrody wymagana jest dodatkowa staranność w prowadzeniu działalności górniczej.

W niniejszym artykule zostaną omówione główne aspekty środowiskowe przy produkcji kruszyw budowlanych na przykładzie jednego z największych producentów tego materiału na Podkarpaciu. Oceniony zostanie również wpływ czynników ekonomiczno-środowiskowych na wielkość produkcji tego materiału, wykorzystując metodę wskaźnika pojemności informacyjnej oraz metodę grafów.

## 2. Aspekty środowiskowe przy produkcji kruszyw budowlanych

Główne aspekty środowiskowe omówiono na przykładzie przedsiębiorstwa, które jako pierwsze na terenie Polski południowo-wschodniej wprowadziło produkcję kruszywa sortowanego na bazie kruszywa naturalnego. Obecnie podstawowym rodzajem działalności prowadzonej przez tę firmę jest wydobycie surowców naturalnych, ich przeróbka i produkcja kruszyw budowlanych, zgodnie ze zharmonizowanymi normami europejskimi. W minionym roku przedsiębiorstwo to wyprodukowało blisko 6 mln Mg kruszyw budowlanych i drogowych, co stanowi około 5% produkcji krajowej [2]. Wraz z produkcją kruszyw budowlanych prowadzone są prace w zakresie zmniejszenia negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne.

Monitorując stan środowiska w technologii produkcji kruszyw budowlanych, można odnieść się do trzech aspektów:

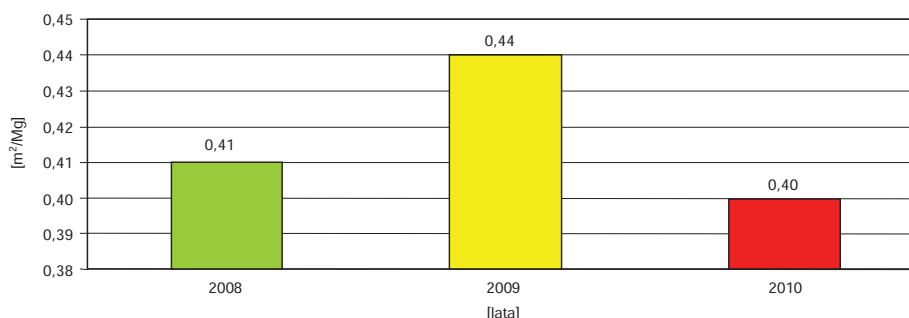
- 1) wykorzystania surowców naturalnych,
- 2) wyłączenia gruntów z produkcji rolnej i leśnej,
- 3) rekultywacji terenów poeksploatacyjnych.

Kruszywo wydobywa się z udokumentowanych złóż, na podstawie koncesji wydanych przez organy administracji państwowej poprzedzonych postępowaniami środowiskowymi. Racjonalna gospodarka złóżami oparta jest na planowanych działaniach, polegających na wykonywaniu projektów zagospodarowania złóż,

planów ruchu, a także bieżącej obsłudze służb geologiczno-mierniczych nadzorujących wydobywanie kruszywa. Konsekwencją rzeczywistej eksploatacji nieodnawialnych naturalnych zasobów złóż kruszywa jest ograniczanie możliwości zajmowania pod działalność górnictwem kolejnych terenów, dlatego priorytetem jest ich efektywne wykorzystanie. Efektywność wykorzystania zasobów przemysłowych złóż kruszywa naturalnych w analizowanym przedsiębiorstwie wyniosła w 2009 roku 86,0%, przy planowanym wykorzystaniu, określonym w projektach ich zagospodarowania, na poziomie 83%.

Podstawowa działalność przedsiębiorstwa, a więc wydobywanie i produkcja kruszyw budowlanych, wymaga czasowego wyłączenia gruntów z produkcji rolnej i leśnej. Aby zminimalizować wpływ na środowisko, sukcesywnie wyłącza się grunty, udostępniając złożę, po czym przywraca się na bieżąco, w miarę postępu prac, zasoby środowiskowe do użytkowania, by zmniejszyć wielkość ponoszonych z tego tytułu opłat.

Przedsiębiorstwo w każdym roku dąży do uzyskania zrównoważenia bilansu gruntów wyłączonych z produkcji rolnej lub leśnej z powierzchnią gruntów zrehabilitowanych i tym samym do zajmowania jak najmniejszej powierzchni pod działalność przemysłową (ryc. 1).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1. Zajmowane grunty pod działalność przemysłową na 1 Mg produkcji

Grunty rekultywuje się zgodnie z ustalonymi przez organy administracji samorządowej i państwowej kierunkami rekultywacji, na podstawie specjalnie opracowanych projektów. Łączna powierzchnia gruntów zrehabilitowanych w 2010 roku przez to przedsiębiorstwo wyniosła 44,6 ha na terenach poeksploatacyjnych.

## 2. Monitoring ekologiczny

Monitoring aspektów środowiskowych ujęto kompleksowo, pod kątem parametrów, które mają bezpośredni wpływ na środowisko naturalne. Do przyjętych parametrów należą:

- odpady – pochodzą z eksploatacji maszyn i urządzeń wydobywczych oraz przerobczych, z działalności usługowej i obiektów administracyjno-socjalnych. Należy zauważyć, że omawiany zakład posiada decyzję na wytwarzanie odpadów. Przy produkcji kruszyw budowlanych można wyodrębnić następujące rodzaje odpadów:
  - a) odpady niebezpieczne, np. mineralne oleje hydrauliczne, mineralne oleje silnikowe, filtry olejowe, płyny hamulcowe, zużyte baterie i akumulatory, kable, chemikalia laboratoryjne i analityczne zawierające substancje niebezpieczne,
  - b) odpady inne niż niebezpieczne: odpady i złomy metaliczne (żelazo i stal), zużyte opony oraz inne niewymienione odpady gumowe, elementy usunięte ze zużytych urządzeń, itp.

Gospodarka odpadami polega na: wytwarzaniu i prawidłowym ich magazynowaniu zgodnie z posiadanymi decyzjami organów administracji publicznej, dokumentowaniu ilości wytwarzanych odpadów oraz przekazywaniu odpadów przedsiębiorcom posiadającym wymagane zezwolenia na ich odbiór i transport.

Masy ziemne i skalne usuwane przy udostępnianiu złóż są we wszystkich zakładach górniczych w całości wykorzystywane do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych i nie stanowią odpadów przemysłowych;

- emisje do atmosfery – niezorganizowane, związane przede wszystkim z pracą silników spalinowych maszyn i urządzeń stosowanych do wydobywania kruszywa i prowadzenia prac rekultywacyjnych oraz transportu samochodowego. Ich wielkość uzależniona jest od nowoczesności jednostek napędowych oraz ilości zużytego paliwa;
- hałas i wibracje – praca maszyn i urządzeń jest źródłem emisji hałasu i wibracji, które nie są limitowane. Parametry te monitoruje się okresowo, stosownie do wymagań przepisów prawa;
- pobór wody i odprowadzanie ścieków, pobór wody przemysłowej – zakłady górnicze wykorzystują wodę kopalnianą w obiegu zamkniętym do celów technologicznych, pobieraną z basenów stanowiących wyrobiska poeksploatacyjne. Zużycie wody w 2009 roku wynosiło 13 810 m<sup>3</sup>, a w 2010 – 7 910 m<sup>3</sup>.
- magazynowanie paliw, olejów i smarów – każdy zakład terenowy posiada specjalny wyodrębniony magazyn podlegający rygorom pod względem zabezpieczenia przed skutkami potencjalnych awarii, takimi jak skażenia gruntu produktami ropopochodnymi. Odpowiednio przygotowane pojemniki na odpady są oznakowane kodami zgodnymi z katalogiem odpadów.

### 3. Formułowane cele i zadania środowiskowe

Racjonalna gospodarka złożami oparta jest na planowych pracach na każdy kolejny rok kalendarzowy. Programy są również podstawą do określenia celów i zadań w zakresie ochrony środowiska i umożliwiają późniejszą weryfikację i ocenę ich realizacji. Eksploatacja złóż kruszyw naturalnych wymaga zajmowania dużych po-

wierzchni gruntów zagospodarowanych wcześniej rolniczo lub jako użytki leśne. Na koniec 2010 roku przedsiębiorstwo użytkowało w celach przemysłowych 239 ha gruntów, co daje wskaźnik 0,40 m<sup>2</sup> na 1 Mg produkcji kruszywa (ryc. 1).

Prawidłowa gospodarka zarządzanymi terenami wymaga równoważenia powierzchni gruntów włączanych pod eksploatację kruszywa z powierzchnią gruntów rekultywowanych.

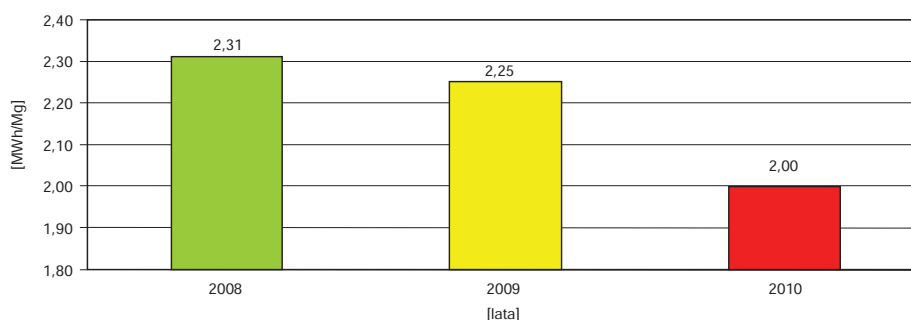
Unowocześnianie parku maszynowego ma na względzie poprawę wykorzystania surowców naturalnych. Wprowadzane nowoczesne maszyny wydobywcze umożliwiają eksploatację kruszywa z całej miąższości złoża przy mniejszych stratach eksploatacyjnych. Nakłady inwestycyjne związane z modernizacją sprzętu w 2010 roku wyniosły 10 345 mln zł.

#### 4. Analiza głównych wskaźników efektywności środowiskowej

Wpływ poszczególnych parametrów na środowisko naturalne oceniono poprzez analizę wskaźników efektywności środowiskowej. Wskaźniki przedstawiono w stosunku do wielkości produkcji [Mg] (tab. 1).

Należy podkreślić, że wytworzone wielkości odpadów nie przekraczają ilości dopuszczalnych decyzjami organów administracji państwowej we wszystkich jednostkach organizacyjnych przedsiębiorstwa.

Interpretując otrzymane wskaźniki, można zauważyć wpływ zmiany technologii wydobycia na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej oraz oleju napędowego. Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w 2010 roku (tab. 1) wynika m.in. z wprowadzenia wysoko wydajnej koparki ssąco-refulującej oraz wymiany kruszarek. W wyniku tych działań uzyskano niższe jednostkowe zużycie energii elektrycznej w przeliczeniu na 1 Mg produkcji kruszyw w stosunku do roku poprzedniego, co obrazuje wykres na rycinie nr 2.



Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 2. Zużycie energii elektrycznej na 1 Mg produkcji

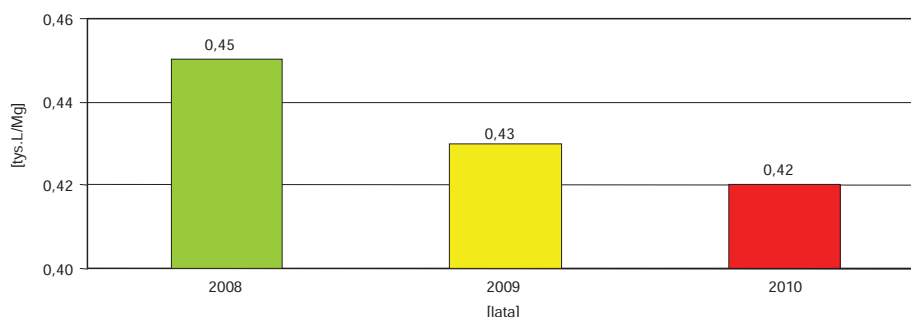
Tabela 1

Wskaźniki efektywności środowiskowej w odniesieniu do wielkości produkcji

Wskaźnik	A: roczny wpływ zanieczyszczeń w obszarze					B: roczny wynik produkcja [tys. Mg]	R = A/B		
	Rodzaje	Jednostka	2008	2009	2010		2008	2009	2010
Odpady niebezpieczne	1) oleje mineralne hydrauliczne	Mg	3,105	4,370	3,165	2008 r. 5 349,134 2009 r. 5 168,686 2010 r. 5 972,084			
	2) oleje mineralne silnikowe		11,385	11,121	8,688				
	3) filtry olejowe		0,366	0,614	0,532				
	4) płyny hamulcowe		0,007	0,017	0,010				
	5) zużyte urządzenia (światłówki)		0,011	0,016	0,025				
	6) zużyte baterie i akumulatory ołowiane		0,090	0,050	0,136				
	7) sorbenty, zużyte czyszczywo		0,368	0,568	0,653				
	8) opakowania po substancjach niebezpiecznych		-	-	0,030				
	9) odpady ropopochodne z czyszczenia zbiorników		0,348	0,020	0,120				
Σ niebezpieczne		15,680	16,776	13,359		0,0029	0,0032	0,0022	
Odpady inne niż niebezpieczne	1) złom żelazo i stal	Mg	468,6	175,5	176,5				
	2) odpady z toczenia i piłowania		17,8	13,6	11,2				
	3) zużyte opony		1,4	0,8	1,3				
	4) inne odpady gumowe		2,0	3,0	3,8				
	5) sorbenty, czyszczywo		0,7	0,8	0,7				
	6) tworzywa sztuczne (zużyte sita)		-	-	0,7				
	Σ inne niż niebezpieczne			490,5	193,7				
Efektywność energetyczna	zużycie energii elektrycznej	MWh	12335,8	11607,5	11968,8		2,306	2,246	2,004
Efektywne zużycie materiałów	zużycie paliwa	tys. l	2433,23	2219,13	2499,73		0,454	0,429	0,419
Różnorodność biologiczna	tereny przemysłowe	ha	220,0	226,9	239,1		0,411	0,439	0,400

Źródło: Opracowanie własne.

Zmniejszenie jednostkowego zużycia paliwa w 2010 roku uzyskano dzięki zastosowaniu do wydobycia kruszywa koparki o zwiększonej wydajności i niższym, jednostkowym zużyciu paliwa. Ponadto kontynuowano zmianę technologii robót odkrywkowych poprzez zastosowanie wozideł, zastępując nimi pracę spycharek. W ramach tych działań ograniczono jednostkowe zużycie oleju napędowego w zakładach produkcyjnych w przeliczeniu na 1 Mg produkcji kruszyw w odniesieniu do 2009 roku, co przedstawiono na rycinie 3.

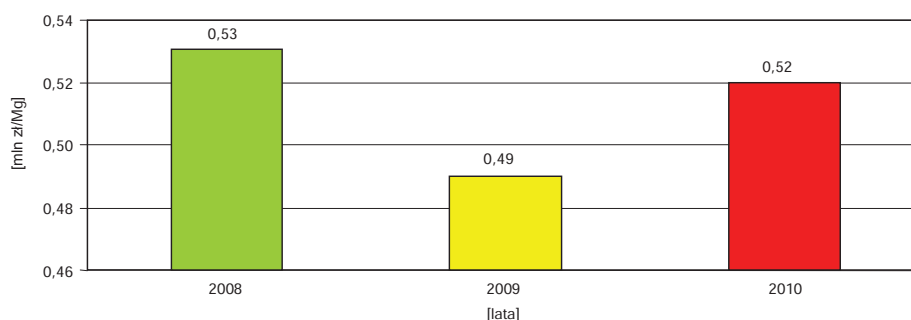


Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 3. Zużycie paliwa na 1 Mg produkcji

Należy podkreślić, że firma, wykorzystując zasoby naturalne, uiszcza opłaty eksploatacyjne, zasilać konta Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz lokalnych samorządów, i ponosi opłaty z tytułu korzystania ze środowiska (w tym z tytułu: emisji spalin, pyłów i gazów oraz zużycia wody), co przedstawia wykres na rycinie 4.

W roku 2010 suma przekazanych środków na ochronę środowiska wyniosła 3,10 mln zł. W skład opłat weszły: 97,3% – opłata eksploatacyjna z tytułu wydobycia kopalin oraz 2,7% – opłata za emisję i zużycie wody. Z uwagi na wzrost



Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

Ryc. 4. Opłaty środowiskowe na 1 Mg produkcji

opłaty eksploatacyjnej wzrósł jednostkowy koszt ponoszonych z tego tytułu opłat na 1 Mg produkcji w 2010 roku.

## 5. Zgodność prawna

Przedsiębiorstwo wypełnia swoje obowiązki w zakresie wymagań prawnych dotyczących środowiska poprzez:

- stosowanie się do aktualnych wymagań prawnych oraz monitorowanie zachodzących zmian w przepisach prawa;
- stosowanie wymaganych procedur i racjonalne gospodarowanie odpadami (m.in. karty przekazania, ewidencja, archiwizacja danych itp.);
- wnoszenie opłat za korzystanie ze środowiska oraz opłat eksploatacyjnych;
- dotrzymywanie parametrów określających dopuszczalną ilość wytwarzanych i magazynowanych odpadów;
- prowadzenie sprawozdawczości środowiskowej;
- realizację programu szkoleń uwzględniającego podnoszenie wiedzy i świadomości ekologicznej pracowników.

## 6. Wpływ czynników ekonomiczno-środowiskowych na wielkość produkcji

Wykorzystując metodę wskaźnika pojemności informacyjnej oraz metodę grafów, oceniono w analizowanym przedsiębiorstwie wpływ czynników ekonomiczno-środowiskowych na wielkość produkcji kruszyw budowlanych.

Metoda wskaźnika pojemności informacyjnej – oparta na podstawowych wzorach z kombinatoryki oraz współczynnikach korelacji analizowanych cech – została zaproponowana przez Z. Hellwiga [4]. Metoda grafów opiera się na macierzy korelacji i obrazuje powiązanie pomiędzy wybranymi parametrami. Do analiz przyjęto następujące czynniki (tab. 2):

**Y** – produkcja kruszyw [ $10^6$ t],

**X1** – odpady niebezpieczne [Mg],

**X2** – odpady inne niż niebezpieczne [Mg],

**X3** – zużycie energii elektrycznej [MWh],

**X4** – tereny przemysłowe [ha],

**X5** – wskaźnik efektywności produkcji [ $m^2/t$ ].



T a b e l a 2

Wartości poszczególnych parametrów w kolejnych latach produkcji kruszyw budowlanych

Rok	Y	X1	X2	X3	X4	X5
2006	4,696	13885	151,1	10485,5	216,5	0,46
2007	4,800	14456	160,3	10635,2	216,3	0,45
2008	5,349	15680	490,5	12335,8	220,2	0,45
2009	5,167	16776	193,7	11607,5	226,9	0,44
2010	6,972	13359	193,7	11968,8	239,1	0,40

Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

• **Metoda wskaźników pojemności informacji** [4] polega na wyznaczeniu wskaźników indywidualnych oraz integralnych dla poszczególnych nośników informacji.

Podstawowy problem związany z praktycznym wykorzystaniem metody Hellwiga polega na konieczności obliczenia dla wszystkich możliwych  $1, 2, \dots, k-1, k$  elementowych kombinacji  $k$  potencjalnych zmiennych objaśniających wartości, tzw. indywidualnych wskaźników pojemności informacyjnej. Oznacza to bardzo szybki wzrost złożoności obliczeniowej wraz ze wzrostem liczby zmiennych objaśniających. Ponadto formuły te mają „niejednorodną” postać, co uniemożliwia szybką analizę danych.

Liczba wszystkich kombinacji, które mogą wejść do modelu w analizowanym przypadku wynosi:

$$K = 2^m - 1, \quad (1)$$

gdzie:  $m$  – ilość zmiennych egzogenicznych –  $m=5$ , a więc liczba kombinacji wynosi 31.

Następnie obliczono pojemności indywidualne poszczególnych nośników informacji występujących w wyszczególnionych kombinacjach zgodnie ze wzorem (2).

$$h_j = \frac{r_i^2}{1 + \sum_{i=1}^n |r_j|}, \quad (2)$$

gdzie:  $r_i$  – współczynnik korelacji parametru  $i$  względem cechy objaśnianej  $y$ ,

$r_{ij}$  – współczynnik korelacji zmiennych objaśniających  $i$  oraz  $j$ .

Kolejnym krokiem było wyznaczenie maksymalnej pojemności integralnej według formuły (3):

$$H_j = \sum_{j,i=1}^n h_{ji}, \quad (3)$$

co odpowiada kombinacji  $C = \{X1, X4\} = 0,913$ .

Oznacza to, że zmienne **X1**, **X4** (odpady niebezpieczne oraz tereny przemysłowe) powinny wejść do modelu oceny czynników ekonomiczno-środowiskowych produkcji kruszyw budowlanych. Kolejną otrzymaną wartością była pojemność integralna wyznaczona dla zmiennych **X1**, **X4**, **X5**,  $C = \{X1, X4, X5\} = 0,871$ .

• **Metoda grafów** [4] – graficzna konstrukcja wyrażająca powiązania pomiędzy zmiennymi objaśniającymi. Polega na wyszukaniu grupy zmiennych skorelowanych między sobą oraz na znalezieniu zmiennych, które nie są skorelowane z pozostałymi zmiennymi objaśniającymi. Kolejnym etapem jest wybranie spośród tych grup zmiennych, które są mocniej skorelowane ze zmienną objaśnianą – są one wykorzystane w modelu. Model powinien również zawierać wszystkie zmienne nieskorelowane pomiędzy sobą, ale powiązane ze zmienną objaśnianą.

Tabela 4

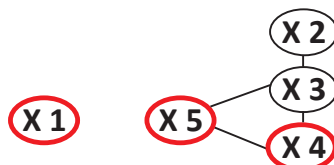
Macierz korelacji

	Y	X1	X2	X3	X4	X5
Y	1	<b>-0,442</b>	-0,148	<b>0,474</b>	<b>0,955</b>	<b>-0,989</b>
X1	-0,442	1	0,385	0,333	-0,174	0,343
X2	-0,148	0,385	1	<b>0,732</b>	-0,088	0,133
X3	<b>0,474</b>	0,333	<b>0,732</b>	1	<b>0,594</b>	<b>-0,513</b>
X4	<b>0,955</b>	-0,174	-0,088	<b>0,594</b>	1	<b>-0,967</b>
X5	<b>-0,989</b>	0,343	0,133	<b>-0,513</b>	<b>-0,967</b>	1

Źródło: Opracowanie własne

Zmienna odpady inne niż niebezpieczne (**X2**) wykazuje nikłą korelację ze zmienną **Y** (produkcja kruszyw). Na podstawie macierzy korelacji można stwierdzić, że na produkcję kruszyw mają wpływ: odpady niebezpieczne, zużycie energii elektrycznej, tereny przemysłowe oraz wskaźnik efektywności produkcji. Decydującymi parametrami są tereny przemysłowe oraz wskaźnik efektywności produkcji (bardzo wysoka zależność korelacyjna).

Aby sprawdzić, które ze zmiennych mają decydujący wpływ na wielkość produkcji kruszyw, przeprowadzono również wnioskowanie oparte na metodzie grafów (ryc. 5). Schemat powiązań między poszczególnymi zmiennymi opracowano na podstawie macierzy korelacji, uwzględniając te zmienne, dla których wartość współczynnika korelacji jest większa od 0,40 (korelacja średnia) – determinanty zaznaczono kolorem czerwonym (ryc. 5).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 5. Metoda grafów

Na podstawie analizy grafów można zauważyć, że weryfikowane zmienne objaśniające połączyły się w dwie grupy. W pierwszej głównymi cechami wpływającymi na wielkość produkcji kruszyw są zmienne **X4** oraz **X5**, których decydującym parametrem jest wskaźnik efektywności produkcji – zmienna **X5**. Jest ona silniej skorelowana ze zmienną endogeniczną (wielkość produkcji kruszyw) niż zmienna **X4** (tereny przemysłowe). Natomiast zmienna **X1** (odpady niebezpieczne) jako wierzchołek izolowany, będąc parametrem determinującym, również wpływa na wielkość produkcji kruszyw. Wnioskowanie przeprowadzone metodą grafów potwierdziło rezultaty otrzymane w wyniku analiz metodą wskaźników pojemności informacyjnej.

Zauważalna korelacja odpadów niebezpiecznych z wielkością produkcji jest tylko pozorna, bowiem poprzez zlecenie usług na zewnątrz odpady związane z realizacją zlecenia, zgodnie z prawem, przynależą do wykonawcy usługi.

Korelacja wydobycia kopalin z terenami przemysłowymi oraz wskaźnikiem efektywności wydobycia jest ogólnie zrozumiała, jednak obostrzenia wynikające z ochrony środowiska ograniczają dostęp do złóż. Jedną z najbardziej restrykcyjnych form ochrony przyrody jest Europejska Sieć Ekologiczna Natura 2000, której celem jest zachowanie bioróżnorodności poprzez ochronę ekosystemów. Na terenie Podkarpacia obszary objęte ochroną środowiska stanowią 49,9% powierzchni województwa, a dodatkowo planuje się zwiększenie liczby potencjalnych obszarów ochrony siedlisk [3]. Obszary Natura 2000 teoretycznie nie obligują do zaprzestania prowadzonej na ich terenie działalności gospodarczej, jednak ograniczenia utrudniają prowadzenie na nich działalności wydobywczej – mogą uniemożliwić dostęp do znacznych zasobów kopalin, a w przypadku złóż zagospodarowanych konieczność zaniechania eksploatacji [1].

## 7. Wnioski

Analizując omówione aspekty środowiskowe na przykładzie jednego z największych producentów kruszyw budowlanych na Podkarpaciu, można sformułować następujące wnioski:

- Zminimalizowanie wpływów oddziaływania na środowisko produkcji kruszyw budowlanych można uzyskać przede wszystkim poprzez wdrażanie nowocze-

nych technologii, jak i systematyczną modernizację istniejącego sprzętu wydobywczego kopalni, które pozwalają racjonalniej wykorzystywać zasoby naturalne, ograniczając przy tym w znacznym stopniu emisje do środowiska.

- Zauważalny jest brak informacji o dostępnych dla sektora przemysłu odkrywkowego dokumentów referencyjnych (art. 46 Rozporządzenia WE nr 1221/2009 dot. EMAS – Zweryfikowanego Systemu Zarządzania Środowiskowego), zawierających wskaźniki oceny efektywności środowiskowej.
- Pożądane jest wykorzystywanie przy produkcji kruszyw budowlanych energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii.
- Na podstawie analizy wykonanej metodą pojemności wskaźników informacyjnych oraz metodą grafów można stwierdzić, że wielkość produkcji uzależniona jest od odpadów niebezpiecznych oraz terenów przemysłowych; ograniczając dostęp do nich, ograniczamy produkcję.
- Wielkość terenów przemysłowych (gruntów objętych działalnością wydobywczą) jest uwarunkowana dążeniem przedsiębiorstwa do zrównoważenia bilansu gruntów wyłączonych z produkcji rolnej lub leśnej z powierzchnią gruntów zrekultywowanych i tym samym zajmowanie jak najmniejszej powierzchni pod działalność przemysłową. Wielkość terenów pod działalność produkcyjną jest pochodną terenów objętych wielkoprzestrzennym systemem obszarów chronionych – parków krajobrazowych czy Europejską Siecią Ekologiczną Natura 2000. Na terenie Podkarpacia stanowią one 49,9% powierzchni województwa, a dodatkowo planuje się zwiększenie liczby potencjalnych obszarów ochrony siedlisk. Zwiększając powierzchnię terenów chronionych, uniemożliwiamy lub ograniczamy dostęp do złóż naturalnych (m.in. ograniczamy produkcję kruszyw), tak więc ochrona środowiska urasta do rangi podstawowego czynnika ograniczającego rozwój branży kruszyw naturalnych.
- Zauważalna tendencja spadkowa odpadów niebezpiecznych jest tylko pozorna, bowiem poprzez zlecenie usług na zewnątrz odpady związane z realizacją zlecenia, zgodnie z prawem, przynależą do wykonawcy zlecenia.

## Literatura

- [1] *ABC Kruszywa. Referaty i prezentacje*. Pierwsze Forum Producentów Kruszyw, Warszawa, 17 listopada 2009.
- [2] „Deklaracja środowiskowa, v.2.1.” KRUSZGEO SA, Rzeszów, 10 marzec 2011.
- [3] [[http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL\\_rs\\_rocznik\\_stat\\_wojew\\_2011.pdf](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL_rs_rocznik_stat_wojew_2011.pdf)].
- [4] H e l l i g Z., *Elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej*, PWN, Warszawa, 1969.

*GRZEGORZ BAJOREK  
MARTA KIERNIA-HNAT  
IZABELA SKRZYPCZAK*

ENVIRONMENTAL ASPECTS IN THE PRODUCTION  
OF CONSTRUCTION AGGREGATES

**Keywords:** construction aggregates, environment.

Environmental aspects belong to the factors that affect the production of construction aggregates. About 19% of Poland's surface area is covered by the system of large protected areas (like natural landscape parks) or is under protection of the Nature Programme 2000. This fact leads to serious limitation on exploitation of natural deposits in these areas. The article focuses on major environmental factors at the production of construction aggregates. The analysis is based on production activities of one of the largest producers of the material in the Podkarpackie province. By the Hellwig's method and Bartosiewicz's method the influence of the economical and environmental factors on production volume was estimated.