



**Wpływ wybranych czynników  
na rozwój innowacyjnych technologii  
zagospodarowywania odpadów pochodzących  
z górnictwa węgla kamiennego określony  
metodą krzyżowej analizy wpływów**

*Ireneusz Baic, Beata Witkowska-Kita*

*Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Katowice*

*Wiesław Blaschke, Aleksander Lutyński*

*Politechnika Śląska, Gliwice*

*Wiesław Kozioł, Zbigniew Piotrowski*

*Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków*

## **1. Wprowadzenie**

Zagadnienia związane z tematyką surowcową, szczególnie surowców energetycznych znajduje swoje odzwierciedlenie w szeregu projektach typu foresight o zasięgu zarówno globalnym jak i lokalnym czy krajowym. Zagadnienia tam prezentowane, w pewnych tylko wąskich fragmentach, poruszały tematyką odpadów i to głównie z procesów termicznego przetwarzania surowców energetycznych.

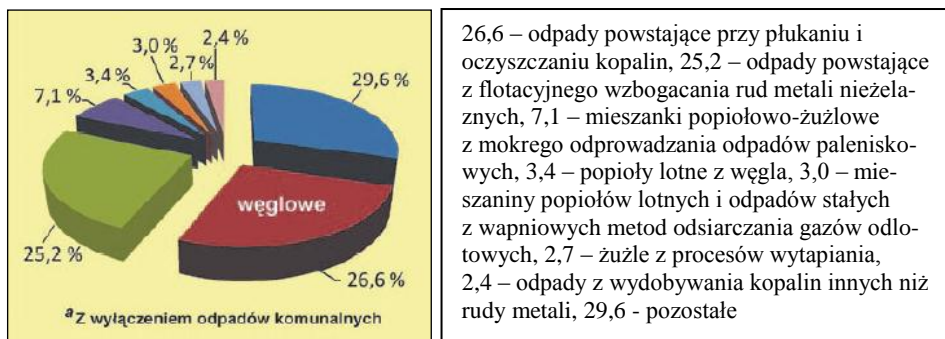
W roku 2007 wytworzono w Polsce 124,4 mln ton odpadów. Duży udział, bo 34,4 mln ton, a więc 26,6 %, stanowiły odpady mineralne powstające przy wydobywaniu i przetwarzaniu węgla, co pokazano na rys. 1. Pomimo znacznego gospodarczego wykorzystania opisywanych odpadów, najczęściej w różnego typu pracach rekultywacyjnych na obszarach objętych eksploatacją górnictwa, ich ilość deponowana na składowiskach stale wzrasta i w 2007 (dane GUS) osiągnęła ponad 0,5 mld ton [4].

Na rys. 2 pokazano procentowe udziały poszczególnych rodzajów odpadów wytworzonych w 2007 r. w kopalniach węgla kamiennego Górnosląskiego Zagłębia Węglowego.

Wydaje się więc, w świetle przedstawionych danych, że problematyka efektywnego i szerokiego wykorzystania odpadów z produkcji węgla kamiennego jest niezwykle aktualna. Pewne pozytywne trendy zaobserwować można ostatnio w podejściu spółek węglowych, co wynika z obowiązującej już Ustawy o odpadach wydobywczych (Dz.U. z 2008 r. Nr 138, poz. 865) [3], [5]. Ustawa zobowiązuje bowiem wytwórców odpadów do ich utylizacji i zagospodarowania w instalacjach przemysłowych, wykluczając niektóre dotychczas stosowane metody zagospodarowania, np. poprzez składowanie.

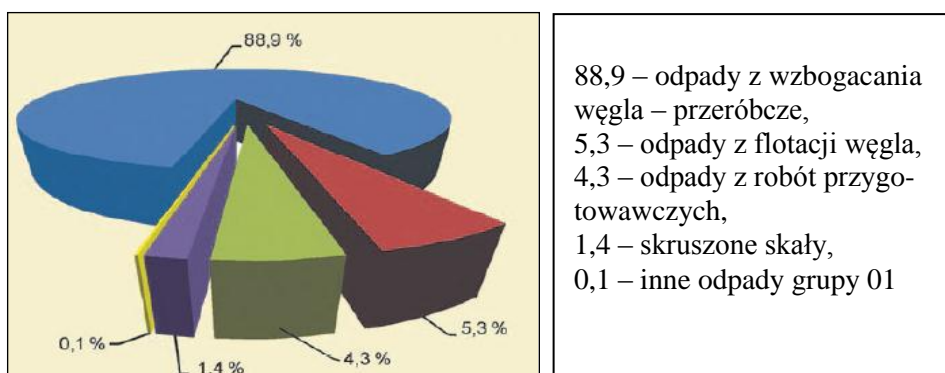
Przedstawiona sytuacja legła u podstaw zgłoszenia projektu „ *Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego*”. Koordynatorem projektu, którego realizację przewidziano na lata 2009 – 2011, jest Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie. Partnerami projektu są Akademia Górniczo Hutnicza i Politechnika Śląska.

W ramach wykonywanego projektu przewiduje się szereg badań mających na celu identyfikację wiodących technologii zagospodarowania odpadów górniczych o znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie priorytetowy dla Polski, a także opracowanie ich scenariuszy z określeniem czynników mających istotny wpływ na ten rozwój [1].



**Rys. 1.** Ilość odpadów wytworzona wg rodzajów w 2007 r. [4]

**Fig. 1.** The amount of waste produced by type in 2007 [4]



**Rys. 2.** Procentowe udziały poszczególnych rodzajów odpadów wytworzonych w 2007 r. w kopalniach węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego [4]

**Fig. 2.** Percentage share of different types of waste produced in 2007 in hard coal mines of Upper Silesia Coal Basin [4]

Czwarty etap realizacji projektu Foresight OGWK stanowił jego rdzeń i dotyczył przeprowadzenia badań przy zastosowaniu różnych metodologii pod kątem oceny innowacyjności technologii zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego oraz wpływu wybranych czynników na ich rozwój [6].

## 2. Metoda krzyżowej analizy wpływów

Jedną z wykorzystanych w tym celu metod badawczych była w krzyżowej analizie wpływów metoda Analizy Strukturalnej Wpływów. Analiza Strukturalna Wpływów stanowi jedno z podstawowych narzędzi analitycznych stosowanych podczas realizacji projektów typu foresight. Zwykle przeprowadza się ją na początkowych etapach realizacji projektu, lecz w zależności od przyjętej metodyki realizacji projektu foresight może zostać również wykorzystana w kolejnych etapach prac. Metoda służy do oceny wzajemnego oddziaływania licznych grup różnorodnych czynników wywierających wpływ na rozwój analizowanego systemu (np. rozwój technologii) w określonych ramach czasowych. Dzięki zbadaniu istniejących związków pomiędzy zestawem pozornie niezwiązanych ze sobą zdarzeń i trendów, można zwiększyć wewnętrzną spójność analizowanego systemu. Podobnie jak inne metody analizy wpływów (*Cross-Impact*), służy ona określeniu związków pomiędzy danym zestawem zmiennych w celu wyodrębnieniu czynników kluczowych.

Analiza strukturalna wpływów przeprowadzona została w trzech etapach, którymi były:

1. Inwentaryzacja czynników mających wpływ na rozwój analizowanego układu (technologii) w określonych ramach czasowych.
2. Stwierdzenie występowania zależności pomiędzy wytypowanymi czynnikami oraz opis ilościowy występujących zależności przy wykorzystaniu macierzy wpływów.
3. Identyfikacja czynników kluczowych dla ewolucji analizowanego układu (technologii) w założonych ramach czasowych.

### Inwentaryzacja istotnych czynników

Był to etap, który ma decydujące znaczenie w całym procesie analizy strukturalnej. Czynniki kluczowe stanowią zestaw zdarzeń oraz trendów i tendencji, panujących w danym systemie, które w największym stopniu zdecydują o ewolucji systemu w założonych ramach czasowych. Pakiet czynników istotnych wytypowali eksperci kluczowi foresightu.

### Stwierdzenie występowania zależności – tworzenie macierzy wpływów

Wytypowane czynniki stanowiły podstawę do opracowania tzw. macierzy wpływów. Wybrane czynniki umieszczone zostały w rzędach i kolumnach macierzy (rys. 3).

	CZYNNIK 1	CZYNNIK 2	CZYNNIK 3	CZYNNIK 4	CZYNNIK 5
CZYNNIK 1	X				
CZYNNIK 2		X			
CZYNNIK 3			X		
CZYNNIK 4				X	
CZYNNIK 5					X

**Rys. 3.** Przykład macierzy wykorzystywanej w krzyżowej analizie wpływów  
**Fig. 3.** Example of an array used in cross-impact analysis

Tak skonstruowaną macierz wypełniali eksperci kluczowi w miejscach przecięcia się wiersza i kolumny odpowiadając sobie na postawione pytania według następującego schematu:

**1. Czy czynnik A ma bezpośredni wpływ na czynnik B?**

Jeśli nie stwierdzono bezpośredniego wpływu w odpowiedniej kratce wpisywane było 0.

**2. W jakim stopniu czynnik A bezpośrednio wpływa na czynnik B?**

Stosowano następującą skalę określającą wpływ:

- 1 – słaby wpływ,
- 2 – średni wpływ,
- 3 – silny wpływ.

Kiedy wartości macierzy wpływów zostaną określone wprowadza się je do odpowiednich narzędzi informatycznych, np. programu MICMAC.

Identyfikacja czynników kluczowych (etap realizowany przez specjalistów [2])

Analiza macierzy wpływów pozwala zaklasyfikować zadane czynniki (zmienne) do następujących grup:

**Czynniki Kluczowe** jako te, które łączą w sobie siłę oddziaływania z dużym stopniem zależności, wskazując, które działania powinny być uznane za priorytetowe w procesie opracowywania Planów Strategicznych.

**Czynniki Decydujące** jako te, które wywierają bardzo silny wpływ na system i stąd mogą zachowywać się jako czynniki napędzające i hamujące, ale są one bardzo trudne do skontrolowania. Wiedza na ich temat jest niezwykle istotna w procesie obserwowania trendów długoterminowych w badaniach nad przyszłością.

**Cele i Rezultaty** – ewolucja tych czynników będzie zależeć od tego jak rozwijać się będą pozostałe zmienne w systemie. Niektóre z nich mogą być użyte jako zmienne kontrolne w kwestionariuszu delfickim.

**Zmienne Regulujące i Narzędzia Pomocnicze** – są umiejscowione blisko centrum matrycy i mogą okazać się pomocne do osiągnięcia celów strategicznych, jednakże ich wpływ na całość systemu nie jest decydujący.

**Zmienne Autonomiczne** jako te, które wykazują najmniejszy wpływ na zmiany zachodzące w systemie jako całości.

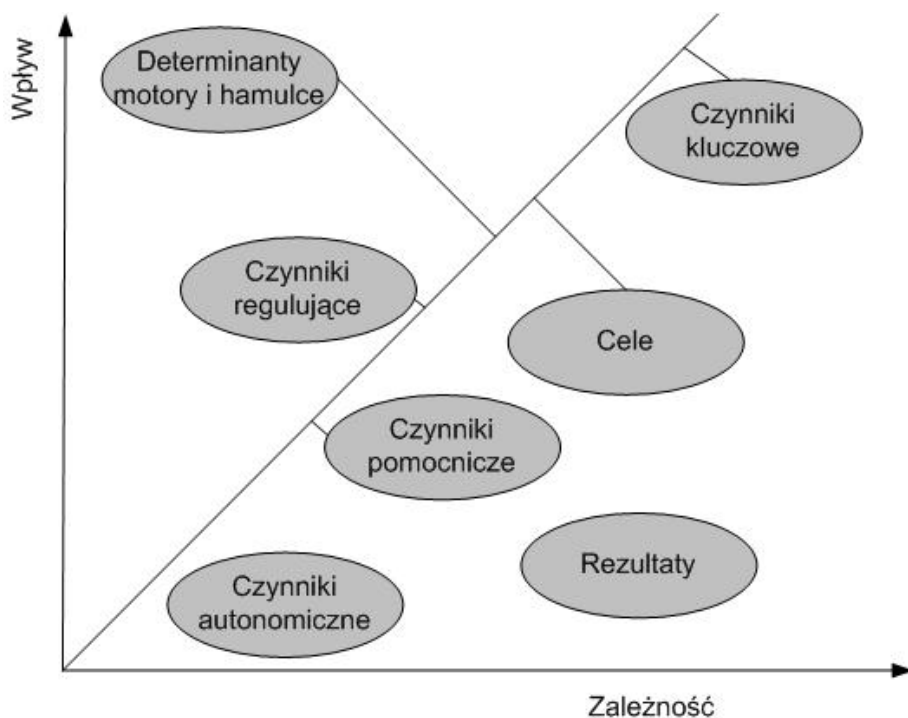
Każda z określonych grup czynników ma swoje ścisłe położenie na wykresie zależność/wpływ (rys. 4). Dodatkowa analiza wykresu pozwala wyciągnąć wnioski dotyczące stabilności i spójności analizowanego układu.

We wcześniej przeprowadzonych analizach sprecyzowano w foresighcie trzy cele strategiczne, którymi były:

1. ochrona złóż surowców mineralnych poprzez substytucję produktami otrzymanymi z przetwarzania i recyklingu odpadów wydobywczych,
2. pełne wykorzystanie odpadów wytwarzanych obecnie i w okresach wcześniejszych przez górnictwo węgla kamiennego,
3. identyfikacja nowych obszarów zastosowań surowców odpadowych i produktów wytworzonych na bazie odpadów z górnictwa węgla kamiennego,

oraz pięć grup technologicznych wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego z podziałem na następujące kierunki:

- I – Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów,
- II – Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego,
- III – Podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych,
- IV – Kruszywa, ceramika,
- V – Odzysk substancji węglowej.



**Rys. 4.** Grupowanie czynników kluczowych przy pomocy narzędzia MICMAC  
**Fig. 4.** Grouping of key factors with the use of MICMAC tool

Dla każdego z celów strategicznych wytypowane zostały czynniki istotne, mające wpływ na jego realizację.

**Cel strategiczny 1.**

1. Wysokie koszty przetwarzania surowców odpadowych i trudność w utrzymaniu stałości ich parametrów jakościowych.
2. Uwarunkowania prawne (głównie środowiskowe) preferujące wykorzystanie surowców odpadowych.
3. Skomplikowane procedury pozyskania środków finansowych.
4. Wzrost cen naturalnych surowców mineralnych.
5. Uwarunkowania fiskalne preferujące wykorzystanie surowców odpadowych.
6. Ograniczone zdolności eksploatacyjne złóż surowców mineralnych.
7. Mała świadomość ekologiczna i związana z tym niechęć do wykorzystania odpadów.

8. Wzrost zapotrzebowania na wyroby z surowców odpadowych.
9. Kosztowny transport naturalnych surowców mineralnych.
10. Zastosowanie bardziej efektywnych metod przeróbki i wzbogacania węgla.

### **Cel strategiczny 2.**

1. Wysokie koszty przetwarzania surowców odpadowych i trudność w utrzymaniu stałości ich parametrów jakościowych.
2. Wzrost cen naturalnych surowców mineralnych.
3. Uwarunkowania prawne (głównie środowiskowe) preferujące wykorzystanie surowców odpadowych.
4. Skomplikowane procedury pozyskania środków finansowych.
5. Ograniczone zdolności eksploatacyjne złóż surowców mineralnych.
6. Uwarunkowania fiskalne preferujące wykorzystanie surowców odpadowych.
7. Mała świadomość ekologiczna i związana z tym niechęć do wykorzystania odpadów.
8. Wzrost zapotrzebowania na wyroby z surowców odpadowych.
9. Kosztowny transport naturalnych surowców mineralnych.
10. Zastosowanie bardziej efektywnych metod przeróbki i wzbogacania węgla.

### **Cel strategiczny 3.**

1. Konieczność osiągnięcia standardów ekologicznych zawartych w krajowych i na poziomie UE uregulowaniach prawnych.
2. Wysokie koszty przetwarzania surowców odpadowych.
3. Wzrost cen naturalnych surowców mineralnych.
4. Konieczność budowy dodatkowej infrastruktury zakładów przetwórczych.
5. Przewidywane korzyści z lokowania produktów w nowych obszarach zastosowań.
6. Moda na efektywne wykorzystywanie odpadów.
7. Zmieniające się warunki górniczo-geologiczne a tym samym właściwości odpadów.
8. Ryzyko inwestowania w nowe technologie.
9. Niewielka konkurencja na rynku w początkowym okresie stosowania technologii.
10. Negatywny wpływ na środowisko operacji przetwarzania odpadów z górnictwa węgla kamiennego.



Analiza przedstawionych czynników wykazała ich znaczną zbieżność czynników w ramach przyjętych celów strategicznych. Wobec powyższego postanowiono rozpatrywać je łącznie, tworząc macierz horyzontalną z trzynastoma czynnikami, które co najmniej dwukrotnie wystąpiły w trzech celach strategicznych. Wyodrębniono trzynaście takich czynników, którymi są:

1. Wysokie koszty przetwarzania surowców odpadowych.
2. Trudność w utrzymaniu stałości ich parametrów jakościowych.
3. Konieczność osiągnięcia standardów ekologicznych zawartych w krajowych i europejskich uregulowaniach prawnych.
4. Skomplikowane procedury pozyskania środków finansowych.
5. Wzrost cen naturalnych surowców mineralnych.
6. Uwarunkowania fiskalne preferujące wykorzystanie surowców odpadowych.
7. Ograniczone zdolności eksploatacyjne złóż surowców mineralnych.
8. Mała świadomość ekologiczna i związana z tym niechęć do wykorzystania odpadów.
9. Wzrost zapotrzebowania na wykorzystanie surowców odpadowych,
10. Kosztowny transport naturalnych surowców mineralnych.
11. Konieczność budowy dodatkowej infrastruktury zakładów przetwórczych.
12. Zmieniające się warunki górniczo-geologiczne a tym samym właściwości odpadów.
13. Negatywny wpływ na środowisko operacji przetwarzania odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

W pięciu grupach tematycznych technologii wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego wytypowano następujące czynniki:

**GRUPA I – Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów**

1. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).
2. Dostępność odpadów wydobywczych, w tym odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii.
3. Koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji.
4. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.

5. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).
6. Minimalizowanie skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górniczego.
7. Dostępność funduszy na rekultywację terenów, prace hydrotechniczne i inne inwestycje proekologiczne.
8. Łatwość wdrożenia technologii.
9. Zapotrzebowanie odbiorców.
10. Niska energochłonność i materiałochłonność.

### **GRUPA II – Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego**

1. Dostępność odpadów wydobywczych, w tym odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii.
2. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).
3. Koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji.
4. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).
5. Polityka wspierająca zagospodarowanie odpadów (strategie, plany).
6. Niska energochłonność i materiałochłonność.
7. Łatwość wdrożenia technologii.
8. Zapotrzebowanie odbiorców.
9. Potrzeby technologiczne związane z eksploatacją węgla kamiennego.
10. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.

### **GRUPA III – Podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych**

1. Dostępność odpadów wydobywczych, w tym odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii.
2. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).
3. Koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji.
4. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).
5. Polityka wspierająca zagospodarowanie odpadów (strategie, plany i itd.).
6. Niska energochłonność i materiałochłonność.
7. Łatwość wdrożenia technologii.
8. Zapotrzebowanie odbiorców.
9. Konieczność minimalizacji skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górniczego w zależności od stopnia jego zagospodarowania.

10. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.

#### **GRUPA IV – Kruszywa, ceramika**

1. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).
2. Dostępność odpadów wydobywczych, w tym odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii.
3. Ograniczenie powierzchni zajmowanych terenów.
4. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.
5. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).
6. Efektywność przeróbki i wzbogacania węgla.
7. Dostępność funduszy na rekultywację terenów, prace hydrotechniczne i inne inwestycje proekologiczne.
8. Łatwość wdrożenia technologii.
9. Zapotrzebowanie odbiorców.
10. Niska energochłonność i materiałochłonność.

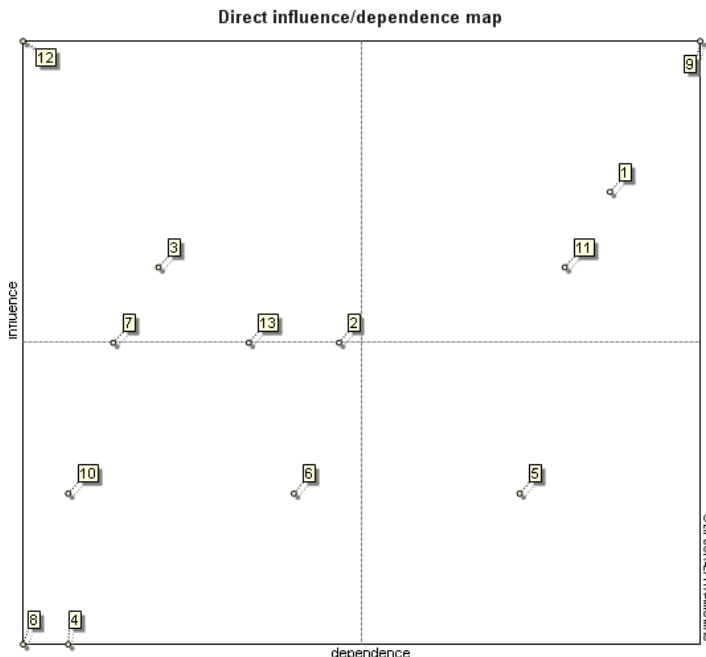
#### **GRUPA V – Odzysk substancji węglowej**

1. Dostępność odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii ich wykorzystania.
2. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).
3. Koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji.
4. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).
5. Polityka wspierająca zagospodarowanie odpadów (strategie, plany i itd.).
6. Łatwość wdrożenia technologii.
7. Niska energochłonność i materiałochłonność.
8. Zapotrzebowanie odbiorców.
9. Efektywność przeróbki i wzbogacania węgla.
10. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.

### 3. Wyniki przeprowadzonych badań

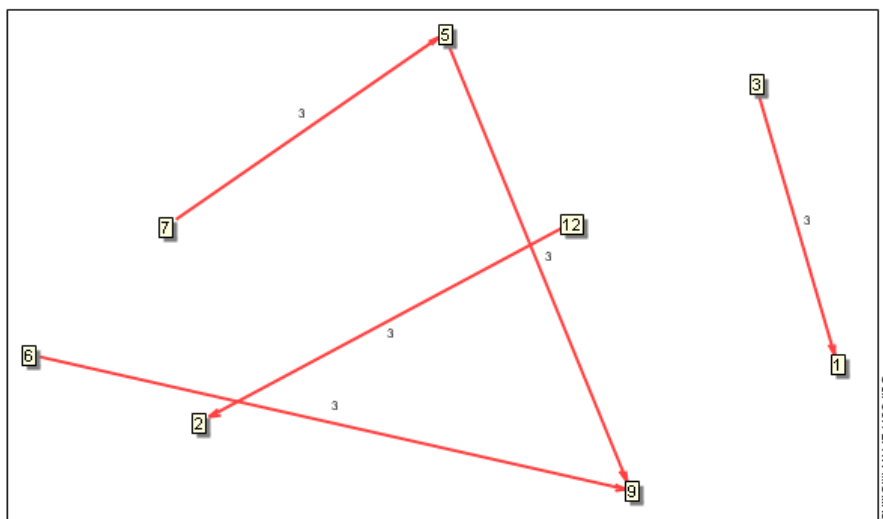
W przeprowadzonych badaniach eksperci dokonali, poprzez wypełnienie odpowiednio przygotowanych ankiet-macierzy, oceny czynników mających wpływ na realizację założonych celów strategicznych (macierz horyzontalna) oraz oceny czynników mających wpływ na rozwój technologii w poszczególnych grupach tematycznych technologii wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Wyniki ankiet stanowiły podstawę szerokiej analizy pozwalającej na identyfikację czynników kluczowych w rozpatrywanych procesach.

Wyniki analiz prezentowane były w tabelach i w postaci graficznej jako mapy wpływów/zależności bezpośrednich i pośrednich oraz schematów wpływów bezpośrednich i pośrednich. Przykład postaci graficznej wyników analizy macierzy horyzontalnej przedstawiony został na rys. 5 i 6 [2]. Na rys. 5 pokazano mapę wpływów/zależności bezpośrednich, a na rys. 6 schemat wpływów bezpośrednich dla macierzy horyzontalnej.



**Rys. 5.** Mapa wpływów/zależności bezpośrednich – Panel Horyzontalny [2]

**Fig. 5.** Map of direct impact/dependence – Horizontal Panel [2]



**Rys. 6.** Schemat wpływów bezpośrednich (wpływy najsilniejsze) – Panel Horyzontalny [2]

**Fig. 6.** Scheme of direct impacts (strongest influences) – Horizontal Panel [2]

W analizie czynników wpływających na realizację założonych celów strategicznych uznano za:

**Czynniki kluczowe**

- 9. Wzrost zapotrzebowania na wykorzystanie surowców odpadowych.

**Czynniki decydujące**

- 11. Zmieniające się warunki górniczo-geologiczne a tym samym właściwości odpadów.

**Czynniki z grupy Cele**

- 1. Wsokie koszty przetwarzania surowców odpadowych.
- 11. Konieczność budowy dodatkowej infrastruktury zakładów przetwórczych.

**Czynniki z grupy Rezultaty**

brak

**Zmienne Regulujące i Narzędzia Pomocnicze**

- 2. Trudność w utrzymaniu stałości ich parametrów jakościowych.
- 3. Konieczność osiągnięcia standardów ekologicznych zawartych w krajowych i europejskich uregulowaniach prawnych.
- 13. Negatywny wpływ na środowisko operacji przetwarzania odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

7. Ograniczone zdolności eksploatacyjne złóż surowców mineralnych
5. Wzrost cen naturalnych surowców mineralnych.
6. Uwarunkowania fiskalne preferujące wykorzystanie surowców odpadowych.

*Czynniki te pomocne są do osiągnięcia celów strategicznych, jednakże ich wpływ na całość systemu nie jest decydujący.*

#### **Zmienne Autonomiczne**

10. Kosztowny transport naturalnych surowców mineralnych.
4. Skomplikowane procedury pozyskania środków finansowych.
8. Mała świadomość ekologiczna i związana z tym niechęć do wykorzystania odpadów.

Wyniki analiz czynników mających wpływ na rozwój technologii przedstawiają się następująco:

#### **GRUPA I – Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów**

##### **Czynniki kluczowe**

1. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).
3. Koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji.

##### **Czynniki decydujące**

2. Dostępność odpadów wydobywczych, w tym odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii.

##### **Czynniki z grupy Cele**

8. Łatwość wdrożenia technologii.

##### **Czynniki z grupy Rezultaty**

6. Minimalizowanie skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górniczego.

##### **Zmienne Regulujące i Narzędzia Pomocnicze**

4. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.
5. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).
10. Niska energochłonność i materiałochłonność.
7. Dostępność funduszy na rekultywację terenów, prace hydrotechniczne i inne inwestycje proekologiczne.
9. Zapotrzebowanie odbiorców.

### **Zmienne Autonomiczne**

Nie zostały zidentyfikowane.

### **GRUPA II – Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego**

#### **Czynniki kluczowe**

2. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).
3. Koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji.

#### **Czynniki decydujące**

1. Dostępność odpadów wydobywczych, w tym odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii.

#### **Czynniki z grupy Cele**

7. Łatwość wdrożenia technologii.
8. Zapotrzebowanie odbiorców.

#### **Czynniki z grupy Rezultaty**

5. Polityka wspierająca zagospodarowanie odpadów (strategie, plany i itd.).
4. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).

### **Zmienne Regulujące i Narzędzia Pomocnicze**

10. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.
6. Niska energochłonność i materiałochłonność.

### **Zmienne Autonomiczne**

9. Potrzeby technologiczne związane z eksploatacją węgla kamiennego.

### **GRUPA III – Podosadzanie wyrobisk eksploatacyjnych**

#### **Czynniki kluczowe**

2. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).
3. Koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji.

#### **Czynniki decydujące**

1. Dostępność odpadów wydobywczych, w tym odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii.

#### **Czynniki z grupy Cele**

7. Łatwość wdrożenia technologii.
6. Niska energochłonność i materiałochłonność.
4. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).
5. Polityka wspierająca zagospodarowanie odpadów (strategie, plany i itd.).
8. Zapotrzebowanie odbiorców.

### **Czynniki z grupy Rezultaty**

Nie zostały zidentyfikowane.

### **Zmienne Regulujące i Narzędzia Pomocnicze**

10. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.

### **Zmienne Autonomiczne**

9. Konieczność minimalizacji skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górnictwa w zależności od stopnia jego zagospodarowania.

## **GRUPA IV – Kruszywa, ceramika**

### **Czynniki kluczowe**

1. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).

### **Czynniki decydujące**

2. Dostępność odpadów wydobywczych, w tym odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii.
6. Efektywność przeróbki i wzbogacania węgla.

### **Czynniki z grupy Cele**

8. Łatwość wdrożenia technologii.

### **Czynniki z grupy Rezultaty**

Nie zostały zidentyfikowane.

### **Zmienne Regulujące i Narzędzia Pomocnicze**

4. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.
5. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).
9. Zapotrzebowanie odbiorców.
10. Niska energochłonność i materiałochłonność.
7. Dostępność funduszy na rekultywację terenów, prace hydrotechniczne i inne inwestycje proekologiczne.

### **Zmienne Autonomiczne**

3. Ograniczenie powierzchni zajmowanych terenów.

## **GRUPA V – Odzysk substancji węglowej**

### **Czynniki kluczowe**

2. Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania).
3. Koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji.

### **Czynniki decydujące**

1. Dostępność odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii ich wykorzystania.



9. Efektywność przeróbki i wzbogacania węgla.

**Czynniki z grupy Cele**

Nie zostały zidentyfikowane.

**Czynniki z grupy Rezultaty**

Nie zostały zidentyfikowane.

**Zmienne Regulujące i Narzędzia Pomocnicze**

5. Polityka wspierająca zagospodarowanie odpadów (strategie, plany i itd.).

10. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla.

7. Niska energochłonność i materiałochłonność.

6. Łatwość wdrożenia technologii.

**Zmienne Autonomiczne**

4. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty).

8. Zapotrzebowanie odbiorców.

## **4. Podsumowanie**

Przeprowadzona krzyżowa analiza wpływów pozwoliła na wyodrębnienie kluczowych czynników w ramach grup tematycznych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego oraz czynników macierzy horyzontalnych – panelu horyzontalnego.

Zbiorcza analiza uzyskanych wyników prowadzi do następujących wniosków:

- występuje duża powtarzalność czynników kluczowych w poszczególnych Grupach tematycznych technologii, co może prowadzić do sformułowania zbiorczej wizji rozwojowej zawierającej elementy poszczególnych grup tematycznych technologii,
- wynikowy zestaw czynników kluczowych wskazuje na silny wpływ czynników o charakterze ekonomicznym przy braku, lub relatywnie niskim znaczeniu, czynników odnoszących się do zagadnień technologicznych w poszczególnych obszarach tematycznych,
- w analizie czynników panelu horyzontalnego za czynnik kluczowy uznano wzrost zapotrzebowania na wykorzystanie surowców odpadowych, a więc czynnik o charakterze społecznym.

## Literatura

1. **Baic I, Góralczyk S.:** *Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego*. Monografia Paliwo – Bezpieczeństwo – Środowisko, ITG KOMAG, Gliwice 2010.
2. **Bondaruk J., Uszok E., Zawartka P.:** *Raport z krzyżowej analizy wpływów*. Katowice, październik 2010 (praca niepublikowana).
3. **Dulewski J.:** *Konsekwencje dla przemysłu wydobywczego wynikające z nowych uwarunkowań prawnych dotyczących odpadów*. Przegląd Górniczy 10/2009.
4. **Góralczyk S.:** *Foresight, a problematyka odpadów z górnictwa węgla kamiennego*. Przegląd Górniczy 10/2009.
5. **Kłopotek B.:** *Przepisy o odpadach wydobywczych*. Przegląd Górniczy 10/2009.
6. **Lutyński A., Blaschke W.:** *Aktualne kierunki zagospodarowania odpadów przeróbczych węgla kamiennego*. Przegląd Górniczy 10/2009.

## Effect of Selected Factors on the Development of Innovative Hard Coal Mining Waste Management Technologies Determined by Cross-impact Analysis

### Abstract

In Poland 124.4 mln t of waste was created in 2007. A large share, i.e. 34.4 million tonnes accounting for 26.6%, was mineral waste produced during coal mining and processing. Despite the economic use of such waste in rehabilitation of mining areas the amount of waste accumulated in waste heaps is growing and in 2007 (according to GUS) reached 0.5 billion tonnes.

It seems that according to abovementioned data the problem of effective and comprehensive use of mine waste is extremely valid. Certain positive trends are observed in the approach of Coal Companies due to Act on Extractive waste (OJ of 2008. No. 138, item. 865). The Act obliges producers to utilize and dispose waste in industrial facilities excluding some of the methods already used e.g. storage.

Presented status gave fundamentals for submitting the project titled “Foresight for prioritized and innovative hard coal waste disposal technologies”. The project which is scheduled for implementation on 2009–2011 is coordinat-

ed by Institute of Mechanised Construction and Rock Mining in Warsaw. Partners are: AGH University of Science and Technology and Silesian University of Technology. In the project certain investigations were carried out in order to identify leading technologies of mine waste disposal of strategic importance which in the next 20 years will be the priority for Poland. Certain scenarios of factors affecting the development of these technologies were prepared.

The fourth stage of the OGWK Foresight project included core activity which was focused on carrying out the research with various methodologies on innovativeness of hard coal mining waste management and influence of selected factors on their development.

The paper presents results of cross-impact analysis of selected factors on innovativeness of hard coal mining waste management technology. The cross-impact analysis were supported by MICMAC software which allowed identification of sets of factors with the most powerful feedback effects. In total, six sets of arrays were analyzed, including five arrays of technological groups and one horizontal array representing strategic objectives factors.

Cross-impact analysis were conducted in the following three stages:

1. Inventory of factor affecting the analyzed system (technology) development within the specific timeframe.
2. Determination of the relationship between selected factors and quantitative description of existing relationships with the use of cross-impact matrix.
3. Identification of key factors for the evolution of analyzed system (technology) within the specific timeframe.

In the performed study experts were evaluating factors affecting implementation of strategic objectives (horizontal array) and evaluation of factors affecting development of technology in five thematic groups of hard coal waste usage. Survey results were used for the extensive analysis allowing identification of key factors in the considered processes.

Conducted cross-impact analysis allowed to determine key factors in thematic groups of hard coal waste disposal technologies and in horizontal array factors.

It was found that there is a good repeatability of key factors in individual thematic technology groups. Resulting set of key factors indicates strong impact of economic factors with the lack or relatively low impact of factors related to technological issues in individual thematic groups.

