

Aleksander LUTYŃSKI, Wiesław BLASCHKE
Politechnika Śląska, Gliwice

CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA ROZWÓJ INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII ZAGOSPODAROWYWANIA ODPADÓW POCHODZĄCYCH Z GÓRNICTWA WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W referacie przedstawiono wyniki krzyżowej analizy wpływu wybranych czynników na rozwój innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Procedura krzyżowej analizy wpływów została wsparta oprogramowaniem MICMAC, co pozwoliło na wyłonienie zbiorów czynników o największej sile zwrotnych oddziaływań. Łącznie analizą zostało objętych sześć zestawów macierzy, w tym pięć macierzy z grup technologicznych i jedna macierz horyzontalna reprezentująca czynniki celów strategicznych.

FACTORS WITH IMPACT ON DEVELOPMENT OF INNOVATIVE HARD COAL WASTE DISPOSAL TECHNOLOGIES

Summary. 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.

1. Wstęp

Tematyka surowcowa, szczególnie zagadnienia odnoszące się do surowców energetycznych, znalazła swoje odzwierciedlenie w wielu projektach typu foresight. Zagadnienia tam prezentowane poruszały tematykę odpadów w pewnym wąskim zakresie i to głównie w odniesieniu do odpadów pochodzących z procesów termicznego przetwarzania surowców energetycznych.

Wydaje się, że w świetle danych prezentowanych w corocznych opracowaniach GUS oraz przedmiotowych opracowaniach [4] problematyka efektywnego i szerokiego wykorzystania odpadów z produkcji węgla kamiennego jest niezwykle aktualna. Pewne pozytywne trendy można ostatnio zaobserwować w podejściu spółek węglowych, co wynika z obowiązującej już Ustawy o odpadach wydobywczych (Dz.U. z 2008 r. Nr 138, poz. 865) [3], [5], [6]. Ustawa zobowiązuje bowiem wytwórców odpadów do ich utylizacji i zagospodarowania w instalacjach przemysłowych, wykluczając niektóre dotychczas stosowane metody zagospodarowania, np. poprzez składowanie.

Istniejąca sytuacja, dotycząca odpadów z kopalń węgla kamiennego 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 przewidziano wiele badań, mających na celu identyfikację wiodących technologii zagospodarowania odpadów górniczych o znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie priorytetowy dla gospodarki, a także opracowanie scenariuszy rozwoju tych technologii z określeniem czynników, mających istotny wpływ na ten rozwój [1].

Jedną z wykorzystanych w określaniu czynników mających istotny wpływ na ten rozwój technologii jest krzyżowa analiza wpływów. W realizowanym projekcie, przeprowadzając badania, wykorzystano metodę Analizy Strukturalnej Wpływów.

2. Opis metody krzyżowej analizy 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 została przeprowadzona 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 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 zostały umieszczone w rzędach i kolumnach odpowiednio skonstruowanej macierzy, którą wypełniali eksperci kluczowi, odpowiadając na postawione pytania:

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

Jeśli nie stwierdzano bezpośredniego, wzajemnego wpływu czynników, w odpowiednim miejscu macierzy wpisywano 0. Jeżeli wpływ taki stwierdzano, to określano:

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

Przy określaniu bezpośredniego, wzajemnego wpływu czynników stosowano następującą skalę określającą ten wpływ: 1 – słaby, 2 – średni, 3 – silny.

W analizie wyników ankiet przygotowanych przez ekspertów wykorzystano jedno ze znanych narzędzi informatycznych – program MICMAC.

Identyfikacja czynników kluczowych – etap ten został zrealizowany przez specjalistów [2].

Analiza macierzy wpływów pozwala zaklasyfikować zadane czynniki (zmiennie) 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.

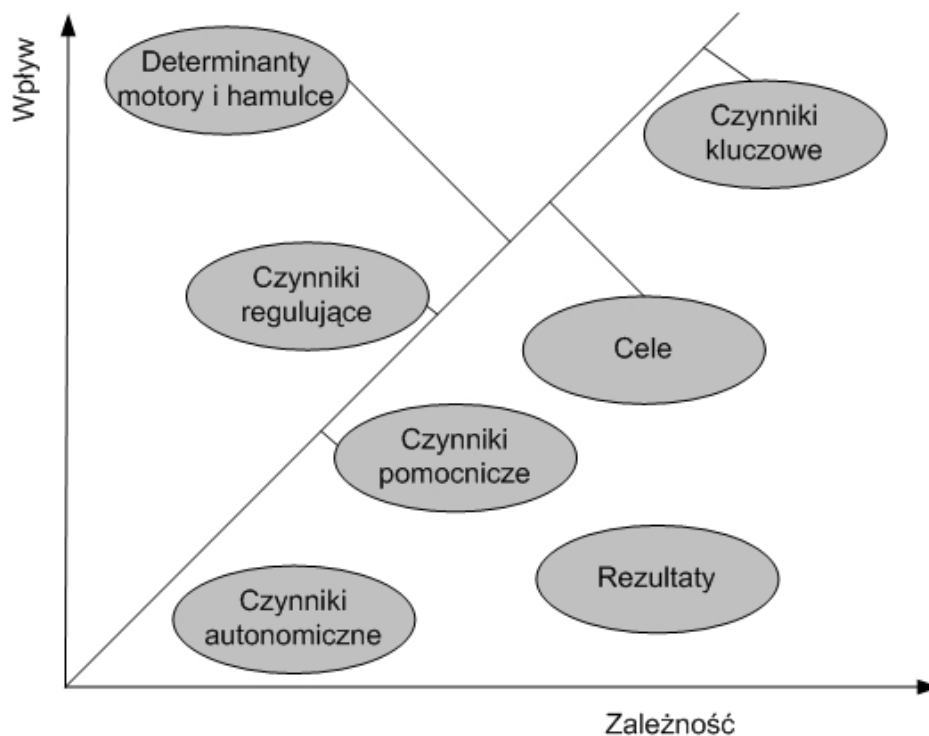
Czynniki Decydujące jako te, które wywierają bardzo silny wpływ na system i stąd mogą zachowywać się jako czynniki napędzające i hamujące, ale są one bardzo trudne do skontrolowania. Wiedza na ich temat jest niezwykle istotna w procesie obserwowania trendów długoterminowych w badaniach nad przyszłością.

Cele i Rezultaty – ewolucja tych czynników będzie zależeć od tego, jak będą się rozwijać 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 ściśle położenie na wykresie zależność/wpływ (rys. 1). Dodatkowa analiza wykresu pozwala wyciągnąć wnioski, dotyczące stabilności i spójności analizowanego układu.



Rys. 1. Grupowanie czynników kluczowych za pomocą programu MICMAC
 Fig. 1. Grouping of key factors with the use of MICMAC tool

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.

Dla każdego z celów strategicznych wytypowano po dziesięć istotnych czynników, które, zdaniem ekspertów, mają wpływ na jego realizację.

Analiza przedstawionych czynników wykazała 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 górnictwo-geologiczne, a tym samym właściwości odpadów.
13. Negatywny wpływ na środowisko operacji przetwarzania odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

Określono także pięć grup technologicznych wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego i dla tych grup wytypowano następujące czynniki, które, zdaniem ekspertów, mają wpływ na ich rozwój. Czynniki te są następujące:

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 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.

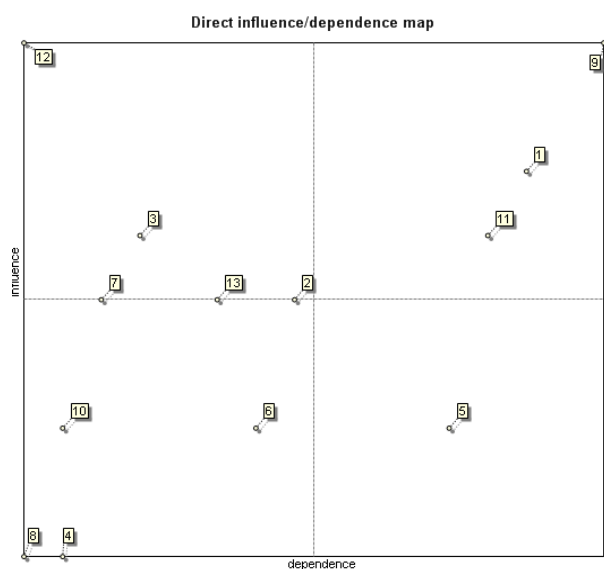
GRUPA V – Odzysk substancji węglowej

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 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 oceny czynników, mających wpływ na realizację założonych celów strategicznych (macierz horyzontalna) oraz oceny czynników, mających wpływ na rozwój technologii w poszczególnych grupach technologicznych wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Wyniki ankiet stanowiły podstawę szerokiej analizy, pozwalającej na identyfikację czynników kluczowych w rozpatrywanych procesach.

Wyniki analiz były prezentowane w tabelach i w postaci graficznej jako mapy wpływów/zależności bezpośrednich i pośrednich oraz schematów wpływów bezpośrednich i pośrednich. Przykłady postaci graficznych wyników analizy zostały przedstawione na rys. od 2 do 8 [2]. Na rys. 2 pokazano mapę wpływów/zależności bezpośrednich dla macierzy horyzontalnej. Na rys. 3, 4, 5, 6, 7 zostały przedstawione mapy wpływów/zależności bezpośrednich dla poszczególnych grup technologicznych.



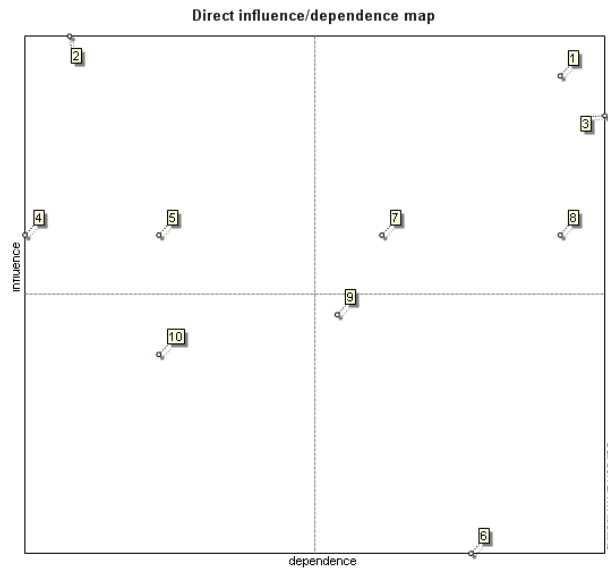
Rys. 2. Mapa wpływów/zależności bezpośrednich – Panel Horyzontalny [2]

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

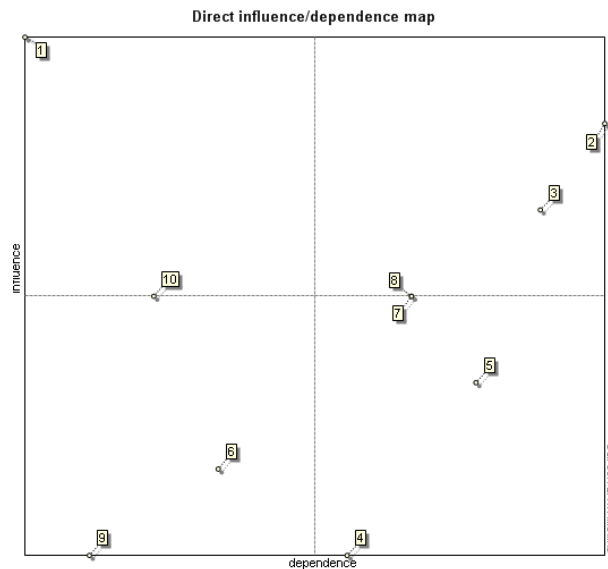
Przeprowadzona analiza wykazała, że czynnikami najistotniejszymi, które mają wpływ na osiągnięcie wyznaczonych celów strategicznych, są:

Czynniki kluczowe: 9. Wzrost zapotrzebowania na wykorzystanie surowców odpadowych.

Czynniki decydujące: 12. Zmieniające się warunki górnictwo-geologiczne, a tym samym właściwości odpadów.

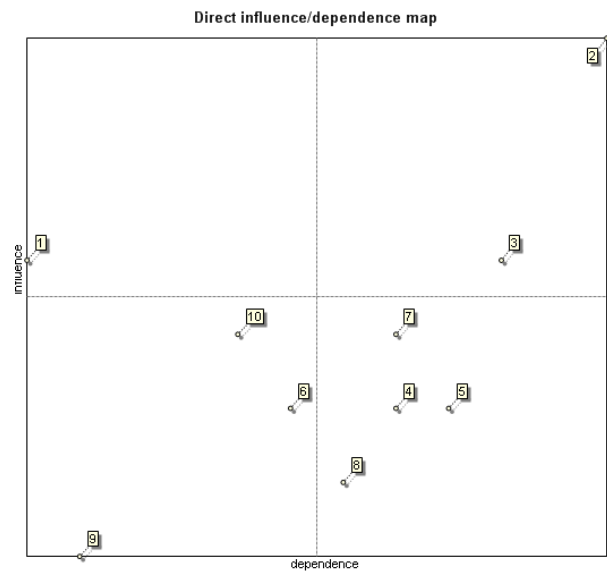


Rys. 3. Mapa wpływów/zależności bezpośrednich – grupa technologiczna I [2]
 Fig. 3. Map of direct impact/dependence – technological group I [2]



Rys. 4. Mapa wpływów/zależności bezpośrednich – grupa technologiczna II [2]
 Fig. 4. Map of direct impact/dependence – technological group II [2]

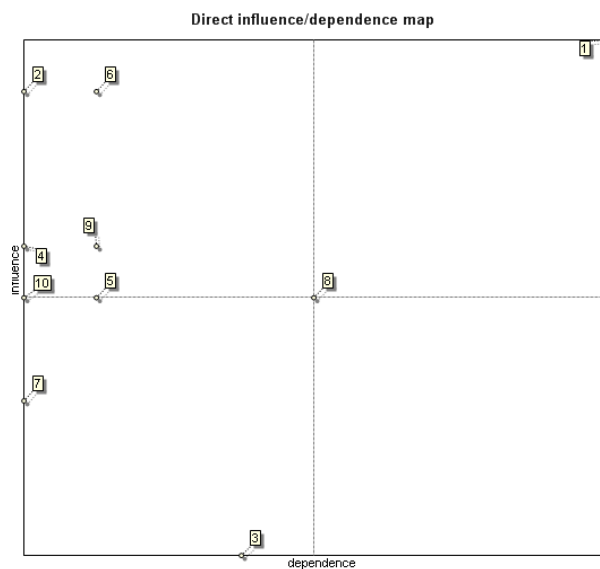
Przeprowadzona analiza wykazała, że zarówno w przypadku grupy technologicznej I “Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów”, II “Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego”, jak i III “Podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych” najistotniejszymi czynnikami wpływającymi na rozwój technologii są:



Rys. 5. Mapa wpływów/zależności bezpośrednich – grupa technologiczna III [2]
 Fig. 5. Map of direct impact/dependence – technological group III [2]

Czynniki kluczowe: 1.(2). Niskie koszty produkcji (przetwarzania odpadu do wykorzystania);
 3. Koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji.

Czynniki decydujące: 2.(1). Dostępność odpadów wydobywczych, w tym odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii.

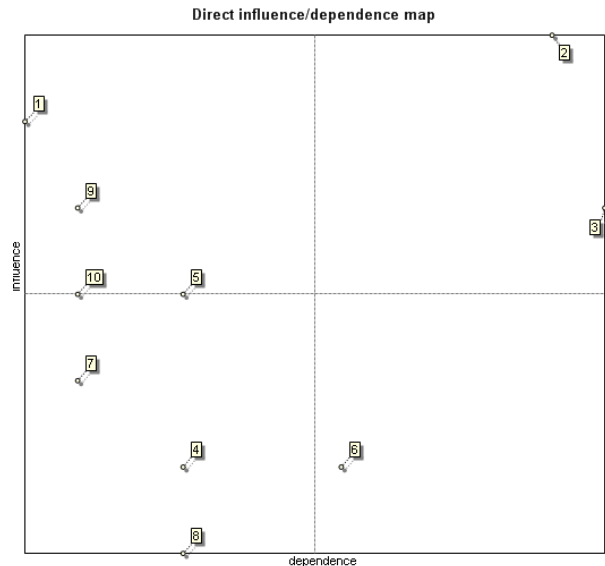


Rys. 6. Mapa wpływów/zależności bezpośrednich – grupa technologiczna IV [2]
 Fig. 6. Map of direct impact/dependence – technological group IV [2]

W przypadku grupy technologicznej IV “Kruszywa, ceramika” najistotniejszymi czynnikami wpływającymi na rozwój technologii są:

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.



Rys. 7. Mapa wpływów/zależności bezpośrednich – grupa technologiczna V [2]

Fig. 7. Map of direct impact/dependence – technological group V [2]

W przypadku grupy technologicznej V “Odzysk substancji węglowej” najistotniejszymi czynnikami wpływającymi na rozwój technologii są:

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; 9. Efektywność przeróbki i wzbogacania węgla.

4. Podsumowanie

Przeprowadzona krzyżowa analiza wpływów pozwoliła na wyodrębnienie wielu czynników, w tym kluczowych i decydujących, 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.

BIBLIOGRAFIA

1. Baic I., Witkowska-Kita B., Blaschke W., Lutyński A., Koziół W., Piotrowski Z.: Wpływ wybranych czynników na rozwój innowacyjnych technologii zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego określony metodą krzyżowej analizy wpływów. Rocznik Ochrony Środowiska. Tom 13. Koszalin 2011.
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 przerobczych węgla kamiennego. Przegląd Górniczy 10/2009.

Recenzent: Prof dr hab. inż. Tadeusz Tumidajski

Abstract

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.