

Ocena wpływu wybranych czynników na rozwój innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego – metoda krzyżowej analizy wpływów

(wg Bondaruk J., Uszok E., Zawartka P.: „Raport z krzyżowej analizy wpływów”, Katowice, październik 2010, praca niepublikowana)

Jedną z wykorzystanych w celu oceny innowacyjności technologii zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego oraz wpływu wybranych czynników na ich rozwój metod badawczych była w krzyżowa analiza wpływów, szczególnie 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.

W projekcie *Foresight OGWK* analiza strukturalna wpływów przeprowadzona została w trzech etapach, którymi były:

- inwentaryzacja istotnych czynników mających wpływ na rozwój analizowanego układu (technologii) w określonych ramach czasowych,
- stwierdzenie występowania zależności pomiędzy wytypowanymi czynnikami oraz opis ilościowy występujących zależności przy wykorzystaniu macierzy wpływów,
- 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 projektu *Foresightu OGWK*.

Stwierdzenie występowania zależności - tworzenie macierzy wpływów

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

	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. 1. Przykład macierzy wykorzystywanej w krzyżowej analizie wpływów

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)

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

„**Czynniki Kluczowe**” to te czynniki, które łączą w sobie siłę oddziaływania z dużym stopniem zależności, wskazując, które działania powinny być uznane za priorytetowe w procesie opracowywania planów strategicznych.

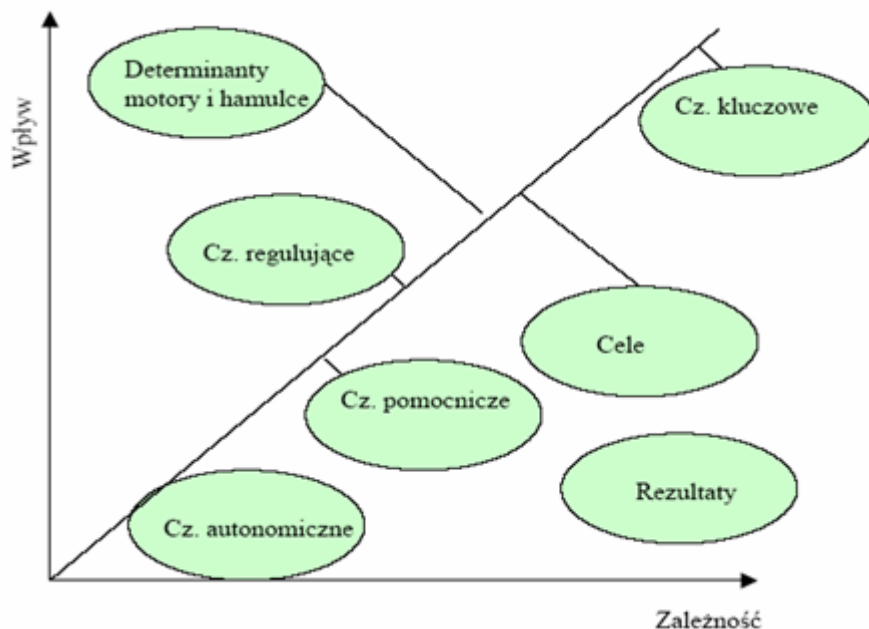
„**Czynniki Decydujące**” to te czynniki, które wywierają bardzo silny wpływ na system i stąd mogą zachowywać się jako czynniki napędzające i hamujące, ale są one bardzo trudne do skontrolowania. Wiedza na ich temat jest niezwykle istotna w procesie obserwowania trendów długoterminowych.

„**Cele**” i „**Rezultaty**” - ewolucja tych czynników będzie zależać 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**” to te zmienne, 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. 2). Dodatkowa analiza wykresu pozwala wyciągnąć wnioski dotyczące stabilności i spójności analizowanego układu.



Rys.2. Grupowanie czynników kluczowych przy pomocy narzędzia MICMAC

We wcześniej przeprowadzonych analizach sprecyzowano w projekcie *Foresigh OGWK* 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 Podszadanie wyrobisk eksploatacyjnych,
- IV Kruszywa, ceramika,
- V Odzysk substancji węglowej.

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

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 w ramach zakładów przetwórczych;
5. Przewidywane korzyści z lokowania produktów w nowych obszarach zastosowań;
6. Moda na efektywne wykorzystywanie odpadów;
7. Zmieniające się warunki górnictwo-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 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 kamiennego;
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 i itd.);
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 - Poddaszanie 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 kamiennego;

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 po obiektach unieszkodliwiania odpadów wydobywczych;
4. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla kamiennego;
5. Instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty);

6. Efektywność przeróbki i wzbogacania węgla kamiennego;
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 kamiennego;
10. Uwarunkowania prawne związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

W przeprowadzonych badaniach eksperci kluczowi 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 [2].

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

Czynniki kluczowe:

9. Wzrost zapotrzebowania na wykorzystanie surowców odpadowych.

Czynniki decydujące:

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

Czynniki z grupy „Cele”:

1. Wysokie 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 kamiennego.
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 - Podsadzanie 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 kamiennego.

„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 kamiennego.

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 kamiennego.

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 kamiennego.

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 kamiennego..

7. Niska energochłonność i materiałochłonność.

6. Łatwość wdrożenia technologii.

„Zmienne Autonomiczne”

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

8. Zapotrzebowanie odbiorców.

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.