

POZYCJONOWANIE TECHNOLOGII –
– WYBÓR KLUCZOWYCH TECHNOLOGII
DLA OBSZARU ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW
Z GÓRNICTWA WĘGLA KAMIENNEGO

(ZADANIE 6)

do Projektu pt.:

**„Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych
technologii w zakresie zagospodarowywania odpadów
pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego”**

Wykonał: dr hab. Zdzisław Adamczyk, prof. nzw. Pol. Śl.

Gliwice, czerwiec 2011 r.

1. WSTĘP

Głównym celem projektu jest identyfikacja wiodących technologii zagospodarowania odpadów górniczych o znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie priorytetowy dla Polski oraz opracowanie scenariuszy ich rozwoju poprzez zastosowanie usystematyzowanej metodyki badawczej. Odpady wydobywcze stanowią ok. 60 % odpadów przemysłowych, stąd też wskazanie scenariuszy rozwoju priorytetowych i innowacyjnych technologii ich zagospodarowania, w szczególności odpadów z górnictwa węgla kamiennego, mogą stanowić podstawy do opracowania strategii w branży gospodarki tego typu odpadami.

Niniejsze opracowanie dotyczy jednego z trzech obszarów priorytetowych projektu – „Technologie odpadowe przeróbcze węgla kamiennego”. Odpady przeróbcze definiowane są jako odpady powstające w procesach mechanicznej przeróbki węgla, w sortowniach, płuczkach urządzeń flotacyjnych, które tworzy mieszanina skał karbońskich (iłowce, mułowce i piaskowce).

2. CEL OPRACOWANIA

Zgodnie z opisem projektu, niniejsze opracowanie dotyczy realizacji Zadania 6 – Synteza wyników badań oraz prognozowanie możliwych scenariuszy. Rezultatem tego zadania jest między innymi:

- wybór kluczowych technologii dla obszaru zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego spośród poniższych kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego:
 - GRUPA I - Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów,
 - GRUPA II - Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego,
 - GRUPA III – Podosadzanie wyrobisk eksploatacyjnych,
 - GRUPA IV - Kruszywa, ceramika,
 - GRUPA V - Odzysk substancji węglowej.
- opracowanie możliwych scenariuszy rozwojowych dla sektora zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego,

Niniejsze opracowanie dotyczy wyboru kluczowych technologii dla zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Zostało wykonane pozycjonowanie technologii w ramach każdej grupy na podstawie wyników dotychczasowych badań oraz własnej wiedzy.

3. DANE DO WYBORU KLUCZOWYCH TECHNOLOGII

Wybór kluczowych technologii dla obszaru zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego wykonano w oparciu o wyniki badań, uzyskanych z zastosowanych w projekcie metod:

- analiza SWOT – polegająca na analizie słabych i mocnych stron oraz szans i zagrożeń (ang. *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats analysis*) w odniesieniu do analizowanych technologii; rozważano czynniki stanowiące o słabych i mocnych stronach oraz o szansach i zagrożeniach dla technologii; czynniki te charakteryzowały się różnym wpływem na technologie,

- metody Delphi opartej na ustrukturyzowanym procesie zbierania i syntetyzowania wiedzy od grupy ekspertów za pomocą serii kwestionariuszy połączonych z kontrolnym zbieraniem opinii zwrotnych; kwestionariusze były anonimowe i wielokrotnie powtarzano procedurę konsultacyjną w trakcie badania; metoda opiera się na badaniu strukturalnym z wykorzystaniem doświadczenia i wiedzy uczestników badania, którzy są ekspertami w danych dziedzinach,
- krzyżowej analizy wpływów (technika wzajemnych oddziaływań), pozwalającej ocenić przeciętne prawdopodobieństwo zajścia oraz termin realizacji każdego ze zdarzeń z uwzględnieniem różnych kolejności; analiza ta służy określeniu związków pomiędzy danym zestawem zmiennych w celu wyodrębnieniu czynników kluczowych,
- hierarchicznej analizy problemu (AHP) – to metoda analizy problemów decyzyjnych, w której na potrzeby projektu wykorzystano m.in. wyniki krzyżowej analizy wpływów.

Wyniki zastosowanej metody Delphi, w stosunku do technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego, pozwoliły na:

- wskazanie kluczowych kierunków ich rozwoju,
- ocenę ich innowacyjności.

W metodzie tej, w zakresie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego, ocenie poddano:

- cele strategiczne i szczegółowe,
- zagadnienia technologiczne w aspekcie sformułowanych kryteriów natury:
 - społecznej,
 - techniczno-technologicznej,
 - ekonomicznej,
 - polityczno-prawnej,
- kierunki prac naukowo-badawczych.

Zastosowanie opracowanej macierzy wpływów w badaniach pozwoliło na uzyskanie opinii i informacji, co do wzajemnych oddziaływań, zachodzących między analizowanymi trendami oraz wydarzeniami, które mogły ewentualnie wystąpić w określonych ramach czasowych. Wyniki krzyżowej analizy wpływów stworzyły podstawy do oceny czynników, mających wpływ na:

- realizację założonych celów strategicznych,
- rozwój technologii wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

Dzięki przyjętej w projekcie metodyce badawczej, wykorzystującej wiedzę ekspertów na temat prognozowanych zjawisk i procesów związanych z określeniem priorytetowych i innowacyjnych technologii w zakresie zagospodarowywania odpadowych pochodzących z górnictwa węgla kamiennego, a w szczególności dla zakresu niniejszego opracowania, dokonano hierarchizacji technologii.

W niniejszym opracowaniu wykorzystano licznie zgromadzone w trakcie realizacji projektu dane i informacje, w tym opracowania:

- I. Baic, B. Witkowska-Kita, A. Lutyński, W. Blaschke, W. Kozioł, Z. Piotrowski: *Ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego – metoda Delphi*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2011, Materiały Konferencyjne,
- I. Baic, B. Witkowska-Kita, A. Lutyński, W. Blaschke, W. Kozioł, Z. Piotrowski: *Ocena wpływu wybranych czynników na rozwój innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego – metoda krzyżowej analizy wpływów*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2011, Materiały Konferencyjne,
- Raport wynikowy z krzyżowej analizy wpływów w ramach projektu pn. *Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego*. Katowice, październik 2010,
- J. Kabiesz, J. Makówka, R. Patyńska: Dokumentacja „*Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii w zakresie zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego*” w ramach IV etapu realizacji projektu pt.: „Badanie kluczowych kierunków rozwoju w obszarze zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego”. Zadanie: *Ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego metodą AHP (Analytic Hierarchy Process)*.

4. WYBÓR KLUCZOWYCH TECHNOLOGII DLA OBSZARU ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW Z GÓRNICTWIA WĘGLA KAMIENNEGO

Wybór kluczowych technologii dla obszaru zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego wykonano w oparciu o przyjęte kryteria oceny innowacyjności technologii zagospodarowania przedmiotowych odpadów, tj.:

- obecnego poziomu technologicznego (technicznego) odnoszonego do innych zaawansowanych dziedzin techniki (materiały, automatyzacja, informatyka, organizacja, itp.),
- skuteczności technologii odnoszonej do warunków zewnętrznych,
- uniwersalności technologii odnoszonej do techniki i warunków ich stosowania,
- negatywnego wpływu na środowisko,
- bezpieczeństwa i higieny pracy,

oraz przyjęte czynniki w analizie SWOT, stanowiące o słabych i mocnych stronach oraz szansach i zagrożeniach poszczególnych technologii. Dla tych czynników zostały określone poziomy istotności wpływu na technologie.

Dokonana ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węglowego o w/w przyjęte kryteria, dla których przyjęto określone wagi, pozwoliła na wytypowanie do dalszych analiz 31 technologii spośród 34 (i 4 dodatkowych). Skala ocen preferencyjnych mieściła się w zakresie 0 – 3. Z uwagi na stopień zaawansowania technologii (nieprzydatne, o ograniczonej przydatności, przydatne, bardzo przydatne), do dalszych analiz zostały odrzucone te, dla których średnia ocena innowacyjności wynosiła <1,66 (tabela poniżej), tj.:

- zagospodarowanie odpadów górnictwa węglowego w obudowie lub rozbudowie obiektu nadpoziomowego (hałd) o małym zagrożeniu pożarowym (I.4),
- zagospodarowanie odpadów górnictwa węglowego w obudowie lub rozbudowie obiektu nadpoziomowego (hałd) o średnim lub dużym zagrożeniu pożarowym (I.5),
- produkcja niesortowanych kruszyw z przepalonego łupka przywęglowego (IV.2).

Tabela 1. Ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węglowego wg grup sposobów zagospodarowania, na podstawie przyjętych kryteriów (na szaro zaznaczono technologie odrzucone)

Sposób zagospod.	Nazwa technologii	Nr technol.	Ocena innowac.
Grupa I BUDOWNICTWO HYDROTECH- NICZNE, ZIEMNE, REKULTYWACJA TERENÓW (średnia dla grupy 1,85)	Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym	I.1	2.00
	Zagospodarowanie skały płonnej w budowie nasypów i torowisk	I.2	1.96
	Zagospodarowanie odpadów górnictwa węglowego w budowie obiektu rekultywacyjnego nadpoziomowego o dużym lub bardzo dużym zagrożeniu pożarowym	I.3	1.78
	Zagospodarowanie odpadów górnictwa węglowego w obudowie lub rozbudowie obiektu nadpoziomowego (hałd) o małym zagrożeniu pożarowym	I.4	1.61
	Zagospodarowanie odpadów górnictwa węglowego w obudowie lub rozbudowie obiektu nadpoziomowego (hałd) o średnim lub dużym zagrożeniu pożarowym	I.5	1.57
	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych	I.6	2.05
	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni	I.7	2.01
Grupa II ROBOTY LIKWIDACYJNE W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO (średnia dla grupy 2.12)	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów	II.1	2.08
	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym	II.2	2.20
	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji szybów	II.3	2.17
	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do likwidacji szybów	II.4	2.06
	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zawałowych	II.5	2.10
Grupa III PODSADZANIE WYROBISK EKSPLOATA- CYJNYCH (średnia dla grupy 1,95)	Zagospodarowanie skały płonnej w podsadźce pneumatycznej	III.1	1.71
	Zagospodarowanie skały płonnej w podsadźce hydraulicznej	III.2	1.99
	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych droбноziarnistych w podsadźce hydraulicznej	III.3	1.96
	Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej	III.4	2.04
	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej	III.5	2.06
	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej wariant - jas-mos/jas iii	III.6	1.95
	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej wariant - jas-mos/jas v	III.7	1.94
	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta”	III.8	1.95
Grupa IV KRUSZYWA, CERAMIKA (średnia dla grupy 1,86)	Produkcja sortowanych kruszyw z przepalonego łupka przywęglowego	IV.1	1.67
	Produkcja niesortowanych kruszyw z przepalonego łupka przywęglowego	IV.2	1.64
	Produkcja sortowanych kruszyw powęglowych pozyskiwanych z hałdy	IV.3	1.80
	Produkcja niesortowanych kruszyw powęglowych pozyskiwanych z hałdy	IV.4	1.79
	Produkcja kruszyw sztucznych z mułów węglowych powstających w procesach flotacji	IV.5	1.91
	Produkcja kruszyw z odpadów	IV.6	1.97
	Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej	IV.7	2.23
	Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przeróbczych	IV.8	2.04
	Produkcja łupka przepalonego z odpadów wzbogacania węgla	IV.9	1.71
Grupa V ODZYSK SUBSTANCJI	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych wariant 1	V.1	2.05
	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych wariant 2	V.2	1.84
	Pozyskiwanie węgla z odpadów droбноziarnistych	V.3	2.18

WĘGLOWEJ (średnia dla grupy 2,05)	Pozyskiwanie węgla z odpadów powęglowych	V.4	2.13
	Pozyskiwanie mikro i nano węgla jako paliwa żelowego z odpadów flotacyjnych	V.5	2.04
DODATKOWE	Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki	IV.10	Brak danych
	Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego lsa z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla kamiennego	IV.11	
	Pozyskiwanie węgla z odpadów poflotacyjnych	V.6	
	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych	V.7	

Niskie oceny odrzuconych technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węglowego w obudowie lub rozbudowie obiektu nadpoziomowego (hałdy) o małym zagrożeniu pożarowym (I.4) oraz o średnim lub dużym zagrożeniu pożarowym (I.5) mogą wynikać w głównej mierze z ich zanikowego charakteru, co podyktowane jest prawdopodobnie:

- zaawansowanymi pracami na składowiskach odpadów z górnictwa węgla kamiennego, związanymi z prewencją pożarową,
- ograniczeniem wytwarzania odpadów z robót udostępniających i przygotowawczych, związanych z procesem inwestycyjnym w kopalniach.

Wydaje się, że z podobnych powodów niską ocenę uzyskała odrzucona technologia produkcji niesortowanych kruszyw z przepalonego łupka przywęglowego (IV.2), odpadu również wytwarzanego przy robotach przygotowawczych i udostępniających, choć w tym przypadku dodatkową wadą technologii jest pozyskiwanie kruszyw w trudnych warunkach (zagrożenie pożarowe, znaczne zapylenie oraz nieprzystosowanie maszyn urabiających w wysokich temperaturach).

Wyniki te pozwoliły na wyselekcjonowanie w poszczególnych grupach najbardziej innowacyjne technologie (tab. 1a):

- Grupa I – I.6.. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
- Grupa II – II.2. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji pokładów systemem chodnikowym,
- Grupa III – III.5. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej,
- Grupa IV – IV.7. Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej,
- Grupa V – V.3. Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnziarnistych.

Tabela 1a. Ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węglowego wg rankingu technologii w grupach sposobów zagospodarowania

SPOSÓB ZAGOSPODAROWANIA	Nazwa technologii	Nr technol.	Ocena innowacyjności
BUDOWNICTWO HYDROTECHNICZNE, ZIEMNE, REKULTYWACJA TERENÓW	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych	I.6	2.05
	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni	I.	2.01
	Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym	I.1	2.00
	Zagospodarowanie skały płonnej w budowie nasypów i torowisk	I.2	1.96

	Zagospodarowanie odpadów górnictwa węglowego w budowie obiektu rekultywacyjnego nadpoziomowego o dużym lub bardzo dużym zagrożeniu pożarowym	I.3	1.78
ROBOTY LIKWIDACYJNE W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym	II.2	2.20
	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji szybów	II.3	2.17
	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zawałowych	II.5	2.10
	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów	II.1	2.08
	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do likwidacji szybów	II.4	2.06
PODSADZANIE WYROBISK EKSPLOATACYJNYCH	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej	III.5	2.06
	Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej	III.4	2.04
	Zagospodarowanie skały płonnej w podsadźce hydraulicznej	III.2	1.99
	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych drobnociarnistych w podsadźce hydraulicznej	III.3	1.96
	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej wariant - jas-mos/jas iii	III.6	1.95
	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźkach typu „pasta”	III.8	1.95
	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej wariant - jas-mos/jas v	III.7	1.94
	Zagospodarowanie skały płonnej w podsadźce pneumatycznej	III.1	1.71
KRUSZYWA, CERAMIKA	Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej	IV.7	2.23
	Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przeróbczych	IV.8	2.04
	Produkcja kruszyw z odpadów	IV.6	1.97
	Produkcja kruszyw sztucznych z mułków węglowych powstających w procesach flotacji	IV.5	1.91
	Produkcja sortowanych kruszyw powęglowych pozyskiwanych z hałdy	IV.3	1.80
	Produkcja niesortowanych kruszyw powęglowych pozyskiwanych z hałdy	IV.4	1.79
	Produkcja łupka przepalonego z odpadów wzbogacania węgla	IV.9	1.71
	Produkcja sortowanych kruszyw z przepalonego łupka przywęglowego	IV.1	1.67
ODZYSK SUBSTANCJI WĘGLOWEJ	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnociarnistych	V.3	2.18
	Pozyskiwanie węgla z odpadów powęglowych	V.4	2.13
	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych wariant 1	V.1	2.05
	Pozyskiwanie mikro i nano węgla jako paliwa żelowego z odpadów flotacyjnych	V.5	2.04
	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych wariant 2	V.2	1.84
DODATKOWE	Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki	IV.10	brak danych
	Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego lsa z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułków) z przeróbki węgla kamiennego	IV.11	
	Pozyskiwanie węgla z odpadów poflotacyjnych	V.6	
	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnociarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych	V.7	

Spośród 31 ocenianych technologii (i 4 dodatkowych), najwyższą ocenę pod względem innowacyjności (średnia wartość oceny wynosi 2,23) uzyskała technologia produkcji ceramiki budowlanej ze skały płonnej (IV.7) (tabela 2). Niewiele niższą wartość oceny osiągnęły technologie z pozycji 2 – 4 (wartości od 2,17 do 2,20), tj.:

- zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym (II.2),

- pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych (V.3),
- zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji szybów (II.3),

Wysoka ocena innowacyjności technologii produkcji ceramiki budowlanej ze skały płonnej (IV.7) może wynikać w głównej mierze z uwagi na niskie koszty pozyskania surowca na tego typu potrzeby, a przede wszystkim:

- właściwości surowca (wysoka plastyczność i energetyczność, co skutkuje oszczędnością paliwa w procesie wypalania ceramiki),
- technologia produkcji umożliwia wytwarzanie kilkudziesięciu asortymentów wyrobów ceramicznych.

Technologia ta nie uzyskała wyższej oceny prawdopodobnie z powodu ograniczenia, jakim jest:

- skład petrograficzny odpadów, muszą one bowiem zawierać w swym składzie ilowce, mułowce oraz łupki węglowe,
- ilość wytwarzanych odpadów z robót udostępniających i przygotowawczych (ograniczenia związane z procesem inwestycyjnym w kopalniach).

Należy jednak podkreślić, że jest to jedna z najbardziej optymalnych technologii zagospodarowania odpadów, która stosowana jest w kopalni Bogdanka w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Skała płonna zawiera w tym przypadku niemal optymalne proporcje typów litologicznych skał, dla osiągnięcia właściwych parametrów surowcowych na potrzeby ceramiki budowlanej, co niestety jest utrudnieniem w przypadku tego odpadu w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym

Wydaje się, że technologie z pozycji rankingowych 2 i 4 uzyskały wysoka ocenę innowacyjności przede wszystkim z uwagi na walory ekonomiczne. Technologia zagospodarowania skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym (II.2 – pozycja rankingowa 2) umożliwia z jednej strony czyste wybieranie złoża węgla (wybranie węgla z resztek pokładów) a z drugiej strony umożliwia zastosowanie skały płonnej do podsadzki suchej w celu likwidowania pustek poeksploatacyjnych. Przyczynia się to do oszczędności w drażeniu wyrobisk przygotowawczych a równocześnie poprawia efektywność wydobycia węgla.

Tabela 2. Ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węglowego (wg kolejności oceny – średnia wartość) na podstawie przyjętych kryteriów.

L.p	Nazwa technologii	Nr technol.	Ocena innowac.
1	Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej	IV.7	2.23
2	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym	II.2	2.20
3	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych	V.3	2.18
4	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji szybów	II.3	2.17
5	Pozyskiwanie węgla z odpadów powęglowych	V.4	2.13
6	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zawałowych	II.5	2.10
7	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów	II.1	2.08
8	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej	III.5	2.06
9	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do likwidacji szybów	II.4	2.06

10	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych wariant 1	V.1	2.05
11	Zagospodarowanie odpadów przerobczyczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych	I.6	2.05
12	Pozyskiwanie mikro i nano węgla jako paliwa żelowego z odpadów flotacyjnych	V.5	2.04
13	Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przerobczyczych	IV.8	2.04
14	Zagospodarowanie skały pónnej jako materiału w technologii zawieszinowej	III.4	2.04
15	Zagospodarowanie odpadów przerobczyczych w robotach inżynierskich na powierzchni	I.7	2.01
16	Zagospodarowanie skały pónnej w budownictwie hydrotechnicznym	I.1	2.00
17	Zagospodarowanie skały pónnej w podsadzce hydraulicznej	III.2	1.99
18	Produkcja kruszyw z odpadów	IV.6	1.97
19	Zagospodarowanie skały pónnej w budowie nasypów i torowisk	I.2	1.96
20	Zagospodarowanie odpadów przerobczyczych drobnziarnistych w podsadzce hydraulicznej	III.3	1.96
21	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta”	III.8	1.95
22	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej wariant - jas-mos/jas iii	III.6	1.95
23	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej wariant - jas-mos/jas v	III.7	1.94
24	Produkcja kruszyw sztucznych z mułów węglowych powstających w procesach flotacji	IV.5	1.91
25	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych wariant 2	V.2	1.84
26	Produkcja sortowanych kruszyw powęglowych pozyskiwanych z hałdy	IV.3	1.80
27	Produkcja niesortowanych kruszyw powęglowych pozyskiwanych z hałdy	IV.4	1.79
28	Zagospodarowanie odpadów górnictwa węglowego w budowie obiektu rekultywacyjnego nadpoziomowego o dużym lub bardzo dużym zagrożeniu pożarowym	I.3	1.78
29	Zagospodarowanie skały pónnej w podsadzce pneumatycznej	III.1	1.71
30	Produkcja łupka przepalonego z odpadów wzbogacania węgla	IV.9	1.71
31	Produkcja sortowanych kruszyw z przepalonego łupka przywęglowego	IV.1	1.67
32	Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki	IV.10	Brak danych
33	Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekaneGO lsa z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla kamiennego	IV.11	
34	Pozyskiwanie węgla z odpadów poflotacyjnych	V.6	
35	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych	V.7	

Z kolei zagospodarowanie skały pónnej do likwidacji szybów (II.3 – pozycja rankingowa 4), jako materiału zasypowego, stanowi doskonałą alternatywę dla kruszyw naturalnych, zwykle stosowanych dla tych celów. Stąd wynikają niewielkie koszty materiału i transportu.

Wysoka ocena technologii pozyskiwania węgla z odpadów drobnziarnistych (V.3 – pozycja rankingowa 3) wynika prawdopodobnie głównie z powodów:

- wysokieGO poziomu odzysku substancji węglowej z odpadów (produktu energetycznego),
- wytworzenia użytecznych odpadów drobnziarnistych po wzbogacaniu (np. zastosowanie w rekultywacji, drogownictwie),
- niewielkieGO zużycie wody (układ zamknięty, tylko uzupełnienie).

Technologia ta nie uzyskała wyższej oceny prawdopodobnie z uwagi, iż wymaga zastosowania złożonego układu technologicznego i stąd wysokich umiejętności obsługi a także wysokieGO kosztu wzbogacania i dokładnych badań materiału kierowanego do procesu.

Dokonując wyboru kluczowych technologii dla obszaru zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego nie sposób zwrócić uwagi na fakt, iż najwyższą ocenę innowacyjności uzyskały technologie grupy II – roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego oraz technologie grupy V – odzysk substancji węglowej. Średnia ocena innowacyjności w tych grupach sposobów zagospodarowania przedmiotowych odpadów, obliczona ze średnich dla każdej z technologii w grupie (po 5 technologii w każdej grupie) (tabela 1) wynosi powyżej 2,00 (2,12 dla grupy II i 2,05 dla grupy V), podczas gdy w pozostałych grupach wartość oceny wynosi poniżej 2,00 (1,85 dla grupy I, 1,95 dla grupy III i 1,86 dla grupy IV). Znamienny jest również fakt, iż w pozycjach rankingowych od 1 do 10 (tabela 2) znajdują się wszystkie technologie z grupy II oraz trzy technologie z grupy V.

Technologie z grup II i V oraz technologia IV.7 (produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej - o najwyższej ocenie innowacyjności) najlepiej, spośród wszystkich rozważanych, spełniają kryteria techniczne, środowiskowe, automatyzacji operacji i kontroli parametrów procesu przetwarzania odpadów z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa. Należy jednak zaznaczyć, że technologie w przedstawionych grupach II i V dotyczą zagospodarowania określonych rodzajów odpadów wytwarzanych w górnictwie węgla kamiennego, co nie wyczerpuje konieczności zagospodarowania innych rodzajów odpadów przemysłu wydobywczego.

Można zatem przypuszczać, że technologia IV.7 oraz technologie z grup II i V powinny zapewnić w najbliższych kilkunastu latach nowoczesność zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego.

Ocenę poziomu innowacyjności, spośród wybranych 24 technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego, dla pięciu grup technologii, przeprowadzono w oparciu o metodę analizy hierarchicznej problemu (AHP) w odniesieniu do przyjętych kryteriów ogólnych i szczegółowych oraz do zidentyfikowanych i opisanych kluczowych kierunków rozwoju technologii uznanych za rozpowszechnione i rozwojowe (tabela 3).

Tabela 3. Rozpowszechnione i rozwojowe technologie zagospodarowania odpadów górnictwa węglowego (wg grup sposobów zagospodarowania) poddane ocenie metoda AHP

<i>Sposób zagospodarowania</i>	<i>Symbol</i>	<i>Nazwa technologii</i>
Grupa I BUDOWNICTWO HYDROTECHNICZNE, ZIEMNE, REKULTYWACJA TERENÓW	I A	Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym
	I B	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych
	I C	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni
Grupa II ROBOTY LIKWIDACYJNE W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO	II A	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów
	II B	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym
	II C	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji sztybów
	II D	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do likwidacji sztybów
	II E	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zawałowych
	II F	Wytwarzanie mieszaniny samozestalającej z wykorzystaniem

		szlamów z hydrometalurgii cynku i ołowiu oraz popiołów lotnych do wypełniania pustek poeksploatacyjnych
Grupa III PODSADZANIE WYROBISK EKSPLOATACYJNYCH	III A	Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej
	III B	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej
	III C	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podszadzkach typu „pasta”
Grupa IV KRUSZYWA, CERAMIKA	IV A	Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej
	IV B	Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przeróbczych
	IV C	Produkcja kruszyw sztucznych z mułów węglowych powstających w procesach flotacji
	IV D	Produkcja kruszyw z odpadów
	IV E	Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki
	IV F	Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego lsa z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla kamiennego
Grupa V ODZYSK SUBSTANCJI WĘGLOWEJ	V A	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych
	V B	Pozyskiwanie węgla z odpadów droбноziarnistych
	V C	Pozyskiwanie węgla z odpadów powęglowych
	V D	Pozyskiwanie mikro i nano węgla jako paliwa żelowego z odpadów flotacyjnych
	V E	Pozyskiwanie węgla z odpadów poflotacyjnych
	V F	Pozyskiwanie węgla z odpadów droбноziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych

Jako kryteria ogólne przyjęto:

- kryterium obecnego poziomu technologicznego (technicznego) w odniesieniu do innych zawansowanych dziedzin techniki (materiały, informatyka, organizacja, automatyzacja),
- kryterium skuteczności technologii w odniesieniu do warunków zewnętrznych,
- kryterium uniwersalności technologii w odniesieniu do techniki i warunków ich stosowania,
- kryterium minimalizacji wpływu na środowisko,
- kryterium bezpieczeństwa rozumianego jako bezpieczeństwo ludzi i procesu technologicznego.

Dla nich przyjęto szczegółowe subkryteria.

Wyniki badań metodą AHP pozwoliły na wyselekcjonowanie w poszczególnych grupach najbardziej innowacyjne technologie:

- Grupa I – B. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
- Grupa II – A. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów,
- Grupa III – A. zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej,
- Grupa IV – E. Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki,
- Grupa V – F. Pozyskiwanie węgla z odpadów droбноziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych.

Są to technologie, które:

- należy traktować jako podstawowe w rozważaniach przyszłego obrazu technologicznego zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego,

- w odpowiednich dla nich warunkach mogą być w przyszłości rozwojowe, co tym samym stanowi o kierunkach prac badawczo – rozwojowych.

5. INTERPRETACJA WYNIKÓW

Na potrzeby niniejszego opracowania sporządzono diagramy, które posłużyły do pozycjonowania technologii (wg zestawienia w tabeli 3). Uwzględniają one pozycje rankingowe, wynikające z badań dla poszczególnych technologii. Dane do sporządzenia diagramów zestawiono w tabeli 4. Należy jednak zaznaczyć, iż z powodu braku danych liczbowych dla technologii:

- II F- Wytwarzanie mieszaniny samozestalającej z wykorzystaniem szlamów z hydrometalurgii cynku i ołowiu oraz popiołów lotnych do wypełniania pustek poeksploatacyjnych,
- IV E- Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki,
- IV F- Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego lsa z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla kamiennego,
- V E- Pozyskiwanie węgla z odpadów poflotacyjnych,
- V F- Pozyskiwanie węgla z odpadów droбноziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych,

które zostały uzupełnione jako dodatkowe po ocenie innowacyjności technologii, przyjęto dla nich, z tego punktu widzenia, wartości średnie dla odpowiednich grup, a mianowicie:

- II F – 2,12,
- IV E – 1,86,
- IV F - 1.86,
- V E – 2,05,
- V F – 2,05.

Dla sporządzenia diagramów wykorzystano również wartości wskaźnika priorytetu, wynikające z badań metodą AHP, gdzie dokonano hierarchizacji technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego dwoma sposobami, polegającymi na:

- w I sposobie systematyzowania technologii (AHP-I):
 - obliczeniu wartości średnich wektorów priorytetów dla każdego ankietowanego, wynikające z kryteriów nadrzędnych i poszczególnych technologii w kontekście subkryteriów,
 - wyznaczeniu wartości minimalnych, maksymalnych oraz odchylenia standardowego średnich wektorów priorytetów jako analogicznych do powyższego,
 co eksponuje globalne cechy technologii, wskazując na ich ogólną innowacyjność,
- w II sposobie systematyzowania technologii (AHP-II):
 - uśrednieniu ocen cząstkowych (zarówno w odniesieniu do kryteriów jak i technologii) na poziomie ocen cząstkowych,
 - przeprowadzeniu analogicznego procesu obliczeniowego, jak w przypadku pojedynczej ankiety (obliczenie wartości priorytetów - wag końcowych względem kryteriów oraz wartości priorytetów - wag końcowych dla kryterium głównego,
 co pozwoliło na analizę innowacyjności technologii w kontekście stosowanych kryteriów ich oceny.

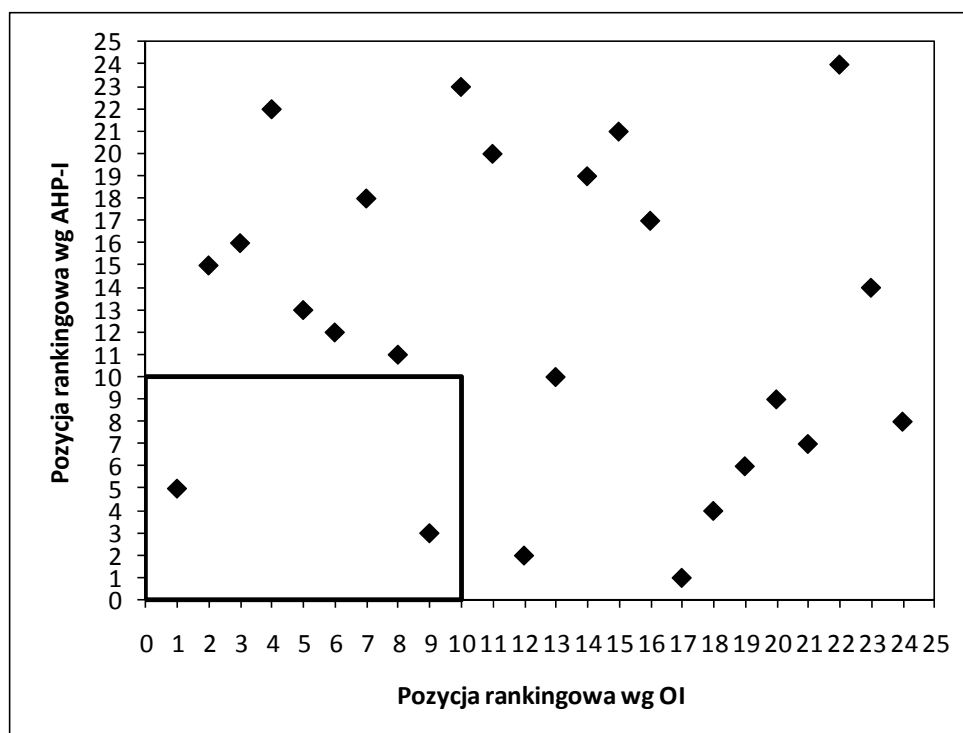
Tabela 4. Zestawienie danych liczbowych oceny innowacyjności oraz wynikające wartości wskaźnika priorytetu z analizy AHP technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węglowego (pogrubiona czcionka - przyjęte wartości – średnia dla grupy)

Sposób zagospodarowania	Symbol	Nazwa technologii	Dane z badań			Pozycja na liście rankingowej		
			OI	AHP-I	AHP-II	OI	AHP-I	AHP-II
Grupa I BUDOWNICTWO HYDROTECHNICZNE, ZIEMNE, REKULTYWACJA TERENÓW	I A	Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym	2.00	0.287	0.246	19	6	6
	I B	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych	2.05	0.370	0.400	12	2	1
	I C	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni	2.01	0.343	0.355	18	4	3
Grupa II ROBOTY LIKwidACYJNE W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO	II A	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów	2.08	0.187	0.189	8	11	10
	II B	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym	2.20	0.174	0.188	2	15	11
	II C	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji szybów	2.17	0.144	0.136	4	22	20
	II D	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do likwidacji szybów	2.06	0.138	0.143	10	23	19
	II E	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zawalowych	2.10	0.170	0.180	7	18	12
	II F	Wytwarzanie mieszaniny samozestalającej z wykorzystaniem szlamów z hydrometalurgii cynku i ołowiu oraz popiołów lotnych do wypełniania pustek poeksploatacyjnych	2.12	0.187	0.163	6	12	17
Grupa III PODSADZANIE WYROBISK EKSPLOATACYJNYCH	III A	Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej	2.04	0.373	0.350	17	1	4
	III B	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej	2.06	0.357	0.371	9	3	2
	III C	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta”	1.95	0.269	0.279	21	7	5
Grupa IV KRUSZYWA, CERAMIKA	IV A	Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej	2.23	0.320	0.124	1	5	23
	IV B	Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przeróbczych	2.04	0.170	0.128	16	17	22
	IV C	Produkcja kruszyw sztucznych z mułów węglowych powstających w procesach flotacji	1.91	0.117	0.123	22	24	24
	IV D	Produkcja kruszyw z odpadów	1.97	0.216	0.221	20	9	8
	IV E	Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki	1.86	0.232	0.231	24	8	7
	IV F	Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego lsa z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla kamiennego	1.86	0.177	0.173	23	14	14
Grupa V ODZYSKIWANIE WĘGLA SUBSTANCJI WĘGLOWEJ	V A	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych	2.05	0.156	0.161	11	20	18
	V B	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych	2.18	0.171	0.173	3	16	15
	V C	Pozyskiwanie węgla z odpadów powęglowych	2.13	0.181	0.176	5	13	13
	V D	Pozyskiwanie mikro i nano węgla jako paliwa żelowego z odpadów flotacyjnych	2.04	0.145	0.134	15	21	21

	V E	Pozyskiwanie węgla z odpadów poflotacyjnych	2.05	0.160	0.167	14	19	16
	V F	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych	2.05	0.187	0.189	13	10	9

Na diagramie przedstawiającym pozycje rankingowe poszczególnych technologii uzyskane metodą Deplhi (OI) i AHP-I (rys. 1) tylko dwie technologie posiadały pozycje rankingowe od 1 – 10, tj:

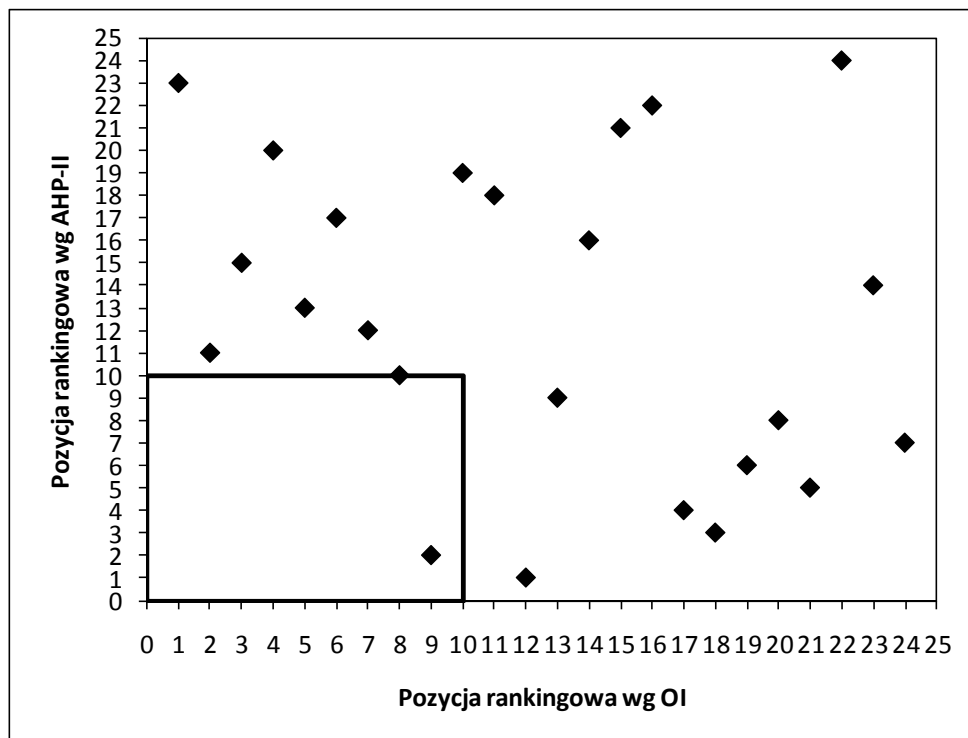
- III. B. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samo zestalającej (pozycja 9 w OI i pozycja 3 w AHP-I),
- IV. A. Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej (pozycja 1 w OI i pozycja 5 w AHP-I).



Rys. 1. Diagram pozycji rankingowych technologii w układzie Deplhi (OI) - AHP-I

Na diagramie przedstawiającym pozycje rankingowe poszczególnych technologii uzyskane metodą Deplhi (OI) i AHP-II (rys. 2) również tylko dwie technologie posiadały pozycje rankingowe od 1 – 10, tj:

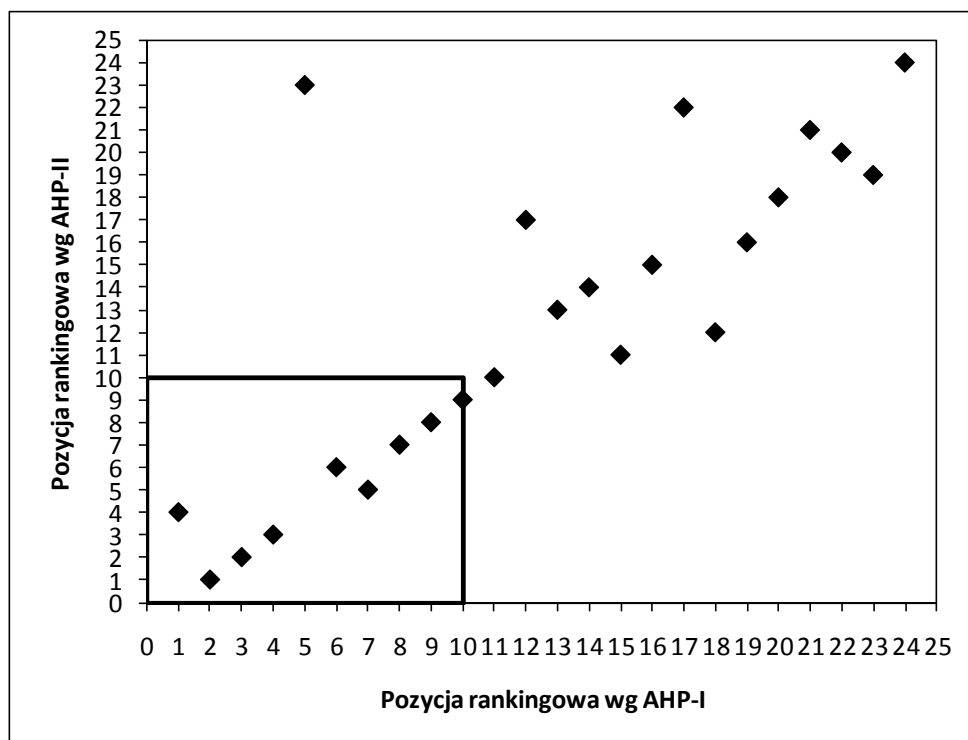
- II A. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów (pozycja 8 w OI i pozycja 10 w AHP-I),
- III B. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej (pozycja 9 w OI i pozycja 2 w AHP-I).



Rys. 2. Diagram pozycji rankingowych technologii w układzie Deplhi (OI) - AHP-II

Na diagramie przedstawiającym pozycje rankingowe poszczególnych technologii uzyskane metodą AHP-I i AHP-II (rys. 3) aż dziewięć technologii posiadało pozycje rankingowe od 1 – 10, tj:

- I A. Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym (pozycja 6 w AHP-I i pozycja 6 w AHP-II),
- I B. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych (pozycja 2 w AHP-I i pozycja 1 w AHP-II),
- I C. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni (pozycja 4 w AHP-I i pozycja 3 w AHP-II),
- III A. Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej (pozycja 1 w AHP-I i pozycja 4 w AHP-II),
- III B. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej (pozycja 3 w AHP-I i pozycja 2 w AHP-II),
- III C. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta” (pozycja 7 w AHP-I i pozycja 5 w AHP-II),
- IV D. Produkcja kruszyw z odpadów (pozycja 9 w AHP-I i pozycja 8 w AHP-II),
- IV E. Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki (pozycja 8 w AHP-I i pozycja 7 w AHP-II),
- V F. Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych (pozycja 10 w AHP-I i pozycja 9 w AHP-II).



Rys. 3. Diagram pozycji rankingowych technologii w układzie AHP-I – AHP-II

Obecność tych dziewięciu technologii na 10 pozycji w rankingu wg metod AHP-I i AHP-II wynika przede wszystkim z zastosowania, wprawdzie różniących się nieco dwóch sposobów obliczeń ich hierarchizacji, ale wykonywanych na tych samych danych. Skutkiem tego większość ocenianych technologii posiada zbliżone pozycje na obu listach rankingowych. Aż 20 technologii zmienia swoje miejsce w rankingu maksymalnie jedynie o 4 pozycje, a tylko 4 technologie zmieniają swoje miejsce o więcej niż 4 pozycje, tj.:

- o 18 pozycji - IV A. Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej (pozycja 5 w AHP-I i pozycja 23 w AHP-I),
- o 6 pozycji - II E. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zawałowych (pozycja 18 w AHP-I i pozycja 12 w AHP-I),
- o 5 pozycji – II F. Wytwarzanie mieszaniny samozestalającej z wykorzystaniem szlamów z hydrometalurgii cynku i ołowiu oraz popiołów lotnych do wypełniania pustek poeksploatacyjnych (pozycja 12 w AHP-I i pozycja 17 w AHP-I),
- o 5 pozycji – IV B. Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przerobczych (pozycja 17 w AHP-I i pozycja 22 w AHP-I).

W związku z taką sytuacją dokonano normalizacji hierarchizacji pozycji, sporządzając listę rankingową w oparciu o następujący wzór:

$$PR_N = (PR_{k1} + PR_{k2} + \dots + PR_{kn}) \cdot n^{-1}$$

gdzie: PR_N – nowa pozycja rankingowa,

PR_{kn} – pozycja rankingowa wg dowolnej listy (metody),

n= 1, 2, ...

natomiast w rozpatrywanym przypadku n = 3, stąd wzór ten przyjmuje postać:

$$PR_N = (PR_{OI} + PR_{AHP-I} + PR_{AHP-II}) * 3^{-1}$$

gdzie: PR_N – nowa pozycja rankingowa,

PR_{OI} – pozycja rankingowa wg metody Delphi,

PR_{AHP-I} – pozycja rankingowa wg metody AHP-I,

PR_{AHP-II} – pozycja rankingowa wg metody AHP-II.

Wszystkie obliczone wartości liczbowe poszczególnych technologii, powinny w rozpatrywanym przypadku mieścić się w przedziale od 1 do 24 (pozycje rankingowe).

W wyniku obliczeń sporządzono nową listę rankingową rozpatrywanych technologii, zamieszczoną w tabeli 5, z której wynika, że najwyższe pozycje (wartość nowej pozycji poniżej 10) zajmują technologie:

- III B. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej – wartość nowej pozycji 4,7,
- I B. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych – wartość owej pozycji 5,0,
- III A. Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej – wartość nowej pozycji 7,3.
- I C. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni - wartość nowej pozycji 8,3,
- II B. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym - wartość nowej pozycji 9,3,
- II A. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów - wartość nowej pozycji 9,7,
- IV A. Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej - wartość nowej pozycji 9,7,

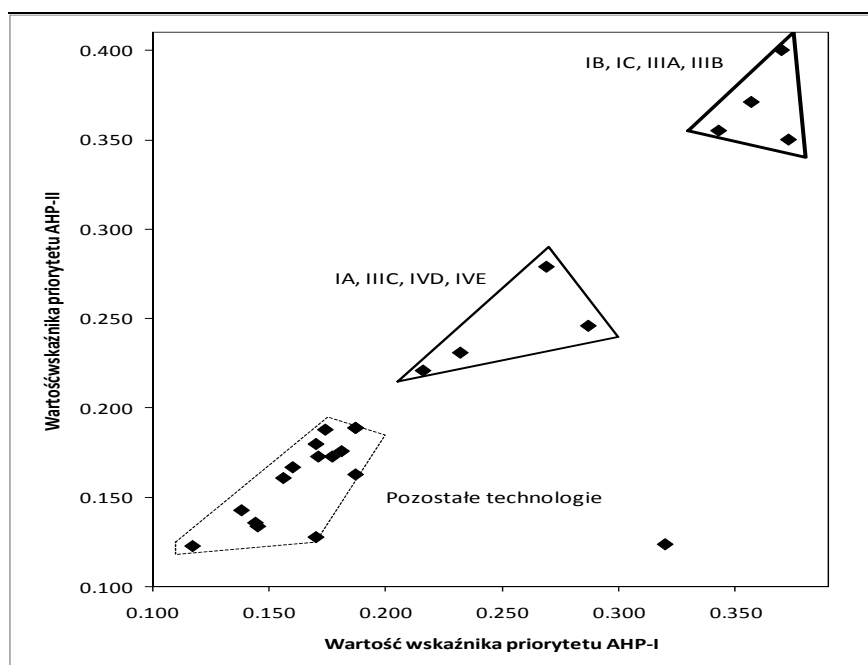
Tabela 5. Lista rankingowa, uwzględniająca wartości pozycji rankingowe, wynikające z badań metodą Delphi i AHP (objaśnienia w tekście)

<i>Symbol technologii</i>	<i>Nazwa technologii</i>	<i>PR_N</i>
III B	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej	4.7
I B	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych	5.0
III A	Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej	7.3
I C	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni	8.3
II B	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym	9.3
II A	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów	9.7
IV A	Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej	9.7
I A	Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym	10.3
V C	Pozyskiwanie węgla z odpadów powęglowych	10.3
V F	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych	10.7
III C	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta”	11.0
V B	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych	11.3

II F	Wytwarzanie mieszaniny samozestalającej z wykorzystaniem szlamów z hydrometalurgii cynku i ołowiu oraz popiołów lotnych do wypełniania pustek poeksploatacyjnych	11.7
II E	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zawałowych	12.3
IV D	Produkcja kruszyw z odpadów	12.3
IV E	Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki	13.0
II C	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji szybów	15.3
V A	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych	16.3
V E	Pozyskiwanie węgla z odpadów poflotacyjnych	16.3
IV F	Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego lsa z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla kamiennego	17.0
II D	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do likwidacji szybów	17.3
IV B	Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przeróbczych	18.3
V D	Pozyskiwanie mikro i nano węgla jako paliwa żelowego z odpadów flotacyjnych	19.0
IV C	Produkcja kruszyw sztucznych z mułów węglowych powstających w procesach flotacji	23.3

Uwzględniając bezwzględne wartości wskaźników priorytetu uzyskanych w metodzie AHP (dwa sposoby hierarchizacji technologii) sporządzono diagram (rys. 4), z którego wynika, że najbardziej innowacyjnymi technologiami są:

- I B. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
- I C. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni,
- III A. Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej
- III B. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samo zestalającej.



Rys. 4. Diagram rankingowy uwzględniający wartości wskaźników priorytetowy uzyskanych w AHP-I i AHP-II

Drugą grupę rankingową stanowią technologie:

- I A. Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym,
- III C. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta”
- IV D. Produkcja kruszyw z odpadów,
- IV E. Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki.

Rozpatrując ranking technologii w poszczególnych grupach sposobów zagospodarowania odpadów (I-V), najwyższe pozycje uzyskały:

- Grupa I – I B. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
- Grupa II – II B. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym,
- Grupa III – III B. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej,
- Grupa IV – IV A. Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej,
- Grupa V – V C. Pozyskiwanie węgla z odpadów powęglowych.

Tabela 5. Lista rankingowa, uwzględniająca pozycje rankingowe w grupach, wynikające z badań metodą Delphi i AHP (objaśnienia w tekście)

<i>SPOSÓB ZAGOSPODAROWANIA</i>	<i>Symbol</i>	<i>Nazwa technologii</i>	<i>PR_N</i>
BUDOWNICTWO HYDROTECHNICZNE, ZIEMNE, REKULTYWACJA TERENÓW	IB	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych	5.0
	IC	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni	8.3
	IA	Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym	10.3
ROBOTY LIKWIDACYJNE W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO	IIB	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym	9.3
	IIA	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów	9.7
	IIF	Wytwarzanie mieszaniny samozestalającej z wykorzystaniem szlamów z hydrometalurgii cynku i ołowiu oraz popiołów lotnych do wypełniania pustek poeksploatacyjnych	11.7
	IIE	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zawałowych	12.3
	IIC	Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji szybów	15.3
	IID	Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do likwidacji szybów	17.3
PODSADZANIE WYROBISK EKSPLOATACYJNYCH	IIIB	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej	4.7
	IIIA	Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej	7.3
	IIIC	Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta”	11.0
KRUSZYWA, CERAMIKA	IVA	Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej	9.7
	IVD	Produkcja kruszyw z odpadów	12.3
	IVE	Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki	13.0
	IVF	Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego lsa z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla	17.0

		kamiennego	
	IVB	Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przeróbczych	18.3
	IVC	Produkcja kruszyw sztucznych z mułów węglowych powstających w procesach flotacji	23.3
ODZYSK SUBSTANCJI WĘGLOWEJ	VC	Pozyskiwanie węgla z odpadów powęglowych	10.3
	VF	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych	10.7
	VB	Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych	11.3
	VA	Pozyskiwanie węgla z odpadów flotacyjnych	16.3
	VE	Pozyskiwanie węgla z odpadów poflotacyjnych	16.3
	VD	Pozyskiwanie mikro i nano węgla jako paliwa żelowego z odpadów flotacyjnych	19.0

6. PODSUMOWANIE

Dokonując wyboru kluczowych technologii należy wziąć pod uwagę dodatkowo, obok wszystkich przyjętych kryteriach i czynnikach uwzględnionych w zastosowanych metodach badawczych w projekcie, dwa elementy:

- potrzebę zagospodarowania wszystkich rodzajów odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego,
- masę poszczególnych rodzajów odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego.

Poniżej w tabeli (tab. 6) zestawiono ranking technologii wg metod ustalających ich pozycję w V grupach i uwzględniający najlepszą pozycję (od 1 do 5) wśród wszystkich rozważanych technologii, dokonano przy tym ujednolicenia symboli technologii (wg tabeli 3).

Tabela 6. Zestawienie wybranych kluczowych technologii w V grupach sposobów zagospodarowania odpadów oraz pięciu najlepszych metod w rankingu wg zastosowanych metod badawczych

Ranking wg Delphi				Ranking wg AHP				Ranking wg obliczonych wartości pozycji PR_N			
Grupa	Technologia	Pozycja	Technologia	Grupa	Technologia	Pozycja	Technologia	Grupa	Technologia	Pozycja	Technologia
I.	I B	1.	IV A	I.	I B	1.	I B	I.	I B	1.	III B
II.	II B	2.	II B	II.	II A	2.	III B	II.	II B	2.	I B
III.	III B	3.	V B	III.	III A	3.	III A	III.	III B	3.	III A
IV.	IV A	4.	II C	IV.	IV E	4.	I C	IV.	IV A	4.	I C
V.	V B	5.	V C	V.	V F	5.	III C	V.	V C	5.	II B

Z tego zestawienia wynika, że do czołowych technologii w czterech grupach sposobów zagospodarowania przedmiotowych odpadów należą:

- Grupa I:
 - I B. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
- Grupa II:
 - II B. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym, lub

- II A. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów,
- Grupa III:
 - III B. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej, lub
 - III A. Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej,
- Grupa IV:
 - IV A. Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej, lub
 - IV E. Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki.

Trudno jednoznacznie dokonać wyboru najlepszej technologii w grupie V, gdyż trzy technologie na sześć posiadają podobne pozycje:

- V.B. Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych,
- V C. Pozyskiwanie węgla z odpadów powęglowych,
- V F. Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych.

Za priorytetowe na przestrzeni następných 20 lat kierunki gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego należy uznać:

- budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów (grupa I), oraz
- podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych (grupa III).

Kierunki te pozwalają zagospodarować największe ilości wytwarzanych odpadów z górnictwa węgla kamiennego a jednocześnie wobec jakości odpadów nie są stawiane wysokie wymagania.