

Aleksander LUTYŃSKI, Wiesław BLASCHKE
Politechnika Śląska, Gliwice
Ireneusz BAIC, Beata WIKOWSKA-KITA
IMBIGS, Centrum Gospodarki Odpadami i Zarządzania Środowiskowego
Oddział Zamiejscowy w Katowicach

ANALIZA INNOWACYJNOŚCI TECHNOLOGII ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW Z GÓRNICTWA WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono ocenę innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego, która została przeprowadzona w dwóch etapach. W pierwszym etapie wytypowano dwadzieścia cztery technologie rozwojowe i rozpowszechnione o najwyższym poziomie natężenia stopnia innowacyjności. W drugim etapie dokonano analizy wykorzystując metodę AHP (Analytic Hierarchy Process).

INNOVATIVENESS ANALYSIS OF WASTE DISPOSAL IN HARD COAL MINING

Summary. The article presents an assessment of technology innovation of waste disposal from hard coal mining which was carried out in two stages. In the first stage 24 developing technologies were selected and widespread with the highest level of innovation. In the second stage, selected technologies were analyzed with the use of Analytic Hierarchy Process method.

1. Wprowadzenie

Zagadnienia związane z tematyką surowców energetycznych pojawiają się w wielu projektach typu foresight, lecz tylko w pewnych, wąskich fragmentach poruszały tematykę odpadów. Zagadnienia pojawiające się w foresightach dotyczyły głównie odpadów z procesów termicznego przetwarzania surowców energetycznych.

Podstawowym celem projektów foresight jest przede wszystkim efektywne kształtowanie poglądów, dotyczących przyszłości i prognozowania kierunków jej rozwoju. Innymi, niezwykle ważnymi, efektami tego projektu są informacje kierowane do środowisk opiniotwórczych o problemach identyfikowanych w obszarze tematycznym foresightu oraz kreowanie społecznej dyskusji na tematy, będące przedmiotem analiz i rozważań, które dotyczą tematyki projektu. Niezwykle ważna dla istoty foresightu jest kwestia współdziałania różnych podmiotów. Tego typu projekty wymuszają daleko posuniętą kooperację między osobami i placówkami, często dotąd niemającymi ze sobą wspólnych relacji. Ostatecznym zadaniem foresightów jest dostarczenie grupom decyzyjnym wiedzy z określonego obszaru tematycznego. W związku z powyższym najczęściej projekty foresight są realizowane na zamówienie ośrodków decyzyjnych. Wypracowana w ramach foresightu wizja przyszłości ma tylko wtedy szansę realizacji, gdy jest (choćby częściowo) realna. Z tego względu powiązanie różnych podmiotów funkcjonujących w kręgu zainteresowania projektu znacznie ułatwia jego późniejszą realizację.

Przedstawiona sytuacja legła u podstaw zgłoszenia projektu „Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego” [3]. 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.

Jednym z pierwszych działań w realizacji projektu była identyfikacja istniejących technologii, wykonana przez powołanych specjalistów, w której opisano 35 technologii, grupując je w pięciu grupach technologicznych. W ramach projektu wykonano wiele badań odniesionych do zagadnień zagospodarowania przedmiotowych odpadów, w tym badania innowacyjności technologii przeprowadzone w dwóch etapach z wykorzystaniem różnych metod.

2. Pierwszy etap analizy innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego

W pierwszym etapie prowadzonej analizy przyjęto następujące kryteria poziomu innowacyjności technologii, przypisując im odpowiednie wagi, stanowiące o ich istotności:

1. Kryterium obecnego poziomu technologicznego (technicznego) odnoszonego do innych zaawansowanych dziedzin techniki (materiały, automatyzacja, informatyka, organizacja itp.) – waga: 0,25
2. Kryterium skuteczności technologii odnoszona do warunków zewnętrznych – waga: 0,15
3. Kryterium uniwersalności technologii odnoszona do techniki i warunków ich stosowania – waga: 0,10
4. Kryterium minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko – waga: 0,25
5. Kryterium bezpieczeństwa i higieny pracy – waga: 0,25

Dla każdej technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węglowego przyjęto skalę ocen preferencyjnych w zakresie od 0 do 3. Poszczególnym ocenom przypisano następujący stopień zaawansowania technologicznego: 0 – technologia nieprzydatna, 1 – technologia o ograniczonej przydatności, 2 – technologia przydatna, 3 – technologia bardzo przydatna.

Suma ocen cząstkowych wynikających z przyjętych kryteriów, którą stanowią iloczynny ocen preferencyjnych i wag odpowiadających poszczególnym kryteriom, pozwoliła na dokonanie wstępnej oceny poziomu innowacyjności danej technologii. Ustalono trzy poziomy technologii, którymi są: technologia zanikowa, technologia rozpowszechniona i technologia rozwojowa.

Dla technologii rozpowszechnionej i rozwojowej przyjęto także trzy poziomy natężenia stopnia innowacyjności: a – najniższy, b – średni, c – najwyższy.

Analiza innowacyjności przeprowadzona w grupie roboczej Ekspertów Kluczowych pozwoliła na stworzenie rankingu zidentyfikowanych i przedstawionych do oceny innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego. Ranking ten utworzono obliczając średnie z ocen dokonanych przez poszczególnych Ekspertów. Eksperci Kluczowi przedstawili też propozycje czterech innych technologii nieujętych w zestawie technologii skierowanym do oceny. Przyjęto, że w dalszych analizach projektu nie będą rozpatrywane technologie uznane za zanikowe i rozpowszechnione o najniższym i średnim poziomie natężenia stopnia innowacyjności. Do dalszych analiz pozostawiono więc 24 technologie lokujące się w pięciu grupach technologicznych, które przedstawiono poniżej.

GRUPA I - Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów:

1. Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym.
2. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych.
3. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni.

GRUPA II - Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego:

1. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów.
2. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji pokładów systemem chodnikowym.
3. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji szybów.
4. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do likwidacji szybów.
5. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zwałowych.
6. Wytwarzanie mieszaniny samozestalającej z wykorzystaniem szlamów z hydrometalurgii cynku i ołowiu oraz popiołów lotnych do wypełniania pustek poeksploatacyjnych.

GRUPA III - Podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych:

1. Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej.
2. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samo zestalającej.
3. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta”.

GRUPA IV - Kruszywa, ceramika:

1. Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej.
2. Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przeróbczych.
3. Produkcja kruszyw sztucznych z mułów węglowych powstających w procesie flotacji.
4. Produkcja kruszyw z odpadów.
5. Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki.
6. Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego LSA z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla kamiennego.

GRUPA V - Odzysk substancji węglowej(5):

1. Pozyskanie węgla z odpadów flotacyjnych.
2. Pozyskanie węgla z odpadów drobnoziarnistych.
3. Pozyskanie węgla z odpadów powęglowych.
4. Pozyskanie mikro- i nanowęgla jako paliwa żelowego z odpadów flotacyjnych.
5. Pozyskanie węgla z odpadów poflotacyjnych.
6. Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych.

3. Drugi etap analizy innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego

W drugim etapie analizę innowacyjności technologii przeprowadzono wykorzystując metodę AHP (AHP - ang. Analytic Hierarchy Process) [1], [2]. Jest to jedna z metod matematycznych stosowanych w zakresie rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych.

W metodzie AHP porównuje się parami analizowane warianty decyzyjne względem wszystkich kryteriów oceny. Porównań tych dokonuje się z wykorzystaniem specjalnych tablic oceny. Każde z kryteriów ma określoną skalę ocen. Metoda AHP jest realizowana w czterech podstawowych krokach, którymi są:

1. Budowa modelu hierarchicznego.
2. Określenie dominacji czynników głównych (preferencji globalnych).
3. Określenie dominacji wariantów.
4. Klasyfikacja wariantów decyzyjnych.

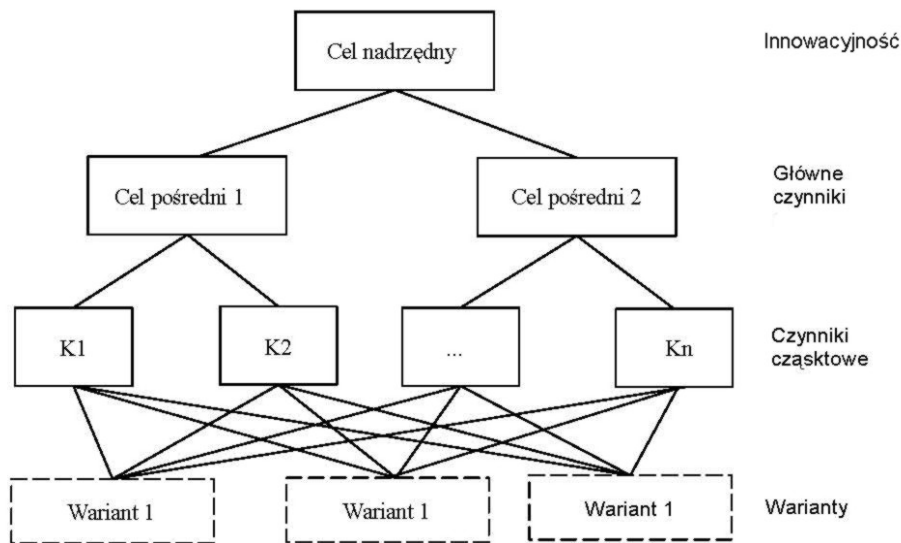
Zgodnie z zasadami metody AHP, ustalono hierarchiczną strukturę analizowanego zagadnienia w następującej postaci:

- cel nadrzędny,
- czynniki główne: przyjęte kryteria nadrzędne,
- czynniki cząstkowe: zweryfikowane w ramach realizacji projektu kryteria szczegółowe (subkryteria),
- warianty, obiekty: oceniane technologie wyłonione w projekcie jako rozwojowe i rozpowszechnione o najwyższym poziomie natężenia stopnia innowacyjności.

Schemat hierarchicznej struktury działania w ocenie innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego z wykorzystaniem metody AHP został przedstawiony na rys. 1.

Celem głównym działania była ocena poziomu nowoczesności technologii wybranych w analizach wstępnych. Kryteria główne i szczegółowe zostały sformułowane następująco:

- A. Kryterium obecnego poziomu technologicznego (technicznego) w odniesieniu do innych zaawansowanych dziedzin techniki (materiały, informatyka, organizacja, automatyzacja)
 1. Poziom zmechanizowania operacji technologicznych.
 2. Poziom automatyzacji i zdalnej kontroli procesu technologicznego.



Rys. 1. Schemat struktury hierarchicznej zadania [1]

Fig. 1. AHP hierarchical structure diagram [1]

3. Możliwość stosowania technologii dla różnych rodzajów odpadów.
 4. Podatność na modernizację wynikająca z rozwoju technologii i stosowanych maszyn.
 5. Poziom produktu technologii i jego pozycja na rynku.
- B. Kryterium skuteczności technologii w odniesieniu do warunków zewnętrznych
1. Możliwość stosowania technologii przy zmieniających się właściwościach odpadów górnictwa węgla kamiennego.
 2. Zapewnienie maksymalnego wykorzystania odpadów.
 3. Dostępność odpadów.
 4. Możliwość pozyskania różnych produktów.
 5. Możliwość pozyskania produktów o zróżnicowanej jakości.
- C. Kryterium uniwersalności technologii w odniesieniu do techniki i warunków ich stosowania
1. Odporność technologii na zakłócenia spowodowane czynnikami losowymi.
 2. Zapewnienie regularności i ciągłości dostaw odpadów.
 3. Uniwersalność wykorzystania systemów mechanizacji i automatyzacji procesu do różnych rodzajów odpadów.
 4. Czas i koszt adaptacji systemów mechanizacji i automatyzacji procesu przy zmianie rodzaju przetwarzanego odpadu.
 5. Możliwość dostosowania systemu do partii odpadów o różnych wielkościach.

D. Kryterium minimalizacji wpływu na środowisko

1. Możliwość całkowitego zagospodarowania odpadów.
2. Emisja zanieczyszczeń do środowiska z procesu technologicznego.
3. Zużycie energii w procesie przetwarzania odpadów.
4. Możliwość monitorowania emisji zanieczyszczeń.
5. Poziom zmian krajobrazowych miejsca lokalizacji zakładu przetwarzającego odpady.

E. Kryterium bezpieczeństwa rozumianego jako bezpieczeństwo ludzi i procesu technologicznego

1. Poziom występujących zagrożeń w procesie technologicznym.
2. Możliwość monitorowania i ograniczenia zagrożeń występujących w procesie technologicznym.
3. Bezpieczeństwo technologii ze względu na czynniki losowe.
4. Możliwość wprowadzenia pełnej automatyzacji procesu technologicznego.
5. Bezpieczeństwo obsługi i zapewnienie komfortu ich pracy.

Ocenę innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego przeprowadzono dla technologii, które zostały podane w rozdz. 2. Ocena ta została wykonana w kilku krokach. W pierwszym z nich porównywano między sobą kryteria ogólne ze względu na poziom innowacyjności. Następnie, w podobny sposób oceniono kryteria szczegółowe w ramach kryteriów ogólnych. Kolejnym krokiem, a zarazem najważniejszym w analizie, było porównywanie parami, pomiędzy sobą, technologii zagospodarowania odpadów, należących do odpowiednich grup technologicznych, ze względu na kryteria ogólne, a następnie szczegółowe. Były to podstawowe zadania 15 ekspertów wybranych do prac.

Przykładowo pokazano tabelę 1, która jest sporządzona dla potrzeb oceny technologii należących do III grupy technologicznej. Technologie wszystkich grup technologicznych były oceniane pod kątem każdego z 25 kryteriów szczegółowych.

Tabela 1

Tabela oceny dla porównania parami technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego należących do grupy III

| | Ważność | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------|---------|------------|-----------|------------|---------|----------------|---|----------------------------------------------------------------------|
| | absolutna | bardzo wyraźna | wyraźna | nieznaczna | jednakowa | nieznaczna | wyraźna | bardzo wyraźna | | absolutna |
| Zmienna | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Zmienna |
| 1. Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej | | | | | | | | | | 1. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samorzestającej |
| | | | | | | | | | | 2. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta” |
| 2. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samorzestującej | | | | | | | | | | 3. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzkach typu „pasta” |

Uzyskane oceny zostały poddane analizie zgodnie z zasadami metody AHP. W tym celu dla każdej z tabel ocen wyznaczono macierz porównań wg schematu:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} = 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} = \frac{1}{a_{12}} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} = \frac{1}{a_{1n}} & a_{2n} = \frac{1}{a_{2n}} & \cdots & a_{nn} = 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

gdzie: A – macierz kwadratowa o n elementach a_{ij} , a_{ij} – wartości ocen (lub ich odwrotności) stopnia preferencji kryteriów i technologii zagospodarowania odpadów.

W kolejnym kroku dla każdej macierzy obliczano wartość wektora priorytetów oraz maksymalną wartość macierzy, wg następujących formuł:

wartości macierzy znormalizowanej:

$$\bar{w}_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

wektor priorytetów cząstkowych:

$$\bar{w}_i = \sum_{j=1}^n \bar{w}_j a_{ij} \quad (3)$$

gdzie:

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^n w_{ij}}{n} \quad i, j = 1, \dots, n \quad (4)$$

Maksymalna wartość własna macierzy:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{w_i} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad (5)$$

Uzyskane wagi dla poszczególnych wariantów porównań posłużyły do przygotowania hierarchii ważności kryteriów zarówno nadrzędnych, jak i szczegółowych oraz innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów.

W pierwszej kolejności dokonano ocen ważności kryteriów nadrzędnych oraz kryteriów szczegółowych w ramach kryteriów nadrzędnych.

Wyniki tej analizy przedstawiają się następująco:

- za najważniejsze kryterium nadrzędne eksperci uznali Kryterium E: „Kryterium bezpieczeństwa rozumianego jako bezpieczeństwo ludzi i procesu technologicznego”.

- z kryteriów szczegółowych za najważniejsze w kryteriach nadrzędnych wybrano:

A5. Poziom produktu technologii i jego pozycja na rynku.

B2. Zapewnienie maksymalnego wykorzystania odpadów.

C2. Zapewnienie regularności i ciągłości dostaw odpadów.

D2. Emisja zanieczyszczeń do środowiska z procesu technologicznego.

E5. Bezpieczeństwo obsługi i zapewnienie komfortu ich pracy.

Wyniki oceny (wg wartości wektora priorytetów) technologii uśredniano według dwóch metod (uśrednianie wyników końcowych oraz cząstkowych). Uzyskano tym samym dwie hierarchie innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego. W ocenie innowacyjności uwzględniono najważniejsze okoliczności, mające obecnie, jak również w przyszłości, wpływ na tę właściwość analizowanych technologii. Stanowią one charakterystyki samych analizowanych technologii, a także zostały ujęte w istocie sformułowanych i uwzględnianych w analizie kryteriów. Porównanie rankingów innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego, wg poszczególnych grup, zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Porównanie rankingów innowacyjności dla technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego

| Miejsce rankingowe | I sposób hierarchizacji technologii | | II sposób hierarchizacji technologii | |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Nazwa technologii | Wartość średnia wskaźnika priorytetu | Nazwa technologii | Wartość średnia wskaźnika priorytetu |
| 1. | Grupa I 2 | 0,370 | Grupa I 2 | 0,399 |
| 2. | Grupa I 3 | 0,343 | Grupa I 3 | 0,354 |
| 3. | Grupa I 1 | 0,287 | Grupa I 1 | 0,246 |
| 4. | Grupa II 1 | 0,187 | Grupa II 1 | 0,189 |
| 5. | Grupa II 6 | 0,187 | Grupa II 2 | 0,188 |
| 6. | Grupa II 2 | 0,174 | Grupa II 5 | 0,180 |
| 7. | Grupa II 5 | 0,170 | Grupa II 6 | 0,163 |
| 8. | Grupa II 3 | 0,144 | Grupa II 4 | 0,143 |
| 9. | Grupa II 4 | 0,138 | Grupa II 3 | 0,136 |
| 10. | Grupa III 1 | 0,373 | Grupa III 2 | 0,371 |
| 11. | Grupa III 2 | 0,357 | Grupa III 1 | 0,350 |
| 12. | Grupa III 3 | 0,269 | Grupa III 3 | 0,279 |
| 13. | Grupa IV 5 | 0,232 | Grupa IV 5 | 0,231 |
| 14. | Grupa IV 4 | 0,216 | Grupa IV 4 | 0,221 |
| 15. | Grupa IV 6 | 0,177 | Grupa IV 6 | 0,173 |
| 16. | Grupa IV 1 | 0,132 | Grupa IV 2 | 0,128 |
| 17. | Grupa IV 2 | 0,127 | Grupa IV 1 | 0,124 |
| 18. | Grupa IV 3 | 0,117 | Grupa IV 3 | 0,123 |
| 19. | Grupa V 6 | 0,187 | Grupa V 6 | 0,189 |
| 20. | Grupa V 3 | 0,181 | Grupa V 3 | 0,176 |
| 21. | Grupa V 2 | 0,171 | Grupa V 2 | 0,173 |
| 22. | Grupa V 5 | 0,160 | Grupa V 5 | 0,167 |
| 23. | Grupa V 1 | 0,156 | Grupa V 1 | 0,161 |
| 24. | Grupa V 4 | 0,145 | Grupa V 4 | 0,134 |

Ranking technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego przedstawiony w tabeli 2 wykazuje w trzech grupach technologii (II, III i IV) pewne, i jak się wydaje, niewielkie różnice w kolejności, która ma świadczyć o poziomie ich innowacyjności. Wynika to z różnych metod uśredniania wyników. Opierając rankingi na wartościach średnich, uzyskanych ze wskaźników liczonych różnymi metodami, można przyjąć, że kolejność końcowa rankingu będzie następująca:

- Grupa I: 2,3,1;
- Grupa II: 1,2,6,5,3,4;
- Grupa III: 1,2 i równorzędnie 3;
- Grupa IV: 5,4,6,1,2,3;
- Grupa V: 6,3,2,5,1,4.

4. Podsumowanie

Ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego została przeprowadzona w dwóch etapach, dwoma różnymi metodami. W pierwszym etapie, w którym innowacyjność technologii oceniono intuicyjnie z wykorzystaniem praktycznego doświadczenia ekspertów, wytypowano do dalszych badań dwadzieścia cztery technologie, zgrupowane w pięciu grupach technologicznych. Były to technologie rozwojowe i rozpowszechnione o najwyższym poziomie natężenia stopnia innowacyjności. Wytypowane technologie zostały poddane dalszej analizie, która wykorzystwała metodę AHP – jedną z metod matematycznych stosowanych w zakresie rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych. W metodzie tej sprecyzowano cel oceny oraz kryteria ogólne i szczegółowe, które posłużyły do przedmiotowej oceny technologii, ustalając ich ranking w poszczególnych grupach.

Technologie uznane przez ekspertów za najbardziej innowacyjne w poszczególnych grupach to:

- Grupa I – technologia 2 – Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych;
- Grupa II – technologia 1 – Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów;
- Grupa III – technologia 1 – Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej;
- Grupa IV – technologia 5 – Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki;
- Grupa V – technologia 6 – Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych.

Doświadczenia w zakresie zastosowania metody AHP, jako narzędzia w bardzo złożonym procesie wyboru, poparte również opiniami ekspertów, pozwalają na precyzyjne wytypowanie technologii o najwyższym poziomie innowacyjności. Warunkiem poprawności uzyskanych wyników jest dokładny opis ocenianych wariantów technologii oraz dobra znajomość przez ekspertów dokonujących technologii realiów technicznych, społecznych, ekonomicznych i prawnych.

BIBLIOGRAFIA

1. Kabiesz J., Makówka J. Patyńska R.: Ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego metodą AHP (Analytic Hierarchy Process). Dokumentacja projektu Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii w zakresie zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego. Katowice 2010.
2. Kozioł W. i inni: Ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego – metoda AHP. Przegląd Górniczy 5/2011.
3. Lutyński A., Blaschke W.: Aktualne kierunki zagospodarowania odpadów przeróbczych. Przegląd Górniczy 10/2009.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Tumidajski

Abstract

The article presents an assessment of technology innovation of waste disposal from hard coal mining which was carried out in two stages. In the first stage 24 developing technologies were selected and widespread with the highest level of innovation. In the second stage, selected technologies were analyzed with the use of Analytic Hierarchy Process method – one of the mathematical methods used in solving multicriterion decision problems. In the method goal of the assessment and general criteria were specified and were used to assess present technology determining their ranking in each group. Technologies considered by experts as the most innovative in each group were as follows:

- Group I – technology 2 – Processing waste disposal for the purpose of degraded areas reclamation;
- Group II – technology 1 – Disposal of gangue for the purpose of post-mining void filling;
- Group III – technology 1 – Disposal of gangue as a material in suspension technologies (dense media);
- Group IV – technology 5 – Aggregate production form heap or processing waste;
- Group V – technology 6 – Coal extraction from tailings and post-flotation muds stored in ponds.