



Foresight OGWK – Analiza innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego z zastosowaniem metody Delphi

Ireneusz Baic, Beata Witkowska-Kita

Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Katowice

Aleksander Lutyński, Wiesław Blaschke

Politechnika Śląska, Gliwice

Wiesław Koziół, Zbigniew Piotrowski

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

1. Wprowadzenie

Głównym celem projektu pn.: „Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego” (Foresight OGWK) jest identyfikacja wiodących technologii zagospodarowania odpadów górniczych o znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie priorytetowy dla Polski a także opracowanie scenariuszy ich rozwoju przez zastosowanie usystematyzowanej metodyki badawczej [1].

Czwarty etap realizacji projektu Foresight OGWK stanowił jego rdzeń i dotyczył przeprowadzenia badań przy zastosowaniu różnych metodologii pod kątem oceny innowacyjności technologii zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego oraz wpływu wybranych czynników na ich rozwój [5].

Jedną z wykorzystanych w tym celu metod badawczych była metoda Delphi. Metoda ta opiera się na badaniu strukturalnym z wykorzystaniem doświadczenia i wiedzy uczestników badania, którzy są ekspertami w danych dziedzinach.

Metoda Delphi jest ściśle zorganizowanym procesem komunikacji grupowej na temat, na który dostępna wiedza jest niepełna. Istotnymi cechami badania Delphi jest każdorazowe dostarczanie wyników badań z etapu poprzedzającego oraz anonimowość respondentów. Standardowo metodę Delphi można określić w następujący sposób: „Jest to badanie, które jest kierowane przez grupę monitorującą i obejmuje kilka etapów ankietyzacji wybranej grupy ekspertów, którzy są anonimowi i którego celem jest wypracowanie subiektywnego i intuicyjnego konsensusu. Po każdym etapie badania, dostarczana jest informacja na temat grupowej opinii uzyskana na podstawie mediany i kwantylu pojedynczej prognozy oraz w miarę możliwości przedstawiane są argumenty i kontrargumenty dla skrajnych opinii” [2, 3, 6].

W przedmiotowym projekcie metoda Delphi polegała na przeprowadzeniu trzykrotnej ankietyzacji, w taki sposób, że wyniki poprzedzającego etapu badania stanowiły źródło i podstawę do przeprowadzenia kolejnego etapu. W ten sposób na odpowiedzi ekspertów udzielone w etapie drugim i trzecim etapie miały wpływ poprzednie opinie ekspertów. W przeprowadzonych w ten sposób badaniach ankietowych uczestniczyło łącznie 170 ekspertów reprezentujących sektor wyrobów węglowych, sektor administracji samorządowej oraz sektor naukowy [5].

2. Zakres ankiety Delphi

W projekcie Foresight OGWK ankieta składała się z trzech segmentów tematycznych:

- Część I Określenie podstawowych celów strategicznych i częściowych w zakresie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego,

- Część II Ocena zagadnień 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 – Posażanie wyrobisk eksploatacyjnych,
 - IV – Kruszywa, ceramika,
 - V – Odzysk substancji węglowej.
- Część III Ocena kierunków prac naukowo-badawczych dotyczących zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego z uwzględnieniem:
 - Hierarchii ważności kierunków prac naukowo-badawczych umożliwiających postęp w zakresie rozwoju technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego i osiągnięcie wytypowanych priorytetów strategicznych i technologicznych oraz przewidywany okres ich realizacji.
 - Hierarchii ważności obszarów instytucjonalnych niezwiązanych z wytwarzaniem i przetwórstwem odpadów z górnictwa kamiennego, w których powinny koncentrować się działania administracji rządowej i samorządowej umożliwiające osiągnięcie wytypowanych celów strategicznych i technologicznych [5].

3. Analiza wyników badań

W ramach I segmentu tematycznego eksperci dokonali najpierw oceny hierarchii ważności zdefiniowanych celów strategicznych w zakresie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego oraz szans i zagrożeń związanych z możliwością ich realizacji [4].

Spośród trzech zdefiniowanych celów strategicznych najwyższą ocenę uzyskał cel nr 2 – *„Pełne wykorzystanie odpadów wytwarzanych obecnie i w okresach wcześniejszych przez górnictwo węgla kamiennego”*. Natomiast jako drugi w hierarchii ważności eksperci uznali cel nr 3 – *„Identyfikacja nowych obszarów zastosowań surowców odpadowych i produktów wytworzonych na bazie odpadów z górnictwa węgla kamiennego”*.

W ramach celu strategicznego nr 2 jako główne szanse związane z możliwością jego realizacji eksperci uznali:

- uwarunkowania prawne preferujące wykorzystanie surowców odpadowych,
- wzrost cen naturalnych surowców odpadowych,
- uwarunkowania fiskalne preferujące wykorzystanie surowców odpadowych
- natomiast do głównych zagrożeń zaliczyli:
- wysokie koszty przetwarzania surowców odpadowych,
- skomplikowane procedury pozyskania środków finansowych,
- trudności w utrzymaniu stałości parametrów jakościowych surowców odpadowych.

Z kolei w ramach celu strategicznego nr 3 jako główne szanse związane z możliwością jego realizacji eksperci uznali:

- konieczność osiągnięcia standardów ekologicznych zawartych w krajowych i na poziomie UE uwarunkowaniach prawnych,
- wzrost cen naturalnych surowców odpadowych,
- „moda” na efektywne wykorzystanie odpadów
- natomiast do głównych zagrożeń zaliczyli:
- wysokie koszty przetwarzania surowców odpadowych,
- konieczność rozbudowy istniejącej infrastruktury,
- zmieniające się warunki górniczo-geologiczne a tym samym właściwości odpadów.

Następnie eksperci dokonali oceny hierarchii ważności zdefiniowanych celów częściowych w zakresie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego oraz szans i zagrożeń związanych z możliwością ich realizacji.

Spośród ośmiu zdefiniowanych celów częściowych najwyższą ocenę uzyskał cel nr 2 – „*Stworzenie mechanizmów prawnych i finansowych motywujących rozwój i wdrażanie innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego*”. Natomiast jako drugi w hierarchii ważności eksperci uznali cel nr 1 – „*Ograniczenie negatywnego oddziaływania odpadów z górnictwa węgla kamiennego na środowisko*”.

W ramach celu częściowego 2 jako główne szanse związane z możliwością jego realizacji eksperci uznali:

- konieczność osiągnięcia standardów ekologicznych zawartych w krajowych i na poziomie UE uwarunkowaniach prawnych,
- uwarunkowania fiskalne preferujące wykorzystanie surowców odpadowych
- natomiast do głównych zagrożeń zaliczyli:
 - ciągle zmiany uregulowań prawnych,
 - brak środków własnych przedsiębiorstw na inwestycje.

Z kolei w ramach celu częściowego nr 1 jako główne szanse związane z możliwością jego realizacji eksperci uznali:

- konieczność osiągnięcia standardów ekologicznych zawartych w krajowych i na poziomie UE uwarunkowaniach prawnych,
- potrzeby górnictwa węgla kamiennego w zakresie wykorzystania odpadów w technologiach górniczych,
- natomiast do głównych zagrożeń zaliczyli:
 - konieczność budowy dodatkowej infrastruktury mogącej znacząco oddziaływać na środowisko,
 - niechęć do płacenia za badania specjalistyczne identyfikujące oddziaływanie.

W ramach II segmentu tematycznego eksperci dokonali najpierw oceny wpływu kryteriów społecznych, techniczno-technologicznych, ekonomicznych i polityczno-prawnych na innowacyjność zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego wraz z hierarchią ich ważności. Oceny te zostały przeprowadzone dla wszystkich wyszczególnionych kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Następnie eksperci dokonali oceny stopnia istotności czynników określających poszczególne kryteria oraz stopnia więzi pomiędzy wytypowanymi innowacyjnymi technologiami, a kryteriami w określonych kierunkach gospodarczego wykorzystania. Ostatnim etapem w ramach tego segmentu była ocena szans i zagrożeń rozwoju technologicznego w poszczególnych kierunkach gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego [4].

Oceniając hierarchię ważności kryteriów mających wpływ na innowacyjność technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego eksperci uznali, że niezależnie od kierunków gospodarczego

wykorzystania przedmiotowych odpadów, najistotniejsze role odgrywają kryteria ekonomiczne i kryteria techniczno –technologiczne.

Dla kryterium ekonomicznego za czynniki najbardziej istotne uznano:

- koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji do przetwarzania odpadów wydobywczych,
- koszty produkcji nowych produktów,
- instrumenty finansowe preferujące wykorzystanie surowców odpadowych (podatki, opłaty środowiskowe i in.).

Natomiast dla kryterium techniczno-technologicznego za czynniki najbardziej istotne uznano:

- dostępność odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych,
- łatwość wdrożenia,
- energochłonność i materiałochłonność.

W ramach kierunku gospodarczego wykorzystania – *Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów* jako główne szanse związane z możliwością rozwoju technologii w tym obszarze, eksperci uznali:

- niskie koszty produkcji,
- dostępność odpadów,
- minimalizowanie skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górniczego,
- wysoki stopień wykorzystania odpadów,
- natomiast do głównych zagrożeń zaliczyli:
- brak środków finansowych na inwestycje,
- ciągle zmiany uregulowań prawnych i środowiskowych,
- brak systemu motywującego wdrażanie innowacyjnych technologii.

W ramach kierunku gospodarczego wykorzystania – *Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego* jako główne szanse związane z możliwością rozwoju technologii w tym obszarze, eksperci uznali:

- minimalizowanie skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górniczego,
- dostępność odpadów,
- wysoki stopień wykorzystania odpadów,

- niskie koszty produkcji,
- natomiast do głównych zagrożeń zaliczyli:
- brak środków finansowych na inwestycje,
- brak systemu motywującego wdrażanie innowacyjnych technologii,
- ciągle zmiany uregulowań prawnych i środowiskowych.

W ramach kierunku gospodarczego wykorzystania – *Podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych* jako główne szanse związane z możliwością rozwoju technologii w tym obszarze, eksperci uznali:

- minimalizowanie skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górniczego,
- dostępność odpadów,
- wysoki stopień wykorzystania odpadów,
- natomiast do głównych zagrożeń zaliczyli:
- brak środków finansowych na inwestycje,
- konieczność budowy dodatkowej infrastruktury,
- wysoki koszt wdrożenia i eksploatacji.

W ramach kierunku gospodarczego wykorzystania – *Kruszywa, ceramika* jako główne szanse związane z możliwością rozwoju technologii w tym obszarze, eksperci uznali:

- dostępność odpadów,
- zapotrzebowanie odbiorców,
- wysoki stopień wykorzystania odpadów,
- natomiast do głównych zagrożeń zaliczyli:
- wysoki koszt wdrożenia i eksploatacji,
- konieczność budowy dodatkowej infrastruktury,
- wysokie wymagania odbiorców.

W ramach kierunku gospodarczego wykorzystania – *Odzysk substancji węglowej* jako główne szanse związane z możliwością rozwoju technologii w tym obszarze, eksperci uznali:

- dostępność odpadów,
- niskie koszty produkcji,
- wysoki stopień wykorzystania odpadów,
- natomiast do głównych zagrożeń zaliczyli:
- brak środków finansowych na inwestycje,

- brak systemu motywującego wdrażanie innowacyjnych technologii,
- ciągle zmiany uregulowań prawnych i środowiskowych.

W ramach III segmentu tematycznego eksperci dokonali najpierw oceny hierarchii ważności kierunków prac naukowo-badawczych umożliwiających postęp w zakresie rozwoju technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego i osiągnięcie wytypowanych priorytetów strategicznych, a następnie określili hierarchię ważności obszarów instytucjonalnych nie związanych z wytwarzaniem i przetwórstwem odpadów z górnictwa kamiennego [4].

Spośród trzynastu zidentyfikowany kierunków prac naukowo-badawczych najwyższą ocenę uzyskały projekty związane z:

- poszukiwaniem nowych kierunków zastosowań odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- opracowaniem nowych innowacyjnych technologii wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- opracowaniem wytycznych technicznych dla prac rekultywacyjnych z wykorzystaniem odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- metodami badań jakościowych odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- oceną efektywności ekonomicznej technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- opracowaniem kompleksowej bazy danych o zdeponowanych w okresach wcześniejszych odpadach z górnictwa węgla kamiennego.

Natomiast jeżeli chodzi o hierarchię ważności obszarów instytucjonalnych nie związanych z wytwarzaniem i przetwórstwem odpadów z górnictwa kamiennego, eksperci uznali za najważniejsze stworzenie warunków prawnych i instytucjonalnych umożliwiających rozwój technologiczny branży wydobywczej i przetwórczej oraz instrumentarium finansowego wspierającego inicjatywy technologiczne w zakresie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

4. Wnioski

Przeprowadzona z zastosowaniem metody Delphi ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego odzwierciedla hierarchizację postępowania z odpadami wynikająca z zapisów zawartych w ustawie o odpadach wydobywczych tzn. zapobieganie, minimalizację i gospodarcze wykorzystanie odpadów wydobywczych.

Jako priorytetowy cel strategiczny eksperci wskazali „Pełne wykorzystanie odpadów wytwarzanych obecnie i w okresach wcześniejszych przez górnictwo węgla kamiennego” podkreślając, że możliwość jego realizacji uzależniona jest od stworzenia odpowiednich mechanizmów prawnych i fiskalnych preferujących wykorzystanie surowców odpadowych.

Oceniając hierarchię ważności kryteriów mających wpływ na innowacyjność technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego eksperci uznali, że niezależnie od kierunków gospodarczego wykorzystania przedmiotowych odpadów, najistotniejszą rolę odgrywają kryterium ekonomiczne i kryterium techniczno – technologiczne.

Dla kryterium ekonomicznego za czynniki najbardziej istotne uznano koszty wdrożenia i eksploatacji instalacji do przetwarzania odpadów wydobywczych natomiast dla kryterium techniczno-technologicznego – dostępność odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych.

Według ekspertów szanse rozwoju technologicznego w poszczególnych kierunkach gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego wynikają głównie z dostępności przedmiotowych odpadów i konieczności minimalizacji skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górniczego, zaś zagrożenia wynikają z konieczności budowy dodatkowej infrastruktury i brakiem środków finansowych.

Eksperti stwierdzili również, że występuje pilna konieczność podjęcia prac naukowo-badawczych nad opracowaniem nowych innowacyjnych technologii wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego oraz opracowanie wytycznych technicznych dla prac rekultywacyjnych z wykorzystaniem tych odpadów.

Reasumując należy stwierdzić, że występuje pilna konieczność opracowania kompleksowego programu zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego oraz stworzenia warunków

prawnych i instytucjonalnych umożliwiających rozwój technologiczny branży wydobywczej i przetwórczej oraz instrumentarium finansowego wspierającego inicjatywy technologiczne w zakresie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

Literatura

1. **Baic I, Góralczyk S.:** „Foresight” w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego. Monografia „Paliwo – Bezpieczeństwo – Środowisko, ITG KOMAG, Gliwice 2010.
2. **Berkhout F., Hertin J.:** *Foresight Futures Scenarios: Developing and Applying a Participative Strategic Planning Tool*. GMI newsletter, 2000.
3. **Coates J. F., Mahaffie J. B., Hines A.:** *2025: Scenarios of US and Global Society reshaped by Science and Technology*. Greensboro, Oakhill Press, 1998.
4. **Kudelko M., Kamiński J., Kaszyński P.:** *Foresight OGWK – Metoda Delphi – raport z przeprowadzonej ankietyzacji*. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN Kraków, 2010.
5. Praca zbiorowa: „*Foresight OGWK – Priorytetowe i innowacyjne technologie zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego – Etap IV*”, Warszawa 2009.
6. **Rotman J.:** *Cloudy Crystal Balls: An Assessment of Recent European and Global Scenario Studies and Models*. “Experts Corner Report: Prospects and Scenarios” (Copenhagen: European Environment Agency), 2000.

Foresight OGWK – Innovativeness Analysis of Hard Coal Mining Waste Management Technology with Application of Delphi Method

Abstract

The main objective of the project "Foresight on priority and innovative technologies for handling hard coal mining waste" (Foresight OGWK) is to identify leading technologies of mining waste management of strategic importance which development will be a priority for Poland in the next 20 years and to provide scenarios of their development by applying systematic research method [1].

The fourth stage of the project realization was its core and dealt with conducting research with various methods to evaluate innovativeness of technologies dealing with coal mining waste management and the influence of cer-

tain factors [2, 3, 5, 6]. One of the methods used for this research was the Delphi method. It is based on structural research incorporating experience and knowledge of the research participants who are the experts in given areas.

In the project, the Delphi method involves triple surveys, so that the results of previous survey were the source and basis for conducting the next one. In those surveys 170 experts have been involved, who represented hard coal mining, local administration and science sector [5].

In the Foresight OGWK Project, the survey included three thematic areas:

- Part I Evaluation and prioritizing strategic and particular objectives of hard coal waste management,
- Part II Evaluation of technological issues of hard coal waste management,
- Part III Estimation of directions of research and development of hard coal waste management [5].

The evaluation of innovativeness of hard coal mining waste management technology with the Delphi method reflects the hierarchy of dealing with waste according to the Act of extractive waste meaning: preventing, minimizing and economic use of resources. As the prior goal, the experts indicated “Full usage of waste currently and previously produced by hard coal mining” underlining that the possibility of reaching that goal depends on creating appropriate legal and fiscal mechanisms promoting the use of waste resources.

Through the evaluation of the hierarchy in the importance of criteria influencing the innovativeness of waste management technologies the experts recognized that regardless the economic use of the waste the most important is financial criterion and technical & technological one.

According to the experts the chances of technological development in particular directions of economic use of the waste result mainly from the accessibility of the waste and the necessity of minimizing mining exploitation effects, on the other hand the problems may result from the necessity of creating additional infrastructure and lack of financial means.

The experts also claim that there is an urgent need of conducting research and development works on new innovative technologies of using hard coal mining waste and on issuing technical requirements for reclamation works.

To conclude, it must be stated that there is an urgent need of creating complete hard coal mining waste management plan, creating legal and institutional conditions facilitating technological development of mining sector and providing financial instruments supporting technological initiatives in the subject of hard coal mining waste management.

