



Technologie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego – wyniki projektu FORESIGHT OGWK

Ireneusz Baic

*Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego
Centrum Gospodarki Odpadami i Zarządzania Środowiskowego
Oddział Zamiejscowy IMBiGS, Katowice*

1. Wstęp

Sektor górnictwa węgla kamiennego w Polsce wytwarza rocznie ponad 28 mln Mg odpadów wydobywczych i przetwórczych, co stanowi blisko 23% odpadów wytwarzanych przez sektor gospodarczy. Dodatkowo szacuje się, że blisko 480 mln Mg tego rodzaju odpadów jest już zdeponowana w środowisku. Z analizy dostępnych danych wynika, że około 80% odpadów powstających podczas eksploatacji i przeróbki węgla kamiennego jest obecnie wykorzystywana gospodarczo [1]. Z tej ilości zaledwie 30% jest wykorzystywane przemysłowo, m.in. do produkcji granulatów stanowiących jeden z produktów w mieszankach energetycznych, kruszyw sztucznych, spoiw hydraulicznych oraz mieszanek stabilizowanych kruszywowo-popiołowych. Pozostałe 70% wykorzystuje się do niwelacji i rekultywacji terenów zdegradowanych, w tym działalnością wydobywczą, w budownictwie hydrotechnicznym i ziemnym oraz do podsadzania wyrobisk eksploatacyjnych.

Potrzebą chwili staje się więc podjęcie kompleksowych działań, rozumianych jako wdrożenie innowacyjnych technologii w celu efektywniejszego wykorzystania skały płonnej, a także pozostałych odpadów powstających w trakcie udostępniania złóż, wydobywania i uszlachetniania.

Przykładem takich działań jest zrealizowany przez konsorcjum, w skład którego weszły Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa

Skalnego Oddział zamiejscowy w Katowicach, Politechnikę Śląską w Gliwicach oraz Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie, projekt badawczy pt. „*Foresight* w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania *odpadów* pochodzących z górnictwa węgla kamiennego”.

Myślą przewodnią tego projektu było wskazanie priorytetów inwestycyjnych w sferze badań i rozwoju technologicznego, zmiana orientacji nauki i systemu innowacji, wzmocnienie polskiego potencjału sfery badawczo-rozwojowej oraz przedsiębiorstw sektora publicznego i prywatnego funkcjonujących w sektorze gospodarczego wykorzystania odpadów pochodzących z przemysłu wydobywczego, przez rozwój i wdrażanie metodyki foresight w zakresie innowacyjnych technologii zagospodarowywania odpadów. Natomiast jako główny cel przyjęto identyfikację wiodących technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego o znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie priorytetowy oraz opracowanie scenariuszy ich rozwoju przez zastosowanie usystematyzowanej metodyki badawczej.

2. Identyfikacja i ocena technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego

Do podstawowych kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego zaliczyć należy redukcję u „źródeł” – na etapie projektowania oraz poprzez optymalizację zastosowanych technologii drążenia złożeń, odzysk – w kopalni pod ziemią i na powierzchni oraz unieszkodliwianie poprzez składowanie. Kierunki gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego są ściśle powiązane ze stosowanymi rozwiązaniami technologicznymi. Z tego też względu zidentyfikowane w ramach projektu technologie podzielono na następujące grupy:

- Grupa I – Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów.
- Grupa II – Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego.
- Grupa III – Posażanie wyrobisk eksploatacyjnych.
- Grupa IV – Kruszywa, ceramika.
- Grupa V – Odzysk substancji węglowej.

Łącznie zidentyfikowano i opisano kilkadziesiąt technologii, dla których następnie opracowano kryteria oceny innowacyjności uwzględ-

niające zarówno aspekty natury technologiczno-ekonomicznej, jak i społeczno-środowiskowej [2].

Jako kryteria natury technologiczno-ekonomicznej przyjęto:

- sprawność energetyczną (niskie zużycie energii elektrycznej, wody, gazu i innych mediów),
- wytwarzanie konkurencyjnego cenowo produktu handlowego, na który istnieje zapotrzebowanie na rynku,
- stopień automatyzacji,
- możliwość kontroli i rejestracji parametrów procesu.

Natomiast jako kryteria natury społeczno-środowiskowej przyjęto:

- stopień oddziaływania procesu technologicznego na środowisko (wody, powietrze, gleby),
- poziom emisji hałasu i wibracji,
- ilość generowanych przez proces odpadów,
- wielkość zatrudnienia na stanowiskach technologicznych,
- stopień narażenia załogi na istniejące zagrożenia życia i zdrowia.

W oparciu o przyjęte kryteria do dalszych badań wytypowano 24 technologie. Technologie te zostały poddane analizie SWOT na poziomie instytucjonalnym i technologicznym [2].

Analiza SWOT na poziomie instytucjonalnym, tzn. firm zajmujących się zagospodarowaniem i unieszkodliwianiem odpadów z górnictwa węgla kamiennego wykazała:

- niski poziom innowacyjności stosowanych rozwiązań (produktów, technologii, materiałów),
- brak wiedzy o możliwościach wykorzystania różnych instrumentów finansowych,
- brak wiedzy o funkcjonowaniu instytucji B+R, ich ofercie i możliwościach transferu technologii,
- barierę kapitałową przy wprowadzaniu nowoczesnych rozwiązań technologicznych.

Analizę SWOT na poziomie technologicznym przeprowadzono, mając za podstawę następujące założenia:

- mocne i słabe strony stosowania technologii charakteryzują czynniki dotyczące samych odpadów bądź zakładów generujących te odpady, a także grupy technologii wykorzystujących odpady,

- szanse stosowania technologii charakteryzują czynniki dotyczące warunków zewnętrznych, mających wpływ na funkcjonowanie technologii, możliwości ich rozwoju i poszerzenia kierunków zastosowań,
- zagrożenia stosowania technologii charakteryzują czynniki dotyczące warunków zewnętrznych, które stanowią przeszkodę w stosowaniu technologii obecnie i w przyszłości.

Przedmiotowa analiza wykazała że:

Mocne strony to:

- znaczne zasoby odpadów powstających i zdeponowanych w okresach wcześniejszych,
- wysoki stopień przetworzenia surowca poddawanego procesowi wzbogacania,
- znaczna zawartość nośnika energii w odpadach zdeponowanych w okresach wcześniejszych,
- niskie koszty pozyskania materiału odpadowego.

Słabe strony to:

- zmiany w sposobach wydobywania węgla,
- konieczność budowy dodatkowej infrastruktury,
- niechęć do powtórnego wzbogacania odpadów,
- silna konkurencja pomiędzy zakładami prowadzącymi obecnie wzbogacanie węgla,
- konieczność wykonywania specjalistycznych badań jakościowych odpadów wydobywczych,
- zmieniające się warunki górnictwo-geologiczne i tym samym właściwości odpadów wydobywczych.

Szanse to:

- „moda” na efektywne wykorzystanie odpadów,
- wzrost liczby zakładów energetycznych wykorzystujących jako nośniki energii produkty pozyskiwane w ocenianych technologiach,
- ambitne plany samorządów terytorialnych w zakresie rekultywacji terenów i zmian sposobu ich użytkowania.

Zagrożenia to:

- skomplikowane procedury finansowania i brak środków finansowych na inwestycje,
- wahania koniunktury i popytu na nośniki energii,

- uwarunkowania prawne dotyczące przetwarzania odpadów i wykorzystywania pozyskanego z nich produktu.

Jednym z priorytetowych badań wykonanych w ramach projektu było określenie czynników mających istotny wpływ na rozwój zidentyfikowanych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. W badaniach tych wykorzystano metodę analizy strukturalnej wpływów. Metoda ta pozwoliła zaklasyfikować przyjęte czynniki do następujących grup: kluczowe, decydujące, regulujące, pomocnicze oraz autonomiczne. We wszystkich grupach technologii jako czynnik kluczowy zidentyfikowano niskie koszty przetwarzania odpadów. Natomiast w przypadku pozostałych czynników wystąpiło duże zróżnicowanie w zależności od grupy poddanej analizie [3].

W ramach projektu przeprowadzono także przy udziale ekspertów zewnętrznych ocenę innowacyjności zidentyfikowanych technologii z zastosowaniem metody Delphi [4], mając na uwadze hierarchizację postępowania z odpadami, wynikającą z zapisów zawartych w ustawie o odpadach wydobywczych, tzn. zapobieganie, minimalizację, gospodarcze wykorzystanie i unieszkodliwianie. 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. Natomiast, oceniając hierarchię ważności kryteriów mających wpływ na innowacyjność technologii eksperci uznali, że niezależnie od kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów wydobywczych, 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 braku środków finansowych.

Eksperci 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.

W ramach projektu przeprowadzono również ocenę innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego, rozumianej jako zdolność technologii do adaptowania i wykorzystywania najnowszych rozwiązań technicznych, technologicznych i organizacyjnych. W tym celu wykorzystano metodę AHP (*Analytic Hierarchy Process*) [5]. Innowacyjność wybranych technologii oceniano w pięciu grupach mając za podstawę 5 kryteriów głównych oraz 25 szczegółowych.

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

- Grupa I – Zagospodarowanie odpadów przerobczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
- Grupa II – Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów.
- Grupa III – Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadzce samozestalającej.
- Grupa IV – Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy.
- Grupa V – Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych.

3. Scenariusze rozwoju technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego

Jednym z najistotniejszych etapów projektu była budowa scenariuszy rozwoju technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego. Przedstawiono je w trzech wariantach: optymistycznym, umiarkowanym i pesymistycznym. Podstawą trzech różnych wariantów scenariuszy rozwoju technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego było przyjęcie różnych czynników wewnętrznych i zewnętrznych wpływających na ten rozwój, tj.:

- rozwój gospodarczy Polski mierzony wzrostem PKB,
- strategia energetyczna Unii Europejskiej, w tym głównie założenia tzw. pakietu klimatycznego,

- uwarunkowania prawne i ekonomiczne dotyczące odpadów wydobywczych,
- popyt na produkty odpadowe,
- akceptacja społeczna dla poczynań związanych z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

Wskaźniki ekonomiczno-gospodarcze przyjęto dla horyzontu czasowego wynoszącego 20 lat, którego dotyczy analiza realizowanego projektu „Foresight...”.

3.1. Scenariusz optymistyczny

W scenariuszu optymistycznym założono:

- dobrą koniunkturę, tzn. rozwój społeczno-gospodarczy i tym samym wzrost PKB na wysokim poziomie w granicach 7–8%,
- wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą w granicach 14–16% rocznie,
- zmianę założeń w strategii energetycznej Unii Europejskiej oraz w pakiecie klimatycznym odnośnie poziomu opłat za emisję CO₂,
- w okresie budżetowym 2014–2020 dopływ środków unijnych na poziomie 60 mld zł,
- umiarkowany wzrost ilości energii pozyskiwanej z alternatywnych źródeł energii (OZE, gaz łupkowy, energia atomowa),
- znaczny wzrost wolumenu wydzielanych odpadów z produkcji węgla kamiennego ze względu na:
 - wzrost zapotrzebowania na energię i tym samym wzrost zapotrzebowania na węgiel kamienny na poziomie zdolności produkcyjnych funkcjonujących kopalń tj. do poziomu 116 mln Mg,
 - produkcję węgla o wyższych parametrach jakościowych z uwagi na zmieniające się technologie spalania wymagające głębszego wzbogacania węgla,
 - wzrost eksportu węgla o wyższych parametrach jakościowych,
 - eksploatację węgla prowadzoną w filarach ochronnych i resztkach pokładów,
 - prywatyzację sektora wydobywczego węgla kamiennego,
 - wyższy niż obecnie odzysk węgla z odpadów droбноziarnistych;
- całkowite zagospodarowanie odpadów wydobywczych z bieżącej produkcji wymuszone warunkami prawnymi i ekonomicznymi,

- całkowite zagospodarowanie odpadów wydobywczych zdeponowanych w środowisku w okresach wcześniejszych wymuszone warunkami prawnymi i ekonomicznymi,
- likwidację barier biurokratycznych i fiskalnych utrudniających działalność gospodarczą,
- znaczny wzrost zapotrzebowania na odpady z górnictwa węgla kamiennego z uwagi na:
 - prawny obowiązek przywrócenia funkcji pierwotnej terenom, pod którymi prowadzona była i jest eksploatacja,
 - rozwój infrastruktury na terenach poddanych rekultywacji,
 - szerokie wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego w budownictwie drogowym i ziemnym,
 - szerokie wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego w pracach hydrotechnicznych, mających na celu zwalczanie zagrożeń przeciwpowodziowych,
 - wzrost zapotrzebowania na wypełnianie odpadami z górnictwa węgla kamiennego pustek, powstałych po wybieraniu węgla w filarach ochronnych i resztkach pokładów w celu ochrony powierzchni,
 - szerokie wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego w profilaktyce przeciwpożarowej (izolacja zrobów);
- wysoki poziom akceptacji społecznej z uwagi na korzyści wynikające z dbałości o środowisko, tworzenie nowych miejsc pracy w podmiotach gospodarczych przetwarzających i wykorzystujących odpady wydobywcze, korzyści fiskalne samorządów lokalnych.

Mając za podstawę przyjęte powyżej założenia, a w szczególności wydatny wzrost ilości wydzielanych odpadów oraz uwarunkowania prawne i ekonomiczne, stwierdzić należy, że wszystkie technologie wyszczególnione w pięciu grupach charakteryzujących kierunki ich gospodarczego wykorzystania, uzyskują uznanie i będą się rozwijały. Najintensywniej, przez upowszechnienie, przejawiające się powoływaniem do życia nowych podmiotów gospodarczych, wykorzystujących rozwiązania technologiczne i techniczne, rozwijały się będą technologie uznane w realizowanym projekcie „Foresight...” jako najbardziej innowacyjne. Niezwykle sprzyjające czynniki wewnętrzne, jak i zewnętrzne sprawią, że pojawią się nowe innowacyjne technologie, które szeroko wykorzystywały będą najdrobniejsze klasy odpadów przerobczych powstających

w wyniku głębokiego wzbogacania węgla kamiennego. Zintensyfikowanie działań nad opracowaniem innowacyjnych technologii możliwe będzie dzięki finansowemu stymulowaniu badań i wdrożeń przez różne zainteresowane podmioty gospodarcze tzn.: wytwarzające odpady, przetwarzające odpady oraz stosujące wyroby z odpadów przetworzonych. Związane to będzie z popytem na wyroby powstające w wyniku przetwarzania odpadów. Największy postęp prognozowany jest dla technologii ujętych w grupie IV.

Prace naukowo-badawcze gwarantujące rozwój technologii w scenariuszu optymistycznym ukierunkowane powinny być na:

- opracowanie innowacyjnych technologii wykorzystania najdrobniejszych klas odpadów, powstających w wyniku głębokiego wzbogacania węgla kamiennego,
- opracowanie technologii pozyskiwania metali strategicznych (krytycznych) z odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- opracowanie nowych technologii produkcji kruszywa dla budownictwa ziemnego na bazie odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- opracowanie innowacyjnych technologii produkcji paliw alternatywnych na bazie odpadów z górnictwa węgla kamiennego, zdeponowanych w środowisku,
- opracowanie technologii wydzielania kamienia z urobku surowego metodami suchymi na dole lub na powierzchni kopalni,
- opracowanie technologii minimalizacji ilości wytwarzanych odpadów wydobywczych u źródła poprzez m.in. prowadzenie eksploatacji z zastosowaniem odpowiedniego sprzętu technicznego, ograniczenie zakresu robót kamiennych i udostępniających, minimalizację zanieczyszczenia pozapokładowego,
- opracowanie metod badań pozwalających na szybką i wiarygodną ocenę przydatności odpadów z górnictwa węgla kamiennego do wielokierunkowych zastosowań oraz metodyk oceny oddziaływania tych odpadów na środowisko,
- doskonalenie systemów monitoringu oddziaływania odpadów z górnictwa węgla kamiennego na środowisko,
- opracowanie kompleksowej bazy danych o zdeponowanych w okresach wcześniejszych odpadach z górnictwa węgla kamiennego,
- opracowanie kompleksowej bazy danych opartej na badaniach geologicznych o przewidywanych w okresach przyszłych ilościach i właściwościach odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

3.2. Scenariusz umiarkowany

W scenariuszu umiarkowanym założono:

- rozwój społeczno-gospodarczy i tym samym wzrost PKB na przeciętnym poziomie w granicach średnio 2–4%,
- wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą w granicach 6–7%,
- przyjęcie w strategii energetycznej UE oraz w pakiecie klimatycznym zapisów wymuszających ograniczenia w energetyce opartej na węglu,
- wzrost ilości energii pozyskiwanej z alternatywnych źródeł energii (OZE, gaz łupkowy, energia atomowa),
- niewielki dopływ środków unijnych w granicach 20–30 mld zł rocznie w kolejnych okresach budżetowych,
- utrzymanie obecnego poziomu ilości wydzielanych odpadów z produkcji węgla kamiennego ze względu na:
 - niewielki wzrost zapotrzebowania na energię, a także niewielki wzrost zapotrzebowania na węgiel kamienny na poziomie 70–80 mln Mg,
 - produkcję węgla o podobnych parametrach jakościowych jak obecnie,
 - utrzymanie eksportu węgla na tym samym poziomie,
 - eksploatację węgla na obecnym poziomie,
 - odzysk węgla z odpadów drobnoziarnistych na obecnym poziomie;
- zagospodarowanie odpadów wydobywczych z bieżącej produkcji wymuszone warunkami prawnymi,
- częściowe zagospodarowanie odpadów wydobywczych zdeponowanych w środowisku w okresach wcześniejszych,
- niewielki postęp w usunięciu barier biurokratycznych i fiskalnych utrudniających działalność gospodarczą,
- utrzymanie obecnego poziomu zapotrzebowania na odpady z górnictwa węgla kamiennego z uwagi na:
 - prawny obowiązek przywrócenia funkcji pierwotnej terenom, pod którymi prowadzona była i jest eksploatacja,
 - zachowanie obecnego poziomu inwestowania w infrastrukturę na terenach poddanych rekultywacji,

- wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego w budownictwie drogowym i ziemnym na obecnym poziomie,
- wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego na obecnym poziomie w pracach hydrotechnicznych, mających na celu zwalczanie zagrożeń przeciwpowodziowych,
- niewielkie zapotrzebowanie na wypełnianie odpadami z górnictwa węgla kamiennego pustek, powstałych po wybieraniu węgla w filarach ochronnych i resztkach pokładów w celu ochrony powierzchni,
- wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego w profilaktyce przeciwpożarowej (izolacja zrobów) na obecnym poziomie;
- obecny poziom akceptacji społecznej odnoszony do poczynąń związanych z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

Mając za podstawę przyjęte powyżej założenia, a w szczególności niewielki wzrost ilości wydzielanych odpadów, ograniczenia finansowe, uwarunkowania prawne i niewielki postęp w usunięciu barier biurowych i fiskalnych utrudniających działalność gospodarczą, stwierdzić należy, że nie wszystkie technologie wyszczególnione w pięciu grupach charakteryzujących kierunki ich gospodarczego wykorzystania, znajdują uznanie i będą powszechnie stosowane.

Technologiami mającymi największe szanse na upowszechnienie będą te, które w poszczególnych grupach zastosowań mają najwyższy poziom innowacyjności, charakteryzują się niskim poziomem kosztów przetwarzania odpadów i są pożądane społecznie (pod względem bezpieczeństwa pracy, likwidacji zagrożeń). Do technologii tych zaliczyć należy:

- zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym,
- zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
- zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni,
- produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy,
- pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych.

Mało korzystne czynniki wewnętrzne, jak i zewnętrzne sprawiają, że rzadkością będzie pojawienie się nowych innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Najistot-

niejszym czynnikiem będzie niski poziom środków na sfinansowanie działań innowacyjnych, w tym na prace naukowo-badawcze. Zainteresowanie podmiotów gospodarczych produkujących odpady, przetwarzających odpady i stosujących wyroby z odpadów przetworzonych, przejawiało się będzie wszędzie tam, gdzie wystąpią możliwości szybkiego uzyskania korzyści materialnych. Szczególna uwaga tych podmiotów skierowana będzie na doraźny popyt na wyroby powstające w wyniku przetwarzania odpadów.

Prace naukowo-badawcze gwarantujące rozwój technologii w scenariuszu umiarkowanym ukierunkowane powinny być na:

- opracowanie technologii pozyskiwania metali strategicznych (krytycznych) z odpadów z górnictwa kamiennego,
- opracowanie nowych technologii produkcji kruszywa dla budownictwa ziemnego na bazie odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- opracowanie innowacyjnych technologii produkcji paliw alternatywnych na bazie odpadów z górnictwa węgla kamiennego zdeponowanych w środowisku,
- opracowanie technologii wydzielania kamienia z urobku surowego metodami suchymi na dole lub na powierzchni kopalni,
- opracowanie metod badań pozwalających na szybką i wnikliwą ocenę przydatności odpadów z górnictwa węgla kamiennego do wielokierunkowych zastosowań oraz ocenę oddziaływania tych odpadów na środowisko,
- opracowanie kompleksowej bazy danych o zdeponowanych w okresach wcześniejszych odpadach z górnictwa węgla kamiennego.

3.3. Scenariusz pesymistyczny

W scenariuszu pesymistycznym założono:

- dalsze pogłębianie się kryzysu ekonomicznego na świecie, czego konsekwencją będzie sytuacja polskiej gospodarki,
- ograniczony rozwój społeczno-gospodarczy i tym samym minimalny wzrost PKB na poziomie 1%,
- nieznaczny spadek zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą w granicach 2–3%,
- przyjęcie w strategii energetycznej UE oraz w pakiecie klimatycznym zapisów wymuszających drastyczne zmiany w energetyce opartej na węglu,

- nieznaczny dopływ lub wręcz brak dopływu środków unijnych w kolejnych okresach budżetowych,
- znaczny wzrost ilości energii pozyskiwanej z alternatywnych źródeł energii (OZE, gaz łupkowy, energia atomowa),
- spadek wydobycia węgla kamiennego,
- spadek ilości wydzielanych odpadów z produkcji węgla kamiennego ze względu na:
 - zmniejszone zapotrzebowanie na energię i tym samym zmniejszenie zapotrzebowania na węgiel kamienny,
 - spadek eksportu węgla;
- zagospodarowanie odpadów wydobywczych tylko z bieżącej produkcji,
- pozostawienie barier biurokratycznych i fiskalnych utrudniających działalność gospodarczą,
- zmniejszenie zapotrzebowania na odpady z górnictwa węgla kamiennego z uwagi na:
 - zmniejszenie powierzchni terenów, pod którymi prowadzona jest eksploatacja,
 - ograniczenie funduszy na rozwój infrastruktury na terenach rekultywowanych,
 - niewielkie wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego w budownictwie drogowym i ziemnym ze względu na brak środków finansowych,
 - niewielkie wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego w pracach hydrotechnicznych, mających na celu zwalczanie zagrożeń przeciwpowodziowych ze względu na ograniczenie środków finansowych,
 - ograniczone potrzeby wypełniania odpadami z górnictwa węgla kamiennego pustek, powstałych po wybieraniu węgla w filarach ochronnych i resztkach pokładów w celu ochrony powierzchni ze względu na ograniczenie wydobycia węgla
 - ograniczone wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego w profilaktyce przeciwpożarowej (izolacja zrobów) ze względu na spadek wydobycia węgla;
- niski poziom lub wręcz brak akceptacji społecznej do stosowania produktów wytwarzanych z odpadów z górnictwa węgla kamiennego, niewielkie korzyści fiskalne samorządów lokalnych z tytułu działalności w zakresie wykorzystywania odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

Mając za podstawę przyjęte powyżej założenia, a w szczególności wydatny spadek ilości wydzielanych odpadów z górnictwa węgla kamiennego oraz brak środków finansowych stymulujących działania związane z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla kamiennego, stwierdzić należy, że uznanie i zastosowanie w gospodarce znajdą tylko technologie charakteryzujące się niskimi kosztami wdrożenia i eksploatacji, a więc na ogół niskim poziomem przetworzenia odpadów oraz takie, których wyroby są stosowane do likwidacji pojawiających się zagrożeń. Do takich technologii można zaliczyć jedynie:

- zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
- produkcję kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy.

Prace naukowo-badawcze gwarantujące rozwój technologii w scenariuszu pesymistycznym ukierunkowane powinny być na opracowanie nowych technologii produkcji kruszywa dla budownictwa ziemnego z pozyskiwanych odpadów z górnictwa węgla kamiennego,

4. Podsumowanie

Głównym celem projektu była identyfikacja wiodących technologii zagospodarowania odpadów wydobywczych z górnictwa węgla kamiennego o znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie priorytetowy dla Polski oraz opracowanie scenariuszy ich rozwoju. W oparciu o kryteria oceny innowacyjności uwzględniające zarówno aspekty natury technologicznej i ekonomicznej, pozwalające na uzyskanie wymiernych efektów finansowych, jak i aspekty natury społeczno-środowiskowej, wytypowano 24 technologie, uznając je za innowacyjne. Następnie w oparciu o specjalistyczne metody badawcze, tj. metodę Delphi i AHP oraz analizę SWOT dokonano hierarchizacji zidentyfikowanych technologii. Przeprowadzono również krzyżową analizę wpływu wybranych czynników na rozwój innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Badania te jednoznacznie potwierdziły tezę o nadrzędności czynników ekonomicznych nad czynnikami prawnymi i technologicznymi. Określono również kierunki prac naukowo-badawczych. Prace w projekcie „Foresight...” objęły również prognozowanie scenariuszy rozwoju innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla ka-

miennego z uwzględnieniem czynników wewnętrznych i zewnętrznych, tj. planowany rozwój gospodarczy Polski, Strategia Energetyczna oraz Pakiet Klimatyczny Unii Europejskiej, uwarunkowania prawne i ekonomiczne, popyt na produkty odpadowe oraz akceptacja społeczna.

Reasumując, stwierdzono, że obecnego stanu rozwoju technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego nie można uznać za zadowalający. Jest to spowodowane wieloma czynnikami, do których zaliczyć należy:

- niedostatek technicznie, ekologicznie i ekonomicznie sprawdzonych technologii przeróbki kopalin i odzysku surowców odpadowych,
- brak wystarczających mechanizmów ekonomicznych sprzyjających odzyskowi surowców odpadowych,
- barierę kapitałową przy wprowadzaniu nowoczesnych rozwiązań technologicznych w eksploatacji i przeróbce kopalin.

Za główne czynniki mające dominujący wpływ na gospodarcze wykorzystanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego i związanych z nimi technologii uznano:

- sytuację ekonomiczną na świecie, w Unii Europejskiej i w Polsce oraz związany z tym wzrost lub spadek zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą,
- ewolucję prawa środowiskowego w zakresie odpadów, w tym odpadów wydobywczych w kierunku bardziej restrykcyjnych zapisów,
- stanowisko Polski odnośnie zapisów zawartych w tzw. pakiecie klimatycznym, wymuszającym redukcję emisji CO₂ – akceptacja zapisów to konieczność modernizacji polskiej energetyki, a tym samym wzrost zapotrzebowania na tzw. ultra czyste paliwa,
- wzrost lub spadek znaczenia alternatywnych źródeł energii (OZE, gaz łupkowy, energia atomowa),
- planowaną prywatyzację sektora górnictwa węgla kamiennego,
- wzrost lub spadek zapotrzebowania rynkowego na produkty wytworzone na bazie odpadów wydobywczych z górnictwa węgla kamiennego, w tym głównie w drogownictwie, pracach ziemnych i hydrotechnicznych oraz w energetyce,
- poziom akceptacji społecznej dla poczynań związanych z zagospodarowaniem odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

Literatura

1. *Ochrona środowiska 2012*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.
2. **Baic I., Witkowska-Kita B.:** *Technologie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego – diagnoza stanu aktualnego, ocena innowacyjności i analiza SWOT*, Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection), 13, 1315–1327 (2011).
3. **Baic I. i in.:** *Wpływ wybranych czynników na rozwój innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego metodą krzyżowej analizy wpływów*, Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection), 13 1339–1359 (2011).
4. **Baic I. i in.:** *Foresight OGWK – Analiza innowacyjności innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego z zastosowaniem metody Delphi*, Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection), 13 1289–1301 (2011).
5. **Koziół W. i in.:** *Zastosowanie analitycznego procesu hierarchicznego (AHP) do wielokryterialnej oceny innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego*, Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection), 13, 1619–1635 (2011).

Technologies of Hard Coal Mining Waste Management – Results of the FORESIGHT OGWK Project

Abstract

Research in mineral resources management clearly indicate that more substances known as waste become mineral resources in new technologies. The common meaning of the word “waste” is replaced with the term “*potential mineral resource*” and most recently as “*secondary resource*”. This reflects both usage properties and potential benefits.

Basing on statistical data (the end of 2011) the amount of waste produced by the economic sector in Poland is nearly 123,5 mil Mg. In this, hard coal mining waste constitute about 28 mil Mg, meaning nearly 23%. Additionally, it is estimated that nearly 480 mil Mg of such waste is deposited in the environment.

The result of the data analysis is that around 80% of waste produced during exploitation and processing of minerals is – in order to avoid fees for dumping – used in economy. Only 30% of this is industrially used and almost 70% is applied in ground levelling, engineering works or in so called “ground constructions”. This way the abundance of potential mineral is irretrievably lost.

The basic legal act for waste management issues is the Act from 10 July 2008 on extractive waste (Dz. U. Nr 138, poz. 865) adapting to the existing Polish law Directive 2006/21/EC. The aim of this Act is to prevent production of waste in extractive industry, diminishing their negative influence on the environment and people's health.

The major aim of the project "*Foresight in priority and innovative technologies of hard coal mining waste management*" is identification of leading technologies in mining waste management of primary meaning, as their development in next 20 years in Poland will be a priority as well as creating scenario of their development through applying systematized research methodology. The project is conducted by the consortium including Institute of Mechanised Construction and Rock Mining, Silesian Technical University in Gliwice and AGH University of Science and Technology in Cracow.

The article presents current situation of hard coal mining waste management in Poland, including criteria of their economic usage. It also presents the diagnosis of current state of development in economic management of hard coal waste technologies, defines evaluation criteria of innovativeness of currently applied technological solutions, provides SWOT analysis results on institutional and technological level, scenarios for the development of innovative technologies for utilisation of hard coal mining waste and future research and development work.