

**„Opracowanie pozycjonowania technologii – wybór
kluczowych technologii dla obszaru
zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla
kamiennego”**

Opracowano na podstawie wyników badań uzyskanych w projekcie:

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

w ramach VI etapu pt.:

„Synteza wyników badań i prognozowanie możliwych scenariuszy”

Opracował:

mgr inż. Andrzej FRAS

Jaworzno, czerwiec 2011

I. Wprowadzenie

Istotnym problemem gospodarki odpadami w Polsce, wymagającym jak najszybszego rozwiązania jest zagospodarowanie odpadów pochodzących z przemysłu wydobywczego. W Polsce odpady pochodzące z przemysłu wydobywczego, głównie z górnictwa węgla kamiennego stanowią ok. 60% wytwarzanych rocznie odpadów przemysłowych. Według danych GUS w 2009 r. sektor górnictwa węgla kamiennego wytworzył ok. 24,1 mln Mg odpadów. Dodatkowo w środowisku zdeponowanych zostało już ponad 570 mln Mg odpadów wydobywczych wytworzonych przez ten sektor gospodarki. Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie wspólnie z Katedrą Przeróbki Kopalini i Utylizacji Odpadów Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz Katedrą Górnictwa Odkrywkowego Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie rozpoczął w 2009 r. realizację projektu pn: „*Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego*” (Foresight OGWK).

Głównym celem projektu jest identyfikacja wiodących technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego o znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie priorytetowy dla Polski oraz opracowanie scenariuszy ich rozwoju poprzez zastosowanie usystematyzowanej metodyki badawczej. Realizacja projektu, oprócz wyboru najlepszych technologii oraz wskazania scenariuszy ich rozwoju, przyczyni się również do osiągnięcia innych wymiernych celów, w tym m.in.: wzmocnienia potencjału sektora B+R, wzmocnienia innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstw działających w branży odpadów wydobywczych oraz zacieśnienia współpracy pomiędzy sektorem nauki a sektorem przedsiębiorstw.

W świetle aktualnie obowiązujących przepisów wymagane jest spojrzenie na problem zagospodarowywania odpadów wydobywczych z nowej perspektywy. Technologie stosowane obecnie w Polsce umożliwiają ograniczony sposób wykorzystania tego rodzaju odpadów. Uwzględniając fakt, że innowacyjne rozwiązania technologiczne opracowane przez naukowców spotykają się z dobrym przyjęciem w środowisku górniczym, należy podjąć działania służące budowie nowej strategii gospodarki odpadami pochodzącymi z górnictwa węgla kamiennego.

W celu pozycjonowania kierunków i technologii gospodarczego wykorzystania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego wchodzących w skład VI etapu projektu Foresight OGWK pn.: „*Synteza wyników badań i pozycjonowanie możliwych scenariuszy*” dokonano analizy szeregu prac eksperckich, w tym m.in.:

- ***Badanie i diagnoza stanu obecnego rozwoju technologii w zakresie zagospodarowywania odpadów w górnictwie zawierające:***
 - ✓ wstępną oceną innowacyjności zinwentaryzowanych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego z wykorzystaniem kryteriów tj. skuteczność, uniwersalność, negatywny wpływ na środowisko oraz bezpieczeństwo i higieny pracy,
 - ✓ analizę SWOT w ujęciu technologicznym,
 - ✓ analizę SWOT w ujęciu instytucjonalnym;

- **Badanie kluczowych kierunków rozwoju w obszarze zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego zawierające:**
 - ✓ oceną innowacyjności zinwentaryzowanych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego – metoda Delphi,
 - ✓ oceną wpływu wybranych czynników na rozwój innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego – metoda krzyżowej analizy wpływów,
 - ✓ oceną innowacyjności zinwentaryzowanych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego – metoda AHP;
- **Wstępna weryfikacja wyników badań poprzez konsultacje społeczne.**

Wyniki tych badań pozwoliły m.in. na:

- wytypowanie kluczowych kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- wytypowanie dla każdego kierunku gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego innowacyjnych technologii w oparciu o przyjęte kryteria,
- określenie słabych i mocnych stron oraz szans i zagrożeń dla każdego kierunku gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- określenie słabych i mocnych stron oraz szans i zagrożeń w ujęciu instytucjonalnym,
- określenie podstawowych celów strategicznych i cząstkowych,
- ocenę zagadnień technologicznych wykorzystania odpadów z podziałem na kierunki,
- określenie hierarchii ważności kryteriów mających wpływ na innowacyjność technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- określenie stopnia więzi pomiędzy wytypowanymi innowacyjnymi technologiami a kryteriami w poszczególnych kierunkach zastosowań,
- określenie hierarchii ważności kierunków prac naukowo - badawczych umożliwiających postęp w zakresie rozwoju technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- określenie hierarchii ważności obszarów instytucjonalnych nie związanych z wytwarzaniem i przetwórstwem odpadów z górnictwa kamiennego.

II. Priorytetowe kierunki gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego w okresie następnych dwudziestu lat

Autorzy niniejszego sprawozdania przyjęli następującą hierarchię kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego:

GRUPA V - Odzysk substancji węglowej

GRUPA IV - Kruszywa, ceramika

GRUPA I - Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów

GRUPA II - Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego

GRUPA III – Podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych

Uzasadnienie

W zdeponowanych w środowisku odpadach z górnictwa węgla kamiennego na przestrzeni od lat powojennych do czasów współczesnych znajduje się substancja węglowa. Skład i ilość substancji węglowej zależy od rodzaju stosowanych operacji przerobczych w zakładach przeróbki mechanicznej węgla oraz od rzetelnie wykonanych robót udostępniających pokłady węgla. Brak automatyzacji oraz prowadzenie nieefektywnej eksploatacji górniczej w powojennych latach XX wieku skutkowało znaczną ilością substancji węglowej w wytwarzanych w tym okresie odpadach. Koniec XX wieku przyczynił się do znacznego rozwoju technologicznego zakładów wzbogacania, co zaowocowało znacznym ograniczeniem ilości substancji węglowej w wytwarzanych odpadach.

Jednak według danych szacunkowych ilość zdeponowanych przez sektor wydobywczy mułów węglowych wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu milionów ton. Muły te - z uwagi na swoje właściwości (wysoka zawartość węgla) - powinny zostać zaliczone do złóż wtórnych (antropogenicznych) węgla kamiennego oraz przeklasyfikowane ze statusu odpadów do statusu paliwa energetycznego. Wymaga to jednak podjęcia szeregu działań, w tym na opracowaniu innowacyjnych ich wzbogacania na pełnowartościowe paliwo. Zawartość substancji węglowej w odpadach z górnictwa węgla kamiennego w wielu przypadkach uniemożliwia lub ogranicza ich gospodarcze wykorzystanie. Istotnym jest również w tym przypadku czynnik technologiczny, tzn. konieczność okresowego opróżniania znajdujących się w ciągu technologicznym zakładów wzbogacania osadników mułów węglowych. Z tego też względu wdrażanie technologii ukierunkowanych na odzysk substancji węglowej, poza otrzymaniem pełnowartościowego paliwa dla energetyki umożliwi wytworzenie „czystych” odpadów wydobywczych, których właściwości pozwolą na ich gospodarcze wykorzystanie.

W ostatnich latach wiele zakładów górniczych obserwując rynek podjęło działania w celu produkcji z wytwarzanych z bieżącej produkcji, jak i zdeponowanych już w środowisku odpadów wydobywczych – kruszywa o określonych parametrach normowych. Produkowane kruszywa sprzedawane są jako materiał do prac inżyniersko – technicznych związanych z robotami ziemnymi oraz pracami hydrotechnicznym a także wykorzystywane przez budownictwo. Stanowią więc one dodatkowy przychód dla zakładów wydobywczych oraz umożliwiają odzysk terenów zajmowanych dotychczas przez zwałowiska odpadów wydobywczych. Z tego też względu jako przyszłościowy należy traktować kierunek wykorzystania odpadów wydobywczych do produkcji kruszyw.

Eksploatacja złóż węgla kamiennego wywoływała i będzie wywoływać niekorzystne zmiany przejawiające się m.in. deformacjami terenu. Zgodnie z zapisami ustawowymi zakład górniczy zobowiązany jest do podjęcia prac rekultywacyjnych mających na celu przywrócenie zdegradowanych działalnością górniczą terenów do pierwotnego stanu. Konieczny więc wydaje się rozwój technologii umożliwiających wykorzystanie odpadów wydobywczych do rekultywacji technicznej oraz prac ziemnych i hydrotechnicznych. Poprzedzone to jednak musi być, opracowaniem wytycznych

technicznych dla prac rekultywacyjnych z wykorzystaniem odpadów z górnictwa węgla kamiennego (zasady - dobór produktów - warunki stosowania)

Prowadzenie robót likwidacyjnych, jak i podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych w kopalniach z wykorzystaniem odpadów wydobywczych jest działaniem niezbędnym z uwagi na konieczność ograniczenia występowania szkód w infrastrukturze budowlanej i komunikacyjnej oraz nieuchronność eksploatacji złóż uwięzionych w nieregularnych, resztkowych obszarach. Są to jednak działania bardzo kosztowne. Z tego też względu rozwój technologiczny w tym zakresie należy uznać za ograniczony.

Powyższe uzasadnienie uwidacznia prawidłowy zdaniem autorów sposób postępowania z odpadem wydobywczym, tzn. odzysk substancji węglowej - produkcja kruszyw – wykorzystanie w rekultywacji terenów i budownictwie hydrotechnicznym.

III. Pozycjonowanie technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego

GRUPA V - Odzysk substancji węglowej

- A. Pozyskanie węgla z odpadów flotacyjnych
- B. Pozyskanie węgla z odpadów drobnoziarnistych
- C. Pozyskanie węgla z odpadów powęglowych
- E. Pozyskanie węgla z odpadów poflotacyjnych
- F. Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych
- D. Pozyskanie mikro i nano-węgla jako paliwa żelowego z odpadów flotacyjnych

Uzasadnienie

Technologie A, B i C - technologie ukierunkowane na zastosowanie głębokiego wzbogacania w wszystkich frakcjach. Spowodują one powstawanie z bieżącej produkcji nowego rodzaju „czystych”, czyli pozbawionych substancji węglowej odpadów wydobywczych o szerokim spektrum zastosowań.

Technologie E i F – technologie ukierunkowane na odzysk substancji węglowej (produkcja pełnowartościowego paliwa) z zdeponowanych w środowisku odpadów.

Technologia D – tzw. technologia „dalekiej przyszłości” z uwagi na uwarunkowania rynkowe (zapotrzebowanie na paliwo żelowe) oraz wysokie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.

GRUPA IV - Kruszywa, ceramika

- E. Produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki
- D. Produkcja kruszyw z odpadów
- B. Produkcja ceramiki budowlanej z odpadów przerobczyc
- A. Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej
- C. Produkcja kruszyw sztucznych z mułów węglowych powstających w procesie flotacji

F. Technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego LSA z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla kamiennego

Uzasadnienie

Technologie E i D – umożliwiają otrzymanie produktu z szerokim spektrum zastosowań m.in. jako kruszywo do hydraulicznie związanych mieszanek do podbudów pomocniczych i zasadniczych, stabilizowanych mechanicznie mieszanek do podbudów pomocniczych, warstw ulepszanego podłoża (warstwa wzmacniająca, mrozochronna, odsączająca). Nie wymagają skomplikowanych instalacji ze specjalistycznymi urządzeniami. Dodatkowy aspekt przemawiający za tymi technologiami to aspekt ekonomiczny (sprzedaż normowego materiału) oraz środowiskowy - likwidacja zwałowisk i oraz pozyskanie nowych terenów pod działalność usługową lub produkcyjną.

Technologie A, B, C i F – technologie umożliwiające uzyskanie bardziej szlachetnych produktów (ceramika budowlana) jednakże posiadające pewne ograniczenia, m.in. wynikające z dostępności odpadów o wymaganej jakości oraz konieczności zastosowania procesów termicznych – (układ oczyszczania spalin).

GRUPA I - Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów

B. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych

C. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych w robotach inżynierskich na powierzchni

A. Zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym

Uzasadnienie

Technologia B – powszechność wykorzystania do bieżącej likwidacji występujących deformacji terenu i przywrócenie terenu do stanu pierwotnego zgodnie z zapisami ujętymi w planach zagospodarowania przestrzennego; brak restrykcyjnych wymagań normowych co do jakości stosowanego materiału.

Technologia C - powszechność wykorzystania m.in. w budownictwie lądowym, w drogownictwie itp.; restrykcyjne wymagania normowe co do jakości stosowanego materiału.

Technologia A – wykorzystanie lokalne (wysokie koszty transportu), restrykcyjne wymagania normowe co do jakości stosowanego materiału.

GRUPA II - Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego

E. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w doszczelnianiu zrobów zwałowych

A. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów

B. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji pokładów systemem chodnikowym

C. Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji szybów

D. Zagospodarowanie odpadów przeróbczych do likwidacji szybów

F. Wytwarzanie mieszaniny samozestalającej z wykorzystaniem szlamów z hydrometalurgii cynku i ołowiu oraz popiołów lotnych do wypełniania pustek poeksploatacyjnych

Uzasadnienie

Technologia E – wdrożenie technologii umożliwi likwidację lub ograniczenie do minimum występujących zagrożeń p/poż., gazowych oraz deformacji (osiadania) terenów objętych działalnością wydobywczą.

Technologie A i B – wdrożenie technologii konieczne w obliczu wyczerpywania się złóż i rozpoczęcia eksploatacji resztek pokładów uwieczonych w filarach oporowych czy ochronnych.

Technologie C i D – technologie o ograniczonym spektrum zastosowań; likwidacje szybów nie są procesami ciągłymi. Efektywność ekonomiczna technologii w przypadku prowadzenia prac przez samą kopalnię a nie firmę zewnętrzną.

Technologia F – technologia o ograniczonym lokalnym zastosowaniu z uwagi na dostępność materiałów odpadowych. Mogą wystąpić trudności z spełnieniem restrykcyjnych wymagań środowiskowych (metale ciężkie).

GRUPA III – Podszadanie wyrobisk eksploatacyjnych

C. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w posadzkach typu „pasta”

B. Zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w posadzce samo zestalającej

A. Zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej

Uzasadnienie

Technologia C – technologia kosztowna, umożliwia jednak rekonsolidację zrobów oraz ograniczenie do minimum zagrożeń pożarowych i gazowych.

Technologia B – technologia umożliwiająca kierowanie stropem w pokładach wybieranych warstwowo – zastosowanie lokalne.

Technologia A – konieczność budowy dodatkowej infrastruktury dołowej w celu sklarowania i odpompowania wody.