



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



ETAP II

BADANIE I DIAGNOZA STANU OBECNEGO ROZWOJU TECHNOLOGII W ZAKRESIE ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW W GÓRNICTWIE

Warszawa, grudzień 2009 r.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



Jednostki naukowe realizujące projekt:

Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego
w Warszawie

Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Górnictwa i Geologii

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa
i Geoinżynierii

Autorzy:

Dr Stefan Góralczyk - koordynator projektu (IMBiGS)

Branżowi Specjaliści Wiodący (BSW)

Prof. dr hab. inż. Aleksander Lutyński (PŚl.)

Prof. dr hab. inż. Wiesław Koziół (AGH)

Prof. dr hab. inż. Wiesław Blaschke (PŚl.)

Dr inż. Ireneusz Baic (IMBiGS)

Dr inż. Zbigniew Piotrowski (AGH)

Mgr inż. Jarosław Stankiewicz (IMBiGS)

Dr Beata Witkowska- Kita (IMBiGS)

Mgr inż. Józef Szafarczyk (IMBiGS)

Mgr inż. Łukasz Machniak (AGH)

Mgr Anna Ostatkiewicz (IMBiGS)

Mgr inż. Katarzyna Biel (IMBiGS)

Mgr Ewa Żbikowska (IMBiGS)



SPIS TREŚCI

Wprowadzenie	5
Foresight OGWK – główne cele i harmonogram realizacji	7
1. Odpady z górnictwa węgla kamiennego – terminologia i definicje zgodnie z ustawą o odpadach wydobywczych z dn. 10 lipca 2008 r. (Dz. U. Nr 138, poz. 865).....	15
1.1. Klasyfikacja i opis grup odpadów.....	15
1.2. Charakterystyka odpadów	16
1.3. Źródła powstawania odpadów.....	32
1.4. Zasady gospodarowania odpadami wydobywczymi (hierarchia postępowania z odpadami; klasyfikacja obiektów).....	58
2. Inwentaryzacja ilościowa i jakościowa odpadów w górnictwa węgla kamiennego	59
2.1. Ilość odpadów z górnictwa węgla kamiennego powstających rocznie z uwzględnieniem źródeł ich powstawania i grup litologicznych.....	59
2.2. Jakość odpadów z górnictwa węgla kamiennego pod kątem ich wykorzystania.....	61
2.3. Ilość odpadów z górnictwa węgla kamiennego podlegających zagospodarowaniu, unieszkodliwianiu i składowaniu	62
3. Uregulowania prawne dotyczące odpadów z górnictwa węgla kamiennego ich przeróbki i wykorzystania	63
3.1. Ustawa o odpadach wydobywczych i wynikające z niej konsekwencje	63
3.2. Obowiązki wytwórców odpadów wynikające z ustawy o odpadach wydobywczych	66
3.3. Inne uregulowania prawne	70
4. Możliwe kierunki wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego, z wykorzystaniem wiedzy o stosowanych obecnie technologiach i maszynach w świetle obowiązujących uregulowań prawnych	71



5.	Analiza i ocena stanu wiedzy i ocena innowacyjności stosowanych rozwiązań technologicznych	77
5.1.	Opracowanie jednolitych kryteriów oraz metod oceny technologii i urządzeń pod kątem innowacyjności z uwzględnieniem analizy i oceny danych źródłowych	77
5.2.	Analiza i ocena innowacyjności stosowanych technologii	79
6.	Analiza przyczyn obecnego stanu w obszarze gospodarki odpadami z górnictwa węgla kamiennego	80
6.1.	Czynniki zewnętrzne - polityka państwa w obszarze gospodarki odpadami, górnictwie węgla kamiennego oraz energetyce	80
6.2.	Czynniki wewnętrzne – wytwórcy odpadów – analiza działań	84
7.	Analiza SWOT – analiza mocnych i słabych stron oraz analiza szans i zagrożeń w odniesieniu do rozwoju technologii w zakresie zagospodarowywania odpadów z górnictwa węgla kamiennego	85
8.	Krytyczna analiza źródeł danych	90
9.	Podsumowanie i wnioski	96
LITERATURA		103
ZAŁĄCZNIKI – KARTY TECHNOLOGII		106



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICTWA SKALNEGO



Wprowadzenie

Istota foresight-u

Foresight to nowoczesny proces umożliwiający aktywną ingerencję w przyszłość. Podstawą tego procesu jest wykorzystanie nauki i technologii celem lepszego przygotowania się do wyzwań i zagrożeń, jakie niesie ze sobą rozwijająca się cywilizacja.

Znaczenie słowa foresight wyjaśnia istotę samego procesu. Znaczy ono: **przewidywać**. Zgodnie z powyższym foresight jest działaniem nastawionym na rozpoznanie przyszłości, zwykle w okresie długo- lub średnioterminowym. Działanie to zakłada zaangażowanie wielu uczestników wywodzących się z różnych środowisk, zainteresowanych przyszłością sektora/branży gospodarki, którego dotyczy badanie. Działanie o charakterze foresight-u winno być procesem **ciągłym**.

Podkreślić trzeba, że foresight nie jest działaniem/metodą o charakterze stricte naukowym. W literaturze przedmiotu definiuje się, iż jest on kombinacją czterech elementów: intuicji, metody, analizy antycypacyjnej i rozwoju trendów. W związku z powyższym, foresight należy traktować jako **ogół działań zmierzających do wybrania korzystnej wizji przyszłości oraz wskazania dróg jej realizacji poprzez zastosowanie odpowiednich metod**.

Przez „korzystną wizję przyszłości” rozumie się wizję, która spełnia następujące kryteria: jest możliwa do spełnienia oraz odpowiada celom, dla których działanie foresightowe zostało podjęte. Powinna ona dotyczyć problemów realnych, a nie ograniczać się do diagnoz o charakterze czysto teoretycznym. Przewidywanie przyszłości uzyskane metodą foresight-u **może przyjąć różne formy**:

- technologiczne mapy rozwoju
- polityczne rekomendacje
- analizy trendów i wpływów
- prognozy
- priorytety badawcze i inne
- listy kluczowych technologii

Powyższy katalog nie jest oczywiście kompletny. Zasadniczym celem foresight-u jest „odkrycie przyszłości”, co można osiągnąć poprzez zastosowanie rozmaitych metod badania oraz różne sposoby przedstawienia uzyskanej wizji przyszłości.

Wynikająca z możliwości korzystania z najróżniejszych metod badania przyszłości elastyczność jest największą zaletą foresight-u.

Rodzaje foresight-u

Foresight nie jest działaniem jednolitym. Przewidywanie dotyczyć może wielu aspektów życia, w tym wszelkiego rodzaju wyzwań cywilizacyjnych. Techniki foresight-u wykorzystywane są szczególnie do badań społecznych (np.: ekonomia, zarządzanie, prawo, administracja, edukacja), technicznych



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



(np.: inżynieria chemiczna, energetyka, infrastruktura, architektura, urbanistyka, biotechnologia, budownictwo, technologie informacyjne) oraz zagadnień stricte naukowych (np.: medycyna, fizyka, matematyka, chemia, geologia, biologia). Badania te mogą mieć nieograniczony zasięg.

W związku z różnorodnością zastosowania foresight-u istnieje potrzeba usystematyzowania tego działania. Podstawowym, podawanym w literaturze, podziałem jest podział na foresight technologiczny (**Technology Foresight**) i foresight regionalny (**Regional Foresight**). Niektórzy autorzy wyróżniają także foresight branżowy. Nie jest to, oczywiście, podział dychotomiczny. Duża część realizowanych obecnie foresight-ów ma charakter „mieszany”, w szczególności foresight dotyczący jednostek administracyjnych państw oraz narodowy (uwzględniający wszelkie aspekty życia społecznego na obszarze badanym). Tak więc przeprowadzenie wyraźnej granicy pomiędzy podstawowymi rodzajami foresight-u nie jest możliwe. Bardziej stosowne wydaje się klasyfikowanie foresight-u z punktu widzenia analizowanych przezeń aspektów.

Foresight technologiczny – proces polegający na systematycznym patrzeniu w długiej perspektywie w przyszłość nauki i techniki, ekonomii i społeczeństwa, powiązany z umiejętnością dobierania strategicznych technologii, mających przynieść wielkie ekonomiczne i społeczne korzyści.

Foresight regionalny – usystematyzowany proces gromadzenia wiedzy dotyczącej przyszłości w krótszym lub dłuższym okresie czasu, podejmowanie decyzji i zachęcanie do przyszłych działań na określonym obszarze geograficznym. Składa się on z kilku elementów: oczekiwanie (anticipation), partycypacja (participation), sieciowanie (networking), wizja (vision), działanie (action).

Ze względu na **aspekty** foresight możemy podzielić na:

- przemysłowy,
- społeczny,
- technologiczny,
- socjo-techniczny.

Ze względu na **terytorialny** zasięg zainteresowania foresight możemy podzielić na:

- regionalny,
- ponadnarodowy,
- krajowy,
- transgraniczny.

Działalność i współdziałanie

Podstawowym celem foresight-u jest efektywne kształtowanie przyszłości. Stworzenie wizji przyszłości nie jest jedynym zadaniem, stojącym przed zespołem zaangażowanym w realizację projektu foresight. Innymi, niezwykle ważnymi, efektami tego projektu są: informowanie środowisk opiniotwórczych, kreowanie społecznej dyskusji oraz efektywne wykorzystanie potencjału intelektualnego.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



Niezwykle ważna dla istoty foresight-u jest kwestia **współdziałania**. Tego typu projekty wymuszają daleko posuniętą kooperację między osobami i placówkami często dotąd nie mającymi ze sobą nic wspólnego. Ich ostatecznym zadaniem jest dostarczyć wiedzy grupom w danym zakresie decyzyjnym. I tak najczęściej projekty foresight-owe są realizowane właśnie na zamówienie tych ośrodków decyzyjnych. Wypracowana w ramach foresight-u wizja przyszłości ma tylko wtedy szansę realizacji, gdy jest możliwa (choćby częściowo) do urzeczywistnienia. Z tego względu powiązanie różnych podmiotów funkcjonujących w kręgu zainteresowania projektu znacznie ułatwia jego późniejszą realizację.

Wśród beneficjentów foresight-u jako najważniejsze wymienić trzeba instytucje rządowe (ministerstwa oraz inne urzędy centralne). To one finansują około 80% inicjatyw o tym charakterze. Kolejnym co do wielkości użytkownikami foresight-u są: sfera badawczo rozwojowa (research community), przedsiębiorcy oraz wszelkiego rodzaju ich związki. Informacje dostarczane ośrodkom decyzyjnym powinny być przede wszystkim **informacjami** o charakterze **podstawowym**. Powiązanie foresight-u z podmiotami kreującymi politykę jest kwestią niezwykle istotną. „Foresight celuje w poznanie wyzwań przyszłości dla zapewnienia efektywności obecnych strategii. Realizuje to poprzez budowanie związków między zdolnościami, bazą naukową przyszłościowych projektów i niezastąpionym dostępem do przywódców w rządzie, biznesie i nauce”. Integracja różnych środowisk związanych z rozwojem technologii lub regionu przynosi korzyści wszystkim, zaangażowanym w pracę nad foresight-em, stronom.

Foresight OGWK – główne cele i harmonogram realizacji

Główne cele projektu

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. Istotnym jest również wskazanie priorytetów inwestycyjnych w sferze badań i rozwoju technologicznego, wzmocnienie polskiego potencjału sfery badawczo-rozwojowej oraz przedsiębiorstw funkcjonujących w sektorze gospodarczego wykorzystania odpadów pochodzących z przemysłu wydobywczego.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICTWIA SKALNEGO



HARMONOGRAM REALIZACJI PROJEKTU:

I Etap - II kw. 2009 r.

Powołanie struktur zarządzania projektem i uruchomienie projektu

W I etapie realizacji projektu powołano struktury zarządzania projektem: Instytucją koordynującą realizację projektu jest Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa (IMBiGS), który wyznaczył dr Stefana Góralczyka na Koordynatora Projektu. Każdy z członków Konsorcjum powołał w ramach swojej instytucji lokalnego kierownika projektu odpowiedzialnego za bieżącą realizację projektu i monitorowanie projektu pod względem merytorycznym i finansowym. Ponadto, powołano Branżowych Specjalistów Wiodących, odpowiedzialnych za koordynację prac w trzech obszarach priorytetowych projektu Foresight.

Etap I realizacji projektu obejmował również:

- zorganizowanie w dniu 2 czerwca 2009 r. w Warszawie konferencji otwierającej projekt, w której wzięli udział przedstawiciele Ministerstw, samorządu terytorialnego, instytucji naukowych oraz przedsiębiorstw.
- utworzenie portalu internetowego Foresight - Odpady w Górnictwie Węgla Kamiennego www.foresight-ogwk.pl.

Portal podczas realizacji projektu posłużył m.in. jako:

- intranetowa platforma komunikacji partnerów w ramach projektu,
- narzędzie wspomagające proces komunikowania się ekspertów zaangażowanych w realizację projektu,
- narzędzie wykorzystywane do prowadzenia konsultacji społecznych projektu Foresight (forum dyskusyjne, artykuły o projekcie itp.),
- narzędzie służące upowszechnianiu wyników badań realizowanego projektu oraz jego promocji.

II Etap – III kw. 2009 r.

Badanie i diagnoza stanu obecnego rozwoju technologii, w zakresie zagospodarowywania odpadów w górnictwie

Prace związane z realizacją powyższego zadania polegać będą na badaniu i analizie potencjału innowacyjnych firm oraz sfery B+R w każdym z leżących w obszarze zainteresowania projektu obszarów, a prowadzone będą przez Branżowych Specjalistów Wiodących. W badaniach uwzględniona zostanie liczba wdrożeń innowacyjnych rozwiązań w ciągu roku, liczba transferów technologicznych dokonywanych w przedsiębiorstwach w ciągu roku, finansowanie nauki z przemysłu, wdrożenia prac badawczo – rozwojowych do przedsiębiorstw. Analiza zostanie przeprowadzona z uwzględnieniem warunków brzegowych: struktury finansowania i wielkości nakładów.

W trakcie badań planuje się wykonanie:

- Analizy SWOT – analizy mocnych i słabych stron oraz analizy szans i zagrożeń ze strony otoczenia, w odniesieniu do rozwoju technologii



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



w zakresie zagospodarowywania i unieszkodliwiania odpadów górnictwa węgla kamiennego. Analiza ta będzie przeprowadzona w każdym z trzech obszarów projektu.

- Analizy stanu wiedzy i osiągnięć w zakresie innowacji i potencjału technologicznego w obszarze zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego.
- Analizy danych źródłowych dotyczących problematyki zagospodarowywania odpadów w górnictwie węgla kamiennego. Analiza danych źródłowych będzie integrowała zarówno powszechnie dostępne dane statystyczne jak i dane będące własnością konsorcjum realizującego projekt, a wynikające ze zrealizowanych do tej pory projektów z zakresu transferu technologii, badania innowacji i in.

Rezultatem powyższego etapu będzie opracowanie analizy zawierającej diagnozę stanu obecnego rozwoju technologii, w obszarze zagospodarowywania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Przygotowany dokument będzie zaprezentowany Kluczowym Ekspertom i Ekspertom, którzy będą brali udział w badaniach z zastosowaniem metody Delphi.

III Etap – IV kw. 2009 r.

Opracowanie metodyki oceny kompetencji oraz wybór Kluczowych Ekspertów

W III etapie realizacji projektu zostaną wybrani Eksperci Kluczowi (EK). Zakłada się wybór po 12 EK do każdego obszaru priorytetowego. Wybrani Kluczowi Eksperci powinni być specjalistami w danym obszarze priorytetu, posiadać teoretyczną i praktyczną wiedzę ekspercką.

W tym etapie planuje się również wybór 50 Ekspertów dodatkowych do każdego obszaru priorytetowego – ich zadaniem będzie wspieranie EK w pracach nad metodą Delphi. Dodatkowi Eksperci będą wybierani spośród zgłoszeń nadesłanych poprzez portal internetowy Foresight - Odpady w Górnictwie. Wyboru ekspertów kluczowych i dodatkowych dokona zespół BSW, mając na uwadze reprezentatywność grupy: przedstawiciele jednostek samorządowych, przedsiębiorców, środowiska nauki, organizacji pozarządowych i społecznych.

Etap IV: IV kw. 2009 – II kw. 2010 r.

Badanie kluczowych kierunków rozwoju w obszarze zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego

Czwarty etap realizacji projektu stanowi jego rdzeń i dotyczy przeprowadzenia badania każdego z obszarów pod kątem kluczowych kierunków rozwoju technologii zagospodarowywania odpadów dla zdynamizowania zrównoważonego rozwoju oraz poprawy jakości życia



polskiego społeczeństwa. W tej fazie planowane jest zastosowanie następujących metod badawczych:

1. Metoda Delphi. - opiera się na ustrukturyzowanym procesie zbierania i syntetyzowania wiedzy od grupy ekspertów za pomocą serii kwestionariuszy połączonych z kontrolnym zbieraniem opinii zwrotnych. Kwestionariusze są przedstawiane w formie anonimowej i wielokrotnie powtarzanej procedury konsultacyjnej w trakcie badania (pocztą lub e-mailem). Metoda Delphi opiera się na serii kwestionariuszy wysyłanych do wybranej grupy ekspertów. Kwestionariusze są zaprojektowane tak, aby uzyskać indywidualne odpowiedzi na zadane tematy, a następnie umożliwić ekspertom redefiniowanie ich poglądów w miarę rozwoju pracy grupy.

Rezultaty uzyskane dzięki badaniom metodą Delphi stanowiąc będą dane wejściowe dla kolejnej fazy obejmującej krzyżową analizę wpływów. W czasie prowadzonych w tej fazie badań na podstawie analizy wybranych obszarów rozwoju technologii zbudowana zostanie matryca zawierająca dodatkowe wagi pozwalające na ocenę znaczenia danej dziedziny oraz ewentualnych interakcji z pozostałymi. Nałożenie wyników znanych z etapu poprzedniego na zbudowaną matrycę będzie etapem wyjściowym dla przeprowadzenia krzyżowej analizy wpływów. Jednocześnie zbudowana w ten sposób struktura pozwoli na automatyczny wybór kluczowych kierunków rozwoju z uwzględnieniem znaczenia poszczególnych badanych obszarów dla rozwoju technologii zagospodarowywania odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

2. Krzyżowa analiza wpływów (cross-impact-matrix) zwana również techniką wzajemnych oddziaływań, pozwala ocenić przeciętne prawdopodobieństwo zajścia oraz termin realizacji każdego ze zdarzeń z uwzględnieniem różnych kolejności. Jest ona powiązana z metodą delficką, gdyż wiele elementów jednej (wielkość siły i ważności oddziaływania) ustala się za pomocą drugiej. Należy do jednej z najbardziej pracochłonnych heurystycznych metod prognozowania.

Budowa modelu wpływów krzyżowych polega przede wszystkim na następujących czynnościach:

- określenie par zdarzeń wzajemnie powiązanych,
- oszacowanie początkowych prawdopodobieństw oraz terminów wystąpienia każdego zdarzenia (opinia ekspertów opracowana metodą delficką),
- określenie oddziaływań między parami zdarzeń z uwzględnieniem sposobu, siły interakcji oraz okresu występowania,
- skonstruowanie macierzy wzajemnych oddziaływań,
- odwzorowanie mechanizmu przyszłych wzajemnych oddziaływań zdarzeń.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



Etap V: III kw. 2010 r.

Wstępna weryfikacja wyników badań poprzez konsultacje społeczne

Zgodnie z założeniami wnioskowanego projektu konsultacje społeczne służyć będą wyrażeniu opinii przez osoby zainteresowane realizacją projektu. W ramach projektu prowadzone będą konsultacje weryfikujące wybór priorytetowych dziedzin technologii w polu badawczym zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego. Wprowadzenie do projektu *Foresight* konsultacji społecznych służyć ma osiągnięciu następujących zasadniczych celów:

- stworzeniu poczucia współuczestnictwa i zaangażowania uczestników,
- maksymalizacji efektywności i trafności procesów decyzyjnych,
- pozyskaniu społecznej akceptacji dla decyzji podjętych w trakcie realizacji projektu.

W ramach konsultacji społecznych zaplanowano przeprowadzenie **3** dużych spotkań (po jednym dla każdej z grup obszarów priorytetowych). Spotkania skierowane będą do m.in. przedstawicieli jednostek badawczo-naukowych, kopalń, przedsiębiorstw, środowisk organizacji pozarządowych, jednostek samorządu terytorialnego oraz mediów - spotkanie zostanie poprowadzone przez moderatora i dotyczyć będzie: przedstawienia celu projektu Foresight, prezentacji wyników badań metodą Delphi i krzyżowej analizy wpływów, przeprowadzenia wywiadu w formie ankiety na temat priorytetowych technologii zagospodarowywania odpadów z górnictwa w poszczególnych obszarach priorytetowych.

Zaplanowano także:

- przeprowadzenie wywiadu z respondentami w postaci ankiet,
- przeprowadzenie konsultacji z wykorzystaniem portalu internetowego, na którym zostaną umieszczone wyniki badań oraz kwestionariusz oceny z możliwością wyrażenia opinii na temat wyników badań.

Całość prac będzie zakończona zostanie przygotowaniem podsumowania przeprowadzonych konsultacji społecznych pt. „Konsultacje społeczne weryfikujące wybór priorytetowych technologii w ramach Projektu *Foresight* w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego”.

Etap VI: IV kw. 2010 r.

Synteza wyników badań i prognozowanie możliwych scenariuszy

Na podstawie wyników otrzymanych podczas poprzednich etapów projektu, ze szczególnym uwzględnieniem wyników metody Delphi oraz matrycy wpływów, podjęte zostaną działania związane z prognozowaniem możliwych scenariuszy. W tym etapie przeprowadzony zostanie proces oceny oraz pozycjonowania technologii, który pozwoli na bardziej świadomy wybór spośród kluczowych technologii na podstawie prognoz możliwych scenariuszy kluczowych technologii dla zagospodarowywania odpadów



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICTWIA SKALNEGO



pochodzących z górnictwa. Następnie, na podstawie opracowanych wcześniej danych i prognoz, zostanie przeprowadzony proces krytycznej oceny proponowanych technologii. W tej fazie zostanie także wskazanych kilkanaście priorytetowych technologii, co będzie stanowiło główny wynik projektu.

Należy podkreślić, że przez cały czas realizacji projektu zastosowana metodyka będzie systematycznie dostosowywana do zmieniających się wymagań. Zmiany te będą podyktowane wynikami kolejnych badań, dostarczających nowej wiedzy o kluczowych technologiach z zakresu zagospodarowywania odpadów. Taka filozofia leżąca u podstawy zastosowanej metodyki badawczej zagwarantuje jej elastyczność i efektywność – przy zachowaniu możliwości porównywania wyników badań z wynikami uzyskiwanymi w innych państwach.

Etap VII : I kw. 2011 r.

Upowszechnianie wyników badań wraz z wynikami projektu

Końcowy rezultat prowadzonych badań – „Opracowane scenariusze rozwoju priorytetowych technologii zagospodarowywania odpadów z górnictwa węgla kamiennego” – zostanie udostępniony w postaci podręcznika. Planuje się również wydanie broszury zawierającej najważniejsze rezultaty projektu (opis, cel, metodologia, wyniki oraz źródła finansowania projektu Foresight). Częścią składową realizacji projektu będzie BANK INFORMACJI o wybranych technologiach, możliwościach ich rozwoju oraz ich efektywności. Natomiast cząstkowe wyniki opracowane w ramach realizacji projektu upowszechniane będą dla ogółu społeczeństwa i zainteresowanych jednostek oraz przedsiębiorstw z wykorzystaniem:

- portalu internetowego projektu Foresight – Odpady z Górnictwa Węgla Kamiennego – www.foresight-ogwk.pl
- biuletynu (newslettera) elektronicznego.
- publikacji wydawanych w trakcie realizacji projektu.

Rezultaty projektu

Planowanym efektem końcowym projektu jest wykreowanie scenariuszy rozwoju i wskazanie priorytetów badawczych i inwestycyjnych w sferze innowacyjnych technologii zagospodarowywania odpadów z górnictwa węgla kamiennego, z uwzględnieniem przyszłego rozwoju społeczno-gospodarczego, a także rozwoju potencjału badawczego w Polsce. Realizacja projektu przyczyni się również do wzmocnienia sektora B+R oraz sektora przedsiębiorstw, których profil działalności obejmować będzie udoskonalone procesy zagospodarowywania odpadów „pogórnicznych”. Wyznaczone w projekcie innowacyjne kierunki rozwoju narzędzi planistycznych oraz ścieżki technologiczne w zakresie zagospodarowywania odpadów pochodzących z branży wydobywania węgla kamiennego umożliwią właściwe



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICTWA SKALNEGO



ukierunkowanie działań jednostek administracji państwowej oraz placówek badawczo-naukowych. Potencjalnymi odbiorcami zainteresowanymi wdrożeniem wyników projektu będą:

- administracja samorządowa różnego szczebla,
- przedsiębiorstwa zajmujące się zbieraniem, transportem, odzyskiem i unieszkodliwianiem odpadów,
- placówki naukowo-badawcze.

Zakłada się, iż realizacja projektu przyczyni się również do osiągnięcia następujących rezultatów:

- Wzmocnienia potencjału sektora przedsiębiorstw działających w branży odpadów górniczych,
- Wzmocnienia potencjału sfery B+R,
- Zacieśnienia współpracy między sektorem nauki a gospodarką
- Podniesienia konkurencyjności firm poprzez wskazanie optymalnych scenariuszy rozwoju w zakresie tematyki projektu,
- Wzmocnienia sektora B+R oraz jego współpracy z sektorem przedsiębiorstw,
- Podniesienia kompetencji uczestników Konsorcjum w zakresie realizacji projektów typu Foresight.

Przydatność rezultatów projektu do zastosowań praktycznych

Realizacja projektu poprzez dostarczenie „know-how” przyczyni się do wzmocnienia potencjału sektora B+R oraz innowacyjności przedsiębiorstw, których działalność obejmować będzie udoskonalone procesy zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego. Wdrożenie projektu może również stanowić punkt wyjściowy do działań związanych z opracowywaniem w ramach projektów finansowanych ze źródeł publicznych i prywatnych nowych innowacyjnych technologii.

Wyznaczone w projekcie innowacyjne kierunki rozwoju narzędzi planistycznych, technik zarządczych oraz ścieżek technologicznych w zakresie przetwarzania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego, pozwolą na właściwe ukierunkowanie działań jednostek administracji rządowej i samorządowej, a także placówek naukowo-badawczych. Wyniki projektu będą jednocześnie przydatne dla funkcjonujących organizacji gospodarczych sektora publicznego i prywatnego, w tym szczególnie dla przedsiębiorstw zainteresowanych rozwojem w przyszłości usług z zakresu przetwarzania ww. rodzajów odpadów. Staną się one dla nich wytycznymi dla przyszłych działań rozwojowych, a ich potencjalnymi odbiorcami będą:

- Administracja państwowa różnego szczebla (urzędy marszałkowskie, gminne, itp.),
- Przedsiębiorstwa zajmujące się zbieraniem, transportem, odzyskiem i unieszkodliwianiem odpadów,
- Placówki naukowo-badawcze (uczelnie, JBR-y, jednostki PAN).



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



Wdrożenie w długim okresie do praktyki gospodarczej wyników projektu przyczynić się może do realizacji zasady zrównoważonego rozwoju oraz eliminacji strat w gospodarce w trakcie całego procesu produkcyjno-konsumpcyjnego od etapu pozyskania surowców, poprzez przetwarzanie i produkcję wyrobów, aż do ponownego odzysku lub unieszkodliwiania powstałych odpadów. Zaowocuje to m. in.:

- Zwiększeniem stopnia odzysku surowców użytecznych z wytwarzanych odpadów,
- Zmniejszenie ilości (masy) odpadów unieszkodliwianych poprzez składowanie,
- Minimalizacją stopnia zanieczyszczenia różnych komponentów środowiska oraz zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi związanego z ograniczeniem konieczności składowania różnego typu odpadów,
- Wzrostem zainteresowania problematyką związaną z zagospodarowywaniem odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego,
- Zainicjowaniem powiązań między ekspertami i instytucjami, wzmacniając w ten sposób potencjał sfery badawczo-rozwojowej, rozwijając zdolność uczenia się oraz zdolności do przeprowadzania badań metodą foresight,
- Wzrostem konkurencyjności przedsiębiorstw funkcjonujących lub zamierzających rozpocząć działalność w sektorze odpadowym.



1. Odpady z górnictwa węgla kamiennego – terminologia i definicje zgodnie z ustawą o odpadach wydobywczych z dn. 10 lipca 2008 r. (Dz. U. Nr 138, poz. 865)

1.1. Klasyfikacja i opis grup odpadów

Odpady z górnictwa węglowego i surowców skalnych dzieli się ogólnie na trzy grupy, biorąc pod uwagę ich charakterystykę techniczną oraz procesy eksploatacyjne i technologiczne:

1. **Odpady górnicze** zwane również wydobywczymi – skały pochodzące z robót górniczych i przygotowawczych udostępniających złoża kopaliny głównej w kopalniach głębinowych lub odkrywkowych. Odpady te stanowią średnio ok. 20% ogólnej masy odpadów.
2. **Odpady przeróbcze** – materiał skalny wydobyty wraz z urobkiem i oddzielany w procesach wzbogacania kopaliny głównej (np. w trakcie sortowania, rozdrabniania, płukania, flotacji). Ich udział w ogólnej masie wytwarzanych odpadów wynosi blisko 80%.
3. **Odpady wtórne przetwórcze (przeróbcze)** – pozostałości po przetwórstwie kopaliny głównej, powstające w procesach wytwarzania produktów handlowych

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. z 2001 r. Nr 112, poz. 1206) odpady górnictwa węgla kamiennego zostały zaklasyfikowane do:

Grupy 01 Odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud oraz innych kopalin

Podgrupy 01 Odpady z wydobywania kopalin
lub

Podgrupy 04 Odpady z fizycznej i chemicznej przeróbki kopalin innych niż rudy metali.

Najwięcej odpadów wytwarzanych w górnictwie węgla kamiennego posiada kody:

01 01 02 Odpady z wydobywania kopalin innych niż rudy metali,

01 04 12 Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11,

01 04 81 Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla inne niż wymienione w 01 04 80.

Natomiast ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (Dz. U. z 2008 r. Nr 138 poz. 865) wprowadza tylko pojęcia (art. 3), takie jak:

- **odpady przeróbcze** - odpady wydobywcze w formie stałej lub szlamu, które pozostają po przeróbce kopalin, przeprowadzonej w drodze procesów mechanicznych, fizycznych, biologicznych, termicznych lub chemicznych, a także z połączenia tych procesów;

- **odpady wydobywcze** - odpady pochodzące z poszukiwania, rozpoznawania, wydobywania, przeróbki i magazynowania kopalin ze złóż.

W literaturze przedmiotu prezentowane są również inne podziały odpadów z wydobycia i przeróbki węgla kamiennego. Jeden z nich, ogólny, przedstawia rysunek 1. Podział ten uwzględnia odpady znajdujące się na hałdach, a więc w wielu przypadkach mieszaninę wszystkich odpadów znajdujących się w tym zestawieniu.



Rys.1. Podział odpadów z wydobycia i przeróbki węgla kamiennego

1.2. Charakterystyka odpadów

Konsekwencją produkcji konwencjonalnego nośnika energii, jakim jest węgiel kamienny, są odpady wydobywcze. Powstają one w przy poszukiwaniu surowca, jego wydobywaniu i wzbogacaniu. Dane Głównego Urzędu Statystycznego wykazują, że w 2007 roku odpady powstałe przy wydobywaniu węgla kamiennego wyniosły 34,4 mln ton. Stanowiło to ok. 50% wszystkich odpadów przemysłu wydobywczego i ok. 27% ogółu odpadów wytworzonych przez przemysł w Polsce. Prezentowane wyniki wskazują, że odpady wydzielone podczas produkcji węgla kamiennego stanowiły ok. 40% jego wydobycia. Tak wysoki poziom odpadów w wydobywanej masie urobku wynika ze specyfiki eksploatowanych złóż, technologii stosowanych w procesach wydobywania surowca, polityki gospodarki złożem, zmian technologii wzbogacania surowca oraz zwiększonych wymagań odbiorców produktu końcowego. W odpadach powstałych przy pozyskiwaniu węgla kamiennego ok. 94% stanowią odpady przerobcze, które są materiałem skalnym wydobytym razem z urobkiem surowym. Materiał ten w procesach wzbogacania kopaliny, a więc w procesach przerobczych, zostaje wydzielony.

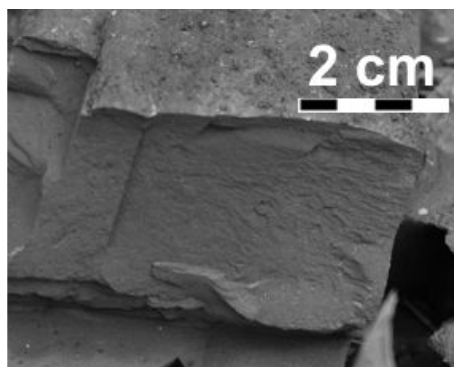
Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna odpadów przerobczych jest związana przede wszystkim z miejscem zalegania i eksploatacji złoża węgla kamiennego. Zdecydowaną przewagę ilościową w odpadach przerobczych stanowią:

- **Łupek węglowy** - skała osadowa, detrytyczna barwy czarnej, rzadziej ciemnoszarej, o teksturze warstwowanej (łupkowej), aleurytowo-pelitowej, różna miąższość warstw (fot. 1.) Cechuje go dość niska odporność mechaniczna oraz oddzielność łupkowa.



Fot. 1. Łupek przywęglowy

- **Mułowiec** - skała osadowa, detrytyczna barwy ciemnoszarej do czarnej, lita, o teksturze bezkierunkowej, zbitej, masywnej, aleurytowej (fot. 2.); Występuje dość często, zazwyczaj w warstwach o znacznej miąższości. Wielkość ziaren wynosi od poniżej 0,01 mm do około 1mm. Spoiwo w mułowcach bywa ilaste lub węglanowe, często syderytyczne, ankerytowe lub dolomityczne. Cechuje go różna odporność mechaniczna, zależna od zawartości węgla. Udział mułowców w odpadach powęglowych nie przekracza 40%.



Fot. 2. Mułowiec przywęglowy

- **Piaskowiec** - skała osadowa, detrytyczna barwy jasno- do ciemnoszarej, lita, o teksturze bezkierunkowej, rzadziej lekko warstwowanej, zbitej, masywnej, psamitowej (fot. 3.), czasem z domieszką frakcji psefitowej, Cechuje go dość duża odporność mechaniczna, zależna od spoiwa piaskowca. Lepiszczki piaskowców stanowią minerały ilaste, węglanowe i

krzemionkowe. Udział piaskowców w odpadach powęglowych wynosi około 10-15 %.



Fot. 3. Piaskowiec przywęglowy

Przeprowadzone badania wskazują na pewne zróżnicowanie składu chemicznego i właściwości fizyko-mechanicznych tych skał. Jako przykład podać można wyniki badań tych skał przeprowadzone dla Górnośląskiego Zagłębia Węglowego przez K. Chmurę. Wyniki te przedstawiono w tabelach: od 1 do 6.

Tabela 1 Właściwości fizyko-mechaniczne piaskowców występujących w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym

Lp.	Miejsce występowania piaskowców; warstwy:	Gęstość właściwa, Mg/m ³	Porowatość %	Nasiąkliwość %	Wytrzymałość na ściskanie, MPa
1.	Libiąskie i Łaziskie	2,58÷2,76	7,40÷19,14	3,17÷8,32	3,3÷37,2
2.	Orzeskie	2,57÷2,87	4,00÷10,90	0,68÷4,76	49,0÷161,8
3.	Rudzkie	2,58÷2,76	3,45÷11,53	0,69÷2,98	28,7÷107,9
4.	Siodłowe	2,54÷2,78	3,01÷14,00	0,67÷5,36	41,1÷163,0
5.	Porębskie	2,64÷2,77	0,55÷5,00	0,55÷2,26	34,3÷159,8

Tabela 2 Właściwości fizyko-mechaniczne łupków ilastych występujących w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym

Lp.	Miejsce występowania łupków; warstwy:	Gęstość właściwa, Mg/m ³	Porowatość %	Nasiąkliwość %	Wytrzymałość na ściskanie, MPa
1.	Libiąskie i Łaziskie	2,53÷2,74	9,12÷10,80	2,38÷6,93	3,1÷49,0
2.	Orzeskie	2,27÷2,85	4,88÷8,08	0,67÷2,20	16,3÷59,8
3.	Rudzkie	2,61÷2,71	5,54÷7,79	1,17÷2,20	25,3÷58,3
4.	Siodłowe	2,61÷2,76	3,58÷13,78	1,13÷1,90	28,5÷65,7
5.	Porębskie	2,71÷2,87	2,60÷4,18	0,90÷1,25	70,8÷91,3

Tabela 3 Właściwości fizyko-mechaniczne mułowców występujących w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym

Lp.	Miejsce występowania mułowców; warstwy	Gęstość właściwa, Mg/m ³	Porowatość %	Nasiąkliwość %	Wytrzymałość na ściskanie, MPa
1.	Libiąskie i Łaziskie	2,58÷2,67	7,28÷10,43	2,18÷2,59	13,7÷19,1
2.	Orzeskie	2,67÷2,71	6,65÷10,47	1,52÷3,78	29,1÷34,3
3.	Rudzkie	2,30÷2,74	4,05÷6,27	0,96÷2,84	18,6÷55,9
4.	Siodłowe	2,61÷2,63	4,74÷6,40	0,98÷2,05	33,3÷51,0
5.	Porębskie	2,65÷2,70	4,76÷5,16	1,71÷1,75	50,3÷52,9

Tabela 4 Skład chemiczny piaskowców występujących w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym

Lp.	Składnik	Zawartość, %
1.	SiO ₂	66,7
2.	Al ₂ O ₃	13,5
3.	Fe ₂ O ₃ +FeO	5,1
4.	CaO	2,5
5.	MgO	2,1
6.	Na ₂ O	2,9
7.	K ₂ O	2,0
8.	TiO ₂	0,6
9.	P ₂ O ₅	0,2
10.	H ₂ O+CO ₂	3,6
11.	Inne	0,8

Tabela 5 Skład chemiczny ilowców występujących w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym

Lp.	Składnik	Zawartość, %
1.	SiO ₂	48,0
2.	Al ₂ O ₃	23,0
3.	Fe ₂ O ₃ +FeO	4,5
4.	CaO	0,9
5.	MgO	1,3
6.	Na ₂ O	2,3
7.	K ₂ O	1,8
8.	TiO ₂	0,4
9.	P ₂ O ₅	0,2
10.	MnO	0,07
11.	C	5,6
12.	H ₂ O+CO ₂	8,8
13.	SO ₃	0,4
14.	Inne	2,7

Tabela 6 Skład chemiczny mułowców występujących w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym

Lp.	Składnik	Zawartość, %
1	SiO ₂	54,0
2	Al ₂ O ₃	20,0
3	Fe ₂ O ₃	6,0
4	CaO	1,0
5	MgO	2,5
6	Na ₂ O+K ₂ O	3,0
7	SO ₃	0,2
8	Inne	13,3

W wyniku wzbogacania węgla powstają odpady przerobcze gruboziarniste – o uziarnieniu od ok. 20 do ok. 200 mm, drobnoziarniste – o uziarnieniu do ok. 20 mm i bardzo drobne (flotacyjne – o uziarnieniu < 0,3(1,0)). Odpady przerobcze trzech wyżej wymienionych grup, z uwagi na sposób prowadzenia procesów wzbogacania, charakteryzują się jednorodnym składem mineralogicznym i tym samym znacznym podobieństwem składu chemicznego w poszczególnych kopalniach, czy zakładach przerobczych. Istotne różnice tego składu w poszczególnych grupach odpadów przejawiają się tylko w zawartości substancji węglowej i siarki. Poszczególne grupy odpadów cechują się także znacznymi różnicami w poziomie zawartości wilgoci. I tak w odpadach gruboziarnistych zawartość wilgoci zawiera się w granicach od ok. 4 do ok. 6%, w odpadach drobnoziarnistych od ok. 10 do ok. 12%, a w odpadach flotacyjnych często znacznie powyżej 20%. Ponadto w odpadach flotacyjnych występują pozostałości po substancjach chemicznych stosowanych w procesach flotacji i sedymentacji.

Skład chemiczny odpadów przeróbczych odniesiony zarówno do zawartości granicznych, jak i zawartości średnich poszczególnych składników z zaznaczeniem różnic w zawartości węgla oraz siarki w poszczególnych grupach odpadów przedstawiony został w tabeli 7.

Tabela 7 Skład chemiczny odpadów przeróbczych

Składnik	Zawartości graniczne, %	Zawartość średnia, %
SiO ₂	34,66 – 66,91	49,33
Al ₂ O ₃	13,34 – 26,50	21,64
TiO ₂	0,83 – 1,96	1,31
Fe ₂ O ₃	0,91 – 12,90	5,48
CaO	0,06 – 4,68	0,93
MgO	0,30 – 4,33	1,32
K ₂ O+Na ₂ O	1,07 – 4,33	2,52
Odpady gruboziarniste		
C	2,03 – 16,48	8,08
S _c	0,09 – 3,70	0,64
Odpady drobnoziarniste		
C*	4,02 – 18,12	10,56
S _c *	0,81 – 4,23	1,21
Odpady flotacyjne		
C *	8,87 – 30,50	20,55
S _c *	0,97 – 3,98	1,82
* wg badań własnych		

Analizując przedstawione wyniki stwierdzić można, że odpady przeróbcze zawierają w swoim składzie najwięcej kwarcu i korundu.

Na podkreślenie zasługuje również poziom substancji węglowej. Jak wykazano w tabeli 7 średnia zawartość węgla w odpadach gruboziarnistych wynosi 8,08 %, w odpadach drobnoziarnistych 10,56 %, a w odpadach flotacyjnych nawet powyżej 20%. W wielu technologiach wykorzystania odpadów pięcioprocentowa zawartość węgla jest czynnikiem dyskwalifikującym materiał. Z tego względu wydzielenie węgla z odpadów jest zabiegiem ze wszech miar korzystnym, pozwalającym nie tylko na odzyskanie nośnika energii, ale na możliwość dalszego wykorzystania odpadów.

Poniżej, w tabelach 8-30, przedstawiono fragmentaryczne, przykładowe wyniki badań prób odpadów z wzbogacania węgla kamiennego, które wykonane zostały w Katedrze Przeróbki Kopalni i Utylizacji Odpadów Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Badania te dały podstawy pozyskania z odpadów substancji węglowej w różnych technologiach wzbogacania stosowanych przez współpracujące z Katedrą zakłady lub pozwoliły na przedstawienie propozycji nowych technologii.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



Odpady drobnoziarniste z bieżącej produkcji zakładu przeróbki węgla kamiennego

Tabela 8 Zestawienie wyników analiz na zawartość popiołu w stanie suchym, wilgoci analitycznej i przemijającej

Nr próby	A^d [%]	W^a [%]	W_{ex} [%]
1	78,48	0,91	5,43
2	82,93	1,10	5,15
3	81,17	1,09	5,85
4	85,66	0,96	4,01
5	86,79	0,94	4,34
6	85,42	0,96	4,34
7	86,59	0,84	4,63
8	85,44	0,88	5,23
9	82,90	0,97	6,94
10	79,01	0,96	5,33
11	81,64	0,95	5,85
12	79,76	0,98	6,06
13	81,27	0,89	4,80
14	80,36	0,87	4,34
15	83,42	0,93	3,16
16	82,01	1,10	5,64
17	84,37	0,98	5,18
18	85,97	0,86	4,02
19	85,06	0,96	4,18
20	85,37	0,87	3,94
21	84,59	0,87	4,00
22	84,46	0,84	13,91
23	84,67	0,86	3,65
24	87,10	0,73	4,21
25	77,87	0,80	3,67
26	86,04	0,99	4,51
27	88,54	1,05	6,28
28	86,99	0,91	3,43
29	84,63	0,96	3,05
30	82,04	1,12	5,33
31	84,39	1,06	4,98
32	87,77	0,96	3,89
33	75,85	1,26	4,06
34	85,90	0,92	3,29

Tabela 9 Wyniki analizy granulometrycznej (na mokro) próbki X

Klasa ziarnowa [mm]	Wychód [%]		W _a [%]		A ^d [%]	
> 50	2,09		1,17		89,36	
50 - 12	32,67	86,45	1,23	1,24	81,14	77,79
12 - 1	53,79		1,25		75,76	
1 - 0,25	6,77		1,42		60,68	
0,25 - 0	4,69		1,47		55,87	
Suma/średnia	100,00		1,26		75,85	

Tabela 10 Wyniki analizy densymetrycznej łączonej klasy ziarnowej 50 - 1mm z próbki X

Gęstość frakcji	Wychód frakcji	Suma wychodów	Zawartość części lotnych V ^d			Wartość opalowa Q ^d		
			we frakcji	w konc.	w odp.	we frakcji	w konc.	w odp.
g/cm ³	%	%	%	%	%	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
-1,3	0,21	0,21	31,29	31,29	8,39	28656	28656	1331
1,3 - 1,4	0,18	0,40	28,04	29,79	8,34	27053	27916	1273
1,4 - 1,5	0,33	0,72	25,96	28,06	8,31	23116	25746	1225
1,5 - 1,6	0,21	0,93	21,87	26,68	8,25	20294	24534	1153
1,6 - 1,7	0,44	1,37	19,81	24,46	8,22	16801	22028	1114
1,7 - 2,0	4,54	5,92	14,49	16,80	8,17	7324	10734	1043
+ 2,0	94,08	100,00	7,86	8,39	7,86	740	1331	740
Suma/średnia	100,00		8,39			1331		

Tabela 11 Wyniki analizy densymetrycznej łączonej klasy ziarnowej 50 - 1mm z próbki X

Gęstość frakcji	Wychód frakcji	Suma wychodów	Wilgoć analityczna W _a	Zawartość popiołu A ^d			Zawartość siarki całkowitej S _c ^d		
				%	%	%	%	%	%
g/cm ³	%	%	%	%	%	%	%	%	%
-1,3	0,21	0,21	2,39	3,65	3,65	87,64	0,51	0,51	0,04
1,3 - 1,4	0,18	0,40	1,67	10,61	6,86	87,82	0,65	0,57	0,04
1,4 - 1,5	0,33	0,72	1,51	22,82	14,08	87,96	0,33	0,47	0,04
1,5 - 1,6	0,21	0,93	1,71	31,35	17,92	88,18	0,48	0,47	0,03
1,6 - 1,7	0,44	1,37	1,65	48,01	27,67	88,29	0,62	0,52	0,03
1,7 - 2,0	4,54	5,92	1,23	64,17	55,71	88,48	0,47	0,48	0,03
+ 2,0	94,08	100,00	0,72	89,65	87,64	89,65	0,01	0,04	0,01
Suma/średnia	100,00		0,76	87,64			0,04		

Tabela 12 Wyniki analizy densymetrycznej klasy ziarnowej 50 - 12 mm wydzielonej z próbki X

Gęstość frakcji	Wychód frakcji	Suma wychodów	Zawartość części lotnych V ^d			Wartość opałowa Q ^d		
			we frakcji	w konc.	w odp.	we frakcji	w konc.	w odp.
g/cm ³	%	%	%	%	%	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
-1,3	0,18	0,18	30,96	30,96	8,25	27054	27054	1276
1,3 - 1,4	0,15	0,33	28,87	30,01	8,21	26656	26873	1229
1,4 - 1,5	0,29	0,62	23,49	26,96	8,18	22296	24732	1191
1,5 - 1,6	0,24	0,86	21,67	25,48	8,14	19805	23357	1129
1,6 - 1,7	0,49	1,35	19,31	23,24	8,10	15926	20660	1084
1,7 - 2,0	4,12	5,47	13,95	16,24	8,05	7330	10620	1010
+ 2,0	94,53	100,00	7,79	8,25	7,79	735	1276	735
Suma/średnia	100,00		8,25			1276		

Tabela 13 Wyniki analizy densymetrycznej klasy ziarnowej 50 - 12 mm wydzielonej z próbki X

Gęstość frakcji	Wychód frakcji	Suma wychodów	Wilgoć analityczna W ^a	Zawartość popiołu A ^d			Zawartość siarki całkowitej S _t ^d		
				%	%	%	%	%	%
g/cm ³	%	%	%	%	%	%	%	%	%
-1,3	0,18	0,18	2,41	3,83	3,83	89,09	0,43	0,43	0,05
1,3 - 1,4	0,15	0,33	1,58	11,23	7,19	89,25	0,51	0,47	0,05
1,4 - 1,5	0,29	0,62	1,49	22,71	14,45	89,36	0,44	0,45	0,05
1,5 - 1,6	0,24	0,86	1,67	28,34	18,33	89,56	0,48	0,46	0,04
1,6 - 1,7	0,49	1,35	1,56	50,71	30,08	89,71	0,55	0,49	0,04
1,7 - 2,0	4,12	5,47	1,13	65,91	57,07	89,90	0,52	0,51	0,04
+ 2,0	94,53	100,00	0,70	90,95	89,09	90,95	0,02	0,05	0,02
Suma/średn.	100,00		0,73	89,09			0,05		

Tabela 14 Wyniki analizy densymetrycznej klasy ziarnowej 12 - 1 mm wydzielonej z próbki X

Gęstość frakcji	Wychód frakcji	Suma wychodów	Zawartość części lotnych V ^d			Wartość opałowa Q ^d		
			we frakcji	w konc.	w odp.	we frakcji	w konc.	w odp.
g/cm ³	%	%	%	%	%	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
-1,3	0,72	0,72	30,97	30,97	8,38	31104	31104	1617
1,3 - 1,4	0,34	1,05	27,56	29,88	8,21	28029	30117	1405
1,4 - 1,5	0,16	1,22	24,35	29,13	8,15	24214	29324	1314
1,5 - 1,6	0,20	1,42	21,46	28,06	8,12	21446	28217	1276
1,6 - 1,7	0,30	1,71	18,67	26,43	8,09	17421	26353	1235
1,7 - 2,0	3,94	5,65	15,93	19,11	8,06	9639	14701	1187
+ 2,0	94,35	100,00	7,73	8,38	7,73	834	1617	834
Suma/średnia	100,00		8,38			1617		

Tabela 15 Wyniki analizy densymetrycznej klasy ziarnowej 12 - 1 mm wydzielonej z próbki Y

Gęstość frakcji	Wychód frakcji	Suma wychodów	Wilgoć analityczna W ^a	Zawartość popiołu A ^d			Zawartość siarki całkowitej S _t ^d		
				%	%	%	%	%	%
g/cm³	%	%	%	%	%	%	%	%	%
-1,3	0,72	0,72	1,81	2,98	2,98	84,20	0,92	0,92	0,04
1,3 - 1,4	0,34	1,05	1,82	10,29	5,33	84,78	0,81	0,89	0,03
1,4 - 1,5	0,16	1,22	1,72	21,07	7,44	85,04	0,58	0,85	0,03
1,5 - 1,6	0,20	1,42	1,92	29,74	10,57	85,14	0,35	0,78	0,03
1,6 - 1,7	0,30	1,71	1,95	38,64	15,42	85,25	0,54	0,74	0,03
1,7 - 2,0	3,94	5,65	1,78	58,94	45,76	85,39	0,38	0,49	0,02
+ 2,0	94,35	100,00	1,44	86,50	84,20	86,50	0,01	0,04	0,01
Suma/średn.	100,00		1,46	84,20			0,04		

Tabela 16 Wyniki analizy densymetrycznej klasy ziarnowej 1- 0,25 mm wydzielonej z próbki Y

Gęstość frakcji	Wychód frakcji	Suma wychodów	Zawartość części lotnych V ^d			Wartość opałowa Q ^d		
			we frakcji	w konc.	w odp.	we frakcji	w konc.	w odp.
g/cm³	%	%	%	%	%	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
-1,3	2,03	2,03	29,83	29,83	10,83	29352	29352	2861
1,3 - 1,4	1,52	3,55	27,68	28,91	10,44	27467	28545	2312
1,4 - 1,5	1,02	4,57	25,78	28,21	10,17	24200	27576	1916
1,5 - 1,6	0,82	5,39	22,60	27,36	10,00	21977	26728	1677
1,6 - 1,7	0,81	6,20	20,07	26,40	9,89	20665	25932	1502
1,7 - 2,0	3,16	9,36	17,25	23,32	9,81	11897	21197	1336
+ 2,0	90,64	100,00	9,55	10,83	9,55	968	2861	968
Suma/średnia	100,00		10,83			2861		

Tabela 17 Wyniki analizy densymetrycznej klasy ziarnowej 1 - 0,25 mm wydzielonej z próbki Y

Gęstość frakcji	Wychód frakcji	Suma wychodów	Wilgoć analityczna W ^a	Zawartość popiołu A ^d			Zawartość siarki całkowitej S _t ^d		
				%	%	%	%	%	%
g/cm³	%	%	%	%	%	%	%	%	%
-1,3	2,03	2,03	2,08	2,60	2,60	79,52	0,77	0,77	0,19
1,3 - 1,4	1,52	3,55	2,31	7,42	4,67	81,11	0,79	0,78	0,18
1,4 - 1,5	1,02	4,57	1,65	18,41	7,73	82,27	0,81	0,79	0,17
1,5 - 1,6	0,82	5,39	1,75	27,65	10,75	82,96	0,79	0,79	0,16
1,6 - 1,7	0,81	6,20	1,85	36,73	14,16	83,43	0,81	0,79	0,16
1,7 - 2,0	3,16	9,36	1,80	51,82	26,87	83,84	0,59	0,72	0,15
+ 2,0	90,64	100,00	1,49	84,96	79,52	84,96	0,14	0,19	0,14
Suma/średnia	100,00		1,53	79,52			0,19		

Odpady drobnoziarniste pozyskane ze składowiska

Tabela 18 Wyniki analizy sitowej próby materiału odpadowego w klasie ziarnowej 150 – 0

Klasa ziarnowa, mm	Wychód klasy, %	Zawartość popiołu, %	Zawartość siarki, %
+ 40	8,58	68,67	0,49
40 – 20	12,28	83,25	0,92
20 – 10	22,45	77,82	1,13
10 – 6	16,11	75,86	1,62
6 – 3	12,79	73,57	1,86
3 – 2	5,35	71,89	1,61
2 – 1	6,66	69,102	3,17
1 – 0,71	2,26	60,61	2,85
0,71 – 0,50	1,63	60,77	2,84
0,50 – 0,355	1,52	60,43	2,68
0,355 – 0,25	1,35	58,87	2,46
0,25 – 0,12	2,17	54,58	2,01
0,12 – 0,075	1,04	54,59	1,58
0,075 – 0,042	0,96	54,15	1,59
- 0,042	4,85	63,78	0,83
Suma	100,00	-	-
Średnio	-	73,10	1,51

Zawartość wilgoci przemijającej $W_{ex} = 5,3 \%$

Tabela 19 Wyniki analizy densymetrycznej materiału odpadowego o klasie ziarnowej + 40 mm wraz z oznaczeniem zawartości popiołu i siarki w poszczególnych frakcjach

Fracja, g/cm ³	Wychód, %	Zawartość popiołu, %	Zawartość siarki całkowitej, %
- 1,3	18,75	4,06	0,81
1,3 – 1,4	-	-	-
1,4 – 1,5	-	-	-
1,5 – 1,6	5,91	35,10	2,11
1,6 – 1,8	3,19	53,15	1,19
+ 1,8	72,15	88,90	0,24
Suma	100,00	-	-
Średnio	-	68,67	0,49

Tabela 20 Wyniki analizy densymetrycznej materiału odpadowego o klasie ziarnowej 40-1 mm wraz z oznaczeniem zawartości popiołu, siarki i wartości opałowej w poszczególnych frakcjach

Frakcja, g/cm ³	Wychód, %	Zawartość popiołu, %	Zawartość siarki całkowitej, %	Wartość opałowa, kJ/kg
- 1,3	4,47	3,24	0,73	32 719
1,3 – 1,4	3,36	10,50	1,04	30 189
1,4 – 1,5	2,29	21,35	1,37	25 457
1,5 – 1,6	2,20	30,73	1,62	22 108
1,6 – 1,8	4,69	44,43	2,26	16 664
1,8 – 2,0	6,94	60,96	2,04	10 053
+ 2,0	75,76	88,26	1,57	2 466
Suma	100,00	-	-	-
Średnio	-	74,86	1,57	6 984

Tabela 21 Wyniki analizy densymetrycznej materiału odpadowego o klasie ziarnowej 1-0,2 mm wraz z oznaczeniem zawartości popiołu, siarki i wartości opałowej w poszczególnych frakcjach

Frakcja, g/cm ³	Wychód, %	Zawartość popiołu, %	Zawartość siarki całkowitej, %	Wartość opałowa, kJ/kg
- 1,3	21,62	2,01	0,66	33 413
1,3 – 1,4	5,68	8,89	0,79	30 374
1,4 – 1,5	2,30	20,65	0,96	25 543
1,5 – 1,6	1,22	28,58	1,15	22 212
1,6 – 1,8	2,97	36,83	1,29	17 873
1,8 – 2,0	3,24	57,03	1,71	10 952
+ 2,0	62,97	83,07	3,67	2 906
Suma	100,00	-	-	-
Średnio	-	57,01	2,63	12 523

Odpady flotacyjne pozyskane ze składowiska - A

Tabela 22 Wyniki analizy granulometrycznej i zawartości popiołu zawiesiny I

Klasa ziarnowa, mm	γ %	$\Sigma\gamma$ %	A ^a %
0,50 – 0,40	0,59	0,59	6,41
0,40 – 0,32	0,92	1,51	4,08
0,32 – 0,20	3,75	5,26	11,47
0,20 – 0,16	2,80	8,06	20,32

Klasa ziarnowa, mm	γ %	$\Sigma\gamma$ %	A^a %
0,16 – 0,10	8,20	16,26	25,95
< 0,10	83,74	100,00	43,30
			$A^{a_{sr}} = 39,46\%$

Tabela 23 Wyniki analizy granulometrycznej i zawartości popiołu zawiesiny II

Klasa ziarnowa mm	γ %	$\Sigma\gamma$ %	A^a %
0,50 - 0,40	1,41	1,41	2,67
0,40 – 0,32	1,39	2,80	5,09
0,32 – 0,20	4,61	7,41	19,04
0,20 – 0,16	2,53	9,94	38,50
0,16 – 0,10	7,29	17,23	38,73
< 0,10	82,77	100,00	46,29
			$A^{a_{sr}} = 43,10\%$

Tabela 24 Wyniki klasyfikacji zawiesin I i II na jednostopniowym przesiewaczu szybkodrgającym z przegrodami filtracyjnymi dla obciążenia przesiewacza nadawą $V_n = 125 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz zagęszczenia nadawy $\beta_n = 200,250$ i $300 \text{ g}/\text{dm}^3$ i założonym poziomie zapopielenia produktu górnego wynoszącego 12%

Nr Próby	Przegroda filtracyjna	Nadawa			Produkt górny			Produkt dolny		Uzysk U, %
		A^{a_n} %	β_n g/dm^3	Zawiesina	A^{a_g} %	W %	Q_g Mg/h	A^{a_o} %	β_o g/dm^3	
1.	P – 16	39,46	200	I	11,32	31	1,90	41,77	188	7,60
2.			250		11,39	33	2,58	41,99	235	8,26
3.			300		11,32	39	4,14	42,95	279	11,03
4.	0,15 x 0,80	39,46	200		11,37	32	2,07	41,99	187	8,26
5.			250		11,41	32	2,89	42,32	233	9,29
6.			300		11,41	36	4,37	43,16	277	11,64
7.	P – 16	43,10	200	II	11,35	30	1,58	45,24	190	6,32
8.			250		11,92	34	2,77	46,13	234	8,86
9.			300		11,98	40	3,42	46,20	283	9,11
10.	0,15 x 0,80	43,10	200		11,42	28	1,72	45,44	189	6,88
11.			250		11,57	29	2,51	45,86	235	8,04
12.			300		11,93	35	3,78	46,59	280	10,08

Tabela 25 Wyniki klasyfikacji zawiesin I i II na jednostopniowym przesiewaczu szybkodrgającym z przegrodami filtracyjnymi dla obciążenia przesiewacza nadawą $V_n = 125 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz zagęszczenia nadawy $\beta_n = 200, 250$ i $300 \text{ g}/\text{dm}^3$ i założonym poziomie zapopielenia produktu górnego wynoszącego 25%

Nr Próby	Przegroda filtracyjna	Nadawa			Produkt górny			Produkt dolny		Uzysk
		A_n^a , %	β_n , g/dm^3	Za- wie- sina	A_g^a %	W %	Q_g Mg/h	A_o^a %	β_o , g/dm^3	U, %
1.	P - 16	39,46	200	I	22,55	36	4,29	42,96	173	17,16
2.			250		23,51	37	6,00	43,25	215	19,19
3.			300		24,36	38	7,50	43,24	260	20,00
4.	0,15 x 0,80	39,46	200		22,59	35	4,57	43,23	171	18,28
5.			250		22,81	36	6,11	43,25	216	18,53
6.			300		24,59	40	7,66	43,28	260	20,44
7.	P - 16	43,10	200	II	23,97	38	3,09	45,80	181	12,37,
8.			250		23,99	41	4,34	46,18	226	13,88
9.			300		24,03	41	5,19	43,10	273	13,85
10.	0,15 x 0,80	43,10	200		23,75	37	3,39	46,13	179	13,55
11.			250		24,36	37	4,52	46,27	224	14,48
12.			300		24,81	38	5,56	46,28	271	14,82

Odpady flotacyjne pozyskane ze składowiska - B

Tabela 26 Wyniki analizy granulometrycznej i zawartości popiołu PRÓBKII 1

KLASA ZIARNOWA d, mm	WYCHÓD %	SUMA WYCHODÓW %	POPIOŁY A^a , %
+ 1.02	0.46	0.46	2.66
1.02 - 0.5	3.73	4.19	3.40
0.5 - 0.315	3.43	7.62	4.57
0.315 - 0.2	7.50	15.12	6.72
0.2 - 0.1	10.83	25.95	12.04
0.1 - 0.071	6.95	32.90	10.99
0.071 - 0.056	3.39	36.29	17.89
0.056 - 0.035	7.20	43.49	27.49
- 0.035	56.51	100.00	62.76
-	100.00	-	54.29

Tabela 27 Wyniki analizy granulometrycznej i zawartości popiołu PRÓBKII 2

KLASA ZIARNOWA d, mm	WYCHÓD %	SUMA WYCHODÓW %	POPIOŁY A ^a , %
+ 8.000	0.00	0.00	0.00
- 8.000 + 2.000	0.00	0.00	0.00
- 2.000 + 1.000	0.71	0.71	3.06
- 1.000 + 0.500	3.99	4.70	2.73
- 0.500 + 0.250	11.13	15.83	4.14
- 0.250 + 0.180	6.87	22.70	6.71
- 0.180 + 0.125	7.15	29.85	10.33
- 0.125 + 0.090	5.80	35.65	13.67
- 0.090 + 0.063	7.17	42.82	20.57
- 0.063 + 0.045	4.43	47.25	25.17
- 0.045 + 0.000	52.75	100.00	61.53
-	100.00	-	37.63

Tabela 28 Wyniki analizy granulometrycznej i zawartości popiołu PRÓBKII 3

KLASA ZIARNOWA d, mm	WYCHÓD %	SUMA WYCHODÓW %	POPIOŁY A ^a , %
+ 8.000	0.00	0.00	0.00
- 8.000 + 2.000	0.14	0.14	9.72
- 2.000 + 1.000	0.78	0.92	8.40
- 1.000 + 0.500	3.44	4.36	6.34
- 0.500 + 0.250	8.11	12.47	8.77
- 0.250 + 0.180	6.97	19.45	10.85
- 0.180 + 0.125	6.91	26.36	13.92
- 0.125 + 0.090	5.40	31.76	16.04
- 0.090 + 0.063	7.05	38.80	20.24
- 0.063 + 0.045	3.82	42.62	22.92
- 0.045 + 0.000	57.38	100.00	61.46
-	100.00	-	41.16



Odpady flotacyjne pozyskane z bieżącej produkcji zakładu przerobczego kopalni węgla kamiennego

Tabela 29 Wyniki analizy granulometrycznej i zawartości popiołu PRÓBKII 1

KLASA ZIARNOWA d mm	WYCHÓD %	SUMA WYCHODÓW %	POPIOŁY A ^a , %
+ 8.000	0.00	0.00	0.00
- 8.000 + 2.000	0.00	0.00	0.00
- 2.000 + 1.000	0.00	0.00	0.00
- 1.000 + 0.500	0.47	0.47	3.71
- 0.500 + 0.250	3.59	4.06	3.71
- 0.250 + 0.180	4.39	8.45	4.88
- 0.180 + 0.125	4.52	12.97	6.46
- 0.125 + 0.090	4.12	17.09	9.05
- 0.090 + 0.063	5.88	22.97	13.50
- 0.063 + 0.045	3.71	26.68	16.46
- 0.045 + 0.000	73.32	100.00	60.34
-	100.00	-	41.16

Tabela 30 Wyniki analizy granulometrycznej i zawartości popiołu PRÓBKII 2

KLASA ZIARNOWA d, mm	WYCHÓD %	SUMA WYCHODÓW %	POPIOŁY A ^a , %
+ 8.000	0.00	0.00	0.00
- 8.000 + 2.000	0.00	0.00	0.00
- 2.000 + 1.000	0.14	0.14	5.88
- 1.000 + 0.500	1.08	1.22	4.34
- 0.500 + 0.250	3.37	4.59	4.64
- 0.250 + 0.180	3.42	8.01	6.24
- 0.180 + 0.125	3.83	11.84	8.03
- 0.125 + 0.090	3.65	15.49	11.07
- 0.090 + 0.063	6.02	21.51	15.13
- 0.063 + 0.045	3.10	24.61	19.96
- 0.045 + 0.000	75.39	100.00	65.04
-	100.00	-	51.70

Z przedstawionych informacji ogólnych, opartych na opracowaniach zwartych (podręcznikach, monografiach i informacjach szczegółowych) opartych na wynikach badań prowadzonych w Katedrze Przeróbki Kopalni i Utylizacji Odpadów stwierdzić należy, że odpady powstające w procesach przeróbki i wzbogacania węgla kamiennego, mimo istotnych różnic uziarnienia, charakteryzują się w miarę jednorodnym składem mineralogicznym i tym samym znacznym podobieństwem składu chemicznego. Jest on charakterystyczny dla rozpatrywanej kopalni czy



zakładu przerobczego. Wynika to z lokalizacji kopalni, położenia eksploatowanych w niej pokładów węgla oraz zbioru cech i właściwości skał towarzyszących eksploatowanym pokładom węgla.

Powstające w wyniku wzbogacania węgla odpady przerobcze gruboziarniste – o uziarnieniu od ok. 20 do ok. 200 mm, drobnoziarniste – o uziarnieniu do ok. 20 mm i flotacyjne – o uziarnieniu $< 0,3(1,0)$ cechują się jedynie znacznymi różnicami w zawartości substancji węglowej, siarki i wilgoci.

Wszystkie z wymienionych składników decydują o kierunku wykorzystania odpadów przerobczych. Jednym z bardziej istotnych w kierunkach wykorzystania tych odpadów, jest odzyskanie z nich węgla. Jak pokazują prezentowane wyniki znaczne jego zawartości stwierdza się w odpadach drobnoziarnistych i flotacyjnych. Podkreślić należy, że technologie wydzielania węgla z odpadów pozwalają na nie tylko na pozyskanie pełnowartościowego nośnika energii, ale poprawiają właściwości odpadów.

W wielu bowiem technologiach wykorzystania tych odpadów występujący w nich węgiel jest czynnikiem dyskwalifikującym lub ograniczającym możliwości zastosowań.

1.3. Źródła powstawania odpadów

W górnictwie węgla kamiennego, w 33 czynnych kopalniach, eksploatowanych jest 41 zakładów przerobczych. Przeprowadzona analiza technologii wzbogacania węgla kamiennego, polegająca na wydzielaniu z urobku surowego skały płonej i wysokopopiołowych przerostów wykazała, że technologie te są dostosowane do charakterystyk wzbogacanego węgla, głównie typu i stopnia jego zanieczyszczenia oraz do wymagań jakościowych odbiorców zarówno krajowych, jak i zagranicznych. W technologiach tych węgiel wzbogacany jest w separatorach z cieczą ciężką, osadzarkach, hydrocyklonach (water only), cyklonach z cieczą ciężką, separatorach zwojowych i flotownikach. Na ogół wyższe typy węgla kamiennego wzbogacane są w szerszym zakresie.

Najbardziej rozpowszechnionymi technologiami wzbogacania grawitacyjnego węgla w zakładach są: wzbogacanie w separatorach cieczy ciężkiej (płuczkach ziarnowych) oraz wzbogacanie w osadzarkach wodnych (płuczkach miałowych). W sumie we wszystkich 41 zakładach przerobczych pracują płuczki ziarnowe i płuczki miałowe różnych typów, które wzbogacają węgiel kamienny powyżej 20 (10) mm oraz od 0,1 (0,5) lub (0,3) do 20 (10) mm. Do wzbogacania drobniejszych klas węgla stosuje się inne metody. Takie wzbogacanie prowadzi się w:

- hydrocyklonach (7 zakładów),
- cyklonach z cieczą ciężką (3 zakłady),
- wzbogacalnikach zwojowych (spiralnych - 7 zakładów).



Najdrobniejsze klasy ziarnowe wzbogacane są we flotownikach (14 zakładów; 8 w kopalniach węgla energetycznego i 6 w kopalniach węgla koksowego).

W zakładach przerobczych węgla energetycznych można wyróżnić:

- podstawowy system technologiczny, w którym w cieczy ciężkiej wzbogacana jest tylko klasa ziarnowa 200 – 20 mm,
- udoskonalony system technologiczny, w którym klasa ziarnowa 200 – 20 mm wzbogacana jest w cieczy ciężkiej, a klasa ziarnowa 20 – 0,5(0,1) mm w ośrodku wodnym (osadzarki),
- zmodernizowany system technologiczny, w którym węgiel wzbogacany jest w pełnym zakresie uziarnienia: w cieczy ciężkiej klasa 200 - 20 mm, w ośrodku wodnym (osadzarki) klasa 20 – 0,5 mm i w procesie flotacji klasa 0,5 – 0 mm.

Wymienione wyżej technologie są stosowane w następującej liczbie zakładów przerobczych:

- wzbogacanie węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10) mm – 11 zakładów;
- wzbogacanie węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 0,5(0,1) mm – 16 zakładów;
- wzbogacanie węgla energetycznego o pełnym zakresie uziarnienia – 8 zakładów;
- wzbogacanie węgla kokosowego o pełnym zakresie uziarnienia – 6 zakładów (5 zakładów wzbogaca także węgle dla energetyki).

W każdej z tych technologii wydzielane są odpady, których właściwości są zróżnicowane.

Miejsca powstawania odpadów przerobczych w poszczególnych technologiach wzbogacania

Wzbogacanie węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10) mm

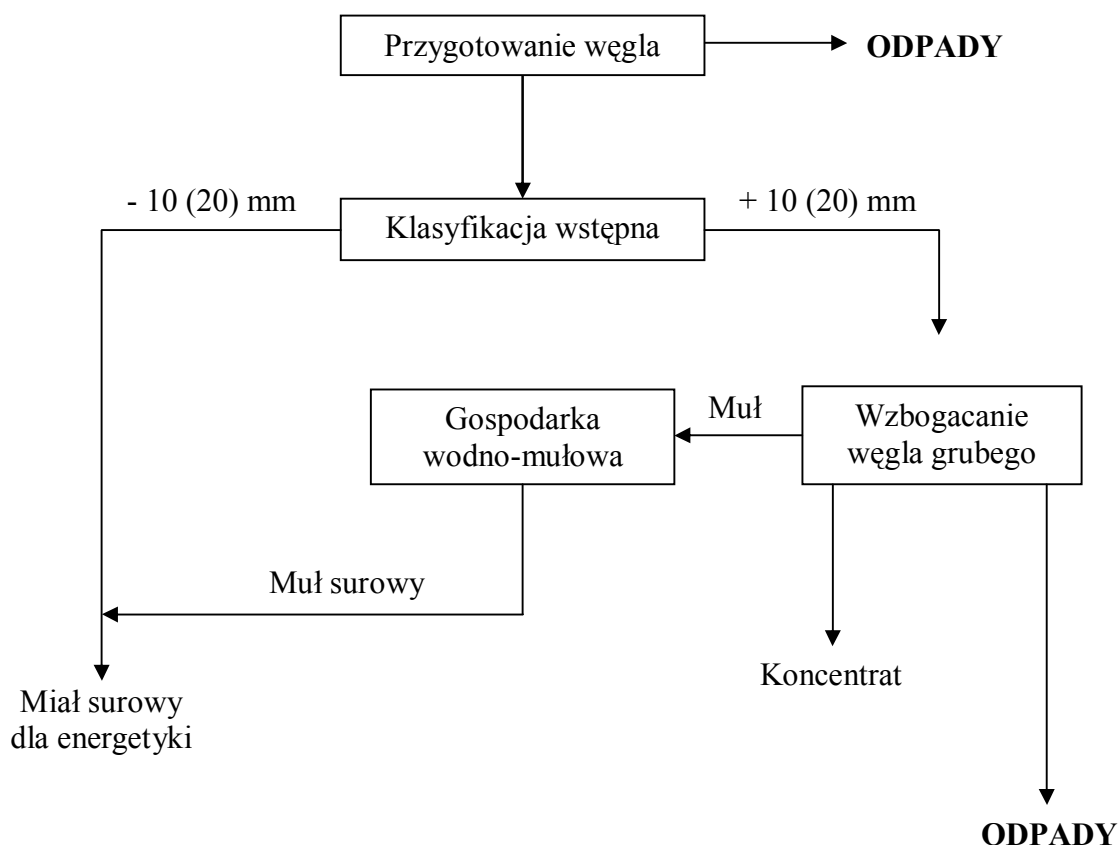
Technologię tą wyróżnia:

- wzbogacanie węgla energetycznych typów 31, 32,
- wzbogacanie grawitacyjne węgla o uziarnieniu powyżej (10) 20 mm,
- nie wzbogacanie mialów węglowych,
- odwadnianie mułów metodą filtracji próżniowej,
- sortymenty handlowe: koncentraty grube, koncentraty średnie, surowe mialy węglowe.

Opis technologii:

Technologie wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10) mm cechuje prostota rozwiązań i umaszynowania. Według tej technologii projektowane były zakłady przeróbki w latach 70-tych. Obecnie nie projektuje się już nowych zakładów w tej technologii. Istniejące zakłady przerobcze wzbogacające według tej technologii poddawane są modernizacji i rozbudowie.

Wydobyty na powierzchnię węgiel surowy kierowany jest do zakładu przerobczego, gdzie poddawany jest szeregu operacjom. Operacje te przedstawione zostały w schemacie blokowym na rys. 2.



Rys. 2. Schemat blokowy operacji w technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10) mm

W pierwszej kolejności węgiel poddawany jest operacji przygotowania. Całość urobku węglowego kierowana jest na przesiewacze wibracyjne WK-1 lub rusztowe, np. RT względnie Distl-Susky, na których prowadzony jest rozdział przy wielkości otworów (120) 200 mm.

Produkt górny przesiewaczy kierowany jest na taśmę przebieńczą, gdzie usuwane są zanieczyszczenia (odpady grube), po czym poddawany jest kruszeniu w kruszarce KWK-100U do uziarnienia poniżej (120) 200 mm.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



Produkt dolny ww. przesiewaczy wraz z pokruszonym węglem kierowany jest do zbiorników magazynujących.

Przygotowany jak wyżej urobek poddawany jest następnie klasyfikacji wstępnej przy otworach 6 (8) mm; (10) 20 mm z wykorzystaniem wysoko wydajnych przesiewaczy wibracyjnych o ruchu prostoliniowym, kołowym lub eliptycznym. Stosowane są takie przesiewacze, jak: PWK-1, PWP-1, WK-1, PWE-1. Coraz częściej stosowane są przesiewacze „bananowe” typu PZ o bardzo dużej wydajności i skuteczności – dzięki przyjęciu w nich zasady cienkowarstwowego ruchu materiału na sicie.

Produkt górny klasyfikacji wstępnej o uziarnieniu najczęściej powyżej (8) (10) -20 mm poddawany jest wzbogacaniu grawitacyjnemu. Prowadzone jest ono we wzbogacalnikach zawieszinowych, rzadziej w osadzarkach wodnych. Przyjęły się wzbogacalniki produkcji krajowej dwu lub trójproduktowe DISA oraz sporadycznie wzbogacalniki produkcji francuskiej Drew-Boy. Gęstość robocza zawieszinowej cieczy ciężkiej stosowana w tych wzbogacalnikach podlega kontroli. Obecnie stosowane są nowoczesne układy stabilizacji parametrów ilościowo-jakościowych cieczy ciężkiej magnetytowej, które utrzymują gęstość tych cieczy na zadanym poziomie z wysoką dokładnością.

Kolejną operacją przeróbczą jest odwadnianie. Produkty wzbogacania odwadniane są na przesiewaczach wibracyjnych, np. typu PWP-2, WP-2, PWP-1, PWE-2. Koncentraty węglowe przed ich załadunkiem poddawane są jeszcze klasyfikacji kontrolnej na przesiewaczach stałych lub rezonansowych celem wydzielenia z węgla podziarna (drobnego węgla). Otrzymane w ten sposób dodatkowo groszki są łączone z koncentratem groszkowym i zbywane głównie odbiorcom prywatnym. Produkt dolny (miał węglowy) węzła klasyfikacji wstępnej wraz z mułem surowym kierowane są do załadunku.

Zawiesina wodno-mułowa pozbawiona magnetytu poddawana jest następnie procesom wodno-mułowym, głównie klasyfikacji hydraulicznej, klarowaniu z flokulacją oraz filtracji próżniowej. Klasyfikacja hydrauliczna zawieszin wodno-mułowych realizowana jest w rzapiach hydraulicznych. W klasyfikacji tej wykorzystywane są także hydrocyklony klasyfikujące typu HC. Sporadycznie spotyka się hydrocyklony klasyfikujące typu Krebs.

W wyniku klasyfikacji hydraulicznej otrzymuje się produkt dolny zawierający gruboziarniste muły kierowane pompą wirową do odwadniania oraz produkt górny zawierający bardzo drobne ziarna węglowe. Sklasyfikowane zawiesziny wodno-mułowe kierowane są grawitacyjnie do węzła całkowitego klarowania z flokulacją. W węźle tym pracują zagęszczacze promieniowe Dorra wyposażone w układy zabezpieczające zgarniacze przed awarią pracujące w automatyce oraz w układy monitorujące przebieg procesu klarowania.

W wyniku całkowitego klarowania mułów otrzymuje się czysty przelew, kierowany do zakładu przeróbczego pompami typu PH lub OŁ i wykorzystywany ponownie we wszystkich operacjach przeróbczych oraz silnie zagęszczony wylew o koncentracji części stałych powyżej 400 kg/m³



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



stanowiący nadawę do węzła filtracji próżniowej, w którym będzie poddawany odwadnianiu.

Proces odwadniania realizowany jest na filtrach próżniowych tarczowych typu FTB lub FTC z flokulacją. Nadawa do tych filtrów podawana jest pompami wirowymi typu PH.

Odwodniony muł węglowy o stosunkowo wysokiej zawartości wilgoci wynoszącej 25÷35 % łączony jest na taśmociągu z miałem surowym wydzielonym z urobku węglowego w węźle klasyfikacji wstępnej. Dodatek tego mułu do mialu pogarsza strukturę mieszaniny, przez co obniża jej wartość.

Zalety technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10) mm:

- prosty układ technologiczno-maszynowy dostosowany do wzbogacania węgla tylko o uziarnieniu powyżej (10) 20 mm, wyposażony w coraz większym zakresie w nowe przesiewacze do klasyfikacji wstępnej i zmodernizowane wzbogacalniki,
- uproszczona gospodarka wodno-mułowa dostosowana do obróbki niewielkich ilości zawieszin wodno-mułowych i najdrobniejszych węgla o uziarnieniu poniżej 0,5 mm,
- możliwość produkcji sortymentów groszkowych o bardzo dobrych parametrach jakościowych i ekologicznych,
- niskie zużycie wody technologicznej, środków chemicznych i energii,
- niski udział odpadów przerobczych,
- niskie koszty eksploatacji.

Wady technologii:

- niekorzystna struktura produkcji netto wynikająca z wysokiego udziału (60 – 75 %) nie wzbogaconego mialu oraz surowego mułu węglowego o nadmiernej zawartości wilgoci po filtrach próżniowych (25÷35%),
- niska jakość mialu węglowego (nadmierna zawartość popiołu i siarki) kierowanego do energetyki uzależniona w znacznym stopniu od jakości urobku węglowego,
- niski stopień monitoringu operacji technologicznych,
- brak zmechanizowanych układów do uśredniania i tworzenia jednorodnych jakościowo produktów mialowych kierowanych do energetyki zawodowej,
- brak systemów do pobierania próbek węgla i przygotowania próbek laboratoryjnych,
- niska średnia cena zbytu.

Produkty technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10) mm przedstawiono w tabeli 31.

Tabela 31 Produkty technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10) mm

Lp.	Produkty procesu	Parametry			
		Q _i ^r - wartość opałowa [GJ/Mg]	A ^r - zawartość popiołu [%]	S _t ^r - zawartość siarki całkowitej [%]	W ^r _{ex} - zawartość wilgoci przemijającej (r w stanie roboczym) [%]
1.	sortymenty grube : 25÷200 mm	23÷28	5÷11	0,5÷1,0	< 5
2.	sortymenty średnie : 8÷20 mm	21÷25	12÷18	0,7÷1,1	4÷6
3.	sortymenty miałowe: 0÷(10)20 mm	18÷21	> 21 %	> 1,2	6÷9

Struktura produkcji netto jest dla tej technologii przeróbki wysoce niekorzystna i cechuje się dużym udziałem miału surowego w granicach 60÷75 %. Jakość produktu węglowego kierowanego do polskiej energetyki zawodowej jest niska. Cechuje się wysoką zawartością popiołu, siarki i wilgoci przemijającej.

Pozostałe parametry charakteryzujące technologię przedstawia tabela 32.

Tabela 32 Parametry charakteryzujące technologię wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10) mm

Lp.	Parametr	Wielkość
1.	Projektowa wydajność zakładów przerobczych	600÷2100 Mg/h
2.	Jednostkowy koszt produkcji netto	6÷9 zł/Mg
3.	Wychód produktu handlowego	73÷82 %
4.	Ilość wydzielanych odpadów z materiału surowego	18÷27 %
5.	Ciężar właściwy rozdziału materiału	1,5÷1,8 g/cm ³

Podsumowując stwierdzić należy, że w technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10) mm odpady wydzielane są w dwóch węzłach układu technologicznego: węzle przygotowania węgla do wzbogacania oraz w węzle wzbogacania. Są to odpady gruboziarniste o uziarnieniu +10(20) mm, przeciętnej zawartości substancji węglowej od ok. 5(2,03) do ok. 15(16,41)%, zawartości siarki 0,09 do 3,7 % (średnio < 1%) i zawartości wilgoci w granicach 4 – 6%.

Ilość wydzielonych odpadów w tej technologii wzbogacania węgla szacowana jest na wielkość od ok. 18 do 27% urobku surowego.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



Wzbogacanie węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 0,1 mm

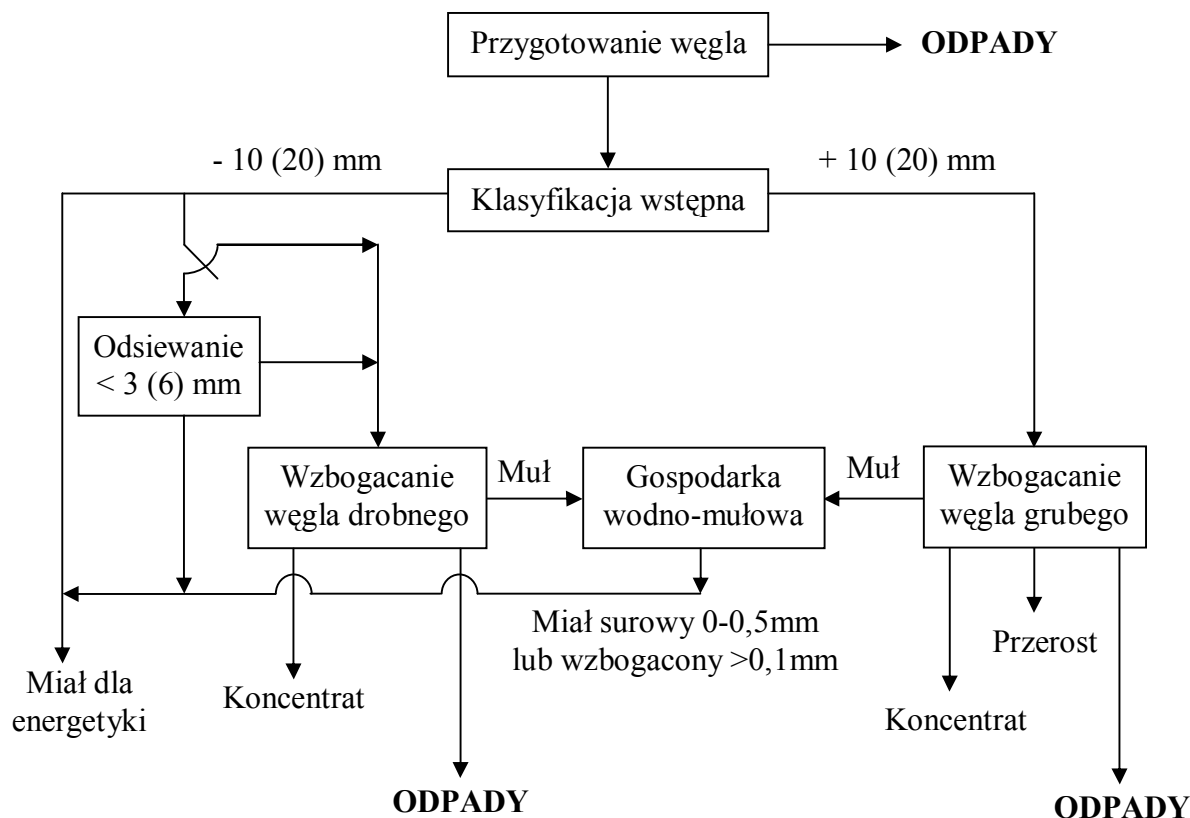
Technologie tą wyróżnia:

- wzbogacanie węgla energetycznych typów 31, 32, 33,
- wzbogacanie grawitacyjne węgla o uziarnieniu powyżej (10) 20 mm,
- wzbogacanie części mialu węglowego lub całości po wydzieleniu z niego drobnych węgla o uziarnieniu 0÷3 (6) mm,
- wzbogacanie grawitacyjne mułów w niepełnym zakresie uziarnienia,
- odwadnianie mułów metodą filtracji próżniowej,
- sortymenty handlowe: koncentraty grube, koncentraty średnie, koncentraty mialowe, mialy surowe o zróżnicowanych parametrach.

Opis technologii

Technologie wzbogacanie węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 0,1 mm są technologiami, w których nowe zakłady przerobcze projektowano w latach 1985÷1995. W minionym okresie niektóre zakłady przerobcze pracujące w technologii wzbogacania powyżej 20(10) mm zostały zmodernizowane przez wprowadzenie rozwiązań z zakresu tej właśnie technologii. W stosunku do rozwiązań omówionych powyżej są koncepcyjnie bardziej rozwinięte i bogatsze w nowoczesne maszyny. Zakres wzbogacania węgla jest znacznie poszerzony szczególnie w odniesieniu do węgla drobnych i najdrobniejszych.

W technologii tej wydobyty na powierzchnię węgiel surowy kierowany jest do zakładu przerobczego, gdzie poddaje się go różnym operacjom wzbogacania. Operacje te przedstawione zostały w schemacie blokowym na rys. 3.



Rys. 3. Schemat blokowy operacji w technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 0,1 mm

Wydobyty na powierzchnię węgiel surowy poddawany jest w zakładzie przeróbczym operacji przygotowania. Sposób przygotowania węgla, wydzielenia z niego zanieczyszczeń oraz kruszenia grubszych kawałków węgla jest identyczny jak w przypadku technologii wzbogacania powyżej 20(10) mm. Również w tym węzle technologicznym stosowane te same maszyny i urządzenia, które opisano w poprzednio charakteryzowanej technologii.

Wstępnie oczyszczony urobek węglowy kierowany jest do klasyfikacji wstępnej, która jest bardziej skomplikowana w porównaniu z poprzednio opisaną technologią. W tej technologii stosowana jest klasyfikacja wstępna, zasadnicza oraz dodatkowe wysiewanie z części produktu dolnego klasyfikacji wstępnej drobnych węgli, na przykład o uziarnieniu na ogół poniżej 6 mm, a niekiedy 3 mm. Celem tego zabiegu jest zmniejszenie ilości najdrobniejszych ziarn węglowych poddawanych kontaktowi z ośrodkiem



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



wodnym i zmniejszenie tym samym ilości mułów kierowanych do obiegu wodno - mułowego.

Klasyfikacja wstępna realizowana jest z reguły na sucho przy różnych otworach sit: od 6 do 20 mm, co jest możliwe dzięki stosowaniu przesiewaczy wibracyjnych „bananowych” typu PZ względnie innych przesiewaczy wibracyjnych wyszczególnionych w technologii wzbogacania powyżej 10 (20) mm, np. przesiewaczy PWK-1, PWP-1, PWE-1.

Produkt górny klasyfikacji wstępnej poddawany jest wzbogacaniu, natomiast produkt dolny, podsitowy w szeregu przypadkach jest dalej klasyfikowany na sucho na przesiewaczach specjalnych typu Liwell. Produkt górny tych przesiewaczy, pozbawiony znacznej ilości najdrobniejszych ziarn, stanowi nadawę do wzbogacania grawitacyjnego w osadzarkach. Znane są nieliczne przypadki stosowania przesiewaczy Liwell do klasyfikacji na mokro.

Produkt górny (nadsitowy) węzła klasyfikacji wstępnej o uziarnieniu $20\div(120)$ 200 mm poddawany jest wzbogacaniu najczęściej we wzbogacalnikach cieczy ciężkich zawieszinowych względnie sporadycznie w osadzarkach ziarnowych. Wzbogacanie prowadzone jest dwu lub trójproduktowo w zależności od typu węgla z wykorzystaniem wzbogacalników cieczy ciężkiej typu DISA stosowanych najczęściej. Gęstość rozdziału we wzbogacalnikach cieczy ciężkiej dobierana jest w oparciu o badanie jakości urobku węglowego. W przypadku wodnych osadzarek ziarnowych strefę rozdziału ustala się empirycznie również na podstawie badań jakości urobku i produktów wzbogacania. W procesie wzbogacania, zarówno w przypadku wzbogacalników cieczy ciężkiej jak i wodnych osadzarek ziarnowych wydzielane są odpady.

Odpady gruboziarniste z osadzarek odwadniane są w zasadzie tylko w przenośnikach kubelkowych, natomiast koncentraty odwadnia się na przesiewaczach wibracyjnych.

Drugi produkt węzła klasyfikacji wstępnej, tj. miał węglowy wzbogacany jest w tej technologii grawitacyjnie w osadzarkach wodnych. Stosowane jest wzbogacanie dwu lub trójproduktowe w zależności od charakterystyki densymetrycznej miału węglowego i typu węgla.

Wzbogacanie prowadzone jest powszechnie na nowoczesnych osadzarkach pulsacyjnych polskiej produkcji typu OM lub starszego typu osadzarki ODM lub OBM.

Osadzarki te są wyposażone w nowoczesne systemy sterowania ich pracą.

W wyniku procesu wzbogacania miału węglowego uzyskuje się koncentrat i odpady oraz produkt pośredni (w przypadku trójproduktowego prowadzenia tego procesu). Koncentrat węglowy wraz z całą wodą technologiczną poddawany jest odwadnianiu mechanicznemu dwustopniowemu.

Dobrze odwodnione koncentraty kierowane są do zbiorników o dużych pojemnościach, skąd transportowane są następnie do załadunku. Układy załadunkowe miałów wyposażone są w wagi i zbiorniki obmiarowe, co pozwala na wydajną pracę tych układów.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



Opisany powyżej układ wzbogacania i odwadniania jest klasycznym polskim rozwiązaniem technologicznym dla węgla w zakresie do 0,5 mm, stosowanym od wielu już lat w zakładach przerobczych. Nowością są tylko nowe typy wirówek do odwadniania koncentratów miałowych.

W każdym przypadku wzbogacania węgla w tej technologii, a więc do 0,5 mm lub do 0,1 mm, otrzymujemy zawiesiny wodno-mułowe. Ich ilość i charakterystyka technologiczna jest ściśle związana z masą wzbogacanego węgla oraz jego podatnością na rozmywanie i degradację w ośrodku wodnym.

Charakteryzowana technologia wzbogacania węgla obejmuje całą gamę węgla energetycznych o różnych właściwościach, wzbogaczonych w najliczniej występujących w przemyśle węglowym zakładach przerobczych. Ocenia się, że do obiegu wodno-mułowego przechodzi duża masa substancji o bardzo niekorzystnej charakterystyce technologicznej, drobnych nie wzbogaconych mułów 0÷(0,1) 0,5 mm o stosunkowo wysokiej zawartości popiołu, które trzeba z obiegu wydzielać i odwadniać, aby otrzymać czystą wodę i ponownie wykorzystać ją w procesach przerobczych.

Ze względu na przyjęty zakres wzbogacania węgla w ośrodku wodnym w zakładach przerobczych stosujących tą technologię wzbogacania, mamy dwa źródła zawiesin wodno-mułowych:

- węzeł rekuperacji,
- układ odwadniania koncentratów drobnoziarnistych.

Zawiesiny z węzła rekuperacji oraz z układu odwadniania drobnych koncentratów według klasycznych wytycznych projektowych BP Separator, kierowane są grawitacyjnie do klasyfikacji hydraulicznej realizowanej w rzapiach klasyfikujących przy obciążeniu jednostkowym wynoszącym 15÷30 m³/m²·h. W niektórych zakładach zawiesiny z rekuperacji kierowane są do osadzarek i wykorzystywane jako woda technologiczna (górną), dzięki czemu zmniejsza się znacznie ilość wody obiegowej w zakładzie przerobczym.

Zadaniem procesu klasyfikacji hydraulicznej jest wydzielenie z wody obiegowej grubszych ziarn mułowych zanim zostanie ona poddana dalszym procesom wodno-mułowym. W wyniku klasyfikacji hydraulicznej dużej ilości zawiesin otrzymuje się produkt dolny o koncentracji części stałych około 200÷350 kg/m³ zawierający grubsze ziarna mułowe o stosunkowo niskiej zawartości popiołu, który poddawany jest odwadnianiu.

Produkt przelewowy klasyfikacji hydraulicznej kierowany jest grawitacyjnie do węzła klarowania z flokulacją, w którym pracują zagęszczacze promieniowe Dorra o dużych średnicach powyżej 30 m. Do procesu oczyszczania zawiesin stosuje się wysokoefektywne środki flokulacyjne anionowe dozowane w postaci roztworu o stężeniu około 0,1%. Dawka środków flokulacyjnych jest zróżnicowana w zależności od charakterystyki zawiesiny i kształtuje się w granicach 1÷5 g/m³.

Sklarowana woda obiegowa w całości zawracana jest przy pomocy pomp wirowych typu PH lub PŁ do zbiornika wody obiegowej usytuowanego w zakładzie przerobczym, z którego kierowana jest do podstawowych operacji przerobczych takich, jak: splukiwanie obciążnika, wzbogacanie



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



i uszczelnianie pomp wirowych. Produkt dolny węzła klarowania, stanowiący silnie zagęszczoną zawiesinę o koncentracji powyżej 450 kg/m^3 poddawany jest mechanicznemu odwadnianiu. Jest to produkt z reguły o niekorzystnych właściwościach filtrujących. W zależności od jego charakterystyki stosowane są różne sposoby odwadniania.

Dla mułów węglowych o niskiej i średniej zawartości popiołu stosowany jest bardzo często tradycyjny proces filtracji próżniowej z flokulacją, a w nielicznych przypadkach prasy taśmowo-sitowe. Produkt tego procesu jest bardzo wilgotny.

Najbardziej skuteczne odwodnienie mułów węglowych uzyskuje się w prasach filtracyjnych komorowych typu PF-570 i PF-750, obłożonych przegrodami monofilamentowymi. Prasy pracują pod ciśnieniem $0,1 \text{ MPa}$ w sposób periodyczny i są sterowane półautomatycznie. Produkt odwadniania można mieszać z mułem węglowym. W procesie odwadniania mułów otrzymuje się filtry o różnym stopniu zanieczyszczenia. Są one kierowane do procesu klarowania.

W zakładach przeróbczych wzbogacających węgiel kamienny według opisywanej technologii stosowany jest monitoring jakościowo-ilościowy. Dotyczy on głównie nadawy i produktów finalnych, jakości mialów surowych oraz kontroli ważniejszych procesów przeróbczych. Jest on niewystarczający w świetle dużej liczby produktów finalnych powstających w tych zakładach przeróbczych.

Zalety technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej $0,1 \text{ mm}$

- stosowanie w szerokim zakresie nowoczesnych rozwiązań technologicznych, maszyn i urządzeń głównie w takich węzłach technologicznych jak: klasyfikacja wstępna, wzbogacanie węgla gruboziarnistych oraz wzbogacanie węgla drobnych oraz gospodarka wodno-mułowa,
- możliwość wzbogacania całości lub części mialu węglowego i produkcji wysokojakościowych koncentratów mialowych odpowiadających potrzebom przemysłu, energetyki przemysłowej i eksportu,
- możliwość produkcji sortymentów groszkowych o bardzo dobrych parametrach jakościowych i ekologicznych.

Wady technologii:

- niedobór nowoczesnych maszyn do odwadniania węgla najdrobniejszych,
- nadmierna liczba sortymentów handlowych,
- stosowanie do odwadniania mułów surowych lub mułów wzbogaconych mało efektywnego procesu filtracji próżniowej dającego osady o nadmiernej zawartości wilgoci ($25\div 35 \%$), która jest powodem trudności z ich zagospodarowaniem oraz przyczyną kierowania znacznej ilości tych mułów do osadników zewnętrznych,

- prowadzenie gospodarki wodno-mułowej na osadnikach zewnętrznych, kosztownej i uciążliwej dla środowiska naturalnego,
- niewystarczający zakres monitoringu podstawowych procesów przerobczych,
- brak sprawnie działających układów do uśredniania i tworzenia produktów miałowych o jednorodnej strukturze jakościowej i ziarnowej wymaganej przez energetykę i przemysł,
- brak systemów do pobierania próbek węgla i przygotowania próbek laboratoryjnych,
- niska średnia cena zbytu.

Produkty technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 0,1 mm przedstawiono w tabeli 33.

Tabela 33 Produkty technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 0,1 mm

Lp.	Produkty procesu	Parametry			
		Q _i ^r - wartość opałowa [GJ/Mg]	A ^r - zawartość popiołu [%]	S ^r - zawartość siarki całkowitej [%]	W ^r _{ex} - zawartość wilgoci przemijającej (r w stanie roboczym) [%]
1.	sortymenty grube : 25÷200 mm	23÷28	5÷11	0,5÷1,0	< 5
2.	sortymenty średnie : 8÷20 mm	24÷28	5÷10	0,5÷1,0	5÷7
3.	sortymenty miałowe: 0÷(10)20 mm	20÷23	< 22	0,8÷1,0	8÷10 (12)
4.	sortymenty miałowe: 0,1 ÷10(20) mm w pełni wzbogacone	>23	< 16	< 0,8 (0,6)	8÷10

W przypadku opisywanej technologii zauważyć można znaczącą poprawę jakości sortymentów miałowych. Zwiększyła się ich wartość opałowa, zmniejszyła się w nich korzystnie zawartość popiołu oraz siarki całkowitej. Wynika to między innymi z tego, że energetyka zawodowa sięga coraz częściej po węgle o wyższej wartości opałowej, np. powyżej 23 GJ/Mg i bardzo niskiej zawartości siarki, znacznie poniżej 1 %, a nawet poniżej 0,6 %. W zakresie sortymentów średnioziarnistych, które nabywane są przez różny przemysł, gospodarke komunalną i gospodarstwa domowe, również nastąpiła poprawa parametrów jakościowych węgla; wzrosła ich wartość opałowa do około 28 GJ/Mg oraz zmniejszyła się w nich zawartość popiołu do około 10% i poniżej. Jakość sortymentów gruboziarnistych jest mniej więcej porównywalna z jakością tych parametrów gruboziarnistych, jakie



uzyskuje się według technologii przerobczych z, wykorzystaniem których wzbogacane są węgle energetyczne o uziarnieniu powyżej 20(10) mm.

Pozostałe parametry charakteryzujące technologię przedstawia tabela 34.

Tabela 34 Parametry charakteryzujące technologię wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 0,1 mm

Lp.	Parametr	Wielkość
1.	Projektowa wydajność zakładów przerobczych	800÷1200 Mg/h
2.	Jednostkowy koszt produkcji netto	9÷14 zł/Mg
3.	Wychód produktu handlowego	ok. 68 %
4.	Ilość wydzielanych odpadów z materiału surowego	ok. 32 %
5.	Ciężar właściwy rozdziału materiału	1,5÷1,8 g/cm ³
6.	Maszynowe klasy wzbogacania	(10) 20÷200 mm, (0,1) 0,5÷(10) 20 mm

W technologii wzbogacania węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 0,1 mm odpady wydzielane są w trzech węzłach układu technologicznego: węzle przygotowania węgla do wzbogacania, w węzle wzbogacania węgla grubego i w węzle wzbogacania węgla drobnego.

Są to odpady:

- gruboziarniste o uziarnieniu +10(20) mm, zawartości substancji węglowej od ok. 5(2,03) do ok. 15(16,41)%, zawartości siarki 0,09 do 3,7 % (średnio < 1%) i zawartości wilgoci w granicach 4 – 6%,
- drobnoziarniste o uziarnieniu poniżej (10)20 mm, zawartości substancji węglowej od ok. 8 do ok. 20%, zawartości siarki nieco powyżej 1,0 % i zawartość wilgoci od ok.10 do ok. 12%.

Ilość wydzielonych odpadów w tej technologii wzbogacania węgla szacowana jest na wielkość ok. 32 % urobku surowego.

Wzbogacania węgla energetycznego w pełnym zakresie uziarnienia

Technologię tą wyróżnia:

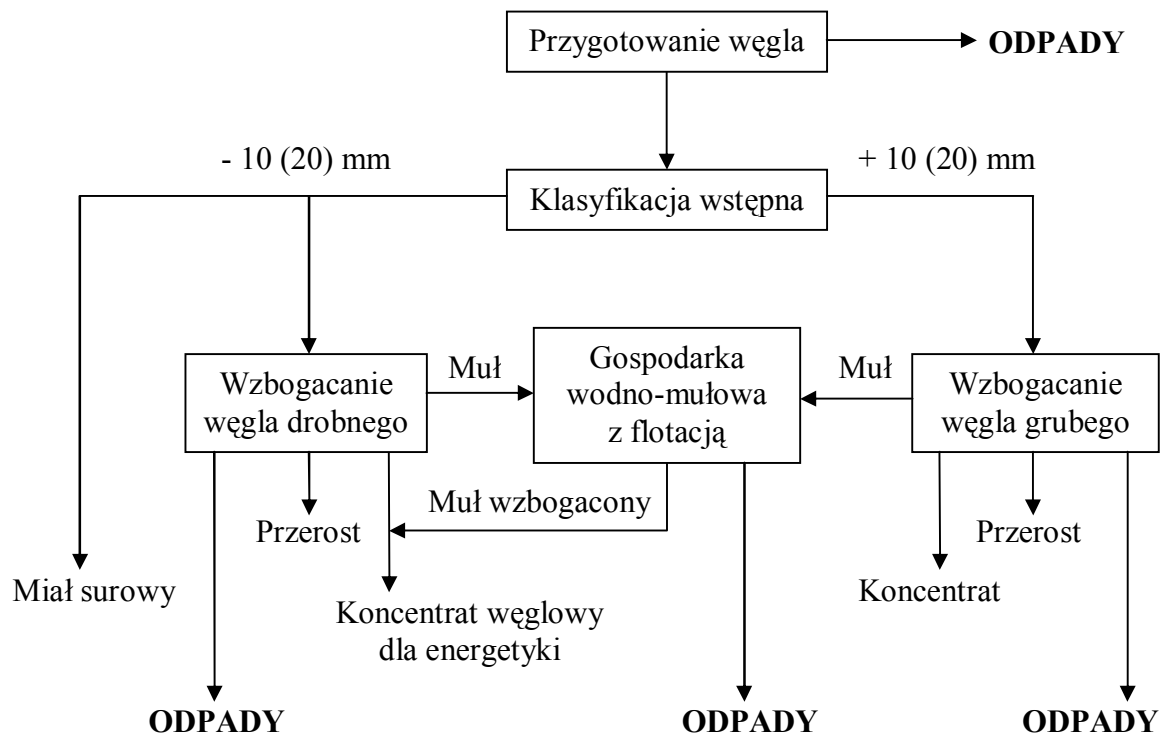
- wzbogacanie węgli energetycznych, głównie typów 33,
- wzbogacanie grawitacyjne węgli o uziarnieniu powyżej (10) 20 mm,
- wzbogacanie całości lub znacznej części mialu węglowego,
- wzbogacanie fizyko-chemiczne mułów w niepełnym zakresie uziarnienia,
- odwadnianie koncentratów mułowych metodą odśrodkową,
- sortymenty handlowe: koncentraty grube, koncentraty średnie, koncentraty mialowe, mial surowy.

Opis technologii

W opisywanej technologii wzbogacania węgla wykorzystywane są fizykochemiczne procesy rozdziału (flotacji) dla węgla o najdrobniejszym wymiarze ziarna. Technologie te stosowane są w najnowszych budowanych lub modernizowanych zakładach przerobczych, w których możliwe są warunki techniczne do wzbogacania węgla w pełnym zakresie uziarnienia i skutecznego odwadniania uzyskanych produktów przy zachowaniu wymogów ochrony środowiska naturalnego. W odniesieniu do technologii wzbogacania węgla o uziarnieniu do 0,1mm czynnikiem wyróżniającym jest tutaj zastosowanie procesu fizykochemicznego jako jedyne dla mułów węglowych o uziarnieniu poniżej (0,1) 0,5 mm.

W stosunku do rozwiązań poprzednio omówionych powyżej są koncepcyjnie bardziej rozwinięte i bogatsze w nowoczesne maszyny. Zakres wzbogacania węgla jest znacznie poszerzony szczególnie, jeśli chodzi o węgle drobne i najdrobniejsze.

Operacje wzbogacania węgla w opisywanej technologii przedstawione zostały w schemacie blokowym na rys. 4.



Rys. 4. Schemat blokowy operacji w technologii wzbogacania węgla energetycznego w pełnym zakresie uziarnienia



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



Zgodnie przedstawionym schematem operacji technologicznych węgiel wydobyty na powierzchnię kierowany jest do zakładu przerobczego i poddawany operacji przygotowania do procesu wzbogacania. Przygotowanie to, podobnie jak w przypadku opisanych uprzednio technologii obejmuje wydzielenie odpadów (zanieczyszczeń) na węglowych taśmach przebiegających oraz kruszenie największych ziarn (kruszarki KWK100U). W przypadku jednego z zakładów stosowany jest proces wstępnego odkamieniania nadawy z wykorzystaniem kruszarki bębnowej Bradford KB. Pozwala to zmniejszyć ilość kamienia niepotrzebnie kierowanego do zakładu przerobczego i odciążyć w ten sposób wzbogalalniki DISA.

Oczyszczony urobek węglowy poddawany jest następnie klasyfikacji wstępnej, która w zmodernizowanych zakładach przerobczych prowadzona jest na przesiewaczach „bananowych” typu PZ.

Produktami klasyfikacji wstępnej są produkt nadsitowy o uziarnieniu (6)(10)20÷(120) 200 mm oraz dolny, który w zależności od jakości zawartych w nim najdrobniejszych klas ziarnowych może być poddawany jeszcze dodatkowej klasyfikacji na przesiewaczach Liwell w celu ewentualnego odsiania z niego tych klas.

Czynnikiem decydującym o celowości ich wysiewania jest zawartość popiołu i siarki ewentualnie zawartość piasku podsadzkowego w przypadku stosowania w kopalni podsadzki hydraulicznej.

W przypadku produkcji dobrych jakościowo koncentratów węglowych, w tym miałowych, klasyfikacja wstępna prowadzona jest klasycznie na sucho, tzn. dwuproduktowo przy otworach sit 10 ÷ 20 mm.

Produkt górny węzła klasyfikacji wstępnej 10(20) mm jest wzbogacany dwu lub trójproduktowo w zmodernizowanych wzbogalalnikach typu DISA, z automatyczną kontrolą i stabilizacją gęstości cieczy ciężkiej.

Koncentraty gruboziarniste poddawane są odwadnianiu mechanicznemu na przesiewaczach wibracyjnych z natryskiem wody typu PWP-2, WP-2 lub jednopokładowych tego samego typu. Po odwodnieniu koncentraty kierowane są na przesiewacze wibracyjne, do klasyfikacji końcowej, a następnie do zbiorników załadowczych.

Produkty pośrednie ze wzbogalalników DISA są odwadniane na przesiewaczach wibracyjnych z natryskiem wody, po czym kruszone poniżej 20 mm w kruszarkach UP i zbywane jako produkt energetyczny, względnie po skruszeniu są jeszcze dodatkowo wzbogacane w osadzarce miałowej. Uzyskany produkt pośredni o granulacji poniżej 20 mm jest odwadniany dwustopniowo, najpierw na przesiewaczach, a później w odwadniarkach WOW-1,3, po czym zbywany jako produkt energetyczny.

Odpady gruboziarniste odwadniane są na przesiewaczach wibracyjnych jedno lub dwupokładowych typu WP, PWP z natryskiem wody.

Przeróbka węgla gruboziarnistych stanowiących produkt górny klasyfikacji wstępnej w opisywanej technologii wzbogacania nie odbiega w zasadzie od przeróbki w technologii wzbogacania powyżej 0,1 mm. Różnica tkwi w bardziej rozbudowanym układzie wzbogacania produktów pośrednich.



Dotyczy to również przeróbki miałów węglowych otrzymywanych w węźle klasyfikacji wstępnej.

Produkt dolny tej klasyfikacji, tj. miał węglowy, w opisywanej technologii wzbogacany jest grawitacyjnie w wodnych osadzarkach pulsacyjnych, z reguły trójproduktowych, typu OM.

Surowy miał węglowy bez odmulania, kierowany jest do osadzarki z zastosowaniem dwóch alternatywnych wersji rozwiązań:

- na mokro korytem spławnym, do którego doprowadza się wodę,
- na sucho przy pomocy podajnika wibracyjnego.

Wzbogacanie miału węglowego w osadzarkach wodnych trójproduktowych daje trzy produkty, tj. koncentrat, produkt pośredni oraz odpady.

Koncentrat miałowy o uziarnieniu $0 \div (10) 20$ mm odwadniany jest podobnie jak w przypadku schematu PME2 dwustopniowo. Wstępnie na sitach stałych OSO wyposażonych w kosze o szczelinach $0,5 \div 1,0$ mm, na których zachodzi rozdział znacznej ilości wody od koncentratu oraz końcowo w wirówkach filtracyjnych wibracyjnych, np. typu WOW-1,3 lub ślimakowych typu Nael-3A. Wirówki te są wyposażone w kosze szczelinowe o szczelinach $0,5 \div 0,75$ mm.

Odwodnione koncentraty miałowe są gromadzone w zbiornikach w węźle załadunku, skąd ładowane są do wagonów. Węzeł załadunku jest stosunkowo dobrze zautomatyzowany i wyposażony w układy kontroli załadowanego węgla.

Produkt pośredni uzyskiwany z osadzarki miałowej jest odwadniany wstępnie w przenośniku kubelkowym oraz końcowo na przesiewaczach lub w odwadniarkach filtracyjnych. Odwodniony produkt pośredni jest zbywany samodzielnie lub z częścią wysianego miału surowego.

Odpady miałowe odwadniane są w przenośnikach kubelkowych i ewentualnie dodatkowo na przesiewaczach wibracyjnych.

W przypadku opisywanej technologii wzbogacania węgla w pełny zakresie jego uziarnienia do obiegu wodno-mułowego przechodzi określona ilość surowych mułów węglowych o granulacji poniżej $(0,3) 0,5$ mm i niewysokiej zawartości popiołu. Surowe muły węglowe, o dość dobrych właściwościach energetycznych pochodzą z:

- węzła rekuperacji cieczy,
- układu odwadniania koncentratów miałowych.

Całość tych mułów kierowana jest grawitacyjnie do węzła klasyfikacji hydraulicznej, realizowanej w rzapiach klasyfikacyjnych.

W wyniku klasyfikacji hydraulicznej otrzymuje się produkt dolny o stosunkowo dużej koncentracji części stałych w granicach $250 \div 350$ (400) kg/m^3 , zawierający gruboziarniste muły o niskiej zawartości popiołu. Produkt ten poddawany jest na ogół odwadnianiu odśrodkowemu w wirówkach razem z koncentratem flotacyjnym, poprawiając korzystnie uziarnienie i koncentrację części stałych odwadnianej mieszaniny mułów.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



Produkt przelewowy klasyfikacji hydraulicznej kierowany jest do zagęszczacza promieniowego, który stanowi magazyn mułów węglowych przed flotacją. Z niego muł podawany jest do procesu fizykochemicznego wzbogacania, który jako jedyny gwarantuje odzysk najdrobniejszych węgli np. poniżej 0,1 mm z mułów węglowych.

Flotacja prowadzona jest dwuproduktowo z zastosowaniem maszyn flotacyjnych pneumo - mechanicznych, komorowych, typu IŻ-12. Z reguły stosuje się flotowniki trzykomorowe wyposażone w sześć wirników z obustronnym odbiorem produktu pianowego.

Koncentracja części stałych w nadawie kształtuje się w granicach 70-90 kg/m³. Czas flotacji wynosi od 8÷13 minut, dzięki czemu rozdział substancji węglowej od płonnej zachodzi z wysoką selektywnością.

W wyniku procesu flotacji uzyskuje się koncentrat flotacyjny o koncentracji części stałych około 250÷300 kg/m³ i niskiej zawartości popiołu oraz wysokopopiołowe odpady flotacyjne.

Koncentrat flotacyjny poddawany jest odwadnianiu mechanicznemu z zastosowaniem wirówek sedymentacyjno-filtracyjnych, np. typu SVS lub DMI lub SB.

Odpady flotacyjne, z całą prawie wodą technologiczną, poddawane są w pierwszej kolejności procesowi klarowania z flokulacją w zagęszczaczach promieniowych Dorra. Do procesu oczyszczania odpadów flotacyjnych stosowane są wysokoefektywne anionowe flokulanty dozowane w postaci roztworu o stężeniu około 0,1 % w ilościach do około 8 g/m³, w zależności od charakterystyki tych odpadów.

Produkt dolny węzła klarowania o bardzo wysokiej koncentracji części stałych w granicach 500÷600 kg/m² poddawany jest mechanicznemu odwadnianiu w prasach filtracyjnych komorowych typu PF-570 lub PF-750. Prasy te pracują w sposób cykliczny w półautomatyce. Płyty tych pras obłożone są przegrodą monofilamentową.

W wyniku odwadniania otrzymuje się dobrze odwodnione odpady, zbite o dobrych właściwościach transportowych.

Aktualnie, w opisywanej technologii nie kieruje się mułów do osadników zewnętrznych.

W zakładach przeróbczych wzbogacających w opisywanej technologii stosowany jest monitoring ilościowo-jakościowy, który dotyczy nadawy, produktów finalnych oraz ważniejszych procesów przeróbczych. Stosowana jest automatyzacja obejmująca coraz większą liczbę węzłów technologicznych w tych zakładach.

Monitoringiem objęte są również zwały węgla, które stanowią ważny element technologii przeróbczych. Na zwałach tych składuje się produkty miałowe oraz koncentraty średnioziarniste - w okresie braku zamówień lub w okresie braku wagonów.



Zalety technologii wzbogacania węgla energetycznego w pełnym zakresie uziarnienia:

- szeroki zakres stosowanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych, maszyn i urządzeń we wszystkich prawie węzłach zakładu przerobczego takich jak: klasyfikacja wstępna, wzbogacanie węgla grubo i drobnoziarnistych, flotacja, gospodarka wodno-mułowa, a przede wszystkim odwadnianie najdrobniejszych węgli,
- wzbogacania węgla w pełnym zakresie uziarnienia, a tym samym produkcji wysokojakościowych koncentratów węglowych dla potrzeb przemysłu, energetyki przemysłowej, zmodernizowanej energetyki zawodowej oraz eksportu,
- flotacja całości mułów węglowych z zastosowaniem nowych odczynników jako sposób poprawy jakości tych węgli niezbędnej dla skutecznego prowadzenia procesu odwadniania odśrodkowego zamiast filtracji próżniowej,
- coraz szersza przemysłowa aplikacja głębokiego mechanicznego odwadniania koncentratów miałowych i mułowych w szybkoobrotowych wirówkach ślimakowych i sedymentacyjno-filtracyjnych zasilanych nadawą o optymalnej charakterystyce granulometryczno-popiołowej,
- szeroki zakres monitoringu podstawowych procesów przerobczych,
- dobra jakość i mała liczba produktów finalnych,
- korzystna struktura produkcji netto,
- dobra średnia cena zbytu.

Wady technologii:

- złożony układ technologiczno-maszynowy,
- konieczność zapewnienia napływu wysokokwalifikowanych pracowników do obsługi nowoczesnych maszyn i urządzeń,
- dla zapewnienia stabilnej produkcji węgla o bardzo wysokiej jakości wymagane jest wdrożenie systemu zarządzania jakością, środowiskiem, bhp i utrzymaniem ruchu,
- duże zużycie wody, środków chemicznych, sprężonego powietrza i energii,
- wysokie koszty przeróbki do czasu rozwiązania zagadnienia zagospodarowania odpadów przerobczych zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2006/21/WE,
- konieczność rozbudowy zaplecza produkcyjnego dla zabezpieczenia potrzeb w zakresie nowoczesnych odwadniarek, osadzarek o bardzo szerokich łóżach oraz wzbogacalników z cieczą ciężką o wydajności do 700 Mg/h.

Produkty technologii wzbogacania węgla energetycznego typu 33 w pełnym zakresie uziarnienia przedstawiono w tabeli 35.

Tabela 35 Produkty technologii wzbogacania węgla energetycznego typu 33 w pełnym zakresie uziarnienia

Lp.	Produkty procesu	Parametry			
		Q _i ^r - wartość opałowa [GJ/Mg]	A ^r - zawartość popiołu [%]	S ^r - zawartość siarki całkowitej [%]	W ^r _{ex} - zawartość wilgoci przemijającej (r w stanie roboczym) [%]
1.	sortymenty grube : 10(20)÷100 mm	> 28	< 5	< 0,8	< 4
2.	sortymenty średnie : 6(8)÷20 mm	> 29	< 4	< 0,5 (0,4)	4÷6
3.	miał węglowy	> 24	< 17 (10)	< 0,6 (0,5)	< 7÷10

Struktura produkcji netto dla tej technologii jest korzystna i cechuje się wysokim udziałem węgla wzbogaconych. Jakość podstawowego produktu węglowego przeznaczonego dla energetyki będzie wysoka. Jest to produkt o zawartości popiołu poniżej 10 (15) %, siarki całkowitej poniżej 0,6 % i wartości opałowej powyżej 26 GJ/Mg. Wzbogacanie w tej technologii daje produkt bardzo dobrze odwodniony i uśredniony o stabilnych parametrach jakościowych. Jego parametry ekologiczne są również korzystne. Pozostałe parametry charakteryzujące technologię przedstawia tabela 36.

Tabela 36 Parametry charakteryzujące technologię wzbogacania węgla energetycznego w pełnym zakresie uziarnienia

Lp.	Parametr	Wielkość
1.	Projektowa wydajność zakładów przerobczych	1100÷1600 Mg/h
2.	Jednostkowy koszt produkcji netto	10÷15 zł/Mg
3.	Wychód produktu handlowego	65÷75 %
4.	Ilość wydzielanych odpadów z materiału surowego	25÷35 %
5.	Ciężar właściwy rozdziału materiału	1,5÷1,8 g/cm ³
6.	Maszynowe klasy wzbogacania	(8) 10÷200 mm, (0,3)÷(8)10 mm 0÷0,3 mm

W technologii wzbogacania węgla energetycznego w pełnym zakresie uziarnienia odpady wydzielane są w czterech węzłach układu technologicznego: węzle przygotowania węgla do wzbogacania, w węzle wzbogacania węgla grubego, w węzle wzbogacania węgla drobnego i węzle flotacji.



Są to odpady:

- gruboziarniste o uziarnieniu +10(20) mm, zawartości substancji węglowej od ok. 5 do ok. 15%, zawartości siarki 0,09 do 3,7 % (średnio < 1%) i zawartości wilgoci w granicach 4 – 6%,
- drobnoziarniste o uziarnieniu poniżej (10)20 mm, zawartości substancji węglowej od ok. 8 do ok. 20%, zawartości siarki nieco powyżej 1,0 % i zawartość wilgoci od ok.10 do ok. 12%.
- flotacyjne o uziarnieniu poniżej 0,3 (0,5) mm, zawartości substancji węglowej przeciętnie ok. 20%, (w niektórych przypadkach dochodzi nawet do 30%), zawartości siarki na ogół powyżej 1% (w skrajnych przypadkach nawet ok. 3%) i wilgoci powyżej 20%.

Ilość wydzielonych odpadów w tej technologii wzbogacania węgla szacowana jest na wielkość od ok. 25 do 35 % urobku surowego.

Wzbogacanie węgla koksowego w pełnym zakresie uziarnienia

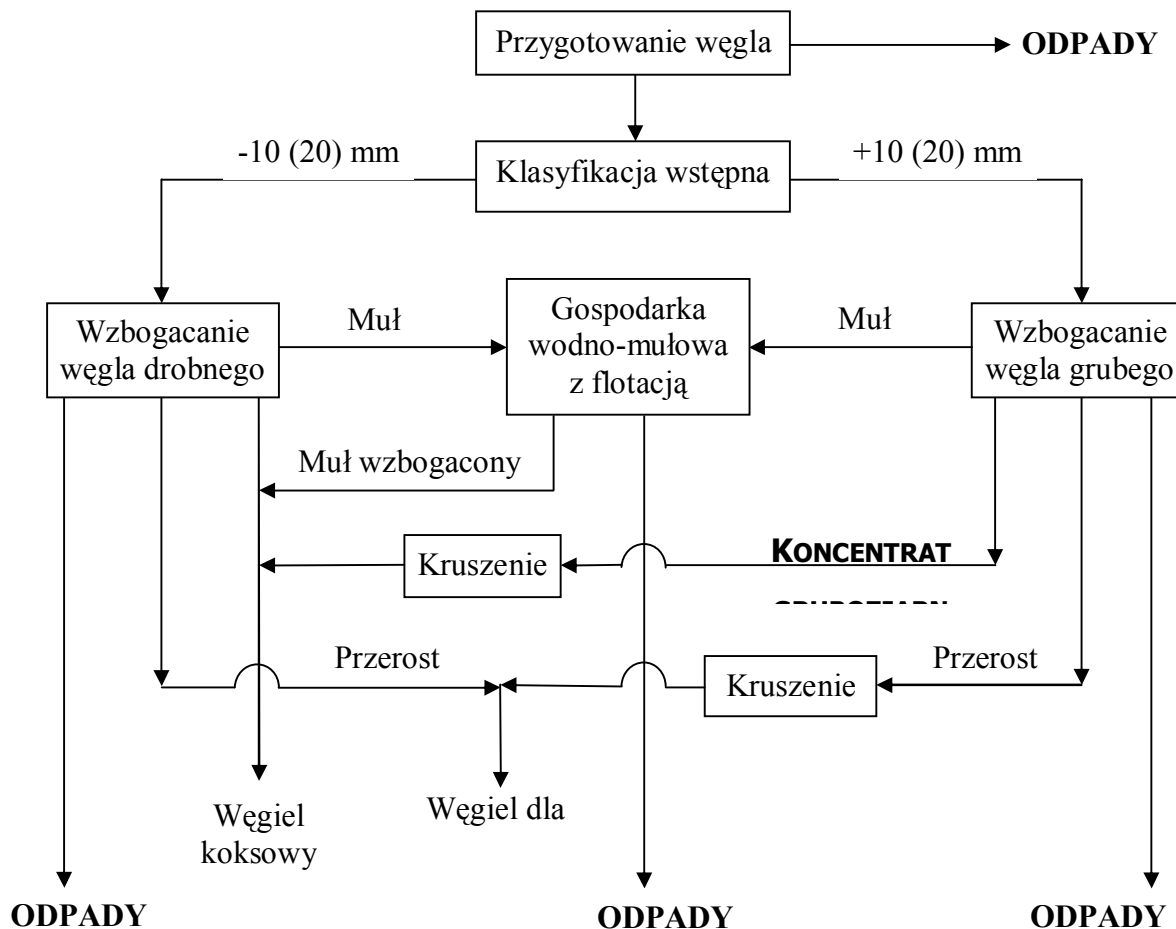
Technologię tą wyróżnia:

- wzbogacanie węgla koksowych, głównie typów 34, 35,
- wzbogacanie grawitacyjne węgla o uziarnieniu 0,3÷(65, 80) 200 mm,
- wzbogacanie mułów 0÷0,3 mm metodą flotacji,
- odwadnianie koncentratów mułowych metodą suszenia termicznego lub metodą odśrodkową,
- sortymenty handlowe: koncentrat węglowy pokruszony < 20 mm (wsad), produkt pośredni.

Opis technologii

W technologii wzbogacania węgla koksowych w pełnym zakresie uziarnienia wykorzystywana jest fizykochemiczna metoda flotacji pianowej dla najdrobniejszych węgla o wielkości ziarna poniżej 0,3 mm. W technologii tej koncentrat flotacyjny suszony jest w specjalnych suszarkach termicznych (rozwiązania starszego typu) lub głęboko odwadniany mechanicznie w wirówkach sedymentacyjno-filtracyjnych typu SVS lub DMI lub SB.

Operacje wzbogacania węgla w opisywanej technologii przedstawione zostały w schemacie blokowym na rys. 5.



Rys. 5. Schemat blokowy operacji w technologii wzbogacania węgla koksowego w pełnym zakresie uziarnienia

Zgodnie z tą technologią urobek kierowany do zakładu przerobczego poddawany jest operacji przygotowania.

W stosunku do technologii prezentowanych powyżej jest ona bardziej rozbudowana i zakłada rozdział urobku węglowego na dwie klasy ziarnowe na przesiewaczach wibracyjnych typu WK lub MH jednopokładowych. Stosowany jest rozdział przy wielkości otworów (120) (150) 200 mm. Produkt górny przesiewaczy kierowany jest na taśmę przebieńczą gdzie usuwane są zanieczyszczenia obce, po czym poddawany jest selektywnemu kruszeniu w kruszarkach bębnowych typu KB. Przyjęcie kruszarek selektywnych Bradford do wydzielania z urobku kamienia jest znamienne dla opisywanej technologii i wynika z naturalnej podatności węgla typu 35 na kruszenie, nie spotykanej w przypadku węgla energetycznych.

Wydzielony w tych urządzeniach kamień (odpad) jest odprowadzany na zwalę razem z odpadami płuczkowymi. Przepad kruszarki Bradford (węgiel)



pozbawiony skały płonnej łączony jest z produktem dolnym ww. przesiewaczy wibracyjnych, po czym razem te produkty kierowane są do klasyfikacji wstępnej.

W węzle klasyfikacji wstępnej zainstalowane są głównie przesiewacze PZ, pracujące na sucho, wyposażone w sita o tworach 20 (25) mm i mniejsze. Produkt górny przesiewaczy kierowany jest do wzbogacania grawitacyjnego we wzbogacalnikach z cieczą ciężką, zaś produkt dolny wzbogacany jest w osadzarkach wodnych pulsacyjnych.

Wzbogacanie węgla gruboziarnistych realizowane jest najczęściej we wzbogacalnikach z cieczą ciężką typu DISA. Są to wzbogacalniki trójproduktowe, pracujące przy niskiej gęstości rozdziału na pierwszym stopniu wynoszącej $1,4 \div 1,45 \text{ g/cm}^3$ w celu otrzymania niskopopiołowego koncentratu oraz przy gęstości rozdziału wysokiej wynoszącej $1,75 \div 1,8 \text{ g/cm}^3$, dla uzyskania wysokopopiołowych odpadów.

Koncentrat gruboziarnisty odwadniany jest podobnie jak w przypadku technologii wzbogacania węgla energetycznych, na przesiewaczach wibracyjnych jedno lub dwupokładowych typu WP, PWP lub rzadziej na przesiewaczach PWE, pracujących z natryskiem. Następnie jest kruszony poniżej 20 mm w kruszarkach pierścieniowych typu UP i gromadzony w zbiorniku węgla wsadowego $0 \div 20 \text{ mm}$. Produkt pośredni ze wzbogacalników z cieczą ciężką również po odwodnieniu na przesiewaczach wibracyjnych tego samego typu jak wyżej kruszony jest poniżej 20 mm w kruszarkach UP i kierowany do zbiorników produktów handlowych (węgla energetycznego).

Odpady gruboziarniste po odwodnieniu na przesiewaczach wibracyjnych kierowane są do zbiorników, skąd wywożone są transportem kolejowym na składowisko.

Charakterystyka densymetryczna urobku węglowego w zakładach przerobczych wzbogacających węgle typu 35 potwierdza wysoki w nim udział skały płonnej, szczególnie w zakresie ziarn powyżej 20 mm. Wynikiem tego jest to, że mamy duży wychód odpadów, kształtujący się w granicach $45 \div 50$ (55) %, nie spotykany w przypadku węgla energetycznych.

Surowy miał węglowy o granulacji $0 \div 20 \text{ mm}$ z klasyfikacji wstępnej poddawany jest, bez odmulania, wzbogacaniu grawitacyjnemu w osadzarkach pulsacyjnych typu OM. Stosowane są osadzarki OM-24D i OM-18D trójproduktowe, pracujące w automatyce. Są to osadzarki zmodernizowane i wyposażone w nowe podzespoły podnoszące sprawność technologiczną wzbogacania. Wzbogacany w osadzarkach miał węglowy zwilżony jest wstępnie wodą i równomiernie rozprowadzany na całą ich szerokość. Udział mialu w urobku węglowym jest wysoki i kształtuje się obecnie w granicach $70 \div 75$ %, co wynika z naturalnych właściwości węgla koksowych typu 35. Rzutuje to na kształt węzła wzbogacania i odwadniania uzyskanych produktów.

W wyniku wzbogacania uzyskuje się koncentrat mialowy o uziarnieniu poniżej 20 mm, produkt pośredni oraz odpady mialowe w dużej ilości.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



Koncentrat miałowy, poddawany jest dwustopniowemu odwadnianiu; wstępnie na sitach OSO o średnicy dochodzącej do 3200 mm gdzie zachodzi oddzielenie znacznej ilości wody od węgla oraz końcowo w odwadniarkach wibracyjnych, poziomych typu WOW-1,3. Odwodniony koncentrat o zawartości wilgoci przemijającej około 7÷10 % w zależności od zawartości w nim najdrobniejszych ziarn węglowych kierowany jest do zbiorników węgla wsadowego, po czym ładowany jest do wagonów.

Najnowsze rozwiązania tego węzła zakładają stosowanie bardziej efektywnych wirówek ślimakowych oraz zmianę uziarnienia odwadnianego koncentratu, poprzez wydzielenie z niego np. ziarn poniżej 2 mm.

Produkt pośredni uzyskiwany z osadzarki miałowej jest odwadniany wstępnie w przenośniku kubełkowym oraz końcowo w odwadniarkach WOW-1, 3 lub Nael 3A lub sporadycznie na przesiewaczu wibracyjnym typu WP1. Odwodniony produkt pośredni jest gromadzony w zbiorniku węgla energetycznego wraz z pokruszonym produktem pośrednim z płuczki c.c.

Odpady miałowe odwadniane są w przenośnikach kubełkowych typu B-1000 i gromadzone w zbiornikach, po czym odwołane na składowisko.

W wyniku procesów wzbogacania w ośrodku wodnym powstają zawiesiny wodno-mułowe o mocno zróżnicowanej charakterystyce ziarnowo-popiołowej. Są to zawiesiny z rekuperacji cieczy ciężkiej, które cechuje wysoka zawartość popiołu oraz zawiesiny z węzłów odwadniania produktów miarowych, które cechuje stosunkowo niska zawartość popiołu. Są one poddawane szeregu procesom wodno-mułowym takim, jak: klasyfikacja hydrauliczna, zagęszczanie oraz flotacja.

Całość zawiesin wodno-mułowych kierowana jest najpierw grawitacyjnie do węzła klasyfikacji hydraulicznej realizowanej w rzapiach klasyfikacyjnych. Obciążenie tych rzapi dostosowane jest do jakości klasyfikowanych mułów oraz do uziarnienia tych mułów, jakie chcemy uzyskać w przelewie tego węzła, a tym samym w nadawie do procesu flotacji.

W wyniku klasyfikacji hydraulicznej otrzymuje się produkt dolny o stosunkowo wysokiej koncentracji części stałych w granicach 250÷350 (400) kg/m³, zawierający gruboziarniste muły o niskiej zawartości popiołu. Produkt ten zawracany jest w niektórych zakładach przerobczych do węzła wzbogacania miału. Produkt dolny odwadniany jest w wirówkach sedymentacyjno-filtracyjnych razem z całością koncentratu flotacyjnego.

Produkt górny klasyfikacji hydraulicznej kierowany jest do węzła przygotowania nadawy do procesu flotacji.

Uzyskane z procesu klasyfikacji zawiesiny o uziarnieniu części stałych poniżej 0,3 mm kierowane są do węzła flotacji, która prowadzona jest dwuproduktowo z zastosowaniem maszyn flotacyjnych, pneumomechanicznych, korytowych, głównie typu IZ-12 oraz IZ-5 (jako starsze rozwiązanie). Na ogół stosowane są flotowniki czterokomorowe wyposażone w osiem wirników z obustronnym odbiorem produktu pianowego. Koncentracja części stałych w nadawie kształtuje się w granicach 70÷90 kg/m³. Czas flotacji wynosi od 8÷13 minut, co daje gwarancję na to,



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICTWA SKALNEGO



że rozdział substancji węglowej od mineralnej będzie przebiegał z wysoką selektywnością. Odczynniki flotacyjne dozowane są do zbiornika kondycjonującego przed flotownikami w ilości $0,3 \div 0,8$ kg/Mg.

Dawki odczynników flotacyjnych są zróżnicowane i wynikają też z obecności soli w nadawie flotacyjnej, która wspomaga proces fizykochemicznego rozdziału.

W wyniku procesu flotacji uzyskuje się koncentrat flotacyjny o koncentracji części stałych około $250 \div 300$ kg/m³ i niskiej zawartości popiołu oraz odpady flotacyjne o dużej zawartości popiołu.

Koncentrat flotacyjny odwadniany jest obecnie dwoma alternatywnymi, różniącymi się sposobami. Pierwszy ze sposobów polega na odwadnianiu dwustopniowym, gdzie wstępnie koncentrat odwadniany jest metodą filtracji próżniowej z wykorzystaniem filtrów próżniowych typu FTPO-180 lub FT-C150, na których uzyskuje się osady o zawartości wilgoci około $24 \div 28\%$ oraz końcowo metodą suszenia termicznego w suszarkach bębnowych konwekcyjnych typu ROW-2. Suszarki te opalane są pyłem węglowym

lub przerostami miałowymi. Suszarki te przy ich projektowej wydajności paleniska mogą dać wysuszony koncentrat flotacyjny o zawartości wilgoci całkowitej $8 \div 13\%$. To rozwiązanie funkcjonuje w kilku zakładach przeróbczych. Ze względu jednak na wysokie koszty oraz negatywny wpływ na środowisko naturalne jest zastępowane rozwiązaniem nowszym. Jest to drugi ze stosowanych obecnie sposobów polegający na głębokim mechanicznym odwadnianiu w wirówkach sedymentacyjno-filtracyjnych typu SVS lub DMI lub SB. Uznawany jest jako tańszy, równie skuteczny oraz bez negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

Odpady flotacyjne z całą prawie wodą technologiczną poddawane są w pierwszej kolejności procesowi klarowania z flokulacją w zagęszczaczach promieniowych Dorra o dużych średnicach równych 45 m. Do procesu oczyszczania odpadów flotacyjnych stosowane są wysokoefektywne, anionowe flokulanty dozowane w postaci roztworu około 0,1 % w ilościach do około 8 g/m³, w zależności od charakterystyki tych odpadów.

Produkt dolny węzła klarowania (odpady) o bardzo wysokiej koncentracji części stałych w granicach 500-700 kg/m³ poddawany jest mechanicznemu odwadnianiu w prasach filtracyjnych komorowych typu PF-570 lub PF-750. Prasy te pracują cyklicznie w półautomacie.

W wyniku odwadniania otrzymuje się dobrze odwodnione odpady, które transportowane są na centralne składowiska odpadów.

Drugi produkt pras filtracyjnych, tj. filtrat, stanowiący czystą wodę technologiczną, kierowany jest do węzła klarowania odpadów flotacyjnych z flokulacją.

W zakładach przeróbczych stosowany jest monitoring ilościowo-jakościowy, który dotyczy nadawy, produktów finalnych oraz ważniejszych procesów przeróbczych. Stosowana jest też w coraz szerszym zakresie automatyzacja tych procesów.



Zalety technologii wzbogacania węgla koksowego w pełnym zakresie uziarnienia:

- wstępne wydzielanie kamienia z urobku węglowego,
- stosowanie nowoczesnych rozwiązań, maszyn i urządzeń przerobczych zapewniających produkcję kwalifikowanego węgla wsadowego w pełnym zakresie uziarnienia,
- głębokie mechaniczne odwadnianie koncentratów miałowych z zastosowaniem wysokoobrotowych wirówek ślimakowych oraz koncentratów flotacyjnych o zmodyfikowanym składzie ziarnowym w wirówkach sedymentacyjno-filtracyjnych nowej generacji zamiast procesu termicznego suszenia, kosztownego i uciążliwego dla środowiska naturalnego,
- korzystna struktura produktu wsadowego,
- szeroki zakres monitoringu podstawowych procesów przerobczych,
- coraz szerszy zakres stosowania urządzeń do zautomatyzowanego pobierania próbek węgla i przygotowania próbek laboratoryjnych.

Wady technologii:

- złożony układ technologiczno-maszynowy do wzbogacania węgla i odwadniania uzyskanych produktów, wymagający wysokokwalifikowanych pracowników,
- sposób przygotowania węgla wsadowego, nie w pełni akceptowany przez koksowników,
- wysokie zużycie wody, środków chemicznych, sprężonego powietrza i energii,
- wysokie koszty przeróbki do czasu rozwiązania zagadnienia zagospodarowania odpadów przerobczych zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2006/21/WE,
- konieczność rozbudowy zaplecza produkcyjnego dla zabezpieczenia potrzeb w zakresie nowoczesnych odwadniarek, osadzarek o bardzo szerokich łóżach i wzbogacalników z cieczą ciężką o wydajności do 700 Mg/h.

Produktami procesu wzbogacania węgla koksowych typu 34 i 35, o parametrach: A^d – zawartość popiołu w stanie suchym, V^{daf} – zawartość części lotnych w stanie suchym i bezpopiołowym, CRI – wskaźnik reakcyjności koksu wobec dwutlenku węgla, CSR - wskaźnik wytrzymałości koksu po reakcyjności, S_t^a , Cl^a - zawartość siarki i chloru w stanie powietrzno-suchym, Q_i^f - wartość opałowa, A^f - zawartość popiołu, S_t^f - zawartość siarki całkowitej, W^f_{ex} - zawartość wilgoci przemijającej (f w stanie roboczym), są:

Węgiel wsadowy: 0 ÷ 20 mm, typ 34.2, 35,1; 35,2:

$$A^d = 5,7 \div 7,5 \%$$

$$V^{daf} = 21,2 \div 29,5 \%$$

$$CRI = 25,0 \div 45,0 \%$$

$$CSR = 52,0 \div 68,8 \%$$



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



$$S_t^a = 0,55 \div 0,72 \%$$

$$Cl^a = 0,08 \div 0,15 \%$$

$$Q_i^r = 29,1 \div 29,9 \text{ GJ/Mg}$$

$$W_t^r = 8,5 \div 10 \%$$

Węgiel energetyczny 0÷20 mm:

$$Q_i^r = 21,1 \div 22,4 \text{ GJ/Mg}$$

$$A^r = 23,1 \div 26,4 \%$$

$$S_t^r = 0,68 \div 0,79 \%$$

$$W_t^r = 7,8 \div 10,5 \%$$

Struktura produkcji netto dla opisanej technologii przeróbki jest korzystna, gdyż cechuje się ponad 90 % wychodem węgla wsadowego. Jakość podstawowego produktu węglowego przeznaczonego do produkcji koksu jest bardzo wysoka i stabilna, co potwierdza dobry poziom technologii przeróbki mechanicznej w odniesieniu do węgla koksowych.

Pozostałe parametry charakteryzujące technologię przedstawia tabela 37.

Tabela 37 Parametry charakteryzujące technologię wzbogacania węgla koksującego w pełnym zakresie uziarnienia

Lp.	Parametr	Wielkość
1.	Projektowa wydajność zakładów przerobczych	800÷1700 Mg/h
2.	Jednostkowy koszt produkcji netto	10÷16 zł/Mg
3.	Wychód produktu handlowego	55÷75 %
4.	Ilość wydzielanych odpadów z materiału surowego	35÷45 %
5.	Ciężar właściwy rozdziału materiału	1,40 (1,45)÷1,75 (1,80) g/cm ³
6.	Maszynowe klasy wzbogacania	20÷200 mm, (0,3)÷20 mm 0÷0,3 mm

W technologii wzbogacania węgla koksowego w pełnym zakresie uziarnienia odpady wydzielane są w czterech węzłach układu technologicznego: węzle przygotowania węgla do wzbogacania, w węzle wzbogacania węgla grubego, w węzle wzbogacania węgla drobnego i węzle flotacji. Są to odpady:

- gruboziarniste o uziarnieniu +10(20) mm, zawartości substancji węglowej od ok. 5 do ok. 15%, zawartości siarki 0,09 do 3,7 % (średnio < 1%) i zawartości wilgoci w granicach 4 – 6%,
- drobnoziarniste o uziarnieniu poniżej (10)20 mm, zawartości substancji węglowej od ok. 8 do ok. 20%, zawartości siarki nieco powyżej 1,0 % i zawartość wilgoci od ok.10 do ok. 12%.
- flotacyjne o uziarnieniu poniżej 0,3 (0,5) mm, zawartości substancji węglowej przeciętnie ok. 20%, (w niektórych przypadkach dochodzi



nawet do 30%), zawartości siarki na ogół powyżej 1% (w skrajnych przypadkach nawet ok. 3%) i wilgoci powyżej 20%.

Ilość wydzielonych odpadów w tej technologii wzbogacania węgla jest znacznie większa jak w przypadku wszystkich opisanych technologii wzbogacania węgla energetycznego i szacowana jest na wielkość od ok. 35 do 45 % urobku surowego.

1.4. Zasady gospodarowania odpadami wydobywczymi (hierarchia postępowania z odpadami; klasyfikacja obiektów)

Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczymi (Dz. U. z 2008 r. Nr 138 poz. 865) wprowadza hierarchizację postępowania z odpadami wydobywczymi odnosząc ją zarówno w stosunku do wytwórcy odpadów jak i do posiadacza odpadów.

Pojęcie wytwórcy odpadów i posiadacza odpadów precyzuje ustawa z 27 kwietnia 2001 roku o odpadach (Dz. U. Nr 62, poz. 628 z późn. zm.). I tak:

Wytwórca odpadów – to każdy, którego działalność lub bytowanie powoduje powstawanie odpadów, oraz każdy, kto przeprowadza wstępne przetwarzanie, mieszanie lub inne działania powodujące zmianę charakteru lub składu odpadów;

Posiadacz odpadów – to każdy, kto faktycznie włada odpadami (wytwórca odpadów, inna osoba fizyczna, osoba prawna lub jednostka organizacyjna), z wyłączeniem prowadzącego działalność w zakresie transportu odpadów

Hierarchia postępowania z odpadami wydobywczymi:

- stosowanie takich sposobów poszukiwania, rozpoznawania, wydobywania, przeróbki i magazynowania, które zapobiegają powstawaniu odpadów wydobywczymi lub pozwalają utrzymać na możliwym najniższym poziomie ich ilość, jak również ograniczają negatywne oddziaływanie na środowisko lub zagrożenie życia i zdrowia ludzi, przy uwzględnieniu najlepszych dostępnych technik – obowiązek wytwórcy odpadów wydobywczymi
- poddanie odpadów wydobywczymi odzyskowi, a jeżeli z przyczyn technologicznych jest on niemożliwy lub nie jest uzasadniony z przyczyn ekonomicznych, poddanie procesom unieszkodliwienia zgodnie z wymaganiami ochrony środowiska lub programem gospodarowania odpadami wydobywczymi, przy uwzględnieniu najlepszych dostępnych technik – obowiązek posiadacza odpadów wydobywczymi,
- przekazanie odpadów wydobywczymi, które z przyczyn technologicznych lub ekonomicznych nie mogą być poddane odzyskowi, do najbliższych położonych miejsc, w których mogą być poddane unieszkodliwieniu, przy uwzględnieniu najlepszych dostępnych technik, w szczególności do



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych - obowiązek posiadacza odpadów wydobywczych.

Obiekt unieszkodliwiania odpadów wydobywczych to obiekt przeznaczony do składowania odpadów wydobywczych w formie stałej, ciekłej, w roztworze lub zawieszynie, w tym tamy, hałdy i stawy osadowe. Za obiekty unieszkodliwiania odpadów wydobywczych nie uznaje się wyrobisk górniczych wypełnianych odpadami wydobywczymi w celach rekultywacyjnych i technologicznych.

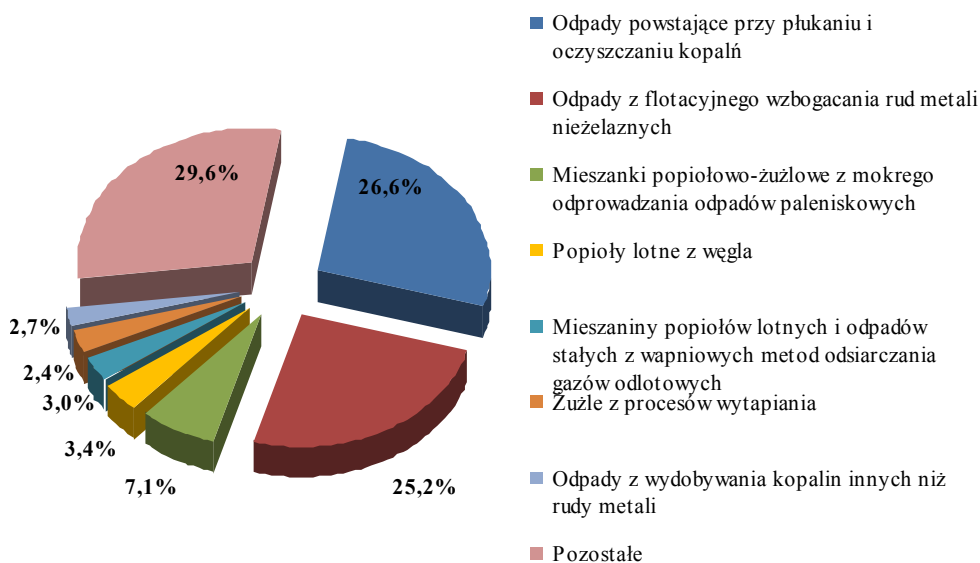
Obiekty unieszkodliwiania odpadów wydobywczych dzieli się na:

- obiekty unieszkodliwiania odpadów wydobywczych kategorii A, jeżeli:
 - brak działania lub niewłaściwe działanie mogłoby spowodować poważny wypadek,
 - składowane są w nim odpady niebezpieczne,
 - składowane w nim odpady wydobywcze zawierają substancje lub preparaty niebezpieczne;
- pozostałe obiekty unieszkodliwiania odpadów wydobywczych.

2. Inwentaryzacja ilościowa i jakościowa odpadów z górnictwa węgla kamiennego

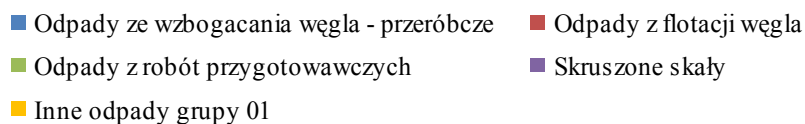
2.1. Ilość odpadów z górnictwa węgla kamiennego powstających rocznie z uwzględnieniem źródeł ich powstawania i grup litologicznych

W 2008 roku w Polsce funkcjonowało 5444 zakładów górniczych, w tym 42 podziemne zakłady górnicze. W oparciu o dane statystyczne (GUS 2008 – stan na koniec 2007 r.) ilość wytwarzanych przez sektor gospodarczy w Polsce odpadów wynosi blisko 124,4 mln Mg. W tej masie odpady pochodzące z górnictwa węgla kamiennego stanowią około 34,4 mln Mg, czyli ponad 26 %. Dodatkowo szacuje się, że blisko 550 mln Mg tego rodzaju odpadów jest już zdeponowana w środowisku. Na rysunku 6 przedstawiono odpady przemysłowe wytworzone w Polsce według rodzajów w 2007 r.



Rys. 6. Odpady przemysłowe wytworzone w Polsce według rodzajów w 2007 r.

Natomiast na rysunku 7 zaprezentowano strukturę rodzajową wytwarzanych odpadów w kopalniach węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w 2007 r.



Rys. 7. Struktura rodzajowa wytwarzanych odpadów w kopalniach węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w 2007 r.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



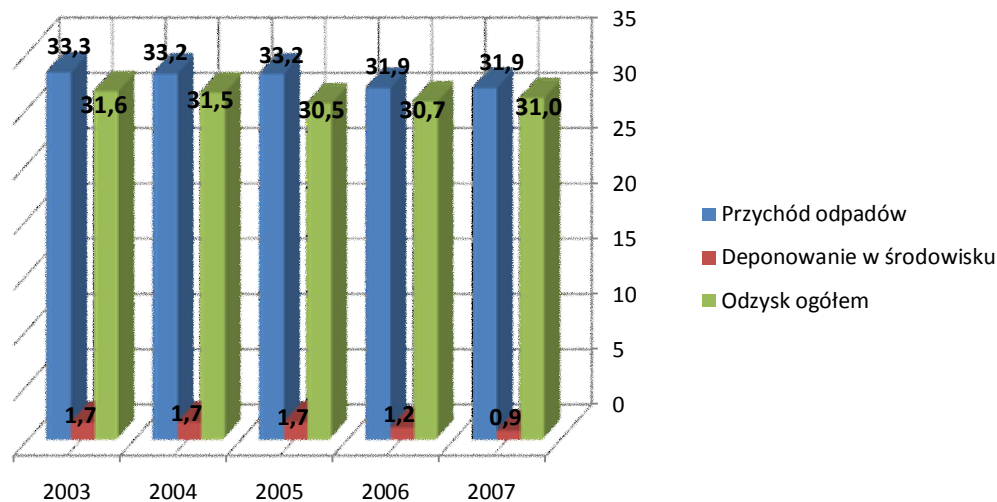
2.2. Jakość odpadów z górnictwa węgla kamiennego pod kątem ich gospodarczego wykorzystania

Jakość odpadów tzn. ich właściwości fizyko–mechaniczne wynikają w głównej mierze od ich składu petrograficznego oraz zawartości zanieczyszczeń głównie węgla. Potencjalne kierunki zastosowania odpadów powęglowych to głównie budownictwo (hydrotechniczne, komunikacyjne, morskie i górnictwo), rekultywacja oraz produkcja materiałów budowlanych. W zależności od przewidywanego zastosowania odpady powęglowe poddawane są badaniom, które pozwalają ocenić ich przydatność. Prace prowadzone w IMBiGS dotyczyły określenia możliwości zastosowania odpadów powęglowych jako kruszyw drogowych, a podstawę badawczą stanowiły odpowiednie normy PN-EN. Kruszywa pozyskiwane z odpadów powęglowych charakteryzują się generalnie niską odpornością na warunki środowiskowe (ulegają degradacji pod wpływem wilgoci, ujemnych temperatur środowiska, w którym są eksponowane), zdolnością do zapłonu (z uwagi na zawartość węgla) jednocześnie posiadają wytrzymałość mechaniczną zbliżoną do innych skał osadowych. Oznacza to, iż ich przydatność jest ograniczona do obiektów o niższych wymaganiach natomiast przy zastosowaniu odpowiednich zabiegów montażowych i technologicznych można je stosować w obiektach inżynierskich (pomocnicze ciągi dróg, nasypy komunikacyjne, wały itp.). Trudnością w ocenie przydatności odpadów do poszczególnych zastosowań stanowi brak kryteriów (przepisów) pozwalających na zakwalifikowanie odpadów o danych właściwościach do określonych celów. W takim przypadku konieczne są prace badawcze w tym badania poligonowe, które stanowią podstawę do opracowania wytycznych lub kryteriów dopuszczających do stosowania dany odpad. Przykładem są doświadczenia IBDiM, który opracował wytyczne zastosowania odpadów powęglowych w podbudowach. W tym celu wymagane jest przeprowadzenie zestawu badań m. in. w zakresie uziarnienia, wskaźnika piaskowego, wskaźnika nośności (w tym po cyklach zamrażania), a następnie zweryfikowanie w warunkach przewidywanej zabudowy badanego odpadu.

W rozdziałach 1.2. i 1.3. omówiono szczegółowo jakość odpadów pod kątem ich wykorzystania oraz przedstawiono wyniki badań pochodzące z różnych ośrodków naukowych.

2.3. Ilość odpadów z górnictwa węgla kamiennego podlegających zagospodarowaniu, unieszkodliwianiu i składowaniu

Na rysunku 8 zaprezentowano gospodarkę odpadami wydobywczymi w kopalniach węgla kamiennego w latach 2003-2007.



Rys. 8. Gospodarka odpadami wydobywczymi w kopalniach węgla kamiennego w latach 2003-2007

Z analizy dostępnych danych wynika, że około 92% odpadów, powstających podczas eksploatacji i przeróbki kopalni jest – dla uniknięcia konieczności uiszczania opłat za ich składowanie - wykorzystywana gospodarczo. Z tej ilości zaledwie 30% jest wykorzystywane przemysłowo, a prawie 70% wykorzystuje się do niwelacji terenów, robót inżynierskich czy tzw. „budowli ziemnych”. W ten sposób znaczna ilość potencjalnego surowca mineralnego jest bezpowrotnie tracona.



3. Uregulowania prawne dotyczące odpadów z górnictwa węgla kamiennego ich przeróbki i wykorzystania

3.1. Ustawa o odpadach wydobywczych i wynikające z niej konsekwencje

Podstawowym aktem prawnym dotyczącym gospodarki odpadami wydobywczymi jest ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (Dz. U. Nr 138 poz. 865) transponująca do prawodawstwa krajowego zapisy dyrektywy 2006/21/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 marca 2006 r. w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego oraz zmieniającej dyrektywę 2004/35/WE. Celem tej ustawy jest zapobieganie powstawaniu odpadów w przemyśle wydobywczym, ograniczanie ich niekorzystnego wpływu na środowisko oraz życie i zdrowie ludzi, przez wprowadzenie:

- zasad gospodarowania odpadami wydobywczymi,
- zasad prowadzenia obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych,
- procedur związanych z uzyskiwaniem zezwoleń i pozwoleń związanych z gospodarką odpadami wydobywczymi,
- procedur związanych z zapobieganiem poważnym wypadkom w obiektach unieszkodliwiania odpadów wydobywczych kategorii A.

Jednym z najważniejszych instrumentów prawnych, jakie wprowadziła ustawa o odpadach wydobywczych jest program gospodarowania odpadami wydobywczymi, który stanowi podstawowy dokument zawierający najistotniejsze informacje o wytwarzanych odpadach.

Program zawiera m.in. charakterystykę odpadów, informacje o procesach ich wytwarzania, przeróbki a także zagospodarowania polegającego na ich odzysku lub unieszkodliwianiu w obiekcie do tego przeznaczonym. Program powinien również opisywać skutki, jakie dla środowiska i zdrowia ludzi będzie powodowało unieszkodliwianie odpadów, a także instrumenty prewencyjne z tym związane. Trzeba ponadto wskazać m.in. technologie i środki służące zapobieganiu powstawaniu pożarów w obiektach, zakres i sposób monitoringu obiektów, sposób ich zamknięcia wraz z rekultywacją zdegradowanego terenu.

Tekst ustawy precyzuje też regulacje dotyczące zasad prowadzenia obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych. Prawodawca bardzo dokładnie określił m.in.:

- dopuszczalne terminy magazynowania odpadów po upływie którym muszą być one poddane odzyskowi lub unieszkodliwianiu,
- konieczność uzyskania zezwolenia na prowadzenie obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych i związane z tym obowiązki
- konieczność posiadania gwarancji finansowej lub jej ekwiwalentu w przypadku prowadzenia obiektu zaliczonego do kategorii A,
- procedurę zamknięcia obiektu.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



Ustawa skierowana jest do wszelkich podmiotów prowadzących działalność polegającą na odkrywkowym, podziemnym i otworowym wydobywaniu kopalin ze złóż, w celach gospodarczych, w tym na ich przeróbce. Zgodnie z dyrektywą 2006/21/WE, przepisy ustawy mają zastosowanie wyłącznie do gospodarowania odpadami wydobywczymi na powierzchni ziemi.

Skuteczne funkcjonowanie ustawy wymaga wydania szeregu rozporządzeń wykonawczych. Do chwili obecnej pomimo przyjęcia przez Komisję Europejską w kwietniu 2009 r. pięciu decyzji do dyrektywy 2006/21/WE, rozporządzeń krajowych nie wydano.

Poniżej przedstawiono wykaz obowiązujących aktów prawnych Unii Europejskiej (dyrektywy i decyzje Komisji Europejskiej) dotyczących przemysłu wydobywczego.

Obecnie obowiązuje:

- *Dyrektywa 2006/21/WE* Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 marca 2006 r. w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego oraz zmieniająca dyrektywę 2004/35/WE, (Dz. Urz. WE L 102 z 11 kwietnia 2006 r.),
Przedmiotem Dyrektywy 2006/21/WE jest:
Określenie środków, procedur i wytycznych mających na celu zapobieganie lub zmniejszenie, w najszerszym możliwym zakresie, wszelkich niekorzystnych skutków dla środowiska, w szczególności wody, powietrza, gleby, fauny i flory oraz krajobrazu i wszelkich zagrożeń dla zdrowia ludzkiego, spowodowanych gospodarowaniem odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego.
Dyrektywa zawiera 27 artykułów i 3 załączniki.

Do dnia 1 maja 2009 r. wydano decyzje, które dotyczyły:

- zdefiniowania kryteriów klasyfikacji obiektów unieszkodliwiania odpadów,
- interpretacji definicji odpadów obojętnych,
- określenia wymagań technicznych dotyczących charakterystyki odpadów,
- technicznych wskazówek do przeprowadzenia kontroli,
- technicznych wskazówek do ustanawiania gwarancji finansowej,
- określenie cyjanku dysocjującego w słabym kwasie,
- harmonizacji przekazywania informacji nt. udzielanych zezwoleń i zamykania obiektów,
- pobieranie próbek i wykonywanie analiz – określenia zharmonizowanych norm.

Należą do nich:

- Decyzja Komisji z dnia 30 kwietnia 2009 r. *uzupełniająca definicję odpadów obojętnych w związku z wykonaniem przepisów art. 22 ust. 1 lit. f) dyrektywy 2006/21/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego (Dz. Urz. WE L 110 z 1 maja 2009 r.),*
- Decyzja Komisji z dnia 30 kwietnia 2009 r. *uzupełniająca wymogi techniczne w odniesieniu do charakterystyki odpadów ustanowionej dyrektywą 2006/21/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego (Dz. Urz. WE L 110 z 1 maja 2009 r.),*
- Decyzja Komisji z dnia 20 kwietnia 2009 r. *w sprawie definicji klasyfikacji obiektów unieszkodliwiania odpadów zgodnie z załącznikiem III do dyrektywy 2006/21/WE Parlamentu Europejskiego i rady w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego (Dz. Urz. WE L 102 z 22 kwietnia 2009 r.),*
- Decyzja Komisji z dnia 30 kwietnia 2009 r. *uzupełniająca wymogi techniczne w odniesieniu do charakterystyki odpadów ustanowionej dyrektywą 2006/21/We Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego – zawiera 1 załącznik pt. „Wymogi techniczne o odniesieniu do charakterystyki odpadów”,*
- Decyzja Komisji z dnia 20 kwietnia 2009 r. *w sprawie definicji klasyfikacji obiektów unieszkodliwiania odpadów zgodnie z załącznikiem III do dyrektywy 2006/21/WE Parlamentu Europejskiego i rady w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego – zawiera 2 załączniki: pt. „Wzór do obliczania średniego rocznego przyrostu magazynowanej wody w stawie osadowym ΔQ , o którym mowa w art. 8 ust. 2” oraz pt. „Oszacowanie maksymalnego stężenie w fazie wodnej C max, o którym mowa w art. 8 ust. 2”.*
- Decyzja Komisji z dnia 20 kwietnia 2009 r. *w sprawie technicznych wskazówek w celu ustanowienia gwarancji finansowej zgodnie z dyrektywą 2006/21/WE parlamentu europejskiego i Rady w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego (Dz. Urz. WE L 101 z 21 kwietnia 2009r.),*
W art. 1 niniejszej decyzji podane zostały elementy, jakie przyjmuje się za podstawę obliczeń gwarancji finansowej.
- Decyzja Komisji z dnia 29 kwietnia 2009 r. *w sprawie harmonizacji, regularnego przekazywania informacji oraz kwestionariusza, o których mowa w art. 22 ust. 1 lit a) oraz art. 18 dyrektywy 2006/21/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego (Dz. Urz. WE L 110 z 1 maja 2009 r.),*



Celem ww. decyzji jest ustanowienie minimalnych wymogów w celu zapewnienia zharmonizowanego, terminowego i odpowiedniego zbierania oraz przekazywania informacji, o których mowa w dyrektywie 2006/21/WE, a także opracowanie podstaw kwestionariusza.

Decyzja ta zawiera 3 załączniki, pt.:

- „Informacje, które należy uwzględnić w wykazie zezwoleń wydanych na mocy dyrektywy 2006/21/WE”,
- „Informacje, które przekazać Komisji, na temat zdarzeń określonych w art. 11 ust. 3 i art. 12 ust.6 zgodnie z art. 18 ust. 2 dyrektywy 2006/21/WE”,
- „Kwestionariusz na potrzeby sprawozdania państw członkowskich w sprawie wykonania dyrektywy 2006/21/WE”.

3.2. Obowiązki wytwórców odpadów wynikające z ustawy o odpadach wydobywczych

Wytwórca odpadów wydobywczych jest obowiązany do:

- stosowania takich sposobów poszukiwania, rozpoznawania, wydobywania, przeróbki i magazynowania, które zapobiegają powstawaniu odpadów wydobywczych lub pozwalają utrzymać na możliwym najniższym poziomie ich ilość, jak również ograniczają negatywne oddziaływanie na środowisko lub zagrożenie życia i zdrowia ludzi, przy uwzględnieniu najlepszych dostępnych technik.

Posiadacz odpadów wydobywczych jest obowiązany do:

- ograniczania negatywnego oddziaływania odpadów wydobywczych na środowisko, życie i zdrowie ludzi,
- poddania odpadów odzyskowi, a jeżeli z przyczyn technologicznych jest on niemożliwy lub nie jest uzasadniony z przyczyn ekonomicznych, do ich unieszkodliwienia zgodnie z wymaganiami ochrony środowiska lub programem gospodarowania odpadami wydobywczymi, przy uwzględnieniu najlepszych dostępnych technik,
- przekazania odpadów wydobywczych, które z przyczyn technologicznych lub ekonomicznych nie mogą być poddane odzyskowi, do najbliższej położonych miejsc, w których mogą być poddane unieszkodliwieniu, przy uwzględnieniu najlepszych dostępnych technik, w szczególności do obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



Posiadacz odpadów wydobywczych jest obowiązany do:

- przedłożenia właściwemu organowi programu gospodarowania odpadami wydobywczymi przed rozpoczęciem działalności związanej z wytwarzaniem lub gospodarowaniem odpadami wydobywczymi,
- uzyskania decyzji zatwierdzającej program gospodarowania odpadami wydobywczymi,
- przeprowadzenia przeglądu programu gospodarowania odpadami wydobywczymi co 5 lat,
- informowania marszałka województwa o wszelkich zmianach w programie gospodarowania odpadami wydobywczymi w formie pisemnego oświadczenia na temat zmian dokonanych w programie gospodarowania odpadami wydobywczymi.

Program gospodarowania odpadami wydobywczymi powinien zawierać następujące dane:

- opis działań mających na celu zapobieganie powstawaniu odpadów wydobywczych i ograniczanie ilości wytwarzanych odpadów wydobywczych oraz ich negatywnego oddziaływania na środowisko;
- opis działań mających na celu odzysk odpadów wydobywczych, jeżeli jest on technologicznie i ekonomicznie uzasadniony oraz zgodny z przepisami o ochronie środowiska;
- ocenę ryzyka obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych;
- klasyfikację obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych dokonaną zgodnie z oceną ryzyka obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych;
- wyszczególnienie rodzaju odpadów wydobywczych przewidzianych do składowania w obiekcie unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, z uwzględnieniem charakterystyki tych odpadów;
- określenie łącznej ilości odpadów wydobywczych przewidzianych do wytworzenia w ciągu roku;
- opis procesów, podczas których powstają odpady wydobywcze;
- opis procesów przeróbki odpadów wydobywczych;
- skutki dla środowiska i zdrowia ludzi spowodowane unieszkodliwianiem odpadów wydobywczych oraz działania zapobiegawcze, które należy podjąć w celu zmniejszenia negatywnego oddziaływania na środowisko podczas eksploatacji obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych i po jego zamknięciu;
- opis technologii i środków technicznych służących zapobieganiu powstawania pożarów w obiektach unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, w których są składowane odpady zawierające części palne;
- zakres i sposób monitoringu wyrobisk górniczych i obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych;

- opis sposobu zamknięcia obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych wraz z rekultywacją terenu oraz procedurami po zamknięciu, z uwzględnieniem w szczególności:
 - ustalenia niezbędnych działań dotyczących zamknięcia obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych,
 - ustalenia działań związanych z rekultywacją terenu,
 - sprawowania nadzoru nad zrekultywowanym obiektem unieszkodliwiania odpadów wydobywczych;
- opis działań mających na celu zapobieganie lub zminimalizowanie pogorszenia stanu wód, oraz mających na celu zapobieganie lub minimalizację zanieczyszczenia powietrza i gleby;
- wyniki badań terenu, na który może wywierać wpływ obiekt unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, w zakresie ustalenia poziomu naturalnych stężeń substancji występujących w glebie.

Posiadacz odpadów prowadzący obiekt unieszkodliwiania odpadów wydobywczych jest obowiązany do:

- sporządzenia oceny ryzyka obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych,
- zapewnienia podnoszenia kwalifikacji zawodowych oraz szkolenia personelu w zakresie prawidłowej gospodarki odpadami wydobywczymi,
- eksploatacji tego obiektu w sposób zapewniający zachowanie wymagań sanitarnych, bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarowych, a także zasad ochrony środowiska,
- prowadzenia tego obiektu w sposób zapobiegający pogorszeniu stanu gleby, wód powierzchniowych i podziemnych w wyniku oddziaływania wód odciekowych pochodzących z obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych; skutkiem tym jest obowiązany zapobiec również po zamknięciu obiektu,
- prowadzenia tego obiektu w sposób zapobiegający emisji pyłów i gazów,
- prowadzenia tego obiektu w sposób zapewniający właściwe funkcjonowanie urządzeń technicznych, stanowiących jego wyposażenie,
- stosowania środków technicznych zapobiegających powstawaniu pożarów dla obiektów w którym są składowane odpady zawierające części palne,
- sprawdzenia zgodności przyjmowanych odpadów wydobywczych z danymi o odpadach zawartymi w karcie przekazania odpadu,
- odmowy przyjęcia odpadów wydobywczych, których skład nie jest zgodny z danymi zawartymi w karcie przekazania odpadu lub zezwoleniem na prowadzenie obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych,

- do monitoringu tego obiektu w trakcie jego prowadzenia oraz po jego zamknięciu który obejmuje w szczególności:
 - badanie wielkości opadu atmosferycznego dokonane w stacji meteorologicznej reprezentatywnej dla lokalizacji obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych;
 - badanie substancji i parametrów wskaźnikowych w wodach powierzchniowych, odciekowych i podziemnych z listy określonej w przepisach dotyczących kwalifikacji wód;
 - pomiar poziomu wód podziemnych w otworach obserwacyjnych;
 - kontrolę osiadania powierzchni obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych w oparciu o ustalone repery.
- gromadzenia danych o wynikach monitoringu i do sporządzenia na ich podstawie sprawozdania o wynikach monitoringu,
- przedłożenia sprawozdania o wynikach monitoringu właściwemu wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska,
- przechowywania danych o wynikach monitoringu oraz sprawozdań o wynikach monitoringu co najmniej przez okres 5 lat,
- zawiadomienia bez zbędnej zwłoki, a następnie potwierdzenia zawiadomienia w formie pisemnej, nie później niż w ciągu 48 godzin od zdarzenia, właściwego komendanta wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej oraz właściwego wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska o każdym zdarzeniu, które może mieć wpływ na stateczność obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych oraz o wszelkich istotnych niekorzystnych skutkach dla środowiska, ujawnionych w wyniku kontroli i monitoringu obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych.

Posiadacz odpadów prowadzący obiekt unieszkodliwiania odpadów wydobywczych kategorii A jest obowiązany do:

- do lokalizacji, budowy, prowadzenia i zamknięcia obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych kategorii A w sposób zapobiegający wystąpieniu poważnego wypadku i jego następstwom
- sporządzenia przed rozpoczęciem składowania odpadów, wewnętrznego planu operacyjno-ratowniczego na wypadek wystąpienia poważnego wypadku oraz wprowadzenia systemu zarządzania bezpieczeństwem wdrażając politykę zapobiegania poważnym wypadkom.
- wprowadzenia w życie wewnętrznego planu operacyjno-ratowniczego oraz podjęcia działań i zastosowania wszelkich niezbędnych środków do usunięcia skutków zdarzenia,



- pokrycia wszelkie kosztów działań, o których mowa w ust. 2, również poniesionych przez organy administracji.

Posiadacz odpadów wydobywczych, który prowadził działalność w dniu poprzedzającym dzień wejścia w życie ustawy jest obowiązany dostosować swoją działalność do przepisów ustawy do **dnia 1 maja 2012 r.**

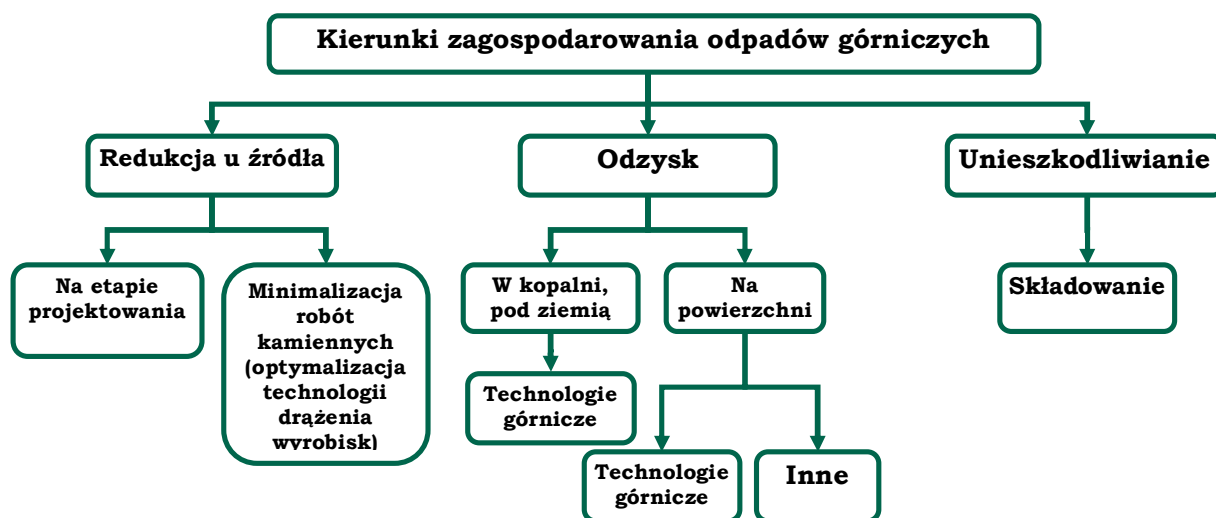
3.3. Inne uregulowania prawne

- **Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku o odpadach** (Dz. U. Nr 62, poz. 628 z późn. zm.).
- **Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku – Prawo ochrony środowiska** (Dz. U. Nr 62, poz. 627 z późn. zm.).
- **Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze** (Dz. U. Nr 27, poz. 96 z późn. zm.).
- **Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie** (Dz. U. Nr 75, poz. 493).
- **Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami** (Dz. U. Nr 49, poz. 356).
- **Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 roku w sprawie rodzajów odpadów, które mogą być składowane w sposób nieselektywny** (Dz. U. Nr 191, poz. 1595).
- **Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2002 roku w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitorowania składowisk odpadów** (Dz. U. Nr 220, poz. 1858).
- **Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 kwietnia 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów** (Dz. U. Nr 61, poz. 549).
- **Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu** (Dz. U. Nr 186, poz. 1553 z późn. zm.).

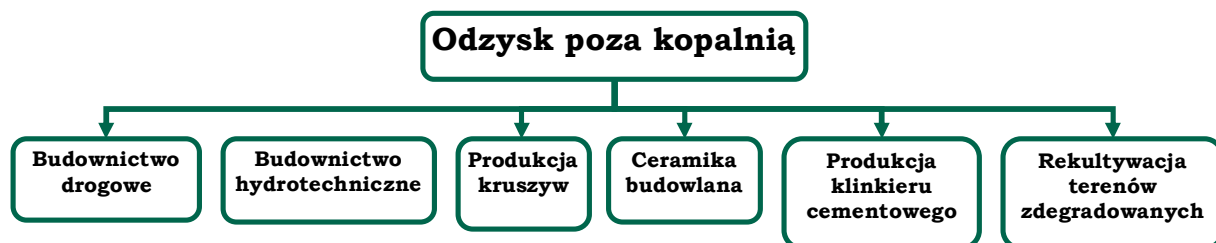
4. Możliwe kierunki wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego z wykorzystaniem wiedzy o stosowanych obecnie technologiach i maszynach w świetle obowiązujących uregulowań prawnych

Do podstawowych kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego zaliczyć należy (rys.9):

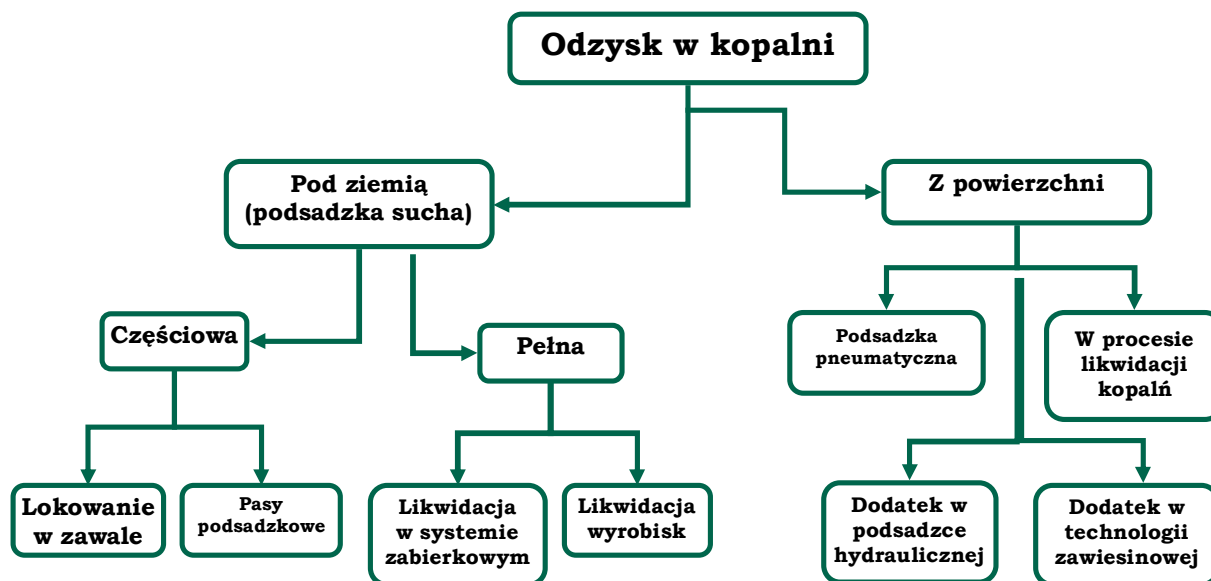
- redukcję u „źródła” – na etapie projektowania oraz poprzez optymalizację zastosowanych technologii drażenia złoża,
- odzysk – w kopalni pod ziemią i na powierzchni (rys.10 i rys.11)
- unieszkodliwianie poprzez składowanie.



Rys. 9. Kierunki zagospodarowania odpadów górniczych



Rys. 10. Odzysk poza kopalnią - odpadów z górnictwa węgla kamiennego



Rys. 11. Odzysk w kopalni - odpadów z górnictwa węgla kamiennego

Dotychczas odpady wydobywcze z górnictwa węgla kamiennego w największej ilości (ok. 43% wytwarzanych odpadów) są stosowane do zagospodarowania nieużytków i terenów zdegradowanych. Wypełniano nimi wyrobiska po eksploatacji surowców skalnych oraz obniżenia terenu powstałe na skutek szkód górniczych. Są one także lokowane jako samodzielny materiał w podsadzce suchej lub jako dodatek do tradycyjnego materiału podsadzkowego (piasku) w podsadzce hydraulicznej. Obecnie zagospodarowuje się w ten sposób ok. 7% wytwarzanych odpadów.

Odpady wydobywcze używane są też w produkcji materiałów budowlanych, np. jako surowiec zasadniczy przy otrzymywaniu łupkoporytu, czyli lekkiego kruszywa budowlanego stosowanego przy wytwarzaniu lekkich betonów, a także jako surowiec zasadniczy lub komponent do produkcji różnych elementów budowlanych, takich jak cegły czy dachówki. Obecnie zagospodarowuje się w ten sposób ok. 0,5% wytwarzanych odpadów. Są one stosowane także do wsadu przy produkcji cementu, w celu korekty głównego modułu klinkieru cementowego. Odpady powęglowe mogą być też przydatne do produkcji materiałów ogniotrwałych, ale tylko pod warunkiem wysokiej zawartości Al_2O_3 .

Część odpadów powęglowych jest odstawiana do zakładów przerobczych, które odzyskują zawarty w odpadach węgiel. Obecnie zagospodarowuje się w ten sposób ok. 9% wytwarzanych odpadów. Pozostałość po odzyskaniu węgla (odpad wtórny) jest ponownie składowana albo wykorzystywana w podsadzce hydraulicznej lub w przemyśle materiałów budowlanych.

Odpady flotacyjne, ze względu na znaczną tiksotropię, dużą wilgotność i trudności w transporcie do tej pory nie znalazły przemysłowego zastosowania.

Kierunki przyszłościowe

Produkcja kruszyw naturalnych i sztucznych

Charakterystyczną cechą mineralnego odpadu z górnictwa węgla kamiennego jest duże zróżnicowanie mineralno-petrograficzne. Poszczególne skały charakteryzują się odmiennymi właściwościami fizyko-mechanicznymi, co decyduje głównie o właściwościach użytkowych. Właściwości surowca są determinowane wykształceniem litologicznym, miejscem pozyskania (roboty udostępniające, eksploatacja, przeróbka) oraz zawartością węgla. Do poprawy parametrów jakościowych skał płonnych dla ich gospodarczego wykorzystania, konieczne jest stosowanie mechanicznych procesów przerobczych, których celem jest eliminacja przerostów węgla, skał litologicznie słabych oraz innych zanieczyszczeń i wtrąceń, a także poprawa tekstury skał. W poniższej tabeli zaprezentowano wyniki przeprowadzonych przez IMBiGS badań laboratoryjnych.

Tabela 38 Wyniki badań laboratoryjnych dla różnych rodzajów skał przywęglowych (źródło: prace IMBiGS)

Rodzaj dominującego materiału skalnego	Uszlachetnienie	Rodzaj badania					Kategoria**
		LA	M _{DE}	Nasiąkliwość WA ₂₄ (%)	Mrozoodporność F (%)	Gęstość ρ _a (g/cm ³)	
Piaskowiec przywęglowy	Nie	17-19	32-38	1,4-1,6	4-12	2,6-2,7	-
Łowiec i mułowiec przywęglowy	Nie	18-20	66-72	1,7-2,0	12-18	2,4-2,6	-
Łupek przywęglowy	Nie	31-45	76-80	2,7-5,0	47-75	2,2-2,3	-
Mieszanina	Tak	25(23)*	68(60)*	2,0(1,36)*	14(7,4)*	2,56(2,66)*	KR3-KR6

* przetwarzanie w dwóch węzłach przerobczych

** dla kruszywa grubego dla podbudowy z betonu asfaltowego wgWT-1

LA odporność na rozdrabnianie

M_{DE} odporność na ścieranie

Przedstawione wyniki wskazują, że po zastosowaniu przeróbki mechanicznej i uszlachetnieniu większość materiałów przywęglowych można stosować do:

- podbudowy z betonu asfaltowego przy zastosowaniu domieszki kruszyw o wysokiej mrozoodporności,
- jako kruszywo do betonu przy zastosowaniu dodatków poprawiających jakość gotowego wyrobu.

Innym innowacyjnym kierunkiem zagospodarowania odpadów wydobywczych z górnictwa węgla kamiennego (mułów powęglowych) jest zastosowanie ich do produkcji kruszyw sztucznych z jednoczesnym zagospodarowaniem aktualnie trudnych do unieszkodliwienia komunalnych

osadów ściekowych i innych mineralnych surowców odpadowych (rys. 12).



Rys. 12. Sztuczne kruszywa lekkie (wg technologii IMBiGS) wyprodukowane z mieszaniny z udziałem mułów poflotacyjnych

Technologia otrzymywania sztucznych kruszyw z udziałem mułów powęglowych polega na:

- Ustaleniu proporcji mieszaniny surowców,
- Ujednorodnieniu mieszanin składników w mieszarce,
- Granulowaniu mieszaniny celem uzyskania granul o wymiarach 15 ± 5 mm,
- Spiekaniu granulatu w piecu komorowym w zakresie temperatur od 900°C do 1150°C , w celu uzyskania spieku kruszywa lekkiego, frakcja 8 - 22 mm.

Technologia ta została zgłoszona przez IMBiGS do ochrony patentowej w Urzędzie Patentowym RP (P384611) oraz Europejskim Urzędzie Patentowym (EPO – 09460001.2-2307/2087980)

Nowa technologia pozwala na otrzymywanie kruszyw lekkich, których właściwości mogą być regulowane składem mieszaniny, zmieniając, np. udział mułów węglowych uzyskuje się pożądaną gęstość ziarn kruszywa. Poniżej przedstawiono wyniki badań kruszywa przeznaczonego do zastosowań geotechnicznych dla którego istotną cechą jest wytrzymałość mechaniczna.

Tabela 39 Wyniki laboratoryjnych badań sztucznych kruszyw lekkich (wg technologii IMBiGS), wyprodukowanych z mieszaniny odpadów z udziałem mułów poflotacyjnych

Badana cecha	Jednostka	Sposób badania	Wyniki badań	Ocena – kategorie wg PN-EN 13055- 2:2006
Wymiar ziarn d/D	[-]	PN-EN 13055-2:2006 PN-EN 933-1:2000	12/20	
Uziarnienie masy przechodzącej przez: D – sito górne d – sito dolne	[%]	PN-EN 933-1:2000	100 0	Wymagane wartości: > 85 < 10
Gęstość ziarn: ρ_a - gęstość objętościowa ziarn ρ_{rd} - gęstość ziarn wysuszonych ρ_{ssd} - gęstość ziarn nasyconych	[Mg/m ³]	PN-EN 13055- 1:2003 PN-EN 1097-6:2002	1,93 1,16 1,56	± 15 % wartości deklarowanej
Gęstość nasypowa ρ_n	[kg/m ³]	PN-EN 13055- 1:2003 PN-EN 1097-3:2000	640	± 15 % wartości deklarowanej
Nasiąkliwość WA_{24}	[%]	PN-EN 13055- 1:2003 PN-EN 1097-6:2002	34,69	brak
Zawartość pyłów f	[%]	PN-EN 933-1:2000	0,2	brak
Odporność na miażdżenie, C_a	[N/mm ²]	PN-EN 13055- 1:2003	3,6	brak
Zawartość ziarn kruszonych: M_{ci} - zaw.ziarn kruszonych M_{ri} - zaw. ziarn zaokrąglonych M_{tct} - zaw. ziarn całkowicie kruszonych M_{tri} - zaw. ziarn całkowicie zaokrąglonych	[%]	PN-EN 933-5:2000	0 100 0 100	brak

Przedstawione wyniki wskazują, że muły po flotacji węgla mogą być stosowane jako jeden z surowców do wytwarzania nowego rodzaju kruszyw lekkich dla potrzeb budownictwa.



Produkcja paliw przemysłowych

Według danych szacunkowych ilość zdeponowanych przez sektor wydobywczy mułów węglowych wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu milionów ton. Muły te - z uwagi na swoje właściwości - powinny zostać zaliczone do złóż wtórnych (antropogenicznych) węgla kamiennego oraz przeklasyfikowane ze statusu odpadów do statusu paliwa energetycznego. Po takim zaklasyfikowaniu zaistnieje możliwość włączenia ich do bilansu zasobów energetycznych. Wymaga to jednak podjęcia szeregu działań, polegających z jednej strony na szczegółowej inwentaryzacji ilościowo-jakościowej zdeponowanych depozytów mułów węglowych, z drugiej na opracowaniu technologii ich wzbogacania na pełnowartościowe paliwo.

Do innych kierunków przyszłościowych należą przede wszystkim:

- pozyskiwanie jak najmniejszej ilości odpadów na powierzchni, a więc zagospodarowywanie strumienia odpadów z pozyskiwania złoża i bieżących prac eksploatacyjnych pod ziemią,
- podwyższenie sprawności pozyskiwania węgla tak, aby odpady powęglowe zawierały minimalne ilości tego pierwiastka,
- przygotowanie odpadów do wykorzystania w zależności od właściwości:
 - dla odpadów ilastych poprzez stabilizację w warunkach naturalnych na tymczasowych składowiskach odpadów,
 - dla odpadów zawierających w większości piaskowce i mułowce poprzez przeróbkę mechaniczną celem zagwarantowania stałego uziarnienia produkowanych mieszanek,
- zastosowanie odpadów do budowy dróg w postaci mieszanek stabilizowanych chemicznie z zastosowaniem różnych komponentów i z wykorzystaniem technologii ograniczających negatywne oddziaływanie wbudowanych odpadów na środowisko i ograniczających wpływ warunków środowiskowych na odpady.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



5. Analiza i ocena stanu wiedzy i ocena innowacyjności stosowanych rozwiązań technologicznych

5.1. Opracowanie jednolitych kryteriów oraz metod oceny technologii i urządzeń pod kątem innowacyjności z uwzględnieniem analizy i oceny danych źródłowych

Propozycja metod i kryteriów oceny innowacyjności technologii

Problem oceny innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego jest istotny ze względu na aspekty: techniczne, ekonomiczne i społeczne.

Niezwykle ważnym jest więc dobór podstawowych kryteriów oceny innowacyjności tych technologii, które powinny uwzględniać wymienione aspekty i przekładać się na poszczególne kryteria cząstkowe.

Jednym z najistotniejszych aspektów techniczny wydaje się sprawność energetyczna procesów przetwarzania odpadów. Technologie o niskim poziomie zużycia energii elektrycznej, gazu i wody powinny znaleźć swoje odzwierciedlenie w proponowanych kryteriach oceny. Wymieniony tu aspekt techniczny pozostaje w wyjątkowo silnej więzi z aspektem ekonomicznym. Niższy poziom zużycia energii i mediów przekłada się bowiem na koszt pozyskania surowca.

Drugim niezwykle ważnym aspektem technicznym pozostającym w silnej więzi z aspektem społecznym jest wpływ procesów przetwarzania (zagospodarowania) odpadów na środowisko naturalne. W wyniku właściwie dobranych i funkcjonujących procesów przetwarzania odpadów powinno się pozyskiwać produkt handlowy wymaganej jakości, użyteczny i łatwo zbywalny. Ilość wydzielanych z procesów odpadów powinna być ograniczona do minimum. Innowacyjność procesów zagospodarowania odpadów powinna się przejawiać wysokim poziomem automatyzacji poszczególnych operacji. Wysoki poziom automatyzacji procesów przerobczych stanowi aspekt zarówno techniczny, jak i ekonomiczny oraz społeczny. Pociąga on bowiem za sobą ograniczenie zatrudnienia obsługi na stanowiskach technologicznych. Kolejnym ważnym kryterium oceny innowacyjności procesów technologicznych zagospodarowania odpadów jest aspekt bezpieczeństwa. Uwzględnić ono musi narażenia załogi zatrudnionej w zakładzie na istniejące zagrożenia życia i zdrowia. Na ogół zakłady przerabiające odpady posiadają znaczne nasycenie przestrzeni roboczej maszynami i urządzeniami emitującymi hałas, wibracje oraz pył. Z tego względu preferowanie technologii wykorzystujących maszyny i urządzenia emitujące niskim poziom hałasu, nie przyczyniające się do emisji pyłu jest ze wszech miar wskazane i powinno znaleźć swoje odzwierciedlenie w przedkładanych kryteriach oceny innowacyjności technologii. Ograniczenie hałasu emitowanego przez maszyny i urządzenia przetwarzające odpady jest



również istotne ze względu na emisję tego hałasu do środowiska, a więc transmisję zagrożeń i uciążliwości do mieszkańców okolic zakładów.

Kolejnym aspektem, który powinien być uwzględniony w kryteriach oceny innowacyjności powinno być zagadnienie pełnej kontroli i rejestracji parametrów procesów przetwarzania odpadów. Jest to istotne ze względu na archiwizację danych o produkcji, a więc ważne w zarządzaniu jakością. Jest też istotne ze względu na system zarządzania systemami maszynowymi.

Uwzględnienie powyższych uwag w ocenie innowacyjności procesów zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego powinno wyłonić te z nich, które w okresie najbliższych kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu lat, powinny zapewnić nowoczesność technologiczną.

Do analizy proponuje się przyjąć poniższe kryteria poziomu innowacyjności technologii i przypisać im podane wagi:

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 negatywnego wpływu na środowisko – **waga: 0,25**
5. Kryterium bezpieczeństwa i higieny pracy – **waga: 0,25**

SUMA WAG STANOWI 1,00

Dla każdej technologii proponuje się przyjąć skalę ocen preferencyjnych w zakresie od 0 do 3.

Poszczególnym ocenom proponuje się przypisać 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 iloczyny ocen preferencyjnych i wag odpowiadających poszczególnym kryteriom pozwala na dokonanie wstępnej oceny poziomu innowacyjności danej technologii.

Proponuje się przyjąć trzy poziomy technologii, którymi są:

- technologia zanikowa,
- technologia rozpowszechniona,
- technologia rozwojowa.

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



Oceny innowacyjności technologii oparte na przyjętych kryteriach przedstawiono w tabeli 40.

Tabela 40 Ocena innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego

Lp	Nazwa technologii	Ocena kryterium					suma	Poziom innowacyjności technologii
		Numer kryterium/ waga						
		1/0,25	2/0,15	3/0,10	4/0,25	5/0,25		
1	Technologia X	1	1	1	0	2	1,00	Zanikowa
2	Technologia Y	2	2	2	2	2	2,00	Rozpowszechniona Poziom b
3	Technologia Z	3	3	3	3	2	2,75	Rozwojowa Poziom c
4	Technologia G	3	3	3	3	2	2,75	Rozwojowa Poziom c

Sumy odnoszone do poszczególnych technologii tworzone są z iloczynów wag kryterium i stopnia zaawansowania technologii ze względu na oceniane kryterium.

Przykład -Technologia X:

Kryterium 1: ze względu na to kryterium technologia oceniona jest jako technologia o ograniczonej przydatności (stopień zaawansowania 1) i po wymnożeniu przez wagę 0,25 daje 0,25

Kryterium 2: ze względu na to kryterium technologia oceniona jest jako technologia o ograniczonej przydatności (stopień zaawansowania 1) i po wymnożeniu przez wagę 0,15 daje 0,15

Kryterium 3: ze względu na to kryterium technologia oceniona jest jako technologia o ograniczonej przydatności (stopień zaawansowania 1) i po wymnożeniu przez wagę 0,10 daje 0,10

Kryterium 4: ze względu na to kryterium technologia oceniona jest jako technologia nieprzydatna (stopień zaawansowania 0) i po wymnożeniu przez wagę 0,25 daje 0

Kryterium 5: ze względu na to kryterium technologia oceniona jest jako przydatna (stopień zaawansowania 2) i po wymnożeniu przez wagę 0,25 daje 0,5.

Suma to: $0,25 + 0,15 + 0,10 + 0 + 0,5 = 1$ – jest to więc technologia zanikowa.

5.2. Analiza i ocena innowacyjności stosowanych technologii

W załączniku 1 zamieszczono karty technologii, zawierające technologie odpadowe: wydobywcze, przeróbcze i z udostępniania węgla kamiennego.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICTWA SKALNEGO



6. Analiza przyczyn obecnego stanu w obszarze gospodarki odpadami z górnictwa węgla kamiennego

6.1. Czynniki zewnętrzne - polityka państwa w obszarze gospodarki odpadami, górnictwie węgla kamiennego oraz energetyce

Polityka państwa w obszarze gospodarki odpadami unormowana jest poprzez wiele dokumentów strategicznych jak i uregulowań prawnych zgodnych z obowiązującym w tym zakresie ustawodawstwem UE.

Do głównych dokumentów strategicznych definiujących oraz normujących problematykę gospodarki odpadami wydobywczymi należą:

- **Strategia Rozwoju Kraju 2007-2015** - w której wskazano, iż jednym z priorytetów rozwoju Polski są kwestie bezpieczeństwa energetycznego w ścisłym powiązaniu z ochroną środowiska, ograniczeniem poziomu emisji zanieczyszczeń do powietrza, wody, gleby oraz koniecznością inwestycji w przedsięwzięcia proekologiczne, szczególnie na obszarach związanych przemysłem wydobywczym.

- **Narodowy planu rozwoju 2007-2013 w obszarze - „rozwoju nowoczesnego systemu gospodarowania odpadami”**

Celem strategicznym NPR jest rozwijanie konkurencyjnej gospodarki opartej na wiedzy i przedsiębiorczości, zdolnej do długofalowego, harmonijnego rozwoju, zapewniającej wzrost zatrudnienia oraz poprawę spójności społecznej, ekonomicznej i przestrzennej z Unią Europejską na poziomie regionalnym i krajowym;

- **Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007-2013 - Narodowa Strategia Spójności 2007-2013**

Celem strategicznym Narodowych Strategicznych Ram Odniesienia dla Polski jest tworzenie warunków dla wzrostu konkurencyjności gospodarki opartej na wiedzy i przedsiębiorczości zapewniającej wzrost zatrudnienia oraz wzrost poziomu spójności społecznej, gospodarczej i przestrzennej. Cel ten będzie realizowany m.in. poprzez:

- podniesienie konkurencyjności i innowacyjności przedsiębiorstw, w tym szczególnie sektora wytwórczego o wysokiej wartości dodanej oraz rozwój sektora usług,
- wzrost konkurencyjności polskich regionów i przeciwdziałanie ich marginalizacji społecznej, gospodarczej i przestrzennej,

Działania podejmowane w ramach NSRO ukierunkowane zostaną na Wspieranie zrównoważonego wykorzystania zasobów i wzmocnienie efektu synergii pomiędzy ochroną środowiska a wzrostem gospodarczym, traktując priorytetowo kwestie związane z ochroną środowiska. Rozwój i modernizacja infrastruktury ochrony środowiska stymuluje innowacyjność i tworzenie nowych miejsc pracy, zmniejsza zewnętrzne koszty środowiskowe dla gospodarki poprzez ograniczenie kosztów



Priorytetowe i innowacyjne technologie zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego



oczyszczania, likwidacji szkód, opieki zdrowotnej oraz przyczynia się do stabilnego wzrostu gospodarczego.

- **Krajowy Program Ramowy – II Obszar Badawczy Środowisko, priorytet 2.6 – Gospodarka recykulacyjna oraz inne środki techniczne ochrony środowiska**

„Priorytet ten służy rozwojowi nowoczesnych instrumentów inżynierii ochrony środowiska. Problematyka projektów powinna obejmować innowacyjne techniki i technologie recykulacyjne zmierzające do ograniczenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery, zwiększenia sprawności oczyszczania ścieków, zmniejszenia ilości odpadów, ich skutecznego odzyskiwania i utylizacji oraz do rekultywacji i rewitalizacji zdegradowanych antropogenicznie obszarów lub elementów środowiska”

- **Krajowy Programu Badań Naukowych i Prac Rozwojowych (KPBNI PR)**, który określa 5 obszarów badawczych.

I tak w:

- obszarze badawczym „Energia i Infrastruktura” jako priorytetowy kierunek działań przyjmuje m.in. – „Efektywne wykorzystanie krajowych zasobów surowców kopalnych z zapewnieniem bezpieczeństwa ekologicznego”,
- obszarze badawczym „Nowoczesne technologie dla gospodarki jako priorytetowy kierunek działań przyjmuje m.in. – „Rozwój technologii dla zrównoważonego wykorzystania naturalnych zasobów krajowych, udoskonalenia produktów krajowego przemysłu przetwórczego oraz utylizacji materiałów odpadowych i zagospodarowania surowców pochodzących z recyklingu”,
- obszarze badawczym – „Środowisko i Rolnictwo” jako priorytetowy kierunek działań przyjmuje m.in. – „Metody diagnostyki środowiska oraz technologie służące ograniczeniu zagrożenia klimatu, atmosfery i powierzchni ziemi” i związane z nimi:
 - Dynamiczną ocenę zasobów surowców strategicznych dla rozwoju kraju, działania na rzecz ich ochrony i racjonalnego wykorzystania, zbilansowanie potrzeb gospodarki w tym zakresie,
 - Rozwój technik mało- i bezodpadowych, energo- i surowcooszczędnych we wszystkich działach gospodarki narodowej. Rozwój technik recyklingu.,
 - Metody i techniki monitoringu zagrożeń środowiska oraz ograniczania i likwidacji negatywnych skutków antropopresji.
- **Narodowy Program Foresight „Polska 2020”, Pole Badawcze „Zrównoważony Rozwój Polski” - Technologie na rzecz ochrony środowiska,**

Jako jeden z makropriorytetów badawczych uznano: Rozwój metod i technologii zagospodarowania odpadów.



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



Polityka Ekologiczna Państwa na lata 2009 - 2012 z perspektywą do roku 2016, w której jako priorytetowe kierunki działań w zakresie gospodarki odpadami wymieniono m.in.:

- wspieranie działań podejmowanych przez instytucje publiczne i podmioty prywatne, które przyczynią się ograniczenia ilości wytwarzanych odpadów, zwiększenia ilości odpadów poddawanych odzyskowi, w tym recyklingowi, zmniejszenia ilości odpadów kierowanych na składowiska.
- kontynuacja badań nad nowymi technologiami, przyczyniającymi się do zapobiegania i minimalizacji powstawania odpadów oraz zmniejszenie ich negatywnego oddziaływania na środowisko.
- wspieranie wdrażania efektywnych ekonomicznie i ekologicznie technologii odzyskiwania i unieszkodliwiania odpadów, w tym technologii pozwalających na odzyskiwanie energii zawartej w odpadach w procesach termicznego i biochemicznego ich przekształcania

- **Strategia działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2007-2015,**

Celem polityki Państwa w stosunku do sektora górnictwa węgla kamiennego jest racjonalne i efektywne gospodarowanie złożami węgla znajdującymi się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, tak aby zasoby te służyły kolejnym pokoleniom Polaków. Cel strategiczny realizowany będzie przez działania zgrupowane wokół m.in.:

- wykorzystania nowoczesnych technologii w sektorze górnictwa węgla kamiennego dla zwiększenia konkurencyjności cenowej, bezpieczeństwa pracy, ochrony środowiska oraz stworzenia podstaw pod rozwój technologiczny i naukowy w szczególności regionu śląskiego i małopolskiego,
- opracowania metodyki inwentaryzacji i waloryzacji terenów pogórnicznych w tym wskazanie:
 - narzędzi do gromadzenia i aktualizacji informacji o tych terenach,
 - wytycznych do opracowania stosownej bazy danych,
 - sposobu klasyfikacji terenów w oparciu o ocenę zagrożenia,
 - kategoryzacji przydatności tych terenów do zagospodarowania,
- ograniczenia oddziaływania górnictwa węgla kamiennego na środowisko naturalne poprzez zwiększenie zakresu prac rekultywacyjnych i zagospodarowania składowisk odpadów powęglowych oraz innych terenów i gruntów zdegradowanych działalnością górnictwem.
- **Polityka Energetyczna Polski do 2030 r.,** – jako jeden z głównych celów strategicznych zakłada zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju poprzez:
 - zróżnicowanie nośników energii tworzących krajowy bilans paliwowy,



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego



- wspomaganie rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) i pracujących w skojarzeniu, w tym generacji rozproszonej przy użyciu mechanizmów rynkowych,
- kształtowanie zrównoważonej struktury paliw pierwotnych z uwzględnieniem wykorzystania naturalnej przewagi w zakresie zasobów węgla, a także jej zharmonizowanie z koniecznością zmniejszenia obciążenia środowiska przyrodniczego,
- stosowanie Clean Coal Technology umożliwiających dotrzymanie norm ochrony środowiska.
- **Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010 (MP Nr 90/2007 poz. 946),** w którym w Rozdziale 5 – „Kierunki działań w zakresie zapobiegania powstawania odpadów oraz kształtowania systemu gospodarowania odpadami”, w zakresie odpadów z wybranych gałęzi gospodarki jako priorytetowe kierunek działań uznano – transpozycje i wdrożenie wymagań Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i rady 2006/212/WE z dnia 15 marca 2006 roku w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego.
- **Regionalna Strategia Innowacji Województwa Śląskiego na lata 2003-2013**
Regionalna Strategia Innowacji wspiera rozwijanie przyjaznego klimatu dla innowacji w województwie śląskim tak, aby kreatywność oraz synergia współpracy przy tworzeniu, ulepszaniu i wdrażaniu innowacji prowadziły do zwiększenia poziomu innowacyjności w środowisku gospodarczym i badawczo-rozwojowym wzmacniając konkurencyjność gospodarki województwa wobec innych regionów w Unii Europejskiej.
W ramach opracowanej strategii wskazano na trzy cele strategiczne:
 - Zwiększenie udziału firm o wysokiej innowacyjności w ogólnej liczbie małych i średnich firm,
 - Zwiększenie wykorzystania potencjału badawczo-rozwojowego,
 - Zapewnienie skutecznego regionalnego systemu innowacji opartego na wzajemnym zaufaniu, kreatywności i doskonałości.
- **Strategia rozwoju województwa śląskiego na lata 2000-2020** jako jeden z celów strategicznych przyjmuje – Poprawę jakości środowiska naturalnego i kulturowego oraz zwiększenie atrakcyjności przestrzeni. W ramach tego celu jako jeden z kierunków działań uznano – „Uporządkowanie i wdrażanie systemów gospodarunki odpadami”.



6.2. Czynniki wewnętrzne – wytwórcy odpadów – analiza działań

Pomimo wysokiego poziomu odzysku i unieszkodliwiania (poza składowaniem) odpadów z wydobycia i przetwarzania węgla kamiennego na aktualny zły stan gospodarki odpadami wydobywczymi wpływa kilka czynników.

Należą do nich:

- wadliwa struktura gospodarki (priorytet wykonania planu wydobycia i przeróbki),
- dominacja przemysłu paliwowo-energetycznego,
- nadmierna koncentracja górnictwa na wybranych obszarach i zajmowanie coraz to nowych terenów pod składowiska.
- niedostatek technicznie, ekologicznie i ekonomicznie sprawdzonych technologii przeróbki kopalni i odzysku surowców odpadowych,
- brak wystarczających mechanizmów ekonomicznych sprzyjających odzyskowi surowców odpadowych,
- bariera kapitałowa przy wprowadzaniu nowoczesnych rozwiązań technologicznych w eksploatacji i przeróbce kopalni,
- brak pełnego zbilansowania odpadów składowanych i nagromadzonych na nieewidencjonowanych składowiskach,
- brak jednolitego systemu informacji o odpadach,
- częste zmiany uregulowań prawnych w dziedzinie gospodarowania odpadami i ochronie środowiska

Ten stan rzeczy ma z kolei znaczący wpływ na:

- stały wzrost jednostkowy kosztów produkcji węgla kamiennego, co bezpośrednio kształtuje sytuację ekonomiczno-finansową spółek górniczych – w 2006 r. koszt ten wyniósł 174,71 PLN/Mg, a w styczniu 2009 r. 235,91 PLN/Mg (wzrost o 35%),
- degradację środowiska przez zajmowanie nowych terenów, przekształcaniem powierzchni terenu i krajobrazu, zanieczyszczaniem atmosfery (pylenie),
- powstawanie konfliktów formalnoprawnych na linii spółki górnicze – samorząd związanych z przestrzeganiem obowiązującego prawa w zakresie odpadów,
- wzrost kosztów transportu i składowania odpadów i ponoszonych z tego tytułu opłat środowiskowych.

7. Analiza SWOT – analiza mocnych i słabych stron oraz analiza szans i zagrożeń w odniesieniu do rozwoju technologii w zakresie zagospodarowywania odpadów z górnictwa węgla kamiennego

Analiza SWOT jest analizą słabych i mocnych stron oraz szans i zagrożeń (ang. **S**trengths, **W**eaknesses, **O**pportunities, **T**hreats **analysis**). Istota analizy sprowadza się do wskazania stanu w doniesieniu do rozwoju technologii w zakresie zagospodarowania i unieszkodliwiania odpadów z górnictwa węgla kamiennego oraz określenie jak wpływają na ich rozwój czynniki zewnętrzne i wewnętrzne. Słabe i mocne strony określane są w odniesieniu do czynników wewnętrznych, natomiast szanse i zagrożenia mają źródła poza badanym obszarem.

W przedmiotowy projekcie Foresight analiza SWOT została przeprowadzona na poziomie instytucjonalnym tzn. firm zajmujących się zagospodarowania i unieszkodliwiania odpadów z górnictwa węgla kamiennego (tabela 41) jak i technologii ich przetwarzania (tabela 42).

Tabela 41 Analiza SWOT – instytucjonalna

<i>Mocne strony</i>	<i>Słabe strony</i>
<ul style="list-style-type: none"> Istnieje grupa innowacyjnych firm zainteresowanych wdrażaniem nowych technologii, które charakteryzują się stabilną pozycją na rynku ponadregionalnym Umiejętność wykorzystania nawiązanych kontaktów produkcyjnych i handlowych jako źródła informacji dla inspiracji i rozwoju przedsięwzięć produktowych i technologicznych Rosnący potencjał instytucji wsparcia biznesu oraz ich wpływ na rozwój gospodarczy Dostęp do technologii i osiągnięć naukowych dzięki zwiększonemu udziałowi sektora B+R w projektach zagranicznych 	<ul style="list-style-type: none"> Stosunkowo niski poziom nowoczesności wprowadzonych przez firmy rozwiązań (produktów, technologii, materiałów), pozwalający raczej na utrzymanie udziału w rynku, a nie na jego rozwinięcie Niski poziom zaangażowania pracowników w tworzenie rozwiązań innowacyjnych Małe zainteresowanie informacjami warunkującymi podejmowanie przedsięwzięć o charakterze innowacyjnym w tym procesowym i technologicznym Niski udział eksportu w ogólnej sprzedaży firm Współpraca w ograniczonym kręgu; brak zaufania główną barierą budowania rozległej współpracy pomiędzy firmami Wprowadzenie głównie mało kosztownych zmian- głównym źródłem finansowania innowacji są środki własne firm Brak wiedzy o możliwościach wykorzystania różnych instrumentów finansowych Niska ocena przez firmy przydatności i jakości kontaktów z instytucjami wsparcia Niższe koszty pracy ciągle oceniane są jako najważniejszy atut konkurencyjny



Mocne strony	Słabe strony
	<ul style="list-style-type: none"> • Słaba orientacja instytucji wsparcia biznesu na działalność w zakresie wyspecjalizowanych usług dotyczących innowacji w sektorze wydobywczym • Brak wykwalifikowanej kadry w instytucjach wsparcia biznesu w zakresie innowacji i transferu technologii • Brak wiedzy o funkcjonowaniu instytucji B+R, ofercie i możliwościach transferu technologii
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Konieczność osiągnięcia standardów ekologicznych UE przez przemysł wydobywczy, • Intensyfikacja działań związanych z rządowym programem budowy autostrad oraz infrastruktury towarzyszącej - EURO 2012 • Konieczność realizacji celów zawartych w Polityce Energetycznej Polski – 2020 oraz Strategii rozwoju górnictwa węgla kamiennego • Wzrost atrakcyjności regionów uprzemysłowionych zdominowanych przez przemysł wydobywczy jako miejsca alokacji kapitału oraz inwestycji • Tworzenie warunków umożliwiających firmom specjalizację oraz wykorzystanie nisz rynkowych • Utworzenie instrumentów finansowych w ramach Funduszy Strukturalnych, umożliwiających wsparcie przedsięwzięć związanych z poprawieniem pozycji innowacyjności i konkurencyjności firm funkcjonujących w sektorze odpadowym • Rozwój rynku kapitałowego finansującego wdrożenia nowych innowacyjnych technologii 	<ul style="list-style-type: none"> • Kryzys gospodarki europejskiej i światowej • Konieczność ograniczenia emisji CO₂ w związku z przyjęciem pakietu klimatycznego, • Wysoki poziom fiskalizmu i niespójny system podatkowy • Szybko zmieniający się system prawny • Nieefektywna restrukturyzacja - zbyt duża koncentracja na tradycyjnych branżach przemysłowych; brak wizji wspierania przyszłościowych sektorów gospodarki (np. sektor budowlany, drogownictwo, przetwórstwo odpadów) • Przystarzała infrastruktura (drogi, media, tereny przemysłowe) nie dostosowana do wymogów nowoczesnej gospodarki • Nadmierny udział państwa w strukturze własnościowej przedsiębiorstw branży wydobywczej • Brak rozwiązań zapewniających łatwy dostęp do zewnętrznego finansowania działań innowacyjnych • Upolitycznianie gospodarki, biurokracja • Brak elastyczności w systemie finansowania B+R • Brak zachęt motywujących do rozwijania współpracy z sektorem B+R • Brak sprawnego i efektywnego systemu komunikacji i informacji



Analiza SWOT – technologiczna

Analizie SWOT poddane zostały technologie zagospodarowania odpadów przerobczych w czterech wyróżnionych kierunkach:

- zagospodarowanie w technologiach odzysku nośnika energii,
- zagospodarowanie w technologiach górniczych,
- zagospodarowanie w technologiach technicznej rekultywacji terenów,
- zagospodarowanie w technologiach innych.

Analizę przeprowadzono, mając za podstawę następujące założenia:

- **mocne strony 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, utrzymanie ich pozycji, możliwość rozwoju i poszerzenie kierunków zastosowań,
- **zagrożenia stosowania technologii** charakteryzują czynniki dotyczące warunków zewnętrznych, które stanowią przeszkodę w stosowaniu technologii obecnie i w przyszłości.

Tabela 42 Analiza SWOT - technologiczna

ZAGOSPODAROWANIE ODPADÓW W TECHNOLOGIACH ODZYSKU NOŚNIKA ENERGII	
Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Znaczne zasoby odpadów powstających i zdeponowanych w okresach wcześniejszych, • Dostępność do zasobów odpadów zawierających węgiel, • Wysoki stopień przetworzenia surowca poddawanego procesowi wzbogacania, • Znaczna zawartość nośnika energii w odpadach zdeponowanych w okresach wcześniejszych, ze względu na niedoskonałość procesów przerobczych stosowanych uprzednio, • Niskie koszty pozyskania materiału wzbogacanego, • Zainteresowanie tworzeniem nowych miejsc pracy. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wyczerpywanie się w przyszłości zasobów odpadów zdeponowanych w okresach wcześniejszych, • Niechęć do powtórnego wzbogacania odpadów, • Silna konkurencja z rodzimymi zakładami przemysłu wydobywczego prowadzącymi wzbogacanie węgla na bieżąco.
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • „Moda” na efektywne wykorzystanie odpadów, • Prowadzenie polityki wspierającej zagospodarowanie odpadów. • Wyczerpywanie się naturalnych zasobów nośnika energii, jakim jest węgiel kamienny, 	<ul style="list-style-type: none"> • Wahania koniunktury i popytu na nośnik energii, • Skomplikowane procedury finansowania, • Brak środków finansowych na inwestycje, • Uwarunkowania prawne dotyczące przetwarzania odpadów i



<ul style="list-style-type: none"> • Posiadanie zakładów energetycznych wykorzystujących nośnik energii pozyskiwany w ocenianych technologiach. 	<p>wykorzystywania pozyskanego z nich nośnika,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Postęp technologii i efektywniejsze wzbogacanie aktualnie wydobywanego surowca energetycznego.
--	---

ZAGOSPODAROWANIE ODPADÓW W TECHNOLOGIACH GÓRNICZYCH

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Znaczne zasoby odpadów powstających i zdeponowanych w okresach wcześniejszych, • Dostępność odpadów i wykorzystanie ich w jednostkach macierzystych, • Konieczność stosowania technologii ze względu na warunki bezpieczeństwa, • Konieczność wybierania filarów ochronnych, • Dbalność o minimalizowanie skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górniczego, • Niskie koszty pozyskania materiału wykorzystywanego w technologii, • Zainteresowanie tworzeniem nowych miejsc pracy, • Wieloletnia tradycja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zmiany w sposobach wydobywania węgla, minimalizujące udział technologii z wykorzystaniem odpadów, • Konieczność budowy dodatkowej infrastruktury kopalni,
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • „Moda” na efektywne wykorzystanie odpadów, • Prowadzenie polityki wspierającej zagospodarowanie odpadów. 	<ul style="list-style-type: none"> • Skomplikowane procedury finansowania, • Brak środków finansowych na inwestycje, • Postęp technologii wydobywania węgla ograniczających stosowanie dodatkowych zabiegów wspomagających eksploatację.

ZAGOSPODAROWANIE ODPADÓW W TECHNOLOGIACH TECHNICZNEJ REKULTYWACJI TERENÓW

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Znaczne zasoby odpadów zdeponowane w okresach wcześniejszych, • Dostępność odpadów, • Możliwość wykorzystania odpadów bez dodatkowych operacji przerobczych, • Minimalizowanie skutków eksploatacji na powierzchni obszaru górniczego, • Niskie koszty pozyskania materiału wykorzystywanego w technologii, • Zainteresowanie tworzeniem nowych miejsc pracy. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wyczerpywanie się w przyszłości zasobów odpadów zdeponowanych w okresach wcześniejszych • Zdefiniowane właściwości odpadów, nie zawsze odpowiednich dla zastosowań w danej technologii, • Wykorzystanie cennych surowców możliwych do stosowania w innych technologiach.
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • „Moda” na efektywne wykorzystanie odpadów, 	<ul style="list-style-type: none"> • Zmiany przepisów ograniczających możliwości stosowania odpadów,



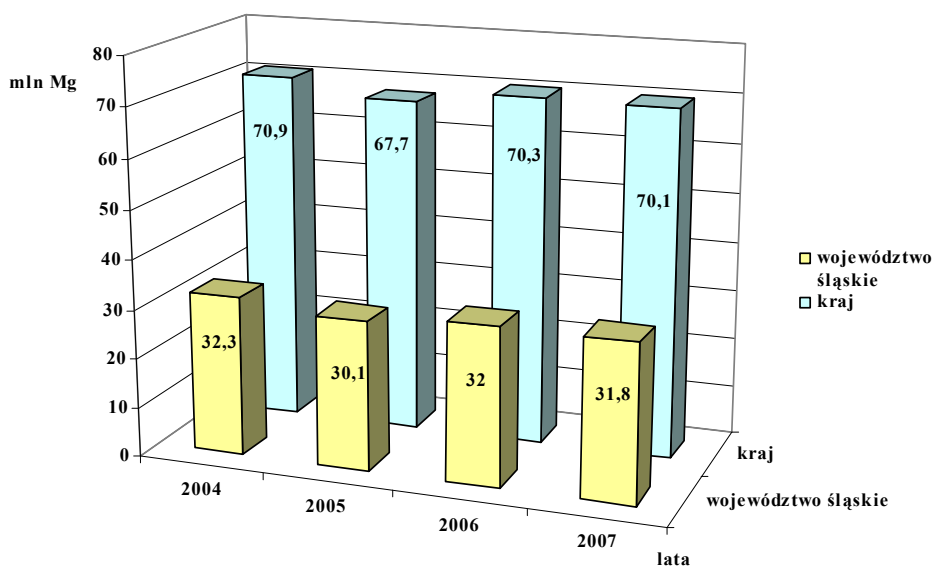
<ul style="list-style-type: none"> • Prowadzenie polityki wspierającej zagospodarowanie odpadów, • Pozyskiwanie przez samorzady terytorialne funduszy na rekultywację terenów, • Pozyskiwanie przez samorzady terytorialne funduszy na prace regulujące i zabezpieczające ciekę wodne, • Ambitne plany samorządów terytorialnych w zakresie modernizacji terenów i zmian sposobie ich wykorzystania. 	<ul style="list-style-type: none"> • Skomplikowane procedury finansowania, • Brak środków finansowych na inwestycje, • Wyczerpanie się potencjału terenów rekultywowanych.
<p>ZAGOSPODAROWANIE ODPADÓW W TECHNOLOGIACH INNYCH</p>	
<p>Mocne strony</p>	<p>Słabe strony</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Znaczne zasoby odpadów zdeponowane w okresach wcześniejszych, • Dostępność odpadów jako surowca, • Niskie koszty pozyskania materiału wykorzystywanego w technologii, • Zainteresowanie tworzeniem nowych miejsc pracy, 	<ul style="list-style-type: none"> • Konieczność wykonywania specjalistycznych badań jakościowych odpadów, • Wysokie wymagania odnoszone do odpadów o danym zakresie wykorzystania, • Dostępność odpadów o wymaganych właściwościach jakościowych dla danej technologii ich wykorzystania, • Zmieniające się warunki górniczo-geologiczne i tym samym właściwości odpadów.
<p>Szanse</p>	<p>Zagrożenia</p>
<ul style="list-style-type: none"> • „Moda” na efektywne wykorzystanie odpadów, • Prowadzenie polityki wspierającej zagospodarowanie odpadów. 	<ul style="list-style-type: none"> • Stosunkowo małe zainteresowanie wdrażaniem innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów, • Brak systemu motywującego wdrażanie innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów, • Skomplikowane procedury finansowania, • Brak środków finansowych na inwestycje, • Zachowawcze podejście decydentów do stosowania technologii wykorzystujących odpady o zmieniających się właściwościach.

8. Krytyczna analiza źródeł danych

Podstawowym źródłem informacji na temat wytwarzania i gospodarowania odpadami, w tym górnictwymi, jest publikacja Urzędu Statystycznego w Katowicach pt. „Ochrona Środowiska w województwie śląskim w latach 2000-2006”.

Kolejnym źródłem informacji są funkcjonujące od 2004 r. bazy danych nt. wytwarzania i gospodarowania odpadami, tzw. „system odpadowy”. Na szczeblu każdego województwa utworzono w Urzędach Marszałkowskich Wojewódzkie Systemy Odpadowe (WSO), które wchodzi w skład Centralnego Systemu Odpadowego (CSO), będącego w gestii Ministra Środowiska.

W skali kraju ilość odpadów górniczych wytworzonych w latach 2004-2007 wynosiła ok. 70 mln Mg, przy czym na obszar województwa śląskiego przypada średnio 42% tej ilości. Na rysunku 13 przedstawiono porównanie ilości odpadów górniczych wytworzonych na terenie województwa śląskiego do całkowitej ilości odpadów górniczych wytworzonych w skali kraju w latach 2004-2007.



Rys. 13 Porównanie ilości odpadów górniczych wytworzonych na terenie województwa śląskiego do całkowitej ilości odpadów górniczych wytworzonych w skali kraju w latach 2004-2007

Szczegółowe dane dotyczące ilości wytwarzanych odpadów górniczych na terenie województwa śląskiego dostępne są w publikacji WUS oraz w Wojewódzkim Systemie Odpadowym (WSO) dla województwa śląskiego.

W tabeli 43 przedstawiono ilości wytworzonych odpadów górniczych (wg rodzajów odpadów) na terenie województwa śląskiego w latach 2005-2006 wg danych WUS, a dla 2007 r. wg „Stan środowiska

w województwie śląskim”, strona internetowa WIOŚ. Natomiast w tabeli 44 przedstawiono ilości odpadów górniczych w latach 2004-2007 wg informacji pochodzących z WSO.

Tabela 43 Ilość wytworzonych odpadów górniczych (wg rodzajów odpadów) na terenie województwa śląskiego w latach 2005 – 2006 (wg WUS) oraz w 2007 r. (wg „Stan środowiska w województwie śląskim”, strona internetowa WIOŚ)

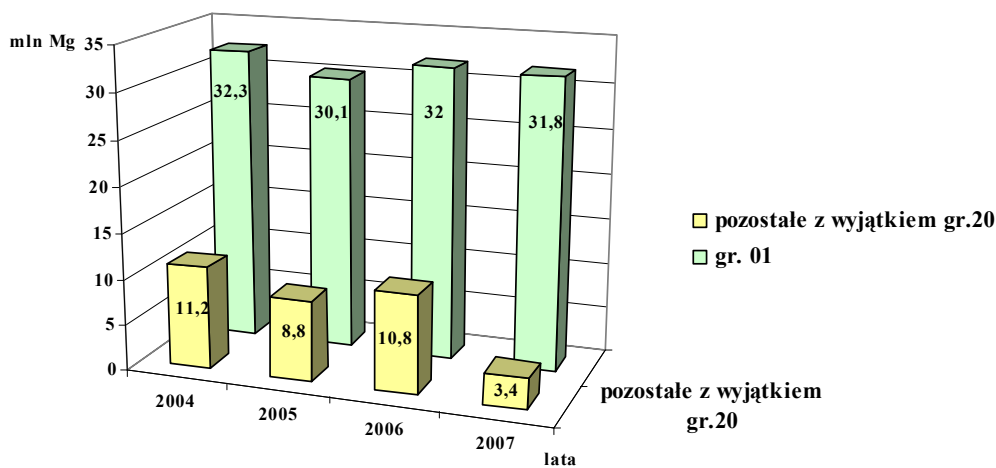
Lp.	Rodzaj odpadu	Ilość odpadów wytworzonych [mln Mg]		
		2005 r.	2006 r.	2007 r.
1.	Odpady z wydobywania kopaliny innych niż rudy metali	1,52	1,78	0,78
2.	Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopaliny	26,65	28,30	28,99
3.	Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla	1,96	2,18	2,08
RAZEM		30,13	32,26	31,85

Tabela 44 Ilości odpadów górniczych wytworzonych (wg kodów odpadów) na terenie województwa śląskiego w latach 2004-2007 (wg WSO)

Lp.	Kod odpadu	Wytworzone ilości odpadów [Mg]			
		2004 r.	2005 r.	2006 r.	2007 r.
1.	010101	0,4	-	-	-
2.	010102	1 392 182,2	1 518 148,6	1 783 577,5	829 139,29
3.	010399	7,0	-	-	-
4.	010408	1 861,8	1 630,0	7 248,5	-
5.	010409	1 350,0	1 390,0	1 785,0	-
6.	010410	5 616,4	14 666,2	9 594,2	-
7.	010412	28 502 166,0	26 645 824,9	27 981 671,9	10 992 782,73
8.	010413	1,1	-	2,0	-
9.	010481	2 368 231,9	1 961 200,6	2 180 505,6	1 816 071,81
10.	010499	6,1	444,7	2 289,5	219,00
11.	010504	-	-	-	-
12.	010508	-	-	-	-
13.	010599	-	-	-	-
RAZEM [Mg]		32 271 422,9	30 143 305,0	31 966 674,2	13 638 212,83
RAZEM [mln Mg]		32,27	30,14	31,97	13,64

Dane zawarte w tabelach 43 i 44 wykazują rozbieżności w kolejnych latach. Największe rozbieżności zaobserwowano dla 2007 r. (rzędu 40%). Należy zwrócić uwagę, że dane zawarte w publikacjach Urzędu Statystycznego podają tylko trzy grupy odpadów natomiast w WSO zdefiniowano 10 rodzajów odpadów górniczych, którym przypisano kody zgodnie z rozporządzeniem w sprawie katalogu odpadów.

Interesujące wydaje się porównanie, wg WSO dla lat 2004-2006, a dla 2007 r. – wg GUS, ilości wytworzonych odpadów górniczych (grupa 01) na terenie województwa śląskiego z pozostałymi wytworzonymi odpadami (grupy od 02 do 19) – z wyłączeniem odpadów komunalnych (grupa 20). Odpady z grupy 01 stanowią 35 - 80% całkowitej ilości wytworzonych odpadów (z wyłączeniem odpadów komunalnych) na terenie województwa śląskiego, co przedstawiono na rysunku 14.



Rys. 14. Zestawienie ilości odpadów grupy 01 oraz pozostałych odpadów (z wyłączeniem odpadów komunalnych) wytworzonych na terenie województwa śląskiego w latach 2004-2006 (wg WSO) oraz w 2007 r. (wg GUS)

W całkowitym strumieniu wytworzonych odpadów górniczych największą ilość stanowią odpady o kodzie 01 04 12, tzn. odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopaliny. Udziały procentowe odpadów górniczych wytworzonych na terenie województwa śląskiego w największych ilościach w latach 2004-2007 przedstawiono w tabeli 45.

Tabela 45 Udziały procentowe odpadów górniczych wytwarzanych w największych ilościach w latach 2004-2007 na terenie województwa śląskiego (wg WSO)

Lp.	Kod odpadu	2004 r.	2005 r.	2006 r.	2007 r.
		[%]			
1.	01 04 12	88,30	88,40	87,50	80,60
2.	01 04 81	7,34	6,50	6,80	13,32
3.	01 01 02	4,32	5,04	5,60	6,08
4.	pozostałe rodzaje odpadów z grupy 01	0,04	0,06	0,10	>0,1
RAZEM		100,00	100,0	100,00	100,00

Każdy wytworzony odpad powinien być, zgodnie z obowiązującymi przepisami, poddany odzyskowi lub unieszkodliwianiu, przy czym jako ostateczność dopuszcza się składowanie. Obydwa źródła pozyskania danych, WUS i WSO, podają informacje dotyczące sposobów gospodarowania odpadami. Informacje te przedstawiono w tabelach 46 i 47.

Tabela 46 Sposoby gospodarowania wytworzonymi na terenie województwa śląskiego odpadami górnictwami w latach 2005-2007 (wg WUS)

Lp.	Wyszczególnienie	Odzysk [mln Mg]			Unieszkodliwienie przez składowanie [mln Mg]			Magazynowane [mln Mg]		
		2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
1.	Odpady z wydobywania kopalin innych niż rudy metali	1,55	1,27		-	0,05		-	0,05	
2.	Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin	26,98	25,38		1,40	1,79		0,14	1,37	
3.	Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla	1,81	1,79		0,17	0,10		-	0,15	
RAZEM		30,35	28,45	33,89	1,57	1,88	1,64	0,14	1,57	1,26

Tabela 47 Sposoby gospodarowania wytworzonymi na terenie województwa śląskiego odpadami górnictwymi w latach 2004-2007 (wg WSO)

Lp.	kod odpadu	Odzysk [Mg]				Unieszkodliwianie poza składowaniem [Mg]				Unieszkodliwianie przez składowanie [Mg]				
		2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007	
1.	01 01 01	30 226,1	36 839,2	40 088,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.	01 01 02	648 549,9	1 419 206,5	1 827 365,3	454 037,28	-	-	-	-	-	-	5 044,0	25 745,0	
3.	01 03 99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.	01 04 07	-	-	-	-	-	-	3,6	-	-	-	-	-	
5.	01 04 08	3,0	-	4 318,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.	01 04 09	5 105,3	2471,1	2 038,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7.	01 04 10	8 964,7	7 597,8	9 072,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8.	01 04 12	2 6695 119,8	25 141 518,7	27 987 530,7	13 330- 368,57	-	-	-	bd	bd	4 146,6	38 746,0	511 285,0	1 326 794,0
9.	01 04 13	403,5	-	1 394,8	-	14,0	-	-	-	-	6,6	-	-	-
10.	01 04 81	2159 381,0	276,5	1 971 741,9	1 173 572,3	-	-	-	-	-	-	116 067,0	103 877,0	129 m304,0
11.	01 04 99	2,5	1 633 369,3	-	-	-	-	-	-	-	305,9	434,0	855,2	-
12.	01 05 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,6	-	-
13.	01 05 08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 010,2	-
14.	01 05 99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	795,9	-
razem [Mg]		29 547 655,8	28 241 270,1	31 843 549,7	14 957 978,35	14,0	3,6	bd	bd	4 459,1	155 280,6	622 867,3	1 273 254,0	
razem [mln Mg]		29,55	28,24	31,84	14,96	14,00	3,60	bd	bd	0,04	0,16	0,62	1,27	



Wstępna analiza danych przedstawionych w powyższych źródłach wykazuje w niektórych przypadkach znaczne rozbieżności. W tabeli 48 przedstawiono procentowe różnice danych wg WSO w stosunku do informacji WUS (100%).

Tabela 48 Procentowe różnice danych wg WSO w stosunku do informacji WUS (100%)

Lp.	Wyszczególnienie	Lata		
		2005 r.	2006 r.	2007 r.
1.	Odpady wytworzone	0,03%	-0,90%	-57,17%
2.	Odpady poddane odzyskowi	-6,95%	11,92%	-55,86%
3.	Odpady unieszkodliwione przez składowanie	-89,81%	-67,02%	-22,56%

Zakładając, że wartości podawane przez WUS są rzeczywiste bądź zbliżone do rzeczywistości (100%) należy stwierdzić, że:

- informacje zawarte w WSO charakteryzują się nie doszacowaniem, w przypadku ilości odpadów wytworzonych w 2007 r. oraz w przypadku odpadów unieszkodliwianych przez składowanie w latach 2005-2007,
- ilości odpadów poddawanych odzyskowi są nieoszacowane dla lat 2007 i 2007, a przeszacowane dla 2006 r.

Duże rozbieżności mogą być wynikiem wciąż niedoskonałego systemu zbierania danych, ich przetwarzania i konstrukcji bazy WSO.

Tak więc, korzystanie z bazy danych WSO przy opracowywaniu planów gospodarki odpadami wydobywczymi wydaje się utrudnione. Natomiast w przypadku korzystania z danych WUS występuje problem z ogólnością danych – podział odpadów tylko na 3 grupy.

9. Podsumowanie i wnioski

W ramach realizacji etapu II przedstawiono:

- Klasyfikację i charakterystykę odpadów z górnictwa węgla kamiennego,
- Źródła powstawania ww. odpadów,
- Zasady gospodarowania odpadami z górnictwa węgla kamiennego (hierarchia postępowania z odpadami, klasyfikacja obiektów),
- Inwentaryzację ilościową i jakościową odpadów z górnictwa węgla kamiennego, w tym:
 - ilość wytwarzanych odpadów z uwzględnieniem źródeł ich powstawania i grup litologicznych,
 - ilość odpadów podlegających zagospodarowywaniu, unieszkodliwianiu i składowaniu,
 - jakość odpadów pod kątem ich gospodarczego wykorzystania.

Zaprezentowano również zestawienie obowiązujących na poziomie UE i Polski aktów prawnych, w których znajdują się zapisy odnoszące się do odpadów z górnictwa węgla kamiennego.

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę i ocenę możliwych kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów w świetle obowiązujących uregulowań prawnych oraz stanu wiedzy i innowacyjności stosowanych rozwiązań technologicznych.

W celu oceny innowacyjności stosowanych obecnie technologii i urządzeń opracowano jednolite kryteria, pozwalające na opracowanie tzw. „listy rankingowej najbardziej innowacyjnych technologii”.

W końcowym etapie pracy dokonano krytycznej analizy przyczyn obecnego stanu w obszarze gospodarki odpadami z górnictwa węgla kamiennego ze szczególnym uwzględnieniem źródeł pozyskiwania danych ilościowych.

Przeprowadzono również analizę SWOT na poziomie instytucjonalnym, tzn. firm zajmujących się zagospodarowaniem i unieszkodliwianiem odpadów z górnictwa węgla kamiennego, jak i technologii ich przetwarzania.

Do pracy załączono:

- informacje ilościowe dotyczące gospodarki odpadami wydobywczymi oraz dane odnośnie funkcjonujących instalacji do ich odzysku i unieszkodliwiania - (Raport 2008 r. dla województw śląskiego, małopolskiego i lubelskiego),
- karty technologii



Wnioski ogólne

1. Stan wiedzy o surowcach towarzyszących pokładom węgla kamiennego w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym (GZW) jest wystarczający do określenia składu mineralnego i chemicznego odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Z uwagi na odmienny w porównaniu z terenem GZW skład litologiczny pokładów węgla kamiennego występujących w zagłębiu lubelskim i wałbrzyskim konieczne jest przeprowadzenie szczegółowej inwentaryzacji surowców towarzyszących tym pokładom.
2. Wyniki badań wykonywane przez różne ośrodki naukowo-badawcze, umożliwiają opracowanie charakterystyki jakościowej odpadów z górnictwa węgla kamiennego pod kątem kierunków ich gospodarczego wykorzystania.
3. Zmniejszające się wydobycie węgla kamiennego nie powoduje proporcjonalnego zmniejszania się ilości wytwarzanych odpadów górniczych i przerobczych. Zjawisko to wynika, z jednej strony z faktu podjęcia eksploatacji coraz cieńszych pokładów i występujących warunków geologicznych, z drugiej zaś ze stosowania technologii głębszego wzbogacania węgla, w celu osiągnięcia parametrów wymaganych przez sektor energetyczny.
4. Zmiany w gospodarowaniu odpadami wydobywczymi powodują zmniejszenie ilości odpadów składowanych w obiektach unieszkodliwiania odpadów wydobywczych.
5. „Strategia działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2007-2015”, a także „Strategia rozwoju województwa śląskiego na lata 2000-2020”, jako jeden z głównych celów koniecznych do osiągnięcia w najbliższych latach uznają racjonalną gospodarkę odpadami w tym odpadami wydobywczymi. Zapisy takie są odzwierciedleniem koniecznych do podjęcia działań, które nakłada ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (Dz. U. z 2008 r. Nr 138 poz. 865)
6. Istotnym problemem jest brak jednoznacznych danych dotyczących ilości wytwarzanych, poddanych procesom odzysku i unieszkodliwiania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego. Występują duże rozbieżności (nawet do 70%) pomiędzy danymi prezentowanymi przez GUS i danymi zawartymi w funkcjonującym w każdym województwie systemie odpadowym WSO.



- Różnice wynikają z:
- z różnych systemów zbierania danych (GUS – identyfikuje tylko wytwórców wytwarzających powyżej 1000 Mg rocznie o kodach 01 01 02, 01 04 12 i 01 04 81),
 - stosowanych sposobach ich przetwarzania i weryfikacji,
 - faktu mieszania przez wytwórców (kopalnie) odpadów o kodach 01 01 02 i 01 04 12.
7. Stwierdzono również brak pełnego zbilansowania odpadów składowanych i nagromadzonych na nieewidencjonowanych składowiskach, a także wielkości terenów zdegradowanych przez działalność wydobywczą. Jak ocenia GUS (stan na 31.12.2007 r.) na różnego rodzaju składowiskach znajdowało się 506,5 mln Mg odpadów górniczych. Odpady te zostały w większości zdeponowane do około 2000 r. Wg danych GUS w latach 2000-2007 na składowiska trafiało tylko około 5% wytwarzanych przez górnictwo węgla kamiennego odpadów.
 8. Do podstawowych kierunków zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego zaliczyć należy:
 - redukcję u „źródła”,
 - odzysk,
 - unieszkodliwianie poprzez składowanie.
 9. Redukcję „u źródła” odpadów z robót przygotowawczych i udostępniających w górnictwie węgla kamiennego można uzyskać na etapie projektowania robót górniczych oraz poprzez minimalizację robót kamiennych.
 10. 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,
 - bariera kapitałowa przy wprowadzaniu nowoczesnych rozwiązań technologicznych w eksploatacji i przeróbce kopalni.



Wnioski natury technologicznej

1. Elementem wpływającym negatywnie na rozwój technologiczny w sektorze wydobywczym są częste zmiany uregulowań prawnych w dziedzinie gospodarowania odpadami i ochronie środowiska w tym w szczególności brak rozporządzeń wykonawczych do ustawy o odpadach wydobywczych.
2. Podstawowy problem w efektywnym zagospodarowaniu odpadów to brak technologii lub rozwiązań technicznych pozwalających na separowanie odpadów o zróżnicowanych właściwościach fizyko-mechanicznych we wczesnym etapie ich powstawania w zależności od rodzajów prowadzonych robót górniczych. Wydzielenie z całego strumienia odpadów po procesach wzbogacania węgla najbardziej użytecznych surowców wymaga kosztownych technologii i związane jest z produkcją dodatkowych odpadów.
3. Właściwości przywęglowej skały płonnej, w tym zawartość węgla i skład petrograficzny uzależnione są od miejsca pozyskania odpadu w ciągu technologicznym, co w sposób decydujący wpływa na dalsze jej zagospodarowanie i kierunki zastosowania.
Kolejność działań związanych z zagospodarowaniem skały płonnej to:
 - odzysk węgla,
 - produkcja kruszyw z surowca o najlepszych właściwościach,
 - zagospodarowanie pozostałego odpadu.
4. Formalne warunki odzysku odpadów z górnictwa węgla kamiennego ustala rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 r. w sprawie odzysku i unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz. U. z 2006 r., Nr 49 poz. 356). Rozporządzenie to wymienia 6 głównych kierunków odzysku odpadów wydobywczych:
 - wypełnianie terenów niekorzystnie przekształconych (takich jak: zapadliska, nieeksploatowane odkrywkowe wyrobiska lub wyeksploatowane części tych wyrobisk),
 - utwardzanie powierzchni terenów, do których posiadacz ma tytuł prawny,
 - wykorzystanie w podziemnych technikach górniczych,
 - wykorzystanie do porządkowania i zabezpieczania przed erozją wodną i wietrzną skarp i powierzchni korony zamkniętego składowiska lub jego części,
 - budowa wałów, nasypów kolejowych i drogowych, podbudowa dróg i autostrad, nieprzepuszczalnych wykładzin oraz osadników ziemnych, rdzeni budowli hydrotechnicznych oraz innych budowli i obiektów budowlanych w tym fundamentów,



- likwidacja zagrożeń pożarowych takich jak samozapłony na czynnych zamkniętych zwałowiskach skał płonnych pochodzących z górnictwa węgla kamiennego.
5. Aktualne tendencje do efektywnego wykorzystania odpadów górnictwa węgla kamiennego w połączeniu z dużym zapotrzebowaniem na kruszywa ze strony drogownictwa oraz przemysłu materiałów budowlanych stwarzają duże możliwości dla rozwoju firm zajmujących się odzyskiem i przetwarzaniem tej grupy odpadów.
 6. Odzysk i przetwarzanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego możliwy jest w różnych technologiach i realizowany może być zarówno na powierzchni (kierunek dotychczas najczęściej wykorzystywany), jak i pod ziemią. Zgodnie z tendencjami światowymi, odzysk i przetwarzanie odpadów z górnictwa węgla kamiennego powinny w maksymalnym stopniu odbywać się pod ziemią, tak aby na powierzchni wydobywany był tylko użyteczny surowiec.
 7. Z odzyskiem odpadów (na powierzchni), w technologiach technicznej rekultywacji terenów, związane jest jednak ryzyko wystąpienia zagrożenia pożarowego. W celu minimalizacji tego zagrożenia konieczne jest stosowanie bezpiecznych technologii składowania odpadów z odpowiednim ukształtowaniem bryły zwałowiska oraz odpowiednim zagęszczeniem i uszczelnieniem zwałowanego materiału.
 8. Najmniej właściwym sposobem unieszkodliwiania odpadów jest ich składowanie. Konieczność unieszkodliwiania poprzez składowanie, wynika zazwyczaj z braku umiejętności lub chęci, a rzadziej możliwości poddania ich odzyskowi. Od kilku lat obserwuje się zmniejszanie ilości odpadów unieszkodliwionych na składowiskach oraz reeksploatację (rozbiórkę) starych składowisk związaną z odzyskiem nagromadzonych tam odpadów. Taka działalność oprócz wymiernych efektów ekologicznych przyczynia się do poprawy stanu środowiska naturalnego.
 9. W przypadku konieczności uzasadnionej ekologicznie i ekonomicznie budowy składowiska odpadów powęglowych, należy na etapie projektowania jednoznacznie ustalić sposób przyszłościowego zagospodarowania terenu oraz uwzględnić możliwość odzysku nagromadzonych na składowisku odpadów.
 10. Jednym z przyszłościowych kierunków zagospodarowania odpadów powęglowych, szczególnie w przypadku odpadów gorszej jakości, jest produkcja mieszanek hydraulicznie stabilizowanych. Rozwój technologii produkcji spoiw hydraulicznych umożliwia wiązanie materiałów o wyższych zawartościach związków organicznych, co umożliwia



utworzenie struktury odpornej na warunki środowiskowe. Rozwój technologii stabilizacji umożliwia także częstsze wbudowywanie w konstrukcje drogowe – nie tylko w nasypy i wały, ale również podbudowy w warstwy przemarzające.

11. Powstaje coraz więcej technologii zagospodarowania odpadów najdrobniejszych (mułów powęglowych) i praktycznie ta grupa odpadów może być w pełni zagospodarowana (odzysk węgla, produkcja brykietów, paliwo do elektrociepłowni, produkcja kruszyw sztucznych, uszczelnianie wysypisk odpadów).
12. Na rynku światowym funkcjonują również technologie gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego nakierowane na odzysk metali lekkich, np. tytanu. Technologie te są stosowane tylko wówczas gdy proces odzysk metali z odpadów powęglowych jest efektywny ekonomicznie.
13. Istnieje potrzeba kompleksowego podejścia do problematyki zagospodarowania odpadów powęglowych w zależności od ich jakości w kierunku ich pełnego zagospodarowania. Może to być dokonywane poprzez modyfikację istniejących technologii lub opracowanie nowych technologii ukierunkowanych na odzysk węgla i przetwarzanie odpadów ilastych.
14. Innowacyjne technologie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego powinny odzwierciedlać cele zawarte w programie „Czystych Technologii Węglowych” (CTW) ze szczególnym naciskiem na pierwszy kierunek tzw. Precombusion – ujmujący technologie oczyszczania węgla przed spalaniem wraz z przygotowaniem paliwa węglowego, o jakości gwarantującej utrzymanie limitów polutantów w trakcie jego spalania.
15. Analiza SWOT na poziomie technologicznym wykazała:
 - wyczerpywanie się zasobów odpadów zdeponowanych w okresach wcześniejszych,
 - niechęć do powtórnego wzbogacania odpadów,
 - silną konkurencję z rodzimymi zakładami przemysłu wydobywczego prowadzącymi wzbogacanie węgla na bieżąco,
 - zmiany w sposobach wydobywania węgla, minimalizujące udział technologii z wykorzystaniem odpadów,
 - konieczność budowy dodatkowej infrastruktury kopalni,
 - konieczność wykonywania specjalistycznych badań jakościowych odpadów,
 - wysokie wymagania odnoszone do odpadów o danym zakresie wykorzystania,

- zmieniające się warunki górnictwo-geologiczne i tym samym właściwości odpadów.

Reasumując należy stwierdzić, że jednym z najistotniejszych warunków stymulujących rozwój technologiczny w sektorze zagospodarowania odpadów powstających w górnictwie węgla kamiennego jest opracowanie kompleksowego programu zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego. Program ten powinien odzwierciedlać zapisy związane z odpadami wydobywczymi zawarte w strategiach, politykach i planach oraz w ustawodawstwie krajowym i unijnym, a także prezentować w odniesieniu do jakości wytwarzanych odpadów powęglowych, pakiet innowacyjnych, wzorcowych technologii gwarantujących ich pełne zagospodarowanie.

W programie tym należy również podkreślić konieczność ścisłej współpracy sektora wydobywczego z innymi działami gospodarki w tym w szczególności z sektorem energetycznym. Współpraca ta docelowo powinna zaowocować opracowaniem nowych metod zagospodarowania odpadów wydobywczych np. w powiązaniu z ubocznymi produktami spalania (UPS).



Literatura

1. Lutyński A., Białas J., Białas M.: Klasyfikacja i odwadnianie koncentratów miałowych. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Kwartalnik, Wydawnictwo IGSMiE PAN, PL ISSN 0860-0953, Kraków 1999, str.355-364.
2. Białas M., Białas J., Lutyński A., Kasztan A., Narloch G.: Wydzielanie ziaren węglowych z zawieszin odpadowych. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Wydawnictwo IGSMiE Polskiej Akademii Nauk. Kwartalnik - tom 17. Kraków 2001. str 12-17.
3. Lutyński A., Białas J.: Sposób wykorzystania odpadów górniczych. Recyklace odpadu V. Vysoka Škola Baňska – Technická Universita Ostrava, Ostrava 26.10.2001. ISBN 80-7078-884-4. str.135-142.
4. Lutyński A.: Wydzielanie ziaren węglowych z odpadów drobnoziarnistych. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej. Seria: Inżynieria Środowiska Nr 22. Koszalin 2005. s. 651-658
5. Lutyński A.: Mechaniczna przeróbka węgla kamiennego w perspektywie roku 2020. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Wydawnictwo IGSMiE PAN. Tom 24. Zeszyt ½. Kraków 2008. s.273-283
6. Lutyński A.: Rozwój technologiczny przeróbki mechanicznej węgla w perspektywie roku 2020. Zeszyty naukowe Pol. Śląskiej. Seria: Górnictwo z.284. Gliwice 2008. s. 75-87
7. Lutyński A.: Zagospodarowanie drobnoziarnistych odpadów węglowych. Monografia „Innowacyjne i przyjazne dla środowiska systemy przeróbcze surowców mineralnych w aspekcie zrównoważonego rozwoju” Instytut Techniki Górniczej. Gliwice 2009r. Rozdział s. 65-72
8. Lutyński A., Blaschke W.: Aktualne kierunki zagospodarowania odpadów przeróbczych węgla kamiennego. Przegląd Górniczy Nr. 10/2009 s. 33-35
9. Hycnar J.J., Bugajczyk M.: Kierunki racjonalnego zagospodarowania drobnoziarnistych odpadów węglowych. Polityka Energetyczna. Wydawnictwo IGSMiE PAN. Tom 7. Zeszyt Specjalny. Kraków 2004
10. Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego. Praca zbiorowa pod redakcją Mariana Turka. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2008
11. Drenda J., Proberz K.: Ocena scenariuszy rozwoju technologicznego w polskim górnictwie węgla kamiennego. Mechanizacja i automatyzacja Górnictwa. 6/449. CEiAG EMAG 2008



12. Odzysk odpadów – technologie i możliwości. Praca zbiorowa pod redakcją: Wzorek Z., Kulczycka M., Fečko P., Kusnierova M. Wydawnictwo IGSMiE PAN. Kraków 2005
13. Białecka B., Adamczyk Z.: Ocena systemu gospodarki odpadami z górnictwa w warunkach śląska. ZN Politechniki Śląskiej Seria Górnictwo z 243. Gliwice 1999
14. Chodyniecka L., Walter A. : Możliwości wykorzystania odpadów przerobczych z KWK POKÓJ (Ruda Śląska) do p[rodukcji ceramiki budowlanej. ZN Politechniki Śląskiej Seria Górnictwo z 243. Gliwice 1999
15. Gazda L.: Zmienność właściwości fizyko-chemicznych skał przywęglowych z KWK Bogdanka w aspekcie ich technologicznego wykorzystania. Miesięcznik WUG 6/2005
16. Porszke A.: Wpływ zmienności parametrów geotechnicznych odpadów powęglowych ze składowiska KWK Siemianowice na możliwość ich wykorzystania w budownictwie drogowym. ZN Politechniki Śląskiej Seria Górnictwo z 257 Gliwice 2003
17. Plewa F., Mysłek Z.: Zagospodarowanie odpadów przemysłowych w podziemnych technologiach górniczych. Monografia Nr 23. Wydawnictwo politechniki Śląskiej Gliwice 2001
18. Hycnar J., Foltyn R., Olkusiński T., Blaschke S.A.: Kierunki energetycznego wykorzystania drobnoziarnistych odpadów z wydobywania i wzbogacania węgla kamiennego. VII Ogólnopolska Konferencja Naukowa nt Kompleksowe i szczegółowe problemy inżynierii środowiska. Politechnika Koszalińska Koszalin 2005
19. Dziwok m., Grzesik M.: Zakład wzbogacania odpadów poflotacyjnych Spółki POLHO. Inżynieria Mineralna Nr 2(13) 2005
20. Kucharzyk P.: Polsko węgierska Spółka Akcyjna HALDEX – technologia zakładów przeróbki mechanicznej odpadów pogórnicznych. Inżynieria Mineralna Nr 2(13) 2005
21. Karpow J. „Wodougołnoje topliwo- technologia buduszczewo”, Energetika i Promyszlennost Rossii 5/2007
22. Sposób lokowania odpadów płynnych lub półpłynnych w wyrobisku górniczym kopalni głębinowej. Patent PL 170 391. Materzok J., i inni
23. Sposób przesiewania i płukania materiałów ziarnistych, zwłaszcza utylizacji hałd odpadów w górnictwie skalnym. Patent PL 170 689. Sokołowski M. i inni
24. Sposób i urządzenie do obróbki wstępnej szlamu osadowego, a zwłaszcza bardzo drobnoziarnistych odpadów poflotacyjnych z zespołów do wzbogacania węgla kamiennego. Patent PL 162 107. Wehland P. i inni
25. Sposób oraz układ do odzyskiwania węgla z zawieszin ziaren drobnych i utylizacji odpadów. Zgłoszenie patentowe P 348894 Lutyński A., J. Białas



26. Sposób i układ urządzeń do odwadniania miałów oraz mułów węglowych. Patent PL 185 303, Białas J., Lutyński A
27. Sposób i układ do odzyskiwania węgla z mułów odpadowych. Patent PL 200 561. Błaszczński S., Lutyński A.
28. Sposób i układ urządzeń do odwadniania miałów oraz mułów węglowych, patent PL 185303. Białas J., Lutyński A. i inni
29. Wojewódzki System Odpadowy (WSO) – raporty dla województwa śląskiego
30. „Stan środowiska w województwie śląskim”, str. internetowa WIOŚ
31. „Ochrona środowiska 2008”, GUS, Warszawa 2008.
32. Barosz S., Techniczno-ekonomiczne i środowiskowe uwarunkowania zagospodarowania zwałowisk odpadów powęglowych na przykładzie kopalń węgla kamiennego ROW-u, Praca doktorska, Katedra Górnictwa Odkrywkowego AGH, Kraków 2004 r.
33. Kozioł W. i inni - Opracowanie technologii rozbiórki częściowo aktywnych termicznie, stożkowych zwałowisk odpadów powęglowych wraz z kierunkami gospodarczego wykorzystania surowców. Projekt celowy KBN: AGH - Barosz- Gwimet Sp. z o.o. Kraków 1998 – 2000 r., praca niepublikowana
34. Kozioł W. i inni; Wykonanie badań, koncepcji i dokumentacji technicznej likwidacji zjawisk termicznych wraz z możliwością dalszego zagospodarowania odpadów pogórnicznych na terenie stożka „Wrzosy” w KW S.A. Oddział KWK „Rydułtowy – Anna” Ruch II, Kraków 2007, praca niepublikowana
35. Kozioł W. i inni; Kompleksowe wykonanie analiz, projektów i dokumentacji technicznej związanej z likwidacją ruchu „1 maja” w KWK Marcel w zakresie odwodnienia i rekultywacji terenów poeksploatacyjnych, Kraków 2000, praca niepublikowana
36. Kozioł W., Piotrowski Z., Aktualne kierunki zagospodarowania odpadów z udostępniania węgla kamiennego, Przegląd Górniczy, 10/2009
37. Kozioł W., Kruszywa ze zwałowisk odpadów powęglowych kopalń węgla kamiennego, Górnictwo Odkrywkowe, 6/2001
38. Kawalec P., Kozioł W., Produkcja kruszyw alternatywnych – sztucznych i z recyklingu – w Polsce i w wybranych krajach Unii Europejskiej, Surowce i Maszyny Budowlane 1/2007
39. Kawalec P., Kozioł W., Produkcja kruszyw z surowców odpadowych i ich zastosowanie w budownictwie komunalnym i inżynierskim, Materiały Szkoły Gospodarki Odpadami: Kraków/Rytro, 10–13 września 2002
40. Cebulak S., Miczajka M., Tabor A., Skręt U., Gardocki M.: Procesy termiczne zachodzące w obiektach budowanych z wykorzystaniem odpadów powęglowych – Analiza zjawisk,



Priorytetowe i innowacyjne
technologie zagospodarowania
odpadów pochodzących
z górnictwa węgla kamiennego

INSTYTUT
MECHANIZACJI BUDOWNICTWA
I GÓRNICWA SKALNEGO



Materiały II Konf. Naukowo technicznej Ochrona Środowiska
na Terenach Górniczych. SiTG, Szczyrk 4 - 6 . 06. 2008

41. Piotrowski Z, Sokół W.A. i inni: „Technologie Czystszej Produkcji
w górnictwie węgla kamiennego”. Biblioteka Szkoły Gospodarki
Odpadami, Kraków, 2003.
42. Skarżyńska K.: „Odpady powęglowe i ich zastosowanie
w inżynierii lądowej i wodnej”, Wyd. AR. Kraków 1997r.