

*Aleksander Lutyński**

FORESIGHT W ZAKRESIE PRIORYTETOWYCH I INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW POCHODZĄCYCH Z GÓRNICICTWA WĘGLA KAMIENNEGO

1. Wprowadzenie

Zagadnienia związane z tematyką surowcową, szczególnie surowców energetycznych znajduje swoje odzwierciedlenie w szeregu projektach typu foresight o zasięgu zarówno globalnym, jak i lokalnym czy krajowym. Zagadnienia tam prezentowane, w pewnych tylko wąskich fragmentach, poruszały tematyką odpadów i to głównie z procesów termicznego przetwarzania surowców energetycznych.

W przypadku realizowanych foresightów z zagadnień surowców energetycznych dominowały kierunki rozwoju wiedzy i technologii dotyczące:

- zapotrzebowania na energię,
- konieczności obniżenia emisji gazów cieplarnianych,
- konieczności obniżenia emisji zanieczyszczeń powietrza,
- zasobów i dostaw pierwotnych nośników energii.

Narodowe foresighty energetyczne odzwierciedlają uwarunkowanie i potrzeby danego kraju (zasoby naturalne, klimat, dominujące dziedziny gospodarki, poziom rozwoju), a więc wyniki niektórych z nich mają małe odniesienie do przewidywanej przyszłości innych krajów. Wspólny element większości projektów stanowią:

- zastosowanie alternatywnych, w stosunku do paliw kopalnych, źródeł energii (źródeł odnawialnych, ogniw paliwowych, wodoru),
- wdrożenie systemów oszczędzania energii (technologii o dużej sprawności, budownictwa energooszczędnego),

* Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice

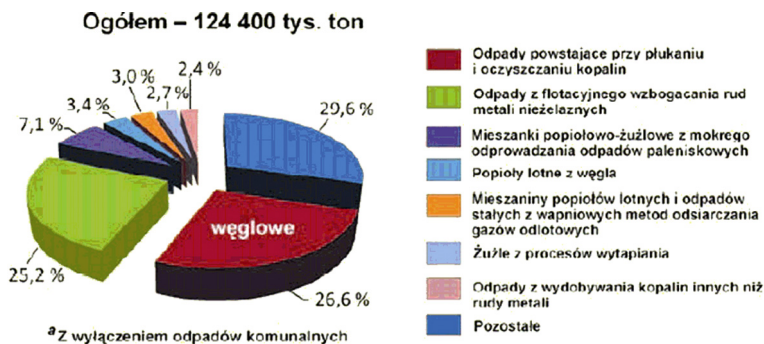
- rozbudowa systemów dostaw czystej energii,
- zmian napędu w środkach transportu.

Podstawowym celem projektów foresight jest przede wszystkim efektywne kształtowanie przyszłości. Innymi, niezwykle ważnymi, efektami tego projektu są: informowanie środowisk opiniotwórczych o problemach identyfikowanych w obszarze tematycznym foresightu, kreowanie społecznej dyskusji na tematy będące przedmiotem analiz i rozważań projektu oraz efektywne wykorzystanie potencjału intelektualnego analizowanego obszaru.

Niezwykle ważna dla istoty foresightu jest kwestia współdziałania różnych podmiotów. Tego typu projekty wymuszają daleko posuniętą kooperację między osobami i placówkami często dotąd nie mającymi ze sobą wspólnych relacji. Ostatecznym zadaniem foresightów jest dostarczenie grupom decyzyjnym wiedzy z określonego obszaru tematycznego. W związku z powyższym najczęściej projekty foresight są realizowane na zamówienie ośrodków decyzyjnych. Wypracowana w ramach foresightu wizja przyszłości ma tylko wtedy szansę realizacji, gdy jest (choćby częściowo) realna. Z tego względu powiązanie różnych podmiotów funkcjonujących w kręgu zainteresowania projektu znacznie ułatwia jego późniejszą realizację.

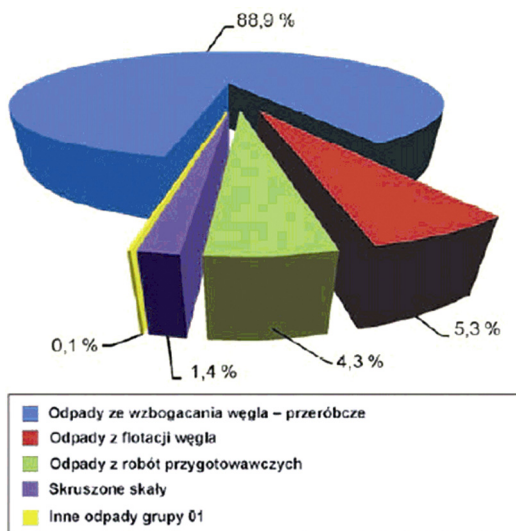
Wśród beneficjentów projektów foresight jako najważniejsze wymienić trzeba instytucje rządowe (ministerstwa oraz inne urzędy centralne). To one finansują około 80% inicjatyw o tym charakterze. Kolejnym co do wielkości użytkownikiem foresightu są: administracja samorządowa, sfera badawczo rozwojowa (*research community*), przedsiębiorcy oraz wszelkiego rodzaju ich związki. Informacje dostarczane ośrodkom decyzyjnym powinny być przede wszystkim informacjami o charakterze podstawowym. Powiązanie foresightu z podmiotami kreującymi politykę jest kwestią niezwykle istotną.

W roku 2007 wytworzono w Polsce 124,4 mln ton odpadów. Duży udział, bo 34,4 mln ton, a więc 26,6%, stanowiły odpady mineralne powstające przy wydobywaniu i przetwarzaniu węgla, co pokazano na rysunku 1. Pomimo znacznego gospodarczego wykorzystania opisywanych odpadów, najczęściej w różnego typu pracach rekultywacyjnych na obszarach objętych eksploatacją górnictwa, ich ilość deponowana na składowiskach stale wzrasta i w 2007 (dane GUS) osiągnęła ponad 0,5 mld ton [2].



Rys. 1. Ilość odpadów (bez komunalnych) wytworzona według rodzajów w 2007 r. [2]

Na rysunku 2 pokazano procentowe udziały poszczególnych rodzajów odpadów wytworzonych w 2007 r. w kopalniach węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.



Rys. 2. Procentowe udziały poszczególnych rodzajów odpadów wytworzonych w 2007 r. w kopalniach węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego [2]

Wydaje się więc w świetle przedstawionych danych, że problematyka efektywnego i szerokiego wykorzystania odpadów z produkcji węgla kamiennego jest niezwykle aktualna. Pewne pozytywne trendy zaobserwować można ostatnio również w podejściu spółek węglowych, co wynika z obowiązującej już Ustawy o odpadach wydobywczych (Dz.U. z 2008 r. Nr 138, poz. 865) [1, 3]. Ustawa zobowiązuje bowiem wytwórców odpadów do ich utylizacji i zagospodarowania w instalacjach przemysłowych, wykluczając niektóre dotychczas stosowane metody zagospodarowania, np. poprzez składowanie.

Przedstawiona sytuacja legła u podstaw zgłoszenia projektu „Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego”. Koordynatorem projektu, którego realizację przewidziano na lata 2009–2011, jest Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie. Partnerami projektu są Akademia Górniczo-Hutnicza i Politechnika Śląska.

2. Cele i etapy realizowanego projektu foresight

Realizowany projekt „Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego” stawia przed jego wykonawcami dwa zasadnicze cele.

Są nimi:

- identyfikacja wiodących technologii zagospodarowania odpadów górniczych znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie priorytetowy dla Polski, oraz opracowanie scenariuszy ich rozwoju przez zastosowanie usystematyzowanej metodyki badawczej;
- wskazanie priorytetów inwestycyjnych w sferze badań i rozwoju technologicznego, zmiana orientacji nauki i systemu innowacji, wzmocnienie polskiego potencjału sfery badawczo-rozwojowej oraz przedsiębiorstw sektora publicznego i prywatnego funkcjonujących w sektorze gospodarczego wykorzystania odpadów pochodzących z przemysłu wydobywczego, przez rozwój i wdrażanie metodyki foresightu w zakresie innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów.

Działania badawcze zawierają się w trzech obszarach priorytetowych:

- technologii dotyczących odpadów wydobywczych,
- technologii dotyczących odpadów przerobczych,
- technologii dotyczących odpadów z robót udostępniających.

W projekcie zakłada się, że potencjalnymi odbiorcami zainteresowanymi wdrożeniem wyników projektu będą:

- administracja samorządowa różnych szczebli;
- przedsiębiorstwa zajmujące się zagospodarowaniem, transportem, odzyskiem i unieszkodliwianiem odpadów;
- placówki naukowo-badawcze.

Projekt, którego okres realizacji planowany jest na dwadzieścia cztery miesiące, podzielony został na siedem etapów.

W etapie pierwszym powołano struktury organizacyjne projektu. Zorganizowano Konferencję inauguracyjną prace foresightu, nad którą patronat objęli: Wiceprezes Rady Ministrów, Minister Gospodarki Waldemar Pawlak, Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego prof. Barbara Kudrycka i Minister Środowiska Maciej Nowicki. Utworzono także portal internetowy „Foresight — Odpady w Górnictwie Węgla Kamiennego www.foresight-ogwk.pl.

W etapie drugim dokonano diagnozy stanu obecnego innowacyjności i rozwoju technologii w zakresie zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego. W wyniku analiz zidentyfikowano trzydzieści cztery technologie wykorzystujące odpady węgla kamiennego. Większość z tych technologii ma zastosowanie w praktyce, wykazując wysoką efektywność. Nieznaczna część zidentyfikowanych technologii stanowi propozycje, których zastosowanie może mieć miejsce w przyszłości. Trzydzieści cztery technologie lokują się w pięciu grupach zastosowań.

Grupami zastosowań technologii wykorzystujących odpady węgla kamiennego są:

- 1) Budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów;
- 2) Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego;
- 3) Podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych;
- 4) Kruszywa, ceramika;
- 5) Odzysk substancji węglowej.

W trzecim etapie projektu dokonano wyboru Ekspertów Kluczowych, po 12 dla każdego obszaru priorytetowego, i Ekspertów Dodatkowych (po 50 do obszaru). Szczególną uwagę przywiązywano do wyboru Ekspertów Kluczowych, których zadaniem jest dokonanie ocen innowacyjności technologii, analiz SWOT oraz STEP, a także pełna współpraca z Komitetem Sterującym projektu w zakresie przygotowania i przeprowadzenia badań metodą Delhi, co realizowane będzie w etapie czwartym.

Analiza SWOT pozwoli na identyfikację czynników stanowiących mocne i słabe strony wytypowanych technologii oraz czynników stanowiących o szansach i zagrożeniach ze strony otoczenia odnoszących się do rozwoju tych technologii. Czynnikiem tym zostaną przypisane arbitralnie, przez Ekspertów Kluczowych, trzy poziomy istotności wpływów. Zostaną tym samym wyłonione czynniki bardzo istotne, mniej istotne i najmniej istotne stanowiące o słabych i mocnych stronach technologii oraz szansach i zagrożeniach rozwoju technologii. Wyniki tak przeprowadzonej analizy SWOT posłużą do analizy STEP, która pozwoli na identyfikację czterech grup czynników wpływających na rozwój technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego w każdej z pięciu grup technologii.

Cztery grupy czynników wpływowych to czynniki:

- 1) społeczne,
- 2) techniczno-technologiczne,
- 3) ekonomiczne,
- 4) polityczno-prawne.

W oparciu o wyłonione przez ekspertów czynniki kluczowe przeprowadzona zostanie analiza wpływów krzyżowych. Eksperti Kluczowi, mając do dyspozycji skalę ocen od 0 do 3, ustalą stopień relacji pomiędzy poszczególnymi czynnikami. W analizie krzyżowej wykorzystane zostaną specjalistyczne programy komputerowe (np. MIC-MAC). W wyniku analizy wyłonione zostaną:

- czynniki kluczowe, łączące w sobie siłę oddziaływania z dużym stopniem zależności, wskazując, które działania powinny być uznane za priorytetowe w procesie opracowywania scenariuszy;
- czynniki decydujące, wywierające bardzo silny wpływ i mogące być traktowane jako czynniki napędzające i hamujące. Są one bardzo trudne do skontrolowania. Wiedza na ich temat jest niezwykle istotna w procesie obserwowania trendów długoterminowych, w badaniach nad przyszłością;

- czynniki regulujące, mogące okazać się pomocne do osiągnięcia celów strategicznych, jednakże ich wpływ nie jest decydujący na rozwój technologii;
- czynniki autonomiczne, wywierające najmniejszy wpływ na zachodzące zmiany w technologiach;
- czynniki zależne, charakteryzujące się małym oddziaływaniem, przy dużej zależności od innych czynników. Czynniki te są szczególnie podatne na zmiany czynników decydujących oraz kluczowych.

Analiza krzyżowa pozwala na stworzenie podstaw do opracowania ankiet w dwustopniowych badaniach metodą Delhi, w których zaangażowani zostaną Eksperti Dodatkowi.

W piątym etapie projektu przewidziana jest wstępna weryfikacja wyników badań w konsultacjach społecznych. Wprowadzenie do projektu konsultacji społecznych służyć ma osiągnięciu następujących celów:

- stworzenia szerszego gremium kształtującego opinie,
- maksymalizacji efektywności i trafności procesów decyzyjnych,
- pozyskaniu społecznej akceptacji dla decyzji podjętych w trakcie realizacji projektu.

W konsultacjach przewidywane jest wykorzystanie portalu internetowego, na którym umieszczone zostaną wyniki badań przeprowadzonych w projekcie.

W szóstym etapie projektu przewidziana jest synteza wyników i prognoza możliwych scenariuszy rozwoju technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego.

Etap siódmy, ostatni w realizacji projektu będzie skierowany na upowszechnienie wyników projektu. Przewiduje się wydawnictwo „Opracowanie scenariuszy rozwoju priorytetowych technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego”. Częścią składową projektu będzie BANK INFORMACJI o wybranych technologiach, możliwościach ich rozwoju oraz ich efektywności.

3. Analiza poziomu innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węglowego

Do prowadzonej w ramach projektu analizy innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węglowego przyjęto określone kryteria poziomu innowacyjności technologii. Poszczególnym kryteriom przypisano następujące wagi stanowiące ocenę ich istotności:

- 1) Kryterium obecnego poziomu technologicznego (technicznego) odnoszonego do innych zaawansowanych dziedzin techniki (materiały, automatyzacja, informatyka, organizacja, itp.) — waga: 0,25;
- 2) Kryterium, skuteczności technologii odnoszona do warunków zewnętrznych — waga: 0,15;

- 3) Kryterium uniwersalności technologii odnoszona do techniki i warunków ich stosowania — waga: 0,10;
- 4) Kryterium minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko — waga: 0,25;
- 5) Kryterium bezpieczeństwa i higieny pracy — waga: 0,25.

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

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

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

Analiza innowacyjności przeprowadzona w grupie roboczej Ekspertów Kluczowych pozwoliła na stworzenie rankingu zidentyfikowanych i przedstawionych do oceny innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego. Ranking ten utworzono obliczając średnie z ocen dokonanych przez poszczególnych Ekspertów. Eksperti Kluczowi przedstawili też propozycje czterech innych technologii nie ujętych w zestawie technologii skierowanym do oceny. Przyjęto, że w dalszych analizach projektu SWOT i STEP nie będą rozpatrywane technologie uznane za zanikowe i rozpowszechnione o najniższym i średnim poziomie natężenia stopnia innowacyjności. Do dalszych analiz pozostawiono więc 31 technologii rozpowszechnionych o najwyższym poziomie natężenia innowacyjności i technologii rozwojowych.

Najwyższą ocenę w stworzonym rankingu uzyskała technologia „Produkcja ceramiki budowlanej ze skały płonnej” znajdująca się w grupie zastosowań technologii „Kruszywa, ceramika”. Uzyskała ona ocenę 2,23. Technologia produkcji ceramiki budowlanej, w przypadku zastosowania odpadowej skały płonnej z kopalni węgla kamiennego, jest podobna do technologii tradycyjnej. Różni się sposobem pozyskiwania i przygotowania surowca. Technologia dotyczy produkcji cegły elewacyjnej w Zakładzie Ceramiki Budowlanej „Ekoklinkier” LW „Bogdanka” S.A. Głównym surowcem wykorzystywanym w tej technologii jest skała płonna towarzysząca pokładom węgla w kopalni Bogdanka. Przydatność tej skały wynika z jej składu petrograficznego i polega na przewadze składników korzystnych (ponad 90%), w tym ilowców około 60%, łupków około 23% oraz mułowców około 10%, nad składnikami niekorzystnymi. Wysoka wartość opałowa odpadów (ok. 2500 kJ/kg) pozwala na znaczne oszczędności energii podczas wypalania cegieł. Istotne znaczenie dla późniejszej jakości cegieł ma wstępne przygotowanie surowca. Stwierdzono, że z punktu widzenia ceramiki, najwięcej minerałów ilastych ma frakcja 20÷50 mm. Ona też stanowi podstawowy

surowiec wyjściowy. Z niego poprzez kruszenie i przesiewanie otrzymuje się frakcję użyteczną w klasie ziarnowej 0÷1 mm. Następne operacje dotyczą już technologii ceramicznej, to jest nawilżania surowca do około 10%, jego wymieszanie z dodatkiem schudzającym, leżakowanie przez około 2 tygodnie, uśrednianie i ujednorodnianie, dowilżanie do około 15%, formowanie cegieł, ich suszenie, wypalanie, dosuszanie, odgazowanie, spiekanie i studzenie. Cały cykl wypalania trwa około 120 godzin.

Proces technologiczny przedstawia się następująco: skała płonna dostarczana jest na kratę zasypową, skąd przenośnikiem taśmowym jest podawana na kruszarkę udarową. W kruszarce następuje rozdrobnienie do frakcji 0÷15 mm. Potem skała jest poddawana dalszemu rozdrabnianiu do frakcji 0÷2 mm. Operacja to odbywa się w młynach młotkowych, skąd podajnikiem ślimakowym rozdrobniona skała jest dostarczana na sito, na którym zostaje oddzielona frakcja użyteczna to jest frakcja o granulacji 0÷1 mm. Tak przygotowana skała płonna jest dostarczana do układu technologicznego produkcji cegły. Schemat technologiczny przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat technologiczny produkcji cegły elewacyjnej

Produktem technologii jest surowiec do produkcji ceramiki budowlanej. Końcowym produktem w przypadku LW „Bogdanka” S.A. jest cegła elewacyjna w czterech podstawowych asortymentach kolorystycznych: piaskowo-żółta (siena), jasnobursztynowy (jantar), ciemnobursztynowy (carmel), brunatny (morena). W każdym kolorze występują różne kształtki, co w połączeniu z dwoma typami faktury lica, daje w sumie kilkadziesiąt asortymentów produkowanych wyrobów.

Kolejnymi technologiami w utworzonym rankingu były: Zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek eksploatacji pokładów systemem chodnikowym z grupy zastosowań „Roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego” oraz Pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych z grupy zastosowań „Odzysk substancji węglowej”.

Obecnie prowadzona jest analiza SWOT, w której identyfikowane są czynniki stanowiące o mocnych i słabych stronach wytypowanych technologii oraz czynniki stanowiące o ich szansach i zagrożeniach w stosowaniu i rozwoju. Kolejną będzie analiza STEP, w której dokonana zostanie ocena wpływu czynników społecznych, techniczno-technologicznych, ekonomicznych i polityczno-prawnych na rozwój technologii.

4. Podsumowanie

Przytoczone dane wskazują, że krajowe górnictwo węgla kamiennego jest jednym z największych wytwórców odpadów. Znaczna część tych odpadów jest składowana na hałdach

lub wykorzystywana w technologiach o bardzo niskim poziomie innowacyjności. Deponowanie odpadów na składowiskach powoduje wzrost kosztów produkcji węgla kamiennego oraz niekorzystny wpływ na środowisko naturalne. Z przeprowadzonych badań jakościowych tych odpadów wynika, że znaczna ich część stanowić może pełnowartościowy surowiec naturalny. Surowiec ten, po odpowiednim jego przetworzeniu, może być wykorzystany gospodarczo. Wskazują na to zarówno badania prowadzone w niektórych jednostkach badawczych oraz stosowane technologie wykorzystania tych odpadów [4–6]. Wytyczone cele projektu „Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego” zmierzają do uporządkowania i skoordynowania działań, które umożliwią zaniechanie składowanych odpadów przy jednoczesnym wykorzystaniu ich, jako surowca, w innowacyjnych technologiach przetwarzania. Efektem projektu będzie wskazanie scenariuszy rozwoju priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego oraz wypracowania spójnej strategii w tym zakresie.

Realizowany projekt „Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego” jest współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013 w ramach Priorytetu I „Badania i rozwój nowoczesnych technologii”, Działania 1.1. „Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy”, Poddziałanie 1.1.1. „Projekty Badawcze z wykorzystaniem metody foresight”.

LITERATURA

- [1] *Dulewski J.*: Konsekwencje dla przemysłu wydobywczego wynikające z nowych uwarunkowań prawnych dotyczących odpadów. *Przegląd Górniczy*, nr 10, 2009
- [2] *Góralczyk S.*: Foresight, a problematyka odpadów z górnictwa węgla kamiennego. *Przegląd Górniczy*, nr 10, 2009
- [3] *Kłopotek B.*: Przepisy o odpadach wydobywczych. *Przegląd Górniczy*, nr 10, 2009
- [4] *Kozioł W., Piotrowski Z.*: Aktualne kierunki zagospodarowania odpadów z udostępniania węgla kamiennego. *Przegląd Górniczy*, nr 10, 2009
- [5] *Lutyński A., Blaschke W.*: Aktualne kierunki zagospodarowania odpadów przerobczych węgla kamiennego. *Przegląd Górniczy*, nr 10, 2009
- [6] *Stankiewicz J.*: Doświadczenia IMBIGS w wykorzystaniu odpadów górnictwa węgla kamiennego. *Przegląd Górniczy*, nr 10, 2009