

Stefan Góralczyk

Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego

Aleksander Lutyński

Politechnika Śląska

SUMMARY

The article presents three scenarios for the development of innovative technologies of coal waste management: optimistic, moderate and pessimistic. The assumptions are made as a result of the Foresight Project on priority and innovative technologies of coal mining waste management.

Rozwój innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa w scenariuszach foresightu OGWK

Odpady pochodzące z przemysłu wydobywczego – stanowiące ok. 60% odpadów przemysłowych w Polsce – są istotnym problemem gospodarki odpadami, problemem wymagającym w najbliższej przyszłości kompleksowego rozwiązania. Konieczność zmiany podejścia do sektora wydobywczego wskazują choćby dane ilościowe. W 2007 roku wytworzono w Polsce 124,4 mln ton odpadów. Duży udział, bo 34,4 mln ton, a więc 26,6%, stanowiły odpady mineralne powstające przy

wydobyciu i przetwarzaniu węgla, co pokazano na rys. 1. Pomimo znacznego gospodarczego wykorzystania opisywanych odpadów, najczęściej w różnego typu pracach rekultywacyjnych na obszarach objętych eksploatacją górnictwem, ich ilość deponowana na składowiskach stale wzrasta i w 2007 roku (dane GUS) osiągnęła ponad 0,5 mld ton (4).

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

Wydaje się więc, w świetle przedstawionych danych, że problematyka efektywnego i szerokiego wykorzystania odpadów z produkcji węgla kamiennego jest niezwykle aktualna. Pewne pozytywne trendy można ostatnio zaobserwować w podejściu spółek węglowych, co wynika z obowiązującej już *Ustawy o odpadach wydobywczych* (Dz.U. z 2008 r., nr 138, poz. 865) (2, 6). Ustawa zobowiązuje bowiem wy-

W artykule przedstawiono trzy scenariusze: optymistyczny, umiarkowany i pesymistyczny rozwoju innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa kamiennego, będące wynikiem prac projektu typu foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego.

twórców odpadów do ich utylizacji i zagospodarowania w instalacjach przemysłowych, wykluczając niektóre dotychczas stosowane metody zagospodarowania, np. poprzez składowanie.

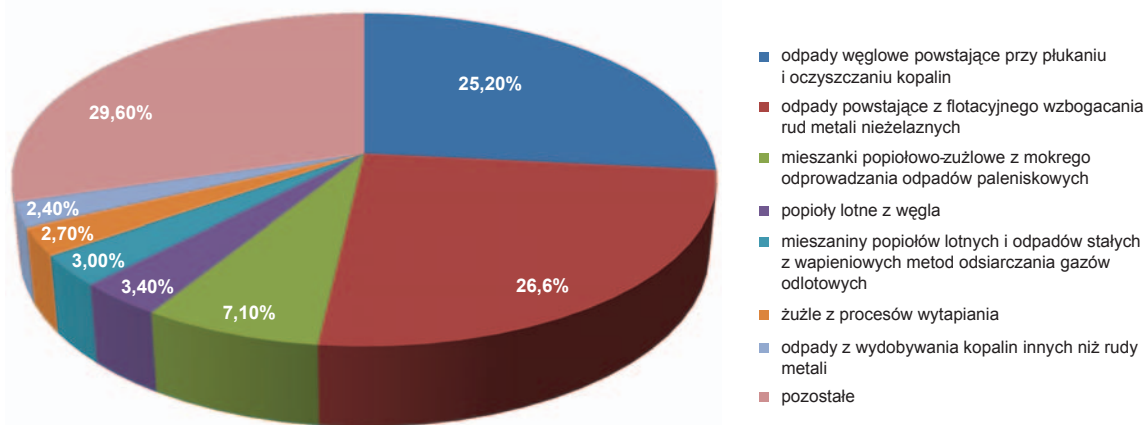
Przedstawiona sytuacja legła u podstaw zgłoszenia projektu „Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego”. Koordynatorem projektu, którego realizację przewidziano na lata 2009-2011, jest

Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie. Partnerami projektu są Akademia Górniczo-Hutnicza i Politechnika Śląska.

Podstawowe cele i zadania sformułowane w projekcie „Foresight w zakresie innowacyjnych i priorytetowych technologii zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego” są zgodne z kierunkami określonymi w Unii Europejskiej w zakresie wsparcia działalności małych i średnich firm, promocji innowacyjności, zrównoważonego rozwoju i zasad postępowania proekologicznego.

Zdefiniowane cele wpisują się swoim zakresem w priorytety:

- Narodowego Planu Rozwoju 2007-2013 w obszarze „Rozwój nowoczesnego systemu gospodarowania odpadami”,
- Narodowych Strategicznych Ram Odniesienia 2007-2013 – Narodowa Strategia Spójności 2007-2013,



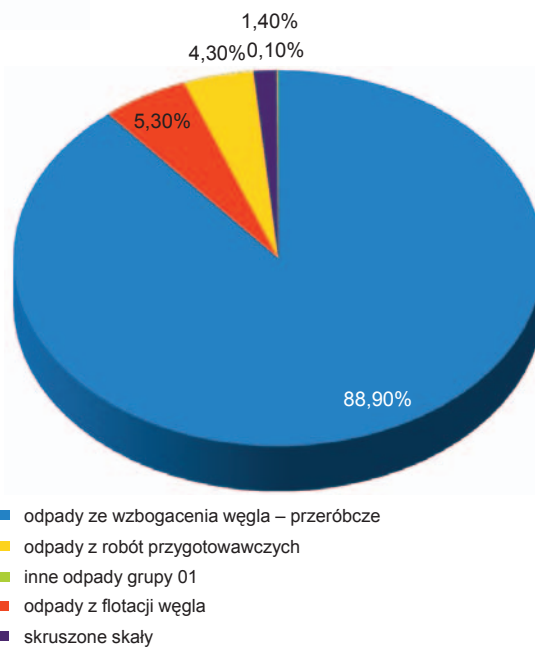
Rys. 1. Ilość odpadów wytworzona wg rodzajów w 2007 roku (4)

- Krajowego Programu Ramowego – II Obszar Badawczy – Środowisko, priorytet 2.6 – „Gospodarka recykulacyjna oraz inne środki techniczne ochrony środowiska”,
- Narodowego Programu Foresight „Polska 2020”, Pole Badawcze „Zrównoważony Rozwój Polski” – Technologie na rzecz ochrony środowiska,
- Polityki Ekologicznej Państwa na lata 2007-2010 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2011-2014,
- Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2010 i planów szczebla wojewódzkiego, powiatowego i gminnego,
- kierunków zwiększania innowacyjności gospodarki na lata 2007-2013,
- Regionalnych Strategii Innowacji, w tym Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Śląskiego na lata 2003-2013,
- strategii działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2007-2015.

Realizowany w ciągu 33 miesięcy projekt „Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego” (Foresight OGWK) pozwolił zidentyfikować kluczowe kierunki rozwoju badań naukowych i prac rozwojowych, dotyczących udoskonalania istniejących technologii „odpadowych” i opracowywania nowych w obszarach: wydobycia, przeróbki i udostępniania węgla kamiennego, opisane w kolejnych rozdziałach monografii.

Wyniki przeprowadzonych badań typowych dla projektów typu foresight (13) wzbogacone wiedzą ekspercką pozwoliły na zbudowanie scenariuszy rozwoju innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego. W budowie tych scenariuszy uwzględnione zostały także wyniki wcześniej wykonanych foresightów:

- scenariusze rozwoju technologicznego kompleksu paliwowo-energetycznego dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju (foresight realizowany w latach 2004-2006) (10),



Rys. 2. Procentowe udziały poszczególnych rodzajów odpadów wytworzonych w 2007 roku w kopalniach węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (4)

- scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego w Polsce do roku 2020 (foresight realizowany w latach 2006-2008) (11).

Założenia scenariuszy

Większość autorów piszących na temat analizy scenariuszy zaleca zastosowanie wielu scenariuszy (12). Przyszłość jest niepewna, a analiza tylko jednego scenariusza nie umożliwia prezentacji całego zakresu szans i wyzwań, które możemy napotkać w przyszłości. Często analiza scenariusza jest utożsamiana z analizą wielu scenariuszy, a zastosowanie kilku alternatywnych opcji jest zalecane, ponieważ umożliwia:

- podważanie powszechnych opinii poprzez ukazanie prawdopodobieństwa wystąpienia kilku różnych przyszłości;
- uzasadnienie kierunków, w jakich różne tendencje i tendencje przeciwne mogą się rozwijać i wpływać na siebie, a także, jakie skutki mogą wywołać odstępstwa od normalnego rozwoju tych kierunków;

- dokonanie pewnego testu rzetelności wniosków wynikających z polityki i strategii dla różnych dróg rozwoju wypadków, a także określenie pewnych wskazówek dotyczących sygnałów, że jesteśmy na tej czy innej drodze;
- prezentację znacząco różnych światopoglądów dotyczących czynników stymulujących zmiany oraz powiązań między nimi, a także nawiązanie dialogu pomiędzy zwolennikami różnych poglądów na temat skutków lub warunków wystąpienia różnych zdarzeń.

Rozwój technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego przedstawiono w trzech wariantach scenariuszy: optymistycznym, umiarkowanym i pesymistycznym. Podstawą trzech różnych wariantów scenariuszy rozwoju technologii zagospodarowania odpadów jest przyjęcie różnych czynników wpływających na ten rozwój.

Scenariusze rozwoju innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego zbudowano, uwzględniając następujące czynniki wewnętrzne i zewnętrzne: rozwój gospodarczy Polski mierzony wzrostem PKB (założono, że rozwój gospodarczy jest związany z popytem na kruszywa i energię), strategię energetyczną Unii Europejskiej, uwarunkowania prawne dotyczące środowiska (ustawa o odpadach, ustawa o odpadach wydobywczych, pakiet klimatyczny), uwarunkowania ekonomiczne dotyczące gospodarki odpadami wydobywczymi (instrumenty finansowe wspomagające gospodarkę odpadami wydobywczymi, budżet unijny, a w nim środki przeznaczone dla Polski na obszary wspólnego działania oraz wyrównywania różnic między krajami starej i nowej unii – fundusz spójności), popyt na produkty odpadowe oraz szeroko rozumianą akceptację społeczną dla poczynań związanych z zagospodarowaniem odpadów górnictwa węglowego, przede wszystkim jako przychylność samorządów terytorialnych do wdrażania technologii zagospodarowania odpadów.

Wskaźniki ekonomiczno-gospodarcze przyjęto dla horyzontu czasowego wynoszącego 20 lat, którego dotyczy analiza realizowanego foresightu. Bilans otwarcia odpadów składowanych z lat poprzednich przyjęto na poziomie 500 mln Mg (5).

W niniejszym artykule wykorzystano niepublikowane opracowania ekspertów kluczowych (1, 3, 5, 7, 8, 9) powołanych do prac foresightu.

Opis scenariuszy

Scenariusz optymistyczny

W scenariuszu optymistycznym zakłada się dobrą koniunkturę, tzn. rozwój społeczno-gospodarczy, i tym samym wzrost PKB na wysokim poziomie w granicach 7-8%. W związku z powyższym na-

stąpi znaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą w granicach 14-16% rocznie oraz wzrost zapotrzebowania na kruszywa w granicach 10-12% rocznie (5), a strategia energetyczna Unii Europejskiej pozwoli pozostać energetyce opartej na węglu przynajmniej na dotychczasowym poziomie. Ponadto w kolejnych okresach budżetowych 2014-2020 dopływ środków unijnych wyniesie średnio 60 mld zł; w 2020-2027 – 50 mld zł; w latach 2028-2030 – 20 mld zł (5). Scenariusz optymistyczny zakłada także niewielki wzrost ilości energii pozyskiwanej z alternatywnych źródeł energii (OZE, gaz łupkowy, energia atomowa), a także znaczny wzrost wolumenu wydzielanych odpadów z produkcji węgla kamiennego ze względu na:

- wzrost zapotrzebowania na energię i tym samym wzrost zapotrzebowania na węgiel kamienny na poziomie zdolności produkcyjnych funkcjonujących kopalń, tj. do ok. 116 mln Mg (8),
- produkcję węgla o wyższych parametrach jakościowych – 25,0 MJ/kg zamiast dotychczasowo 21,8 MJ/kg – z uwagi na zmieniające się technologie spalania wymagających głębszego wzbogacania węgla,
- wzrost eksportu węgla o wyższych parametrach jakościowych,
- eksploatację węgla prowadzoną w filarach ochronnych i resztkach pokładów,
- prywatyzację sektora wydobywczego węgla kamiennego,
- wyższy niż obecnie odzysk węgla z odpadów droboziarnistych,
- całkowite zagospodarowanie odpadów wydobywczych z bieżącej produkcji wymuszone warunkami prawnymi i ekonomicznymi,
- całkowite zagospodarowanie odpadów wydobywczych zdeponowanych w środowisku w okresach wcześniejszych wymuszone warunkami prawnymi i ekonomicznymi,
- likwidację barier biurokratycznych i fiskalnych utrudniających działalność gospodarczą,
- znaczny wzrost zapotrzebowania na odpady z górnictwa kamiennego z uwagi na:
 - prawny obowiązek przywrócenia funkcji pierwotnej terenom, pod którymi prowadzona była i jest eksploatacja,
 - rozwój infrastruktury na terenach poddanych rewitalizacji,
 - szerokie wykorzystanie odpadów w różnych gałęziach budownictwa ziemnego,
 - szerokie wykorzystanie odpadów w pracach hydrotechnicznych, mających na celu zwalczanie zagrożeń przeciwpowodziowych,
 - wzrost zapotrzebowania na wypełnianie odpadami pustek powstałych po wybieraniu węgla

w filarach ochronnych i resztkach pokładów, w celu ochrony powierzchni,

- szeroko pojętą profilaktykę przeciwpożarową (izolacja zrobów),
- wysoki poziom akceptacji społecznej z uwagi na korzyści wynikające z dbałości o środowisko, tworzenie nowych miejsc pracy w podmiotach gospodarczych przetwarzających i wykorzystujących odpady, korzyści fiskalne samorządów lokalnych.

Mając za podstawę przyjęte powyżej założenia, a w szczególności wydatny wzrost ilości wydzielanych odpadów oraz uwarunkowania prawne i ekonomiczne, należy stwierdzić, że wszystkie technologie wyszczególnione w pięciu grupach charakteryzujących kierunki zastosowania (13), a więc:

- grupa I – budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów,
 - grupa II – roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego,
 - grupa III – podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych,
 - grupa IV – kruszywa, ceramika,
 - grupa V – odzysk substancji węglowej,
- znajdą uznanie i będą się rozwijały. Najintensywniej, przez upowszechnienie, przejawiające się powoływaniem do życia nowych podmiotów gospodarczych wykorzystujących rozwiązania technologiczne i techniczne, będą się rozwijały technologie uznane w realizowanym foresightcie jako najbardziej innowacyjne. Są to, co wykazały wyniki analizy AHP (*Analytic Hierarchy Proces*), następujące technologie:
- grupa I – zagospodarowanie odpadów przerobczyczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
 - grupa II – zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów,
 - grupa III – zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej oraz zagospodarowanie odpadów flotacyjnych w podsadźce samozestalającej,
 - grupa IV – produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki,
 - grupa V – pozyskiwanie węgla z odpadów drobnopozostających i poflotacyjnych zdeponowanych w stawach osadowych.

Niezwykle sprzyjające czynniki wewnętrzne i zewnętrzne sprawiają, że pojawią się innowacyjne technologie, które będą szeroko wykorzystywały najdrobniejsze klasy odpadów powstających w wyniku głębokiego wzbogacania węgla kamiennego. Zintensyfikowanie działań nad opracowaniem innowacyjnych technologii możliwe będzie dzięki finansowemu stymulowaniu badań i wdrożeń przez różne zainteresowane strony – podmioty gospodarcze: produkujące odpady, przetwarzające odpa-

dy i stosujące wyroby z odpadów przetworzonych. Związane to będzie z popytem na wyroby powstające w wyniku przetwarzania odpadów. Największy postęp jest prognozowany w grupie IV – kruszywa, ceramika.

Kierunki prac naukowo-badawczych gwarantujących rozwój technologii w scenariuszu optymistycznym (14):

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

Scenariusz umiarkowany

W scenariuszu umiarkowanym zakłada się rozwój społeczno-gospodarczy i tym samym wzrost PKB na przeciętnym poziomie w granicach średnio 3-4%, tj. 180-220% PKB w 2030 roku (5). W związku z powyższym nastąpi wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą w granicach 6-7% rocznie oraz pewien wzrost zapotrzebowania na kruszywa w granicach 4-6% rocznie. Strategia



energetyczna Unii Europejskiej będzie wymuszała ograniczenia w energetyce opartej na węglu. Ponadto w scenariuszu umiarkowanym zakłada się wzrost ilości energii pozyskiwanej z alternatywnych źródeł energii (OZE, gaz łupkowy, energia atomowa), niewielki dopływ środków unijnych w granicach 20-30 mld zł rocznie w kolejnych okresach budżetowych oraz utrzymanie obecnego poziomu ilości wydzielanych odpadów z produkcji węgla kamiennego ze względu na:

- niewielki wzrost zapotrzebowania na energię, a także niewielki wzrost zapotrzebowania na węgiel kamienny na poziomie ok. 70-80 mln Mg (3), (8),
- produkcję węgla o podobnych parametrach jakościowych jak obecnie (21,8 MJ/kg),
- utrzymanie eksportu węgla na tym samym poziomie,
- eksploatację węgla jak obecnie,
- odzysk węgla z odpadów drobnoziarnistych na obecnym poziomie.

Przewiduje się także zagospodarowanie odpadów wydobywczych z bieżącej produkcji, częściowe zagospodarowanie odpadów wydobywczych zdeponowanych w środowisku w okresach wcześniejszych, niewielki postęp w usunięciu barier biurokratycznych i fiskalnych utrudniających działalność gospodarczą, utrzymanie obecnego poziomu zapotrzebowania na odpady z górnictwa węgla kamiennego z uwagi na:

- prawny obowiązek przywrócenia funkcji pierwotnej terenom, pod którymi prowadzona była i jest eksploatacja,
- zachowanie poziomu inwestowania w infrastrukturę na terenach poddanych rewitalizacji,
- wykorzystanie odpadów w różnych gałęziach budownictwa ziemnego na obecnym poziomie,
- wykorzystanie odpadów na obecnym poziomie w pracach hydrotechnicznych, mających na celu zwalczanie zagrożeń przeciwpowodziowych,
- niewielkie zapotrzebowanie na wypełnianie odpadami pustek powstałych po wybieraniu węgla w filarach ochronnych i resztkach pokładów, w celu ochrony powierzchni,
- prowadzenie profilaktyki przeciwpożarowej (izolacja zrobów) na obecnym poziomie.

Przewiduje się także obecny poziom akceptacji społecznej dla poczynań związanych z zagospodarowaniem odpadów górnictwa węglowego.

Mając za podstawę przyjęte powyżej założenia, a w szczególności niewielki wzrost ilości wydzielanych odpadów, ograniczenia finansowe, brak postępu w uwarunkowaniach prawnych i niewielki postęp w usunięciu barier biurokratycznych i fiskalnych utrudniających działalność gospodarczą, należy stwierdzić, że nie wszystkie technologie wy-

szczególnione w pięciu grupach charakteryzujących kierunki zastosowania znajdują uznanie i będą powszechnie stosowane.

Technologiami mającymi największe szanse w upowszechnieniu będą te, które w poszczególnych grupach zastosowań mają najwyższy poziom innowacyjności, niski poziom kosztów przetwarzania odpadów i są pożądane społecznie (względny bezpieczeństwa, likwidacja zagrożeń). Do technologii tych należy zaliczyć:

- grupa I – budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów:
 - zagospodarowanie skały płonnej w budownictwie hydrotechnicznym,
 - zagospodarowanie odpadów przerobczych do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
 - zagospodarowanie odpadów przerobczych w robotach inżynierskich na powierzchni;
- grupa II – roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego:
 - zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów;
- grupa III – podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych:
 - zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej;
- grupa IV – kruszywa, ceramika:
 - produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki,
 - produkcja kruszyw sztucznych z mułów węglowych powstających w procesie flotacji,
 - technologia wytwarzania lekkiego kruszywa spiekanego LSA z surowców odpadowych, w tym z odpadów flotacyjnych (mułów) z przeróbki węgla kamiennego;
- grupa V – odzysk substancji węglowej:
 - pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stacjach osadowych.

Mało korzystne czynniki wewnętrzne i zewnętrzne sprawią, że rzadkością będzie pojawienie się innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów górnictwa węgla kamiennego. Najistotniejszym czynnikiem będzie niski poziom środków na sfinansowanie działań innowacyjnych, w tym i na prace naukowo-badawcze. Zainteresowanie podmiotów gospodarczych produkujących odpady, przetwarzających odpady i stosujących wyroby z odpadów przetworzonych będzie się przejawiało wszędzie tam, gdzie pojawiają się możliwości szybkiego uzyskania korzyści materialnych. Szczególna uwaga tych podmiotów skierowana będzie na doraźny popyt na wyroby powstające w wyniku przetwarzania odpadów.

Kierunki prac naukowo-badawczych gwarantujących rozwój technologii w scenariuszu umiarkowanym to:

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

Scenariusz pesymistyczny

W scenariuszu pesymistycznym zakłada się dalsze pogłębianie się kryzysu ekonomicznego na świecie, czego konsekwencją będą sytuacja polskiej gospodarki, ograniczony rozwój społeczno-gospodarczy i tym samym wzrost PKB na poziomie 1-2%, w związku z czym nastąpi nieznaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą w granicach od 2 do 4% oraz niewielki wzrost zapotrzebowania na kruszywa. Strategia energetyczna Unii Europejskiej nie pozwoli pozostać energetyce opartej na węglu na dotychczasowym poziomie. Scenariusz pesymistyczny zakłada: nieznaczny dopływ lub wręcz brak dopływu środków unijnych w kolejnych okresach budżetowych; znaczny wzrost ilości energii pozyskiwanej z alternatywnych źródeł energii (OZE, gaz łupkowy, energia atomowa); spadek wydobycia węgla kamiennego; spadek ilości wydzielanych odpadów z produkcji węgla kamiennego ze względu na:

- zmniejszone zapotrzebowanie na energię i tym samym zmniejszenie zapotrzebowania na węgiel kamienny,
- spadek eksportu węgla.

Ponadto zakłada się zagospodarowanie odpadów wydobywczycy tylko z bieżącej produkcji, pozostawienie barier biurokratycznych i fiskalnych utrudniających działalność gospodarczą, zmniejszenie zapotrzebowania na odpady z górnictwa węgla kamiennego z uwagi na:

- zmniejszenie powierzchni terenów, pod którymi prowadzona jest eksploatacja,

- ograniczenie funduszy na rozwój infrastruktury terenów rewitalizowanych,
- niewielkie wykorzystanie odpadów w różnych gałęziach budownictwa ziemnego ze względu na brak środków finansowych,
- niewielkie wykorzystanie odpadów w pracach hydrotechnicznych, mających na celu zwalczanie zagrożeń przeciwpowodziowych ze względu na ograniczenie środków,
- ograniczone potrzeby wypełniania odpadami pustek powstałych po wybieraniu węgla w filarach ochronnych i resztkach pokładów, w celu ochrony powierzchni ze względu na ograniczenie wydobycia węgla,
- mniejsze potrzeby profilaktyki przeciwpożarowej ze względu na ograniczenie wydobycia węgla.

Ponadto w scenariuszu pesymistycznym zakłada się niski poziom lub wręcz brak akceptacji społecznej z uwagi na niechęć do stosowania produktów wytwarzanych z odpadów, niewielkie korzyści fiskalne samorządów lokalnych z tytułu działalności w zakresie wykorzystywania odpadów z górnictwa kamiennego. Mając za podstawę przyjęte powyżej założenia, a w szczególności:

- wydatny spadek ilości wydzielanych odpadów,
- brak uwarunkowań prawnych i ekonomicznych, wymuszających powszechne działania związane z zagospodarowaniem odpadów,
- brak środków finansowych stymulujących te działania,

należy stwierdzić, że uznanie i zastosowanie w gospodarce znajdują tylko technologie charakteryzujące się niskimi kosztami wdrożenia i eksploatacji, a więc na ogół niskim poziomem przetworzenia odpadów oraz takie, których wyroby są stosowane do likwidacji pojawiających się zagrożeń. Można założyć, że zapotrzebowanie na poszczególne rodzaje wyrobów z przetworzenia odpadów będzie pojawiało się okazjonalnie. Takimi technologiami wydają się:

- w grupie I – budownictwo hydrotechniczne, ziemne, rekultywacja terenów:
 - zagospodarowanie odpadów przerobczycy do rekultywacji technicznej terenów zdegradowanych,
 - zagospodarowanie odpadów w budownictwie hydrotechnicznym;
- w grupie II – roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego:
 - zagospodarowanie skały płonnej do likwidacji pustek po eksploatacji resztek pokładów;
- w grupie III – podsadzanie wyrobisk eksploatacyjnych:
 - zagospodarowanie skały płonnej jako materiału w technologii zawieszinowej;
- w grupie IV kruszywa, ceramika:



- produkcja kruszyw z odpadów pozyskiwanych z hałdy oraz instalacji przeróbki;
- w grupie V – odzysk substancji węglowej:
 - pozyskiwanie węgla z odpadów drobnoziarnistych i poflotacyjnych zdeponowanych w stacjach osadowych.

Technologie te znajdują uznanie i mają szansę na doskonalenie i dalszy rozwój.

Kierunki prac naukowo-badawczych gwarantujących rozwój technologii w scenariuszu pesymistycznym to:

- opracowanie nowych technologii produkcji kruszywa dla budownictwa ziemnego z pozyskiwanych odpadów,
- opracowanie innowacyjnych technologii produkcji paliw alternatywnych na bazie odpadów węglowych zdeponowanych w środowisku,
- opracowanie metod badań pozwalających na szybką i wiarygodną ocenę przydatności odpadów do wielokierunkowych zastosowań oraz metodyk oceny oddziaływania tych odpadów na środowisko,
- opracowanie systemów monitoringu oddziaływania odpadów górnictwa węgla kamiennego na środowisko.

Podsumowanie

Dokonując podsumowania treści zawartych w niniejszym artykule, należy stwierdzić, że niezwykle trudnym zadaniem jest budowa scenariuszy rozwoju innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego w okresie znaczącego kryzysu gospodarek świata, którego druga fala, jak przewidują prognozy, ma pojawić się w najbliższym czasie. Skutki szeregu czynników mających istotny wpływ na rozwój technologii i kierunki badań naukowych z tym związanych są trudne do przewidzenia zarówno w najbliższym, jak i dalszym okresie. Z tego względu rozpiętość przewidywanych prognoz rozwoju jest znaczna. Pozwala to na zwiększenie prawdopodobieństwa spełnienia jednego z trzech zakładanych scenariuszy rozwoju technologii. Uwarunkowania środowiskowe zawarte w *Ustawie z dnia 10 lipca 2008 roku o odpadach wydobywczych* (Dz.U. nr 138, poz. 865) oraz w pakiecie klimatycznym (konieczność ograniczenia emisji CO₂) mogą skutkować zmniejszeniem znaczenia węgla kamiennego w bilansie energetycznym Polski. Alternatywą jest prognozowany wzrost gospodarczy, którego prawdopodobieństwo zaistnienia jest możliwe, wraz z planowaną prywatyzacją sektora wydobywczego stwarza szansę na zwiększenie zapotrzebowania na paliwa i energię. Tym samym mogą zaistnieć warunki do odwrócenia niekorzystnych tendencji w górnictwie.

Istotnym czynnikiem przemawiającym za utrzymaniem znaczenia węgla kamiennego jest jego znaczą-

ca pozycja jako paliwa zapewniającego bezpieczeństwo energetyczne kraju w sytuacji wysokich cen ropy naftowej i gazu oraz ograniczeniach w rozwoju energetyki atomowej i energetyki opartej na odnawialnych źródłach energii. Kluczowa dla Polski, będącej krajem Wspólnoty, staje się strategia energetyczna Unii Europejskiej.

W konkluzji należy stwierdzić, że głównymi czynnikami mającymi wpływ na przyszłościową dominację poszczególnych kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów z górnictwa węgla kamiennego i związanych z nimi technologii będą miały:

- sytuacja ekonomiczna na świecie, w Unii Europejskiej i w Polsce, i związany z tym wzrost lub spadek zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą;
- ewolucja prawa środowiskowego w zakresie odpadów, w tym odpadów wydobywczych, która jak się wydaje, przebiegać będzie w kierunku bardziej restrykcyjnych zapisów;
- stanowisko Polski co do zapisów zawartych w tzw. pakiecie klimatycznym wymuszającym redukcję emisji CO₂ – akceptacja zapisów to konieczność modernizacji polskiej energetyki, a tym samym wzrost zapotrzebowania na tzw. ultraczyste paliwa;
- wzrost lub spadek znaczenia alternatywnych źródeł energii – OZE, gaz łupkowy, energia atomowa;
- planowana prywatyzacja sektora wydobywczego;
- uwarunkowania ekonomiczne dotyczące gospodarki odpadami wydobywczymi;
- wielkość nakładów inwestycyjnych i koszty produkcji w oparciu o poszczególne technologie;
- wzrost lub spadek zapotrzebowania rynkowego na produkty wytworzone na bazie odpadów wydobywczych, w tym głównie w drogownictwie, pracach ziemnych i hydrotechnicznych oraz w drogownictwie;
- poziom akceptacji społecznej dla poczynań związanych z zagospodarowaniem odpadów górnictwa węglowego.

Wydaje się również, że w każdym z przewidywanych scenariuszy rozwoju, a więc w każdej sytuacji dotyczącej poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego kraju, powinny być finansowane badania naukowe prowadzące do innowacyjnych rozwiązań technologicznych zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego. Finansowanie badań naukowych jest powinnością każdej ekipy zarządzającej polityką oraz gospodarką Polski i wynika z kanonów zrównoważonego rozwoju, który powinien uwzględniać w równym stopniu trzy elementy: społeczeństwo, ekonomię i środowisko. Takie podejście zapewnia zaspokojenie potrzeb pokoleń obecnych, nie przekreślając możliwości zaspokojenia potrzeb pokoleń przyszłych. □

Piśmiennictwo dostępne w redakcji.