



## **Polski węgiel, energia i środowisko – szanse i zagrożenia**

*Piotr Czaja, Krzysztof Kwaśniewski*  
*AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*

### **1. Wprowadzenie**

Współczesny przemysł wydobywczy przez swoją nieuchronną ingerencję w ekosystem jest oskarżany o katastroficzną dewastację terenów przemysłowych i otaczającego je środowiska.

Zatem współczesna inżynieria środowiska w dużej mierze odnosi się do minimalizowania wpływu przemysłu na otoczenie i jednocześnie kompleksowe przeobrażanie terenów zwracanych przez przemysł ich przyszłym użytkownikom. W ostatnich latach w polityce energetycznej dużego znaczenia nabiera koncepcja zrównoważonego rozwoju (Pawłowski 2009a, 2009b, 2013, Jarzyna et al. 2014)

Czynniki te w dużej mierze wpłyną będą w najbliższej przyszłości na kształt gospodarki paliwami kopalnymi. Zwiększone wymogi ochrony środowiska w znaczący sposób wpłyną będą na ekonomikę wydobywania i przetwarzania surowców mineralnych. Koszty planowej gospodarki odpadami górnictwem, nakłady na rekultywację terenów przemysłowych muszą obciążać każdą wydobytą tonę surowca i będą go czynić mniej konkurencyjnym względem podmiotów, które tych operacji technologicznych nie muszą wykonywać.

Dlatego też celem jest, aby na Kongresie Inżynierii Środowiska mówić o aktualnej sytuacji przemysłu wydobywczego surowców mineralnych, a zwłaszcza przemysłu pozyskiwania i przetwarzania paliw kopalnych, od których zależeć będzie bezpieczeństwo energetyczne kraju, poziom życia ludności i globalna kondycja finansowa polskiej gospodarki.

## 2. Człowiek energia i środowisko

Ze Słońca dociera do ziemi wiele razy więcej energii niż ludzkość jej potrzebuje. W opinii wielu futurologów zajmujących się rozwojem techniki, nie ma wątpliwości, że już w nie tak odległej przyszłości, praktycznie cała wykorzystywana na ziemi energia nie będzie pochodziła ze spalania węgla, ropy czy gazu tylko ze Słońca. Wydaje się jednak, że zanim do tego dojdzie, czeka nas w dającej się przewidzieć przyszłości, okres przejściowy, w którym miejsce kurczących się zasobów ropy naftowej i gazu zajmie węgiel, surowiec którego udokumentowane zasoby są zdecydowanie największe. Międzynarodowa Agencja Energii (IEA) szacuje, że w zależności od realizowanej strategii rozwoju zużycie węgla na świecie wzrośnie o kilkadziesiąt procent. Na przeszkodzie szybszej i pełniejszej substytucji ropy naftowej i gazu ziemnego węglem stoją dostępne technologie jego przetwórstwa. Dzisiaj, jak się powszechnie sądzi, technologie te są mniej efektywne z energetycznego, ekologicznego i ekonomicznego punktu widzenia. Ocena ta jednak obowiązuje przy pewnych zewnętrznych uwarunkowaniach i przyjętych wcześniej założeniach. W przypadku zmiany tych uwarunkowań i założeń oceny ulegną zapewne zmianie. Uwarunkowania makroekonomiczne, określane przez zmiany geopolityczne i rynkowe, czy mikroekonomiczne wynikające w głównej mierze z rozwoju technologii, ulegają ciągłym zmianom. Chociaż kierunek tych zmian jest widoczny, to ich dynamika, choć trudniejsza do identyfikacji, jest możliwa do oszacowania.

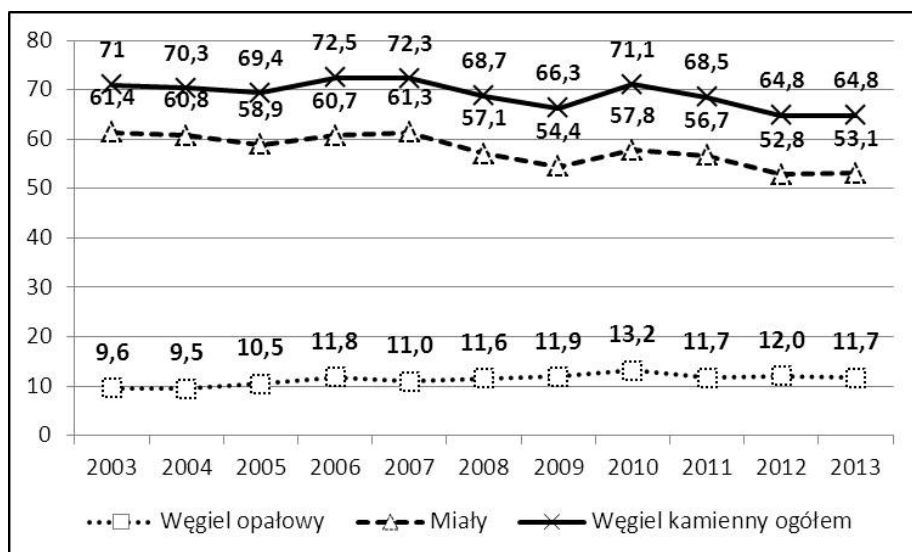
Polska stoi przed koniecznością stworzenia długofalowej polityki energetycznej na kolejne dziesiątki lat. Potrzebna jest strategia zapewnienia równowagi pomiędzy bezpieczeństwem dostaw surowców energetycznych, efektywnością procesów gospodarczych i odpowiednim standardem ochrony środowiska. Gospodarka kraju od dziesięcioleci bazuje na wykorzystaniu węgla, a wynika to z faktu posiadanych zasobów, zarówno węgla kamiennego, jak i brunatnego. W „Polityce Energetycznej Polski do roku 2030” uzewnętrznionej w dokumencie przygotowanym przez Ministerstwo Gospodarki (MG, 2009), w celu zagwarantowania odpowiedniego stopnia bezpieczeństwa energetycznego kraju, nadal zakłada się wykorzystanie węgla jako głównego paliwa dla elektroenergetyki, a także jako podstawowego paliwa dla ciepłownictwa.

Paliwo to jednak, w całym procesie od wydobycia, poprzez spalanie, do wykorzystania zawartej w nim energii, stwarza liczne problemy związane z wymogami ochrony środowiska. Równocześnie w tej dziedzinie zastrzane są w Unii Europejskiej standardy, przyjmowane nowe przepisy i zobowiązania, także w ramach umów międzynarodowych, obligujące Polskę do podejmowania kolejnych wysiłków, mających na celu dochodzenie do zrównoważonej, niskoemisyjnej gospodarki (Żelazna, Gołębiowska 2015, Rydzewski 2016, Sztumski 2016, Bujanowicz-Haraś et al. 2015, Bielińska et al. 2015). Silny nacisk na obniżenie emisji CO<sub>2</sub> wynikający z polityki klimatyczno-energetycznej Unii Europejskiej spowodować może zdecydowane pogorszenie konkurencyjności technologicznej i ekonomicznej węgla, a w konsekwencji polskiej gospodarki. Dzisiaj jest kwestią nie podlegającą dyskusji, iż Polska nie może osiągnąć celów określonych w protokołach z Kioto bez istotnego uszczerbku dla gospodarki narodowej. Pozostaje zatem oszacowanie tych strat, podjęcie działań ograniczających ich zakres, a następnie znalezienie źródła ich finansowania.

### **3. Obecna sytuacja ekonomiczna polskiego węgla**

Postęp techniczny w przemyśle i gospodarstwach domowych znacząco obniżył zużycie energii, natomiast wysokie koszty wydobycia węgla poważnie ograniczyły nasze możliwości eksportowe węgla. Poniżej na kilku wykresach zostanie zobrazowana obecna sytuacja polskiego węgla, a na którym bazuje nasza energetyka zawodowa. Wykres na rysunku 1. ukazuje trendy w zużyciu węgla energetycznego w Polsce w ostatnim dziesięcioleciu.

Ponieważ około 90% energii elektrycznej produkuje się w Polsce z węgla kamiennego i brunatnego to naturalnym jest wniosek, że na wielkość zużycia węgla zasadniczy wpływ ma zużycie energii elektrycznej. Na rysunku 2. pokazano jak zmienia się zużycie energii elektrycznej w Polsce i u poszczególnych kluczowych odbiorców na tle zmieniającego się wskaźnika wzrostu PKB.



**Rys. 1.** Zużycie węgla energetycznego w Polsce w ostatniej dekadzie. (Źródło: Opracowanie własne na podstawie GUS, ARP)

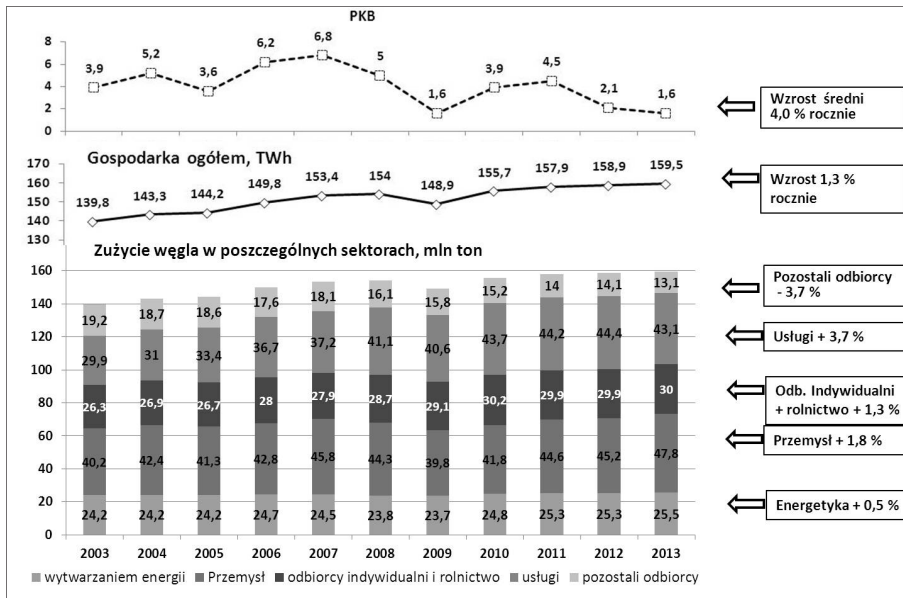
**Fig. 1.** Steam coal consumption in Poland in the last decade (Sources: GUS, ARP)

Podstawowe wnioski wynikające z tej ilustracji są następujące:

- węgiel gruby i średni notuje lekki wzrost zużycia około 2,0% rocznie (w sumie 2,1 mln ton w latach 2003-2013),
- węgle drobne (miały) wykazują istotny spadek zużycia wynoszący około 1,4% rocznie, co w sumie w ostatniej dekadzie zmniejszyło zużycie sumaryczne o około 8,0 mln ton.

Z wykresu wynika, że zużycie całkowite energii elektrycznej w ostatnim analizowanym dziesięcioleciu rosło średniorocznie o około 1,3%, co w sumie daje wzrost o około 20 TWh.

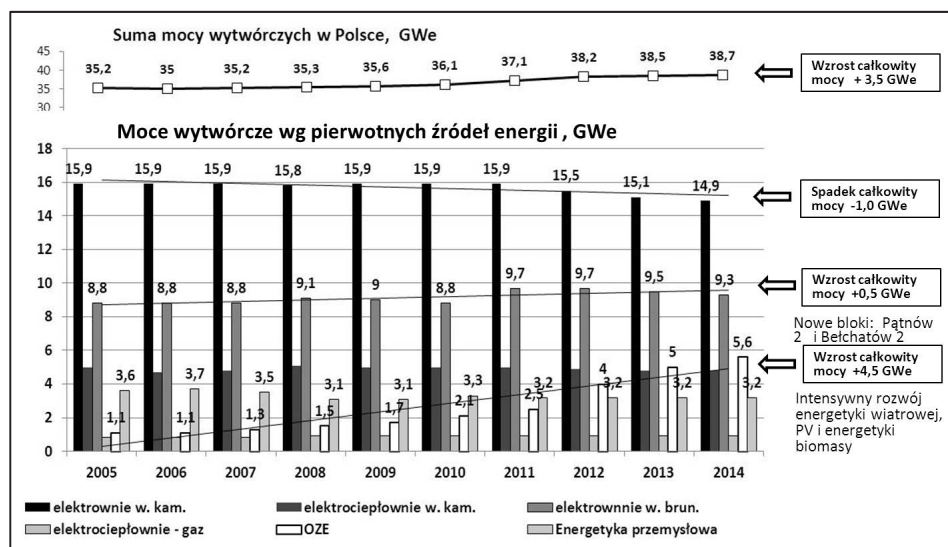
Spadek zapotrzebowania na węgiel zwłaszcza kamienny częściowo wyjaśnia wykres na rysunku 3.



**Rys. 2.** Zużycie energii elektrycznej w Polsce wg. głównych źródeł popytu w latach 2003-2013. (Źródło: opracowanie własne na podstawie: GUS, Eurostat, ARE)

**Fig. 2.** Electricity consumption in Poland according to the main sources of demand in the years 2003-2013. (Sources: GUS, Eurostat, ARE)

Przy całkowitym wzroście mocy wytwórczych energii elektrycznej o 3,5 GWe, jednocześnie następuje systematyczny spadek mocy wytwórczych w elektrowniach opalanych węglem kamiennym. Podobnie widać wyraźnie dynamiczny wzrost energetyki bazującej na odnawialnych źródłach energii (OZE) i niewielki wzrost mocy elektrowni na węgiel brunatny. Rozwój energetyki opartej o węgiel brunatny jest następstwem budowy dwóch nowych bloków o parametrach nadkrytycznych o wysokiej sprawności przekraczającej już 45,0%.



**Rys. 3.** Struktura mocy wytwórczych w Polsce wg paliw. (Źródło: opracowania własne na podstawie GUS, ARP)

**Fig. 3.** Structure of power production capacities in Poland according to applied fuels (Sources: ARF, Authors' own sources)

Najważniejsze przyczyny znaczącego spadku zapotrzebowania na węgiel w Polsce:

- intensywność zużycia energii elektrycznej w Polsce w ostatnich latach spadała, tj. ilość energii elektrycznej przypadająca na jednostkę PKB uległa obniżeniu. Do 2013 r. zużycie energii elektrycznej w Polsce rosło w tempie ok. 1,3% rocznie – w tym czasie wzrost PKB wyniósł średniorocznie 4,0%,
- Spadek energochłonności w Polsce jest efektem: przechodzenia gospodarki w kierunku gospodarki opartej na usługach oraz poprawy efektywności energetycznej sektora energetycznego, przemysłu i urzędów domowych,
- Wolny wzrost zużycia własnego energetyki jest związany także z rozwojem energetyki wiatrowej i systemów fotowoltaicznych (PV), które nie zużywają energii na potrzeby własne jak elektrownie konwencjonalne,
- W elektrowniach węglowych nastąpi przyrost mocy wytwórczych, jednak dokona się on poprzez modernizację i instalację nowych blo-

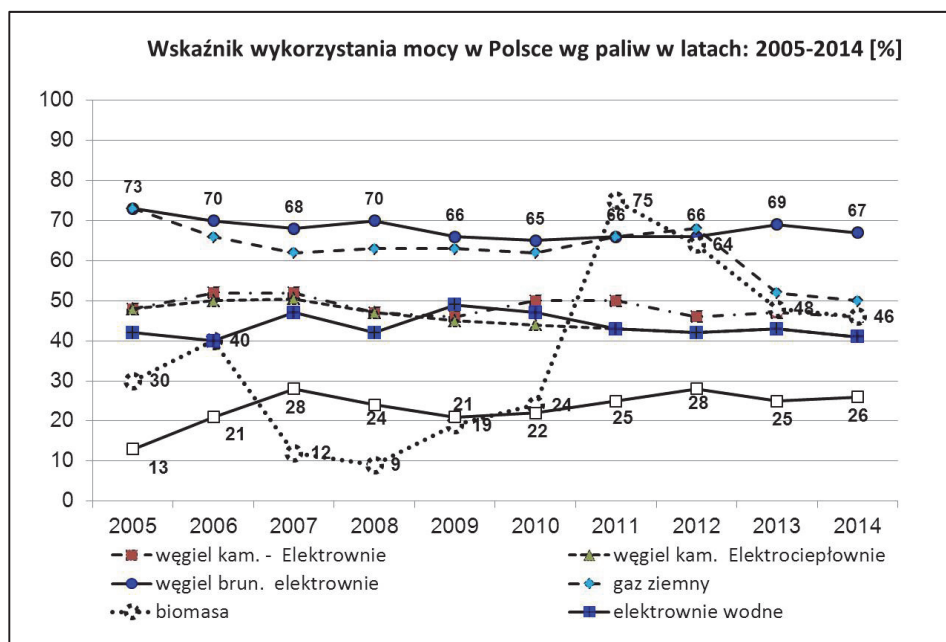
ków cechujących się wyższą sprawnością i konsumujących mniejsze ilości węgla.

W wybudowanych w Pątnowie oraz w Belchatowie i obecnie budowanych elektrowniach w Opolu, Koźlenicach i Jaworznie bloki na parametry nadkrytyczne mają lub będą miały sprawność powyżej 45,0% wobec sprawności w starych blokach małej mocy wynoszącej zaledwie 33-38%.

Dodatkowe przyczyny mniejszego zapotrzebowania na węgiel kamienny i strukturę popytu na energię według jej producentów to:

- a) W zabezpieczeniu mocy dla odbiorców pierwszej kolejności korzystać się będzie z energii pozyskiwanej z tzw. generacji wymuszonej („must-run”), która charakteryzuje się krańcowym kosztem produkcji zbliżonym do zera, przez co energia z tych źródeł będzie miała pierwszeństwo w zaspokajaniu popytu na energię elektryczną,
- b) W dalszej kolejności popyt na energię będzie zaspokajany przez elektrownie oparte o węgiel brunatny z uwagi na najniższy koszt jej pozyskania,
- c) Energia pozyskiwana z jednostek opartych o węgiel kamienny jest obecnie tańsza od energii pozyskanej w elektrowniach gazowych, ale bez uwzględnienia kosztów uprawnień do emisji, zatem elektrownie gazowe będą działały jako szczytowe źródło zapewniając produkcję energii w porze wzmożonego zapotrzebowania dziennego/okresowego lub będą pełniły rolę rezerwy mocy w przypadku braku energii generowanych przez źródła typu „must-run” (np. okresowa bezwietrzność, czy brak światła w przypadku generatorów PV),
- d) Pogorszenie konkurencyjności elektrowni na węgiel kamienny (np. w wyniku znacznego spadku cen gazu, znacznego wzrostu cen węgla kamiennego lub cen uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>) może spowodować wypieranie droższych jednostek węglowych na koniec krzywej podaży i spadek ich udziału w strukturze wytwarzania energii elektrycznej.

Podsumowując, na dzień dzisiejszy rezygnacja z elektrowni węglowych nie jest możliwa ze względu na stabilność ich pracy wobec dużej zmienności innych źródeł zwłaszcza OZE, co ilustruje wykres na rysunku 4.



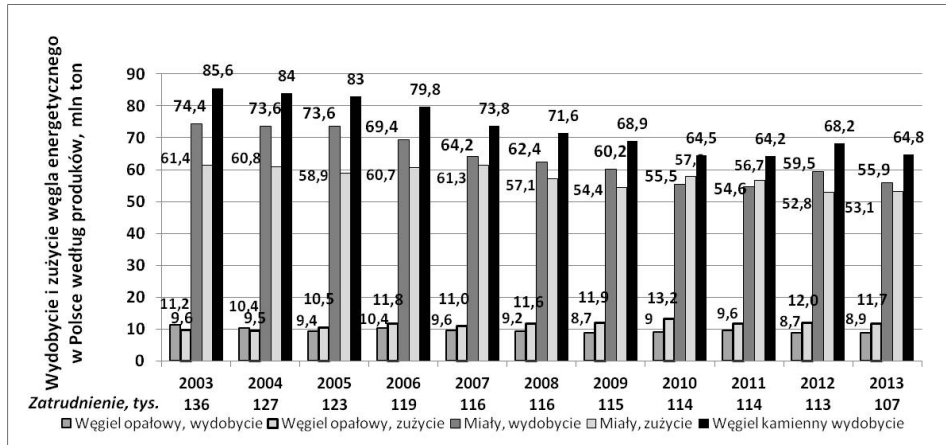
**Rys. 4.** Wykorzystanie mocy produkcyjnych różnych źródeł energii elektrycznej w ostatniej dekadzie (Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS, Eurostat)

**Fig. 4.** Utilisation rates of power production capacities in Poland in the years 2005-2014, according to different fuels (Sources: ARE, Eurostat, Authors' own sources)

Z powyższych rozważań wynika wniosek podstawowy, że udział węgla kamiennego w miksie energetycznym Polski spadł z 54% w 2005 roku do 47% w roku 2014. W tym samym czasie podaż mocy zainstalowanej bazującej na OZE wzrosła z 2% do 11%.

Porównując podaż węgla w Polsce i jego wykorzystanie (rysunek 5.) widać wyraźnie, że na chwilę obecną jest ewidentna nadprodukcja węgla energetycznego zwłaszcza miału używanego głównie przez energetykę zawodową przy jednoczesnym niedoborze węgla typowo opałowego (grubego). Fakt ten skrzętnie wykorzystują importerzy węgla opałowego wprowadzając na polski rynek między innymi węgiel z Rosji.





**Rys. 5.** Wydobywanie i zużycie węgla w Polsce według rodzajów paliw (Źródło: opracowanie własne na podstawie: GUS, ARP).

**Fig. 5.** Steam coal extraction and consumption in Poland according to products (Sources: GUS, ARP, Authors' own sources)

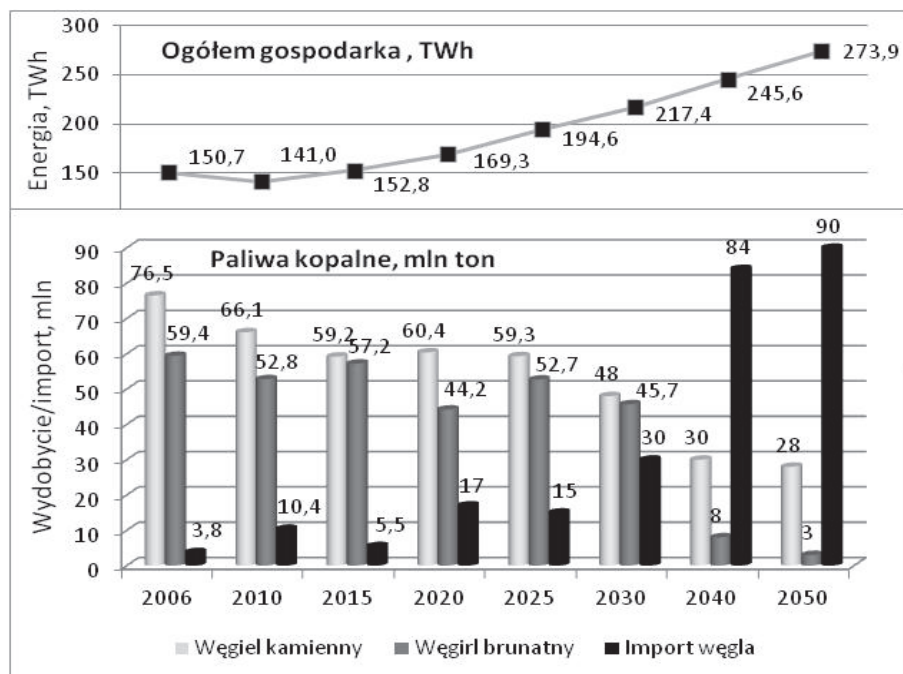
Mimo wolnego spadku energochłonności polskiej gospodarki, sumaryczne zapotrzebowanie na energię rośnie średniorocznie o około 1,3%. Uwzględniając powyżej przedstawione czynniki, uwarunkowania i prognozy wydobywania węgla kamiennego oraz węgla brunatnego w pierwszej połowie XXI wieku (bez złóż perspektywicznych) należy się liczyć z koniecznością znacznego importu węgla, co prezentuje wykres na rysunku 6.

Posiadając znaczne zasoby węgla, tak kamiennego jak i brunatnego rezygnacja z ich wydobywania nie byłaby rozsądną decyzją społeczno-gospodarczą.

Współczesne polskie górnictwo to:

1. wydobywanie własnych surowców, a nie kupowanie ich od innych,
2. miejsca pracy dla polskich pracowników i wpływy z podatków od setek tysięcy zatrudnionych,
3. wpływy znaczących środków pieniężnych:
  - do skarbu państwa wnoszone przez firmy górnicze,
  - do instytucji ubezpieczeń społecznych i ubezpieczeń zdrowotnych,
  - do kas samorządów terytorialnych pochodzące z podatków lokalnych i opłat eksploatacyjnych.

#### 4. integracja społeczeństwa wokół kopalni oraz miejsce kultywowania bogatej tradycji.

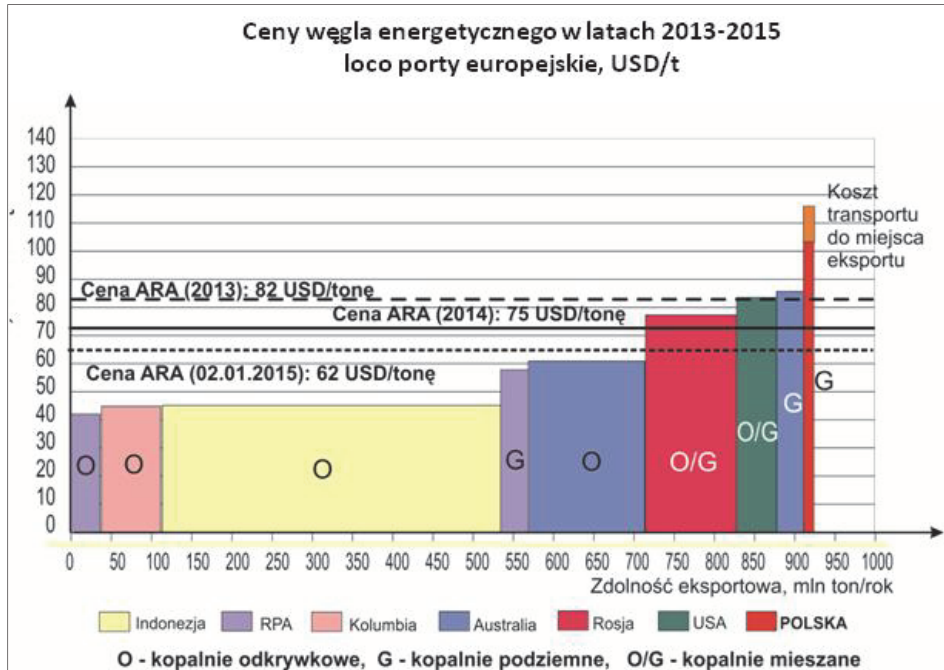


**Rys. 6.** Możliwy scenariusz rozwoju energetyki po rezygnacji z wydobycia własnych surowców energetycznych (Źródło: opracowanie własne, MG, 2009)

**Fig. 6.** A possible scenario for the energy sector development, after resignation of its own raw materials (Sources: MG. 2009, Authors` own sources)

#### 4. Obecne uwarunkowania ekonomiczne polskiego górnictwa węgla kamiennego

Obecną sytuację polskiego górnictwa węglowego mocno komplikują ceny tego paliwa na rynkach światowych oraz określona polityka klimatyczna Unii Europejskiej. Kiedy w roku 2003 ceny ARA dla węgla o kaloryczności 21 GJ/tonę wynosiła wg IEA, RWE, 82 USD/tonę, to już na początku roku 2015 cena ta spadła do poziomu 62 USD/tonę (por. rysunek 7).



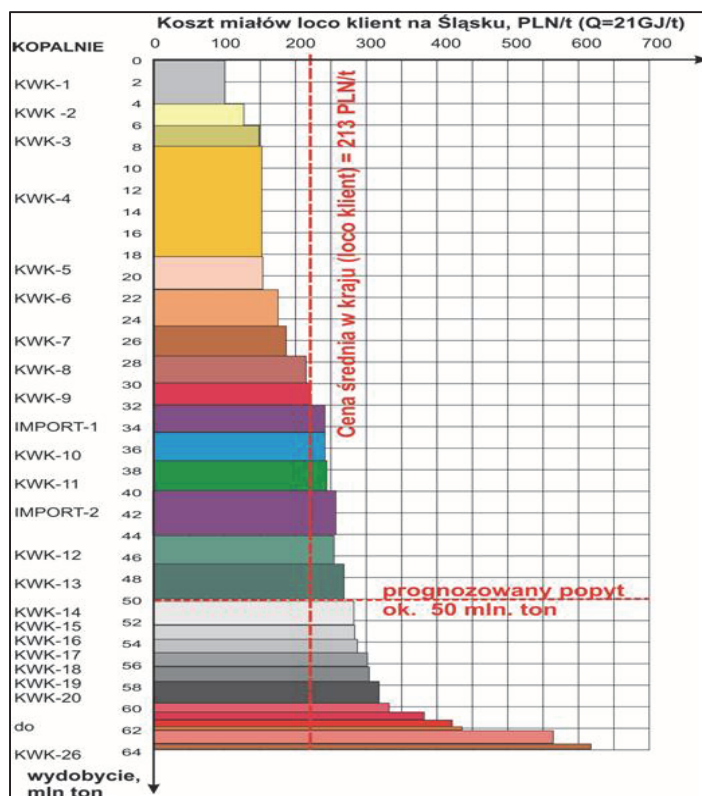
**Rys. 7.** Ceny i dostępność węgla energetycznego w portach europejskich ARA w latach 2013-2015 w zależności od dostawców (Źródło: opracowanie własne na podstawie IEA, RWE)

**Fig. 7.** Prices of steam coal and export capacities of different countries in the years 2013-2015 at the European locations (Sources: IEA, RWE, Authors' own sources)

Jeżeli obok zapotrzebowania polskiej gospodarki na węgiel rozważymy jego średnie koszty wydobycia w polskich kopalniach, zwłaszcza w odniesieniu do węgla energetycznego (miału), zaprezentowane na wykresie rysunek 8, to następujące wnioski wydają się być oczywiste:

- niskie ceny węgla na rynkach światowych i wysokie koszty wydobycia w Polsce mogą spowodować jego większy import,
- zapasy węgla na zwałach wynoszące około 7,5 mln ton na koniec roku 2014 spowodują mniejsze zakupy i otwierają drogę do wewnętrznej wojny cenowej,
- wraz ze zmniejszającym się zużyciem węgla kamiennego w energetyce popyt miałów energetycznych nie przekroczy w najbliższych latach 50 mln ton i będzie spadał,

- d) średnia cena rynkowa oscylowała będzie wokół 210-215 PLN/t, a w tej sytuacji tylko nieliczni polscy producenci są w stanie osiągnąć dodatni efekt finansowy (por. rysunek 8).



**Rys. 8.** Koszty wydobycia miałów w polskich kopalniach w roku 2015 (Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS, MG, ARP)

**Fig. 8.** Extraction costs of fine coals in Polish mines in 2015 (Sources: RWE, MG, Authors' own sources)

## 5. Sytuacja w polskim górnictwie węgla brunatnego (Kasztelewicz et al. 2016)

Węgiel brunatny stanowi znaczący potencjał polskiej energetyki zawodowej. Obecnie zaspokaja on około 34,8% (strona internetowa: <http://www.rynek-energii-elektrycznej>) jej potrzeb z wydobyciem przekraczającym 63 mln ton. Jest powszechnie wiadomo, że na dzień dzisiejszy-

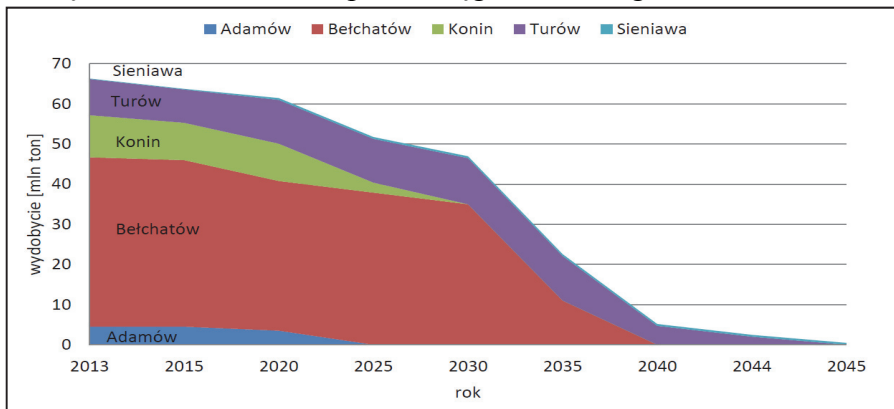
szy, przy obecnych uwarunkowaniach ekonomicznych i ekologicznych energia z węgla brunatnego jest najtańsza (Kasztelewicz et al. 2016).

Udokumentowane zasoby węgla brunatnego w Polsce należą do największych w Europie i szacowane są na przeszło 23 mld ton. Przy obecnej intensywności wydobycia około 60 mln ton na rok, zasobów tych starczyłoby na przeszło 350 lat.

Zbudowane w drugiej połowie XX wieku i ciągle pracujące kopalnie węgla brunatnego bazują obecnie w całości na polskich maszynach i polskim potencjale kadrowym, gwarantując swym górniczym regionom miejsca pracy i wielorakie korzyści od przychodów podatkowych i opłat eksploatacyjnych po wszechstronny ich rozwój.

Doskonale prosperity węgla brunatnego niestety dramatycznie się skurczy. Bez nowych inwestycji już w latach czterdziestych XXI wieku (por. rysunek 6. oraz rysunek 9) zasoby udostępnione zostaną wyczerpane. Na dzień dzisiejszy podstawowe scenariusze dla dalszego funkcjonowania górnictwa węgla brunatnego są następujące:

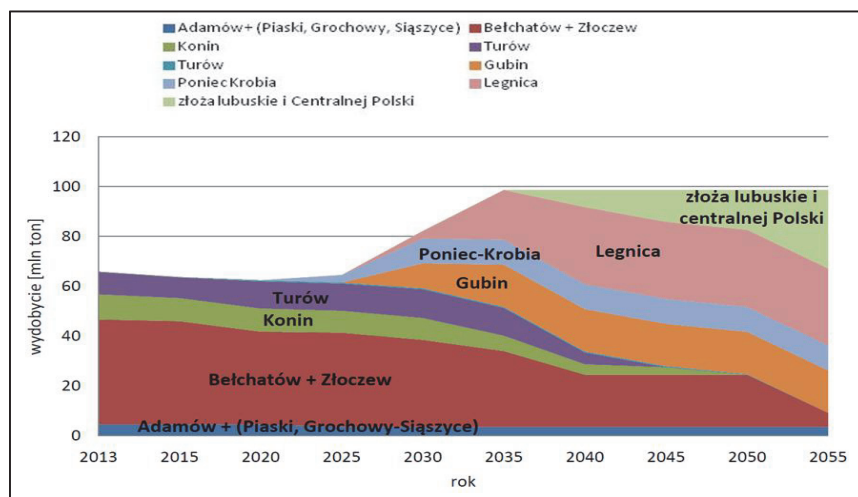
1. Wariant najbardziej pesymistyczny (rysunek 6 i rysunek 9) wystąpi wtedy gdy wyczerpią się zasoby obecnie funkcjonujących kopalń Bełchatów, Turów, Adamów i Konin, a w najbliższych kilku latach nie zostaną zbudowane nowe kopalnie węgla brunatnego,



**Rys. 9.** Scenariusz pesymistyczny wydobycia węgla brunatnego w Polsce do roku 2045 (Kasztelewicz et al. 2016)

**Fig. 9.** Pessimistic scenarios for the development of lignite mining in Poland to year 2045 (Kasztelewicz et al. 2016)

2. Wariant realny (rysunek 10) zrealizuje się wtedy, gdy obok kopalń Bełchatów, Konin, Turów uda się uzyskać koncesję na eksploatację i zbudować nową kopalnię na złożu Złoczew:



**Rys. 10.** Scenariusze optymistyczne rozwoju górnictwa węgla brunatnego w Polsce (Kasztelewicz et al. 2016)

**Fig. 10.** Optimistic scenarios for the development of lignite mining in Poland (Kasztelewicz et al. 2016)

3. Wariant optymistyczny to budowa nowych kopalń dodatkowo na złożach Gubin, Poniec Krobia i Legnica. (por. rysunek 10.),

4. Wariant najbardziej optymistyczny zwany „optymistyczny plus” to budowa dodatkowych kopalń na złożach lubuskich i złożach Centralnej Polski. Wtedy górnictwo węgla brunatnego mogłoby wydobywać do 100 mln ton węgla rocznie i w dużej części przejąć z węgla kamiennego ciężar produkcji energii elektrycznej.

Tania energia z węgla brunatnego, posiadane zasoby, własna kadra inżynierska i własne maszyny to liczne i ważne atuty rozwoju tej branży.

Zasadniczym hamulcem dla rozwoju tego rodzaju górnictwa jest brak zdecydowania w czynnikach rządzących oraz powszechny brak przyzwolenia społecznego na rozbudowę kopalń. Górnictwo oskarżane jest o dewastację terenów oraz wielkie szkody dla środowiska łącznie z chorobami i zgonami setek ludzi. Istotnie górnictwo ingeruje

w środowisko w znaczącym stopniu, ale przy obecnych uregulowaniach prawnych oraz możliwościach rekultywacji i rewitalizacji terenów po-przemysłowych, zajęte pod górnictwo tereny, wracają do użytku społeczności lokalnej w formie znacząco lepszej i atrakcyjniejszej. Świadczą o tym liczne przykłady wspaniałych rekultywacji terenów nie tylko w Niemczech ale także i w Polsce (Tajduś et al. 2014).

Podnoszone przez Ekologów argumenty o dewastacji środowiska nie potwierdzają się, a życie biologiczne wraca na zrehabilitowane tereny przeważnie w znacznie bogatszej formie niż to było przed budową kopalni (Tajduś et al. 2014).

Podobnie zrozumiąły jest opór ludności przed ewentualnymi przesiedleniami. Jest jednak bardzo wiele przykładów, gdzie ludność potrafi skorzystać ze skoku cywilizacyjnego jaki się im oferuje w postaci nowych domów zbudowanych według najnowszych standardów, nowych miejsc pracy i bogatej infrastruktury – wcześniej absolutnie niedostępnej.

Węgiel brunatny – podobnie jak wszystkie surowce nie jest własnością prywatną Wójta Gminy czy Sołtysa. Węgiel jest dobrem narodowym i powinien być dostępny dla wszystkich w postaci przetworzonej i koniecznej do życia – jaką jest energia.

## **6. Wnioski dotyczące górnictwa węglowego w Polsce**

Wobec powyższych obserwacji perspektywa dla polskiego węgla kamiennego może być scharakteryzowana następującymi stwierdzeniami:

- a) W konsekwencji wielu czynników zużycie węgla energetycznego w Polsce będzie powoli spadać, ale co najmniej do roku 2050 węgiel kamienny wraz z węglem brunatnym może być solidnym gwarantem bezpieczeństwa energetycznego kraju,
- b) Niedostatek węgla opałowego (grubego) może intensyfikować jego tani import,
- c) Przy obecnych cenach węgla na rynkach światowych i kosztach wydobycia w polskich kopalniach – eksport węgla energetycznego z Polski jest niemożliwy,
- d) W trosce o liczne miejsca pracy i znaczące wpływy do budżetu z górnictwa znacząca redukcja wydobycia nie powinna być brana pod uwagę,

- e) Konieczna jest głęboka restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego pozwalająca na łatwiejsze konkurowanie z węglem z importu,
- f) Konieczna jest nowelizacja prawa tak, aby dobra narodowe jakimi są surowce energetyczne były dostępne dla ogółu społeczeństwa i nie mogły być blokowane przez garstkę „ekoterorystów”.

Zasadne jest też pytanie o alternatywne dla energetyki wykorzystanie węgla. Jedną z opcji skrzętnie i coraz szerzej wykorzystywaną na świecie jest zgazowanie węgla i dalsze jego przetwarzanie na produkty chemiczne.

## **7. Cele rozwoju technologii zgazowania węgla (Kwaśniewski et al. 2016)**

Bezpieczeństwo energetyczne Polski, jej bilans handlowy w wymianie zagranicznej, a także interes krajowych producentów energii, paliw i bazowych surowców chemicznych wymaga skupienia się na maksymalnym wykorzystaniu dostępnych krajowych surowców energetycznych, w tym głównie węgla kamiennego i brunatnego, które z racji posiadanych zasobów od dziesięcioleci stanowią bazę rozwoju gospodarki energetycznej.

Z drugiej zaś strony priorytetem Unii Europejskiej pozostaje budowa konkurencyjnego rynku energii oraz zagadnienia ochrony środowiska. Równolegle dąży ona do zmniejszenia ekspozycji na dostawy zewnętrzne surowców energetycznych. Oprócz realnego wsparcia, jakiego udziela dla pozyskania energii ze źródeł odnawialnych, w niewielkim stopniu zajmuje się kwestią wsparcia rozwoju źródeł wewnętrznych, w tym sektora węglowego, który został uznany za ważny z punktu widzenia bezpieczeństwa, ale którego rozwój na dzień dzisiejszy wydaje się być sprzeczny z celami polityki klimatycznej. Budowa konkurencyjnego rynku energii może zostać zakłócona w wyniku, restrykcyjnej w stosunku do węgla, polityki wobec pozwoleń na emisję CO<sub>2</sub> i związanych z tym kosztami.

Wobec powyższego programowanie rozwoju zastosowań technologii zgazowania węgla, jest obarczone ryzykiem związanym ze zmianą priorytetów, reguł prawnych, czy norm obowiązujących dla kontroli emi-



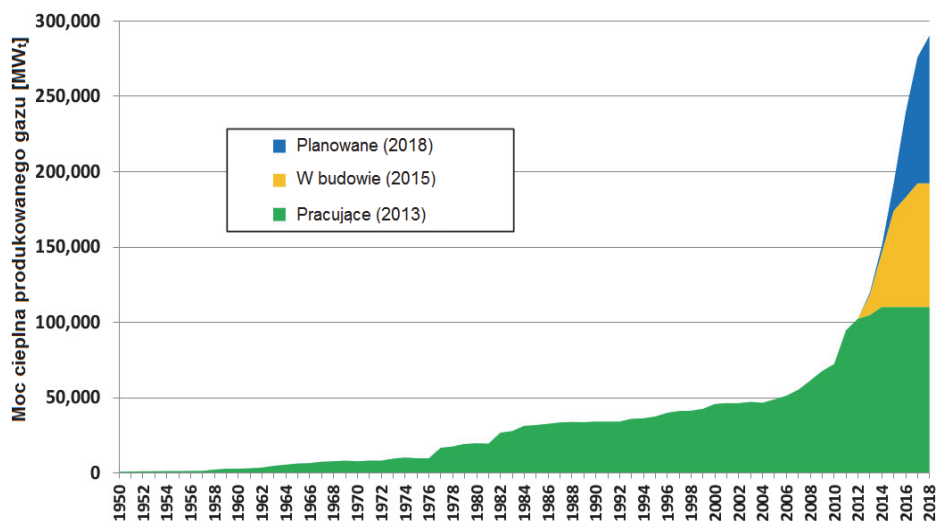
sji zanieczyszczeń i związanych z tym kosztów, nie wspominając o cenach nośników energii w przyszłości. W tej sytuacji dynamika uwarunkowań makroekonomicznych ma nie mniejsze znaczenie dla długoterminowej strategii komercjalizacji zgazowania węgla niż wyniki prac związanych z rozwojem i optymalizacją technologii zgazowania węgla.

Krajowe zasoby ropy naftowej i gazu ziemnego, nawet z uwzględnieniem potencjalnych zasobów gazu łupkowego, którego dostępność w średnim terminie czasu i akceptowalnym koszcie wydobycia na dzień dzisiejszy wydają się być niewystarczające. Toteż podjęcie prac nad wdrożeniem do komercyjnych zastosowań technologii zgazowania węgla, zapewniającym efektywną substytucję deficytowych surowców węglowodorowych, pozostaje strategicznym celem i wyzwaniem polityki przemysłowej Polski. Obecnie nie jest ono możliwe bez aktywnych działań przeciwko polityce dekarbonizacji, na rzecz promowania czystych technologii węglowych.

W obecnych uwarunkowaniach makroekonomicznych i technicznych aktywne działania ze strony państwa przeciwko polityce dekarbonizacji na rzecz promowania czystych technologii węglowych mają znaczenie krytyczne zarówno w procesie budowy instalacji komercyjnych jak i prowadzenia dalszych, koniecznych prac nad rozwojem tych technologii.

Zgazowanie węgla dynamicznie rozwijające się w świecie (por rysunek 11) jest postrzegane jako potencjalnie atrakcyjna technologia dla gospodarki Polski przynajmniej z dwóch powodów. Dla sektora chemicznego oznacza możliwości dywersyfikacji bazy surowcowej, a przez to ograniczenia siły oddziaływania dostawców ropy naftowej i gazu ziemnego. Dla sektora górniczego oznacza wyjście ze swoimi produktami poza energetykę i hutnictwo, poszerzenie rynków zbytu, czy możliwość wzrostu (utrzymania) poziomu wydobycia w długiej perspektywie.

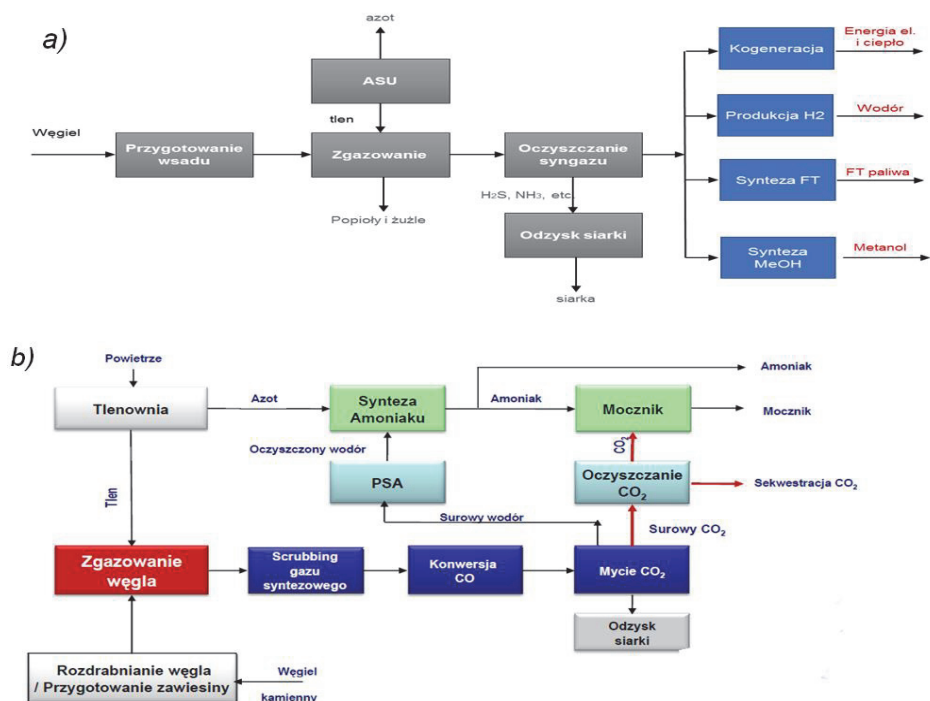
Przewidywane, wzrastające dysproporcje cen ropy naftowej i węgla powodować będą w przyszłości coraz większe zainteresowanie wdrażaniem czystych technologii węglowych np. projektami typu CTC (Coal to Chemicals) patrz rysunek 12. Odpowiednie kombinacje rozwiązań technologicznych, pozwalające zastąpić CCS sekwestracją chemiczną, nad którymi pracuje wiele ośrodków na świecie pozwalają zakładać, że polepszy się ich atrakcyjność w przypadku znacząco wyższych cen uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>.



**Rys. 11.** Wzrost mocy produkcyjnych instalacji zgazowania na przestrzeni lat – stan na rok 2015. (Źródło: opracowanie własne na podstawie DOE 2015)

**Fig.11.** Dynamics of implementation of coal gasification technologies worldwide (Source: DOE 2015, Authors' own sources)

Wybór właściwej strategii rozwoju wymaga uzyskania odpowiedzi na następujące pytania: które z dostępnych technologii zgazowania węgla i w jakich obszarach rynku zastosować, jakie jest ryzyko zmiany uwarunkowań makroekonomicznych, czy i poprzez jakie narzędzia polityki przemysłowej stymulować rozwój technologii zgazowania w Polsce?



**Rys. 12.** Główne kierunki zastosowań zgazowania węgla (Kwaśniewski et al. 2015) a) podstawowe produkty zgazowania węgla, b) technologia produkcji mocznika i amoniaku.

**Fig. 12.** Coal gasification today (Kwaśniewski et al. 2015) a) main products of coal gasification, b) technology of production of urea and ammonia

## 8. Zgazowanie i polski węgiel (Czaja 2014a, 2014b, Kwaśniewski et al 2015)

Ożywienie dyskusji w ostatnim czasie na temat zgazowania węgla wynika z logicznego rozumowania. Skoro mamy duże ilości węgla i jednocześnie musimy importować duże ilości gazu to naturalnym jest pytanie czy węgiel nie może zastąpić gazu i ropy naftowej. W Republice Południowej Afryki ten manewr technologiczno-gospodarczy powiódł się całkowicie i od przeszło 60 lat węgiel w dużym stopniu zastępuje surowce energetyczne płynne i gazowe.

Zrealizowany w Polsce projekt strategiczny NCBiR dotyczący zgazowania węgla wykazał, że w polskich warunkach są pewne ilości węgla możliwego do zgazowania tak w reaktorach powierzchniowych jak też w technologii podziemnego zgazowania (PZW), choć w przypadku tej technologii ilości te są znacznie mniejsze niż się powszechnie sądzi.

Pozostaje więc drugie ale podstawowe pytanie: czy proces zgazowania będzie konkurencyjny ekonomicznie do wykorzystywania gazu naturalnego i jakie są podstawowe problemy związane z wdrożeniem tych technologii.

Wszystkie dotychczasowe prace na świecie, a ostatnio także w Polsce (Kwaśniewski et al. 2015) wskazują na następujące dwa wnioski:

- a) przy obecnie niskich cenach gazu i ropy zgazowanie węgla na potrzeby energetyki nie ma sensu, gdyż otrzymane produkty będą droższe niż te pozyskane z gazu naturalnego lub ropy,
- b) w tej sytuacji kosztowo-cenowej zgazowanie węgla może być atrakcyjne w sektorze produkcji chemicznej w dłuższej perspektywie czasu, wymaga jednak dyscypliny kosztowej górnictwa i odpowiednich uregulowań prawnych

Proces zgazowania węgla jest powszechnie stosowany w firmie Sasol w Afryce Południowej od przeszło 60 lat. O opłacalność ekonomicznej gwarantują tam dwie bariery (Czaja. 2014a, 2014b):

- koszt pozyskania węgla odpowiedniego do zgazowania loco reaktor, nie może przekraczać 20 USD/t,
- koszt pozyskania ropy naftowej jest wyższy od 80 USD/baryłkę.

W tych warunkach w firmie Sasol wszystkie około 120 produktów procesu zgazowania węgla bronią się z powodzeniem na współczesnym – mocno przepełnionym – rynku surowców i produktów przemysłowych.

## 9. Podsumowanie

W obecnych uwarunkowaniach makroekonomicznych i technicznych aktywne działania ze strony państwa przeciwko polityce dekarbonizacji na rzecz promowania czystych technologii węglowych mają znaczenie krytyczne zarówno w procesie budowy instalacji komercyjnych jak i prowadzenia dalszych, koniecznych prac nad rozwojem technologii zgazowania węgla. W długiej perspektywie głównymi dźwigniami rozwoju

technologii zgazowania węgla pozostaje postęp w rozwoju technologii stymulowany uwarunkowaniami makroekonomicznymi oraz polityka klimatyczna Polski. W perspektywie krótko i średnioterminowej zadecyduje polityka energetyczna państwa oraz związane z nią mechanizmy wspierania przedsięwzięć poprawiających bezpieczeństwo energetyczne Polski.

Naziemne zgazowanie węgla jawi się jako technologia w pełni dojrzała do zastosowań komercyjnych. Przyspieszenie działań związanych z umożliwieniem jej aplikacji do dywersyfikacji surowcowej sektora chemicznego poprzez budowę komercyjnej instalacji produkcji metanolu – strategia ofensywna, lub wodoru – strategia konserwatywna, związane jest z podjęciem decyzji politycznej oznaczającej w praktyce bezpośrednią subwencję dla przedsiębiorstwa wdrażającego technologię produkcji gazu syntezowego w oparciu o zgazowanie węgla w miejsce atrakcyjniejszej dzisiaj technologii bazującej na gazie ziemnym. Ostatecznie, o wysokość tej dotacji zadecyduje przyjęta skala inwestycji, dostawca technologii oraz założenia związane z poziomem cen praw do emisji CO<sub>2</sub>. Z perspektywy Polski aktualnie, różnica jaka występuje pomiędzy efektywnością technologii produkcji metanolu z węgla kamiennego przy wykorzystaniu komercyjnie sprawdzonej technologii zgazowania naziemnego, a technologią wykorzystującą gaz ziemny nie wydaje się być wygórowaną ceną do poniesienia dla Polski. Naturalnym następstwem ewentualnego implementowania do polskiej gospodarki technologii zgazowania węgla będą nowe wyzwania względem szeroko rozumianej inżynierii środowiska, co należy brać pod uwagę już na obecnym etapie konstruowania planów społeczno-gospodarczych kraju.

*Praca została wykonana w ramach zadania badawczego nr3 pt. „Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii elektrycznej” finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań i prac rozwojowych „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii”.*

## **Literatura**

- Bielińska, E.J., Futa, B., Baran, S., Żukowska, G., Pawłowska, M., Cel, W., Zhang, T. (2015). Integrating Role of Sustainable Development Paradigm in Shaping the Human-landscape Relation. *Problemy Ekorożow-ju/Problems of Sustainable Development*, 10/2, 159-168.

- Bujaowicz-Haraś, B., Janulewicz, P., Nowak, A., Krukowski, A. (2015). Evaluation of Sustainable Development in the Member States of the European Union. *Problemy Ekorozwoju/Problems of Sustainable Development*, 10/2, 71-78.
- Czaja, P. (2014) Czarna Afryka, czarny węgiel i złote paliwo. O zgazowaniu węgla w koncernie Sasol słów kilka. *Przegląd Górniczy* 11. Katowice.
- Czaja, P. (2014). Energia z węgla pozyskana na drodze zgazowania. *Chemik*, 12.
- Jarzyna, W, Pawłowski, A., Viktarovich, N. (2014). Technical development of wind energy and compliance with the requirements for sustainable development. *Problemy Ekorozwoju/Problems of Sustainable Development*, 9(1), 167-177
- Kasztelewicz, Z., Tajduś, A., Słomka, T. (2016) *Węgiel brunatny to paliwo przyszłości czy przeszłości*. Monografia IX Międzynarodowy Kongres Górnictwo Węgla Brunatnego. Kraków: Agencja Wydawniczo-Poligraficzna Art-Tekst.
- Kwaśniewski, K.; Kopacz, M., Grzesiak, P., Kapłon, R., Sobczyk, E. J. (2015) *Zgazowanie węgla. Uwarunkowania, efektywność i perspektywy rozwoju*. Kraków: Wydawnictwa AGH.
- MG. (2009). *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku*. Warszawa: Ministerstwo Gospodarki.
- Pawłowski, A. (2009a). Sustainable energy as a sine qua non condition for the achievement of sustainable development. *Problemy Ekorozwoju/Problems of Sustainable Development*, 4/2, 9-12.
- Pawłowski, A. (2009b). Theoretical Aspects of Sustainable Development Concept. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 11(2), 985-994.
- Pawłowski, A. (2013). Sustainable Development and Globalization. *Problemy Ekorozwoju/Problems of Sustainable Development*, 8/2, 5-16.
- Rydzewski, P. (2016). Changes in Environmental Attitudes in Selected Countries of Central and Eastern Europe. *Problemy Ekorozwoju/Problems of Sustainable Development*, 11(1), 65-72.
- Strona internetowa: <http://www.rynek-energii-elektrycznej.cire.pl>
- Sztumski, W. (2016). The Impact of Sustainable Development on the Homeostasis of the Social Environment and the Matter of Survival. *Problemy Ekorozwoju/Problems of Sustainable Development*, 11(1), 41-47.
- Tajduś, A., Kaczorowski, J., Kasztelewicz, Z., Czaja, P., Cała, M., Bryja, Z., Żuk, S. (2014) *Węgiel Brunatny – oferta dla polskiej energetyki. Możliwości rozwoju działalności górnictwa węgla brunatnego w Polsce do roku 2050*. Monografia. Kraków: Agencja Wydawniczo-Poligraficzna Art-Tekst.
- Żelazna, A., Gołębiowska, J. (2015). The Measures of Sustainable Development – a Study Based on the European Monitoring of Energy-related Indicators.

## **Polish Coal, Energy and Environment – Chances and Dangers**

### **Abstract**

The state of the contemporary environment largely determines the industry especially level of its development and introduced innovations to the technology. Mining industry plays a leading role in providing all kind of mineral resources to national economy, but also deeply interferes in the environment at the both, exploration stage, exploitation as well as after the end of mining activity. Modern environmental engineering has to deal with the current ecological challenges and should be in line with the professor Walery Goetel motto: “What the industry broke this Man must repair”. This means that after the industrial use of the land must bring it to its original state. This must generate extremely high costs that the mining industry has to take into account in its economic calculations. Therefore, the answer to the question about the chances of Polish coal, must take into account the fact that the cost of reclamation and revitalization of post-mining areas significantly undermine its competitiveness in the global market. Especially dangerous are the producers not applying ecological principles. This is one of the reasons why the highly eco-friendly Europe resigns from his own mining and prefer to buy raw materials from other. The article presents the economic and financial situation of Polish coal and the possible directions of development its surface gasification.

### **Słowa kluczowe:**

polski węgiel, surowce energetyczne, rekultywacja, zgazowanie węgla

### **Keywords:**

polish coal, raw materials, reclamation, coal gasification