



## ANALIZA STRATEGICZNA ALTERNATYWNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W KONTEKŚCIE BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO POLSKI

dr hab. Ryszard CHROBAK

Akademia Obrony Narodowej

### Streszczenie

Autor przedstawia w swoim artykule główne elementy analizy strategicznej kierunków działań państwa w zakresie podnoszenia poziomu bezpieczeństwa energetycznego kraju. Dokonana w pierwszej części diagnoza aktualnego stanu pozwala na postawienie tezy, iż gaz ziemny, który jest wydobywany ze złóż własnych jak i ten importowany ze wschodu nie gwarantuje wymaganego poziomu bezpieczeństwa w perspektywie strategicznej. W dalszej części artykułu zaprezentowana została prognoza możliwości wykorzystywania alternatywnych źródeł energii, rozpoczynając od czystych technologii węglowych, a kończąc na energetyce jądrowej.

W kontekście wewnętrznych zagrożeń i szans dla bezpieczeństwa energetycznego Polski stwierdza się, że istnieją trzy główne kierunki działań: tworzenie unijnego jednolitego energetycznego rynku wewnętrznego, tworzenie własnych możliwości dywersyfikacji pozyskiwania surowców energetycznych oraz podejmowanie intensywnych działań w zakresie wykorzystywania alternatywnych źródeł.

Zagrożenia zewnętrzne wynikają głównie z polityki eksporterów surowców, w tym głównie Rosji, traktującej surowce energetyczne jako broń strategiczną, jak i z innych czynników, np. rosnącej konsumpcji w dynamicznie rozwijającej się gospodarce Polski.

**Słowa kluczowe** – analiza strategiczna, bezpieczeństwo energetyczne, nowoczesne technologie, energia jądrowa, źródła odnawialne, gaz łupkowy, bezpieczeństwo narodowe, surowce energetyczne.

### Diagnoza stanu aktualnego

Jednym z podstawowych warunków systematycznego rozwoju naszego kraju i niwelowanie różnic dzielących Polskę od najbardziej rozwiniętych krajów Unii Europejskiej jest niezakłócony dostęp do surowców energetycznych. Niestety Polska, jak większość państw na świecie, nie jest samowystarczalna w tym zakresie. Jesteśmy zatem uzależnieni od dostawców zewnętrznych, nie zawsze w stosunku do naszego państwa życzliwych.

Celowe wdaje się rozpoczęcie rozważań na temat alternatywnych kierunków działań zwiększających poziom bezpieczeństwa Polski od ustaleń terminologicznych dotyczących tego obszaru problemowego. Bezpieczeństwo energetyczne państwa jest zawsze bardzo priorytetowo traktowane przez elity polityczne; ekonomiczne, gospodarcze itp. Problem ten był i jest często podejmowany i definiowany przez zespoły naukowców różnych ośrodków akademickich czy też naukowo-badawczych. W uogólnieniu można przyjąć, że bezpieczeństwo energetyczne państwa traktuje się jako

**dostępność energii w każdym czasie, w różnych formach, w wystarczającej ilości i po rozsądnej cenie.** Bezpieczeństwo energetyczne ma charakter wewnętrzny (zrównoważenie popytu i podaży z uwzględnieniem środowiska, konsumentów oraz politycznych i ekonomicznych wymogów) oraz zewnętrzny (zapełnienie luki wynikającej z różnicy między krajową produkcją a krajowymi potrzebami). W tym kontekście należy dostrzegać potencjalne zagrożenia dla bezpieczeństwa, a mianowicie:

- fizyczne, np. krótkotrwałe lub nawet długoterminowe przerwy w dostawach energii z jednego źródła lub jednego regionu;
- ekonomiczne, np. zależność od cen energii;
- inne, np. takie jak wysokie wymagania związane z ochroną środowiska, które wpływają na wydobycie, produkcję, zużycie i dostawy surowców<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> P. Czerpak, *Bezpieczeństwo energetyczne*, [w:] K. Żukowska, M. Grącik, *Bezpieczeństwo międzynarodowe. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2007, s.122.

Tak zdefiniowane bezpieczeństwo energetyczne i potencjalne zagrożenia, które mogą przyczynić się istotnie do krytycznego obniżania prognozy tego bezpieczeństwa, skłaniają do refleksji nad problemem zawartym w pytaniu: Jakie powinny być kreowane strategiczne kierunki działań w naszym kraju aby podnieść poziom bezpieczeństwa energetycznego Polski?

Doświadczenia z pierwszej dekady obecnego stulecia jak i aktualna sytuacja polityczna w Europie (szczególnie w kontekście konfliktu na linii Rosja – Ukraina) upoważniają do pesymistycznych prognoz uwzględniających groźbę redukcji bądź całkowitego zaniechania dostaw gazu ziemnego do Polski. Jeżeli ta hipoteza wydaje się prawdopodobna, to należałoby zadbać o możliwie jak najwięcej alternatywnych źródeł pozyskiwania tego surowca. Konieczne jest zatem prowadzenie szeroko rozumianych działań mających na celu m.in.:

- zwiększenie dostępności do różnych nośników energii i tym samym zapewnienie ciągłości dostaw,
- rozwój niezbędnej infrastruktury (zwłaszcza krajowej),
- inicjowanie projektów międzynarodowych w zakresie pozyskiwania nowych nośników energii,
- udział w różnego rodzaju projektach związanych ze zwiększeniem stabilizacji energetycznej kraju.

Działania te są dla Polski niezwykle ważne, gdyż, jak pokazują statystyki, obecnie 92% importowanego gazu pochodzi ze Wschodu i z gazociągu jamalskiego (gazociąg na półwyspie Jamał, łączący złoża gazu w Rosji z Europą Zachodnią). W sumie długość gazociągu to ponad 4 tysiące km, natomiast na naszym terytorium rozciąga się on na długości 680 km i stanowi główne źródło zaopatrzenia kraju w gaz ziemny.

Tak wysoki poziom dostaw surowca z jednego kierunku stanowi potencjalne zagrożenie dla bezpieczeństwa państwa, ponieważ istnieje ryzyko wywierania presji ekonomicznej na Polskę w celu osiągnięcia założonych celów politycznych. Ogólnie przyjmuje się za bezpieczny taki import surowców, który z jednego źródła nie przekracza 30% globalnego zapotrzebowania kraju. Nasz wskaźnik niestety w tym przypadku trzykrotnie przekracza zakładany pułap.

Należy także stwierdzić, iż obecna sytuacja zależności energetycznej od Rosji dotyczy nie tylko

naszego kraju, ale także wszystkich państw członkowskich Unii Europejskiej. Analizy specjalistów zajmujących się tą problematyką wskazują, że sytuacja ta utrzyma się jeszcze przez kilkadziesiąt lat, gdyż jest ona konieczna do zrównoważenia bilansu energetycznego Unii. Zaistniały fakt nie jest jednak jednostronny, bowiem stan gospodarki Rosji w olbrzymim stopniu uzależniony jest od eksportu surowców, w tym głównie na rynek europejski. Sytuacja taka stwarza płaszczyznę negocjacji szczególnie przez właściwe organa unijne<sup>2</sup>. Należy również dodać, iż rokowania na przyszłe lata ukazują ciągły wzrost zapotrzebowania na energię. Do 2030 roku Unia Europejska zamierza 30% swojego zapotrzebowania na energię pokrywać importem ze Wschodu. Co prawda Rosja posiada również alternatywę rynków europejskich, jaką są niewątpliwie rynki azjatyckie (chiński i indyjski)<sup>3</sup>, jednak nie jest to równorzędna opcja z rynkiem europejskim. Rynki azjatyckie bowiem nie są tak ciekawe pod względem ekonomicznym dla Rosji. Mowa tutaj o poziomie stabilności, wypłacalności oraz możliwościach, zarówno inwestycyjnych, jak i technologicznych, jakimi dysponuje Unia Europejska.

Jak już wspomniano, głównym dostawcą nośników energii do Polski jest Rosja, jednak relacji tej nie należy postrzegać tylko w kategoriach dostawca – konsument, lecz głównie poprzez pryzmat powiązań natury prawnej. Wiąza nas bowiem z partnerem rosyjskim długoterminowe umowy na dostawy, z których najważniejsza – z Gazpromem została przedłużona z 2022 do 2037 roku. Pomimo tego, iż posiadamy dwuletni termin zabezpieczenia dostaw, rząd słusznie wyraża konieczność zmniejszenia uzależnienia polskiej gospodarki od importu gazu z Rosji. Aby przeciwdziałać monopolizacji dostawcy gazu ziemnego do Polski, zostaną wprowadzone w życie liczne działania i przedsięwzięcia.

Jednym z takich przedsięwzięć w perspektywie strategicznej jest implementowanie czystych technologii węglowych, będą one miały bowiem zastosowanie do surowca występującego w zadowalającej ilości w naszym kraju.

<sup>2</sup> Zob. *O przyszłości Europy*, Raport 8, *Między potrzebą a uzależnieniem. Rosyjski gaz w bilansie energetycznym rozszerzonej UE*, Warszawa, grudzień 2002.

<sup>3</sup> P. Seklecki, pracownik Departamentu Integracji Europejskiej i Studiów Porównawczych URE, *Dialog energetyczny Unia Europejska – Rosja*, Biuletyn URE 2/2003.

## Analiza możliwości wykorzystania alternatywnych źródeł energii w Polsce

Jak już wspomniano, jedną z szans dla naszego kraju w powyższym kontekście są **czyste technologie węglowe**, rozumiane jako *technologie przetwarzania węgla kamiennego i brunatnego dla energetyki, transportu i przemysłu chemicznego, które mają na celu redukcję oddziaływania na środowisko, ze szczególnym podkreśleniem redukcji emisji CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub>*<sup>4</sup>. Postęp technologiczny jaki dokonał się na przestrzeni lat umożliwia użytkowanie czystego węgla. Badania prowadzone w różnych ośrodkach europejskich jak i pozaeuropejskich wykazały, że możliwe jest poprawienie sprawności energetycznej oraz ekologicznych produkcji energii z surowca. Sprawność energetyczna ma wpłynąć z kolei na poprawę jakości paliwa. Zoptymalizowanie procesów technologicznych spalania węgla i zastosowanie postępu technologicznego ma spowodować eliminację wszelkich zanieczyszczeń z gazów powstałych w czasie palenia<sup>5</sup>.

Pierwszym z omówionych procesów w portfelu czystych technologii węglowych jest **zagazowanie naziemne węgla**. Proces ten cieszy się dużym zainteresowaniem światowym i rozwija się w bardzo szybkim tempie. Głównymi kierunkami, w których będzie wykorzystywana ta technologia, są chemia i energetyka. Technologia związana jest bezpośrednio z otrzymywaniem gazu syntezowego, który stanowi półprodukt do:<sup>6</sup>

- silnikowych paliw płynnych przemysłu chemicznego powstałych w procesie syntezy Fischera – Tropsha, tzn.:
  - wytwarzania gazu syntetyzowanego na drodze tlenowo-parowego zagazowania węgla przez katalityczne półspalanie,
  - odsiarczenia i usuwania dwutlenku węgla,
  - katalitycznej syntezy CO + H<sub>2</sub> do węglowodorów,

– destylacji i obróbki wytworzonego półproduktu tak, aby powstał gaz płynny, benzyna, paliwa odrzutowe, olej napędowy, oleje opałowe oraz parafiny,

- metanolu oraz czystego wodoru do syntezy chemicznej.

Według opinii specjalistów zaletą tej metody zagazowania węgla jest przerabianie surowców stałych i ciekłych, w tym również odpadów dla wytworzenia gazu syntezowego. Dzięki procesowi, jakiemu jest poddawany gaz, można oczyścić go ze związków siarki i azotu, a tym samym otrzymać nieaktywny żużel, który używany jest w przemyśle.

Następną dostępną technologią jest **podziemne zagazowanie węgla w złożu**. Jej stosowanie może okazać się przełomem w otrzymywaniu taniej i zredukowanej o emisję CO<sub>2</sub> energii. Ten rodzaj zagazowania polega na działaniu bezpośrednio w złożu pirolitycznej<sup>7</sup> reakcji węgla z wodą i tlenem, co spowoduje przemianę w gaz syntetyczny, w którego skład wchodzi tlenek węgla i wodór. Uzyskany gaz jest dużo tańszy niż ten, który jest pozyskiwany z naziemnego zagazowania<sup>8</sup>.

Kolejnym rozwiązaniem jest **podziemna bio-konwersacja węgla**, która polega na wszczęciu drobnymi specjalnymi bakteriami do pokładu węgla brunatnego. Bakterie dokonują w tym procesie zmiany substancji organicznej na metan i kwas huminowy – który jest bardzo dobrym nawozem. Ten sposób zagazowania jest przewidziany dla złóż o niskiej kaloryczności, czyli lignitu i dla węgla brunatnego, gdyż w nich występuje część miękka oraz odpowiednia wilgotność dla życia bakterii. Metoda tego typu nie jest jeszcze rozpowszechniona na dużą skalę, gdyż nie ma odpowiedniego rozeznania jak będzie wpływać na środowisko.

Czwartym z kolei procesem, jakim będzie poddawany węgiel w przyszłości, jest **spalanie w tlenie**. Odbywać się to będzie w powietrzu o zawartości 21% tlenu. Tlen o takim stężeniu jest niezbędny do przeprowadzenia reakcji utleniania paliwa, w wyniku której otrzymujemy duże ilości ciepła. Powietrze atmosferyczne zawiera w sobie 79% azotu, więc w spalinach kotłowych dwutle-

<sup>4</sup> Czyste Technologie Węglowe, Załącznik nr 2 do Zielonej Księgi Narodowego Programu Redukcji Emisji Gazów Ciężkich, Warszawa, maj 2010, s. 3.

<sup>5</sup> Zob. Czyste technologie węglowe. Znaczące osiągnięcia programów badawczo-rozwojowych Europejskiej Wspólnoty Węgla i Stali w rozwoju technologii wytwarzania czystej energii z węgla, Instytut Techniki Ciepłej, Gliwice 2007, s. 2.

<sup>6</sup> M. Klanik, Perspektywy wykorzystania węgla w Polsce w aspekcie czystych technologii węglowych, Gospodarka surowcami mineralnymi, tom 23, zeszyt 2, 2007, s. 30.

<sup>7</sup> Piroliza czyli destylacja rozkładowa polegająca na procesie rozkładu termicznego substancji prowadzony poprzez poddawanie ich działaniem wysokiej temperatury bez kontaktu z tlenem i innymi czynnikami utleniającymi.

<sup>8</sup> Zob. Czyste technologie węglowe, Słoneczna Rada Narodowego Programu Redukcji Emisji, Grupa Robocza ds. Czystych Technologii Węglowych, Warszawa, maj 2010, s. 8.

nek węgla będzie się mieścił w zakresie od 3 do 15%. Duży wpływ na to będzie miał rodzaj paliwa i współczynnik nadmiaru powietrza.

Ostatnim związanym z zagazowaniem sposobem, jaki przedstawię, jest **cykl gazowo-parowy**, czyli wychwycenie CO<sub>2</sub> przed spalaniem. Ten proces ma za zadanie zagazować węgiel w tlenie. W odpowiednich warunkach wysokiego ciśnienia zostanie wyprodukowany gaz syntezowy, który złożony będzie z wodoru i dwutlenku węgla. Będzie istniała tutaj również możliwość dowolnego sterowania otrzymaniem dwutlenku węgla (w zakresie jest od 0 do 40%). Poddane to będzie prostemu zabiegowi konwersji CO w CO<sub>2</sub>, a później usunięcia dwutlenku węgla i otrzymania gazu bogatego w wodór.

Na podstawie dokonanej literatury przedmiotu należy niestety stwierdzić, że zaimplementowanie powyżej omówionych technologii w Polsce napotka wiele barier. Jedną z podstawowych jest zbyt małe tempo nabywania nowych kompetencji badawczych, słaba organizacja w dziedzinie badań oraz brak chęci finansowania przez państwo. Także system prawny nie pozwala na rozwój nowych technologii, w związku z niedorozwojem działań partnerstwa publiczno-prywatnego<sup>9</sup>. Kolejną barierą rozwoju jest brak wspólnych działań nauki i przemysłu. Przedsiębiorstwa nie chcą ponosić kosztów związanych z rozwijaniem i szukaniem nowych technologii, a nastawione są na odbiór gotowego wyrobu<sup>10</sup>. Reasumując: decydenci będą musieli w nieodległym czasie znaleźć wiarygodne odpowiedzi na szereg pytań, takich jak: czy nowe technologie i prowadzone w tym kierunku działania przyniosą odpowiednie efekty? czy koszty poniesione w tym celu przyniosą odpowiednie zyski i satysfakcję dla społeczeństwa i szansę zrównoważonego rozwoju całego kraju? czy pozwoli nam to uniknąć ciągłych podwyżek za energię pod każdą postacią? Uzyskane odpowiedzi pozwolą podjąć właściwe decyzje w aspekcie rzeczywistego i adekwatnego do potrzeb inwestowania w nowe technologie.

Na podstawie opinii specjalistów oraz dokonanej analizy literatury przedmiotu uprawnione wydaje się postawienie hipotezy, iż kolejnym

<sup>9</sup> Partnerstwo publiczno-prywatne to wspólna realizacja przedsięwzięć oparta na podziale zadań i ryzyk pomiędzy podmiotem publicznym i partnerem prywatnym.

<sup>10</sup> *Jak skutecznie wdrożyć CCS w Polsce? Polska Strategia CCS*, pod red. A. Hinc, Warszawa 2011, s. 25.

z uzasadnionych kierunków działań w niedalekiej przyszłości będzie zintensyfikowanie wykorzystywania odnawialnych źródeł energii. Specjaliści odnawialne źródła energii definiują jako takie, *których zasoby nie wyczerpują się w procesie ich użytkowania, a ich wykorzystanie nie zubaża zasobów energetycznych i walorów środowiska naturalnego*<sup>11</sup>.

Pojęcie odnawialnych źródeł energii znalazło swoje miejsce także w ustawie Prawo Energetyczne<sup>12</sup>. Zgodnie z tą ustawą są to źródła wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych<sup>13</sup>. Bazując na wyżej przytoczonych definicjach, do alternatywnych źródeł zastąpienia gazu ziemnego możemy zaliczyć przede wszystkim energię hydroelektryczną, wiatrową, słoneczną, geotermalną, wykorzystanie biomasy czy pływów<sup>14</sup>. Przyszłościowe rozwiązanie stanowi także wykorzystanie wodoru i syntezy jądrowej do pozyskiwania energii.

Analiza wykorzystywania w przyszłości alternatywnych rozwiązań jest w pełni uzasadniona, ponieważ na terenie naszego kraju występuje wiele niekonwencjonalnych źródeł energii, których wykorzystanie znacznie poszerzyłoby paletę możliwości wytwarzania energii dla potencjalnych odbiorców. Niestety dotychczas, jak pokazują statystyki, wykorzystywane są one tylko w niewielkim stopniu, głównie z następujących powodów:

- aktualnej struktury i stopnia rozwoju energetyki konwencjonalnej,
- bariery ekonomiczno-finansowej,
- bariery społecznej, wynikającej z obawy przed bezrobociem spowodowanym obniżkami zużycia paliw wydobywanych drogą dotychczasową oraz brakiem dobrych regulacji prawnych.

<sup>11</sup> Zob. W. Gotkiewicz, Z. Brodziński, *Zasoby i możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii*, Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Przysiek 2002, s. 4–5.

<sup>12</sup> Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, Dz.U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625.

<sup>13</sup> Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, op. cit. Art. 1.

<sup>14</sup> J. R. Craig, D. J. Vaughan, B. J. Skinder, *Zasoby Ziemi*, wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 127.

Współcześnie do najważniejszych źródeł odnawialnych na terenie Polski należą biomasa i woda. Na kolejnych miejscach plasują się energia geotermalna, wiatr i promieniowanie słoneczne. Z satysfakcją należy podkreślić, iż w naszym kraju istnieje już wiele instytucji, których głównym zadaniem są badania i problematyka dotycząca odnawialnych źródeł energii. Do najważniejszych z nich możemy zaliczyć:<sup>15</sup>

- Centrum Środowiska i Rozwoju,
- Europejskie Centrum Energii Odnawialnej,
- Krajową Agencję Poszanowania Energii,
- Ogólnopolskie Forum Odnawialnych Źródeł Energii (siedziba tej instytucji mieści się w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie),
- Polską Geotermalną Asocjację,
- Polskie Towarzystwo Biomasy POLBIOM,
- Polskie Towarzystwo Energetyki Słonecznej – ISES,
- Polskie Towarzystwo Energetyki Wiatrowej,
- Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych,
- Towarzystwo Wspierania Elektrowni Wiatrowych Vis Venti.

Jak już wspomniano wcześniej, jednym z najważniejszych źródeł odnawialnych pozyskiwania energii jest **biomasa**, którą należy rozumieć jako *szereg odnawialnych technologii energetycznych, które obejmują zasoby energii z pozostałości produkcji rolniczej (roślinnej i zwierzęcej) oraz zasoby z odpadów komunalnych*. W kontekście dostaw energii biomasę można podzielić na<sup>16</sup>:

- odpady stałe (odpady domowe, odpady przemysłowe, słoma, odpady drewniane z przemysłu drzewnego, kłody i odpady z gospodarki leśnej, torf),
- wilgotne odpady rolnicze (odpady z gospodarstw rolnych, odpady roślinne, odpady drobiowe, świńskie i mleczarskie),
- odpady pochodzenia leśniczego (np. drzewa, które rosną specjalnie jako źródło energii).

Możliwość wykorzystania biomasy dostępna jest dzięki zastosowaniu procesów spalania, gazyfikacji oraz pirolizy.

Na podstawie opinii specjalistów należy jednak podkreślić, że zastosowanie biomasy największą rolę odgrywa niestety w skali lokalnej, bowiem jeśli chodzi o globalną, nie ma już takiego

znaczenia<sup>17</sup>. Według powszechnej opinii technologia wykorzystania energii pochodzącej z biomasy jest przyjazna środowisku, jednak i w tym przypadku nie jest to całkowita prawda. Podobnie jak inne źródła energii, również i ta może w niekorzystny sposób oddziaływać na środowisko. Oczywiście warto wziąć pod uwagę również skalę tego zagrożenia i możliwe do przewidzenia skutki. Emisja szkodliwych substancji w tym przypadku jest znacznie mniejsza niż w przypadku paliw kopalnych, a także pozbawiona jest tlenu siarki (SO<sub>2</sub>). Rokowania Polski na przyszłość w zakresie wykorzystywania biomasy jako paliwa są optymistyczne. Podaje się, że przy obecnym stopniu rozwoju mamy szansę stać się zagłębiem „zielonego drewna”.

Drugim co do wielkości w Polsce źródłem odnawialnym pozyskiwania energii jest **woda**. Energetyka wodna zajmuje się jej przetwarzaniem na energię mechaniczną i elektryczną przy użyciu silników wodnych w siłowniach i hydroelektrowniach. Dokonane analizy wskazują, iż niestety w Polsce stanowi ona niewielki procent całej produkcji energii (1,5%), a np. w Norwegii, jest ona niemal wyłącznym źródłem pozyskiwania energii.

Energetyka wodna opiera się głównie na wykorzystywaniu wód śródlądowych (rzadziej oceanicznych). Pod względem wykorzystywania zasobów wodnych swojego kraju jesteśmy bardzo nisko plasowani w Europie. Podstawową przyczyną takiego stanu rzeczy są względy finansowe, gdyż budowa dużych elektrowni wodnych niesie ze sobą potrzebę ogromnych środków finansowych. Głównie z tego względu stawia się w Polsce na energetykę wodną o małych mocach jednostkowych.

Doświadczenia potentatów w tej dziedzinie dowodzą, że działania przynoszą korzyści nie tylko w formie pozyskiwanej energii, ale także w innej postaci, a mianowicie<sup>18</sup>:

- czystości ekologicznej,
- awaryjnego źródła energii (np. w przypadku awarii sieci przemysłowej),
- regulacji stosunków wodnych w najbliższej okolicy (może to mieć także pozytywny wpływ na obszary rolnicze),

<sup>15</sup> *Alternatywne źródła energii. Dobroziejstwa i zagrożenia*, pod red. M. Ciecior, wyd. OPTIMEX, Szczecin – Wisetka 2005, s. 244–245.

<sup>16</sup> Por., *Ibidem*, s. 254.

<sup>17</sup> J. R. Craig, D. J. Vaughan, B. J. Skinder, *Zasoby Ziemi*, op. cit. s. 127.

<sup>18</sup> *Alternatywne źródła energii. Dobroziejstwa i zagrożenia*, op. cit., s. 248.

- ochrony przeciwpowodziowej,
- rozwoju turystyki i rekreacji na danym terenie.

Obiektywnie należy jednak stwierdzić, że większość działań człowieka ingeruje w naturę, i to pociąga za sobą niechciane skutki. Dotyczą one w głównej mierze dużych elektrowni budowanych przy zaporach. Możemy do nich zaliczyć zwłaszcza zmniejszenie naturalnego przepływu wody. Może to w niekorzystny sposób wpłynąć na jej biocenozę. Jest to przyczyną wielu protestów środowisk proekologicznych i w konsekwencji często likwidacji elektrowni wodnych. Kolejnym skutkiem negatywnym budowy małych elektrowni wodnych jest możliwość wystąpienia erozji brzegów w sytuacji podniesienia poziomu wody. Również w tym przypadku dochodzi do protestów, gdyż dewastacja brzegów rzek powoduje zatopienie nadbrzeżnych siedlisk oraz wysp będących miejscem lęgowym ptaków.

Następnym w kolejności źródłem pozyskiwania energii odnawialnej jest **energetyka geotermalna**, której istotą jest pozyskiwanie i przetwarzanie ciepła pochodzącego z wnętrza Ziemi. Ciepło to przetwarzane jest w elektrowniach geotermicznych. Wewnętrzna skorupa ziemską posiada energię, ponieważ występuje w niej szereg powolnych rozpadów określonych pierwiastków radioaktywnych (uranu i toru). Występują one w bazalcie oraz granicie i we wspomnianym procesie wydzielają energię termiczną. Zasoby geotermiczne natomiast mogą być oparte na złożach takich substancji jak: woda, para wodna, czy mieszanina wody i pary o wysokiej temperaturze. Noszą one określenie hydrotermicznych. Jeśli z kolei magazynem energii są skały o odpowiednio wysokiej temperaturze, wówczas mówimy o petrotermicznych zasobach geotermalnych.<sup>19</sup> Na terenie naszego kraju występuje wiele złóż geotermalnych. Pokrywają one 60% terytorium Polski. Niestety wykorzystywane mogą być jedynie te, które spełniają określone wymagania. Do podstawowych wymagań koniecznych do spełnienia przez złoża przeznaczone do eksploatacji należą takie jak:

- głębokość zalegania nieprzekraczająca 2500 m,
- temperatura minimalna 60° C,
- wydajność eksploatacji plasująca się w przedziale 100–200 m<sup>3</sup>/h.

Na podstawie analizy literatury przedmiotu przyjmuje się, że w Polsce największe złoża wód

geotermalnych występują na Podbeskidziu (okolice Suchoj Beskidzkiej i Makowa Podhalańskiego). W tym rejonie, na głębokości 2 km woda osiąga temperaturę nawet 80° C. Zasoby wód geotermalnych stanowią najbogatsze źródło energii w Polsce. Ich wartość w 2005 roku oszacowano na 7 miliardów ton paliwa umownego. Stanowi to ok. 23% ogólnych krajowych zasobów energii skupionej w mineralnych surowcach energetycznych. W większości przypadków źródła geotermalne znajdują się na obszarach, gdzie w dużej mierze przeważa rolnictwo i uprawy warzywnicze oraz w pobliżu aglomeracji.

Kolejnym ważnym źródłem pozyskiwania energii jest wiatr. Wykorzystywany jest on przy pomocy silników w elektrowniach i siłowniach wiatrowych, które go przetwarzają. Siłą wiatru napędzane są m.in. pompy wodne, młyny, tartaki, czy też produkowana jest energia elektryczna dla lokalnych odbiorców. Na obszarze naszego kraju występuje wiele miejsc korzystnych do rozwoju takiego typu elektrowni. Do obszarów o najlepszych do tego warunkach należą: Wybrzeże Kaszubskie, Wyspa Uznam, Suwalszczyzna, środkowa część Wielkopolski i Mazowsza. Średnia roczna prędkość wiatru na tych obszarach przekracza 4 m/s. Poza wymienionymi obszarami występują w Polsce również korzystne miejsca do rozwoju elektrowni wiatrowych. Charakteryzują się one szczególnymi walorami rzeźby terenu (pagórki, góry) oraz brakiem zadrzewień i zalesień. Niestety na terenie Polski ta metoda pozyskiwania energii nigdy nie cieszyła się zbyt wielkim entuzjazmem, czy też odznaczała się wielkością realizowanych przedsięwzięć, a główną przyczyną takiego stanu rzeczy są ograniczone możliwości precyzyjnych obliczeń zasobów wiatru na naszym terytorium. Nie można jednak w perspektywie strategicznej odrzucać tego dość powszechnego w świecie źródła pozyskiwania energii.

Istotnym w perspektywie strategicznej, a dotychczas w Polsce wykorzystywanym w niewielkim zakresie jako źródło pozyskiwania energii jest także **promieniowanie słoneczne**. Ten dotychczasowy zakres wykorzystania, relatywnie wąski, wynika głównie z braku dostatecznych regulacji prawnych jak i klimatu, oraz rozkładu pór roku w naszym kraju. Energetyka słoneczna zajmuje się pozyskiwaniem, przetwarzaniem oraz wykorzystaniem energii promieniowania słonecznego, która głównie skoncentrowana jest w zakresie światła widzialnego i podczerwonego.

<sup>19</sup> P. Sołowiej, *Niekonwencjonalne źródła energii. Ekologia wsi*, Regionalne Centrum Doradztwa i Obszarów Wiejskich, Przysiek 2000, Zeszyt 34, s. 3–5.

Ze względu na wspomniany w naszym kraju klimat i rozkład pór roku mamy do czynienia z nierównomiernym rozkładem promieniowania słonecznego w cyklu rocznym. Praktycznie całość (80%) rocznej sumy nasłonecznienia przypada na 6 miesięcy wiosenno-letnich (od kwietnia do września). Na skutek dużego zróżnicowania cyklu usłonecznienia w miesiącach letnich długość operacji słonecznych wynosi 16 godzin/dobę, natomiast w miesiącach zimowych spada do zaledwie 8 godzin/dobę.

Na potrzeby parametryzacji, ze względu na istotne różnice, teren Polski został podzielony na tzw. helioenergetyczne regiony. Podział ten został dokonany w oparciu o takie zmienne jak:<sup>20</sup>

- promieniowanie całkowite,
- struktura promieniowania całkowitego,
- liczba godzin nasłonecznienia,
- szerokość geograficzna,
- wysokość nad poziomem morza.

Powyższy podział umożliwił dość precyzyjne wskazanie obszarów, na których występują najkorzystniejsze warunki do pozyskiwania energii słonecznej. Możemy do nich zaliczyć przede wszystkim tereny znajdujące się na wybrzeżu (Gdynia). Trochę gorszymi pod tym względem są obszary Wielkopolski i obszar Warszawy. Najbardziej niekorzystna sytuacja pojawia się na Śląsku, gdzie z powodu znacznego zanieczyszczenia przedostawanie się promieni słonecznych do warstw naziemnych jest utrudniona.

Nowe możliwości w zakresie bezpieczeństwa energetycznego w perspektywie strategicznej niesie za sobą odkrycie gazu łupkowego na terenie Polski. Ze względu na fakt, że jest to zjawisko relatywnie nowe celowe staje się wyjaśnienie pojęcia gazu łupkowego oraz skąd się on bierze. Gaz łupkowy jest to gaz występujący w skałach macierzystych, będących zarazem skałą zbiornikową i skałą, w której dochodzi do powstania gazu. Żeby wydobyć gaz, należy wykonać na powierzchni skały otwór ze szczelinowaniem<sup>21</sup>. Im większe szczelinowanie i obszar obejmujący jedno wiercenie, tym więcej gazu można wydobyć za jednym razem.

<sup>20</sup> *Alternatywne źródła energii. Dobroziejstwa i zagrożenia*, op. cit., s. 246.

<sup>21</sup> Szczelinowanie – zabieg techniczny polegający na wywołaniu w odwiercie wysokiego ciśnienia w celu spowodowania rozwarcia istniejących lub powstawania nowych szczelin. Szczelinowanie wykonywane jest w celu zwiększenia przyplwy ropy lub gazu.

Z badań amerykańskiej Agencji Informacji Energetycznej wynika, że Polska posiada ok. 5,3 bln m<sup>3</sup> gazu łupkowego<sup>22</sup>. Tak optymistycznie prezentowane prognozy wywołały w kraju poczucie perspektywy bogactwa i bliskiego stanu pełnego bezpieczeństwa energetycznego. Niestety istnieje wiele czynników, które powodują, że te świetlane perspektywy mogą znacznie oddalić się w czasie (o ile nie znikną w ogóle). Wydobycie gazu łupkowego na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej mogłoby rozpocząć się najwcześniej za 10–12 lat. Ten czas pozwoliłby nam na przeprowadzenie badań nad technologią wydobycia oraz nad opracowanie strategii gospodarowania tym nośnikiem energii w kontekście bezpieczeństwa energetycznego. Należy także podkreślić, iż w opinii ekspertów opracowanie technologii wydobycia wiąże się także nie tylko z olbrzymimi nakładami finansowymi, ale również z ogromnym ryzykiem. Może się bowiem zdarzyć taka sytuacja, że wszelkie starania i alokowane środki dedykowane w odwierty w konkretnym miejscu zostaną stracone choćby z tego powodu, że gaz w tym miejscu będzie niemożliwy do wydobycia.

Prawdopodobnie skały zawierające gaz łupkowy występują w Polsce na ok. 2 tys. metrów pod powierzchnią ziemi. Niestety na niektórych obszarach głębokość ta jest znacznie większa i wynosi od 3 do 4 tys. metrów i głębiej. Głębokość złóż surowcowych w tym przypadku jest poważnym problemem poszukiwań i sytuacja jest najkorzystniejsza na terenach, gdzie głębokość ta jest najmniejsza.

Dokonując analizy strategicznej możliwości wykorzystania krajowych źródeł gazu łupkowego, w dłuższym okresie należy przede wszystkim dostrzec konieczność realizacji nowych niezwykle kosztownych inwestycji. Przyjmując zasadne założenie, iż gaz łupkowy jest naszą własnością, musimy jednocześnie zdawać sobie sprawę, że nie będziemy posiadać wystarczających możliwości finansowych na realizację samodzielnego wydobycia. Wydaje się, że w dającej się prognozować perspektywie będziemy skazani na zapraszanie do współpracy podmiotów zagranicznych, głównie amerykańskich, dysponujących właściwym doświadczeniem. Nie bez znaczenia na rozwój tego źródła energii jest nieprzychylny i bardzo skuteczny lobby rosyjski w UE oraz nastawienie raczej negatywne wiodących państw członkowskich tej organizacji.

<sup>22</sup> [www.wyborcza.biz](http://www.wyborcza.biz) (13.06.2011).

W podsumowaniu rozważań dotyczących gazu łupkowego jako naszej atrakcyjnej alternatywy w aspekcie bezpieczeństwa energetycznego, celowe jest zarysowanie na podstawie analiz eksperckich obrazu kosztów wydobycia tego gazu. Otóż według Florence Geny – autorki raportu Instytutu Studiów nad Energią z Oksfordu, koszty wydobycia gazu łupkowego w Europie muszą być minimum 3-krotnie wyższe niż w Stanach Zjednoczonych. Ów fakt wynika z tego, że np. w Polsce złoża są położone znacznie głębiej i konieczne jest wykonanie większych odwiertów. Ponadto woda potrzebna w procesie eksploatacji jest u nas 10-krotnie droższa niż w USA. Dodatkowo w Europie również droższe jest wynajęcie niezbędnego sprzętu i zatrudnienie wykwalifikowanych pracowników, których pensje również są tutaj wyższe niż w USA. Eksperci polscy (np. były wicepremier W. Pawlak), oceniają, że wydobycie byłoby opłacalne, jeśli koszt importu gazu utrzymywałby się na poziomie takim jak dotychczas, czyli w granicy ok. 400 dolarów za 1 tys. m<sup>3</sup>, a koszt wydobycia gazu łupkowego kształtowałby się na poziomie 280–330 dolarów za 1 tys. m<sup>3</sup>. Niestety szacunki przywoływanej już Florence Geny znacznie odbiegają od tych wicepremiera. Jej zdaniem bowiem koszty eksploatacji gazu łupkowego w Polsce mogą wynieść nawet 422 dolary za 1 tys. m<sup>3</sup>, a w razie szybkiej obniżki ok. 280–290 dolarów za 1 tys. m<sup>3</sup>. Jak podaje autorka raportu, w 2020 roku cena wydobycia i tak byłaby większa od ceny gazu, który importujemy z Rosji gazociągami jamalskim i wydobycie gazu łupkowego w Europie będzie miało niewielkie znaczenie.

Należy jednak obiektywnie stwierdzić, że istnieją także przeciwstawne stanowiska w tych prognozach dotyczących kosztów wydobycia gazu łupkowego. Są także analitycy, którzy uważają, że eksploatacja łupków będzie znacznie tańsza. Według obliczeń firmy doradczej Wood Mackenzie koszt opłacalnej eksploatacji łupków w Europie wyniesie na początku ok. 318 dolarów za 1 tys. m<sup>3</sup>, a później spadnie do 212 dolarów za 1 tys. m<sup>3</sup><sup>23</sup>. Zdaniem Międzynarodowej Agencji Energetyki to samo wydobycie będzie kosztowało w granicach od 106 do 318 dolarów za 1 tys. m<sup>3</sup>. Tak więc istnieje wiele stanowisk wobec tegoż samego problemu. Są jednak podstawy, aby prognozować, że Polska znajdzie odpowiednie wyjście z tej sytuacji. Odpowiednie, tzn. takie, które zapewni nam ocze-

kiwaną pewną stabilizację energetyczną poprzez stałość dostaw gazu.

Omawiając alternatywne źródła pozyskiwania energii, które w przyszłości mogłyby na skalę globalną zastąpić wykorzystanie gazu ziemnego, nie sposób nie wspomnieć o wykorzystaniu **wodoru i energii jądrowej**

Analizy prowadzone od kilku lat przez Polską Grupę Energetyczną wskazują, że warunkiem pokrycia ciągłego wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną jest znaczny udział energetyki atomowej na polskim rynku energetycznym. Ponadto konieczne jest uwzględnianie racjonalnych kosztów energii elektrycznej, która zostanie wytworzona przez elektrownie atomowe, także w kontekście ochrony środowiska. Na podstawie opinii wielu ekspertów racjonalna wydaje się teza, iż to źródło pozyskiwania energii w perspektywie strategicznej stanie się filarem bezpieczeństwa energetycznego Polski. Warunkiem skuteczności takiego rozwiązania jest wdrożenie go w system energetyczny kraju, zanim zaczną się wyczerpywać zasoby organicznych paliw kopalnianych. Wdrażanie to musi odbyć się w sposób niezwykle przekalkulowany tak, aby koszty wytwarzania (ekonomiczne i ekologiczne) tejże energii były racjonalne. Skutkiem takich działań będzie zmniejszenie opłat za uprawnienia emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery i spowodowanie spadku kosztów wychwytu i składowania dwutlenku węgla. Jeszcze do niedawna wykorzystywanie energii jądrowej rozwijało się w bardzo szybkim tempie. Powodem tego były niskie koszty produkcji energii, ponieważ pierwiastki rozszczepialne są wydajne. Dla porównania, z 1 g uranu uzyskuje się tyle samo energii elektrycznej co z 2,5 tony paliwa umownego w zwykłej elektrowni. Niestety ogromnie istotnym aspektem jest zapewnienie bezpieczeństwa podczas wszelkiego rodzaju czynności związanych z procesem uzyskiwania energii jądrowej. Jak już wspomniano, energetyka jądrowa stanowi przyszłość dla bezpieczeństwa energetycznego Polski, jednak wymaga to ogromnych nakładów finansowych związanych z budową elektrowni, odpowiednich przepisów prawnych, zabezpieczeń i zmiany niekorzystnego klimatu społecznego, który zaistniał po katastrofie w Czarnobylu, a później w Japonii.

## Wnioski

Podstawą bezpieczeństwa energetycznego Polski zarówno współcześnie jak i w bliższej perspektywie strategicznej jest gaz ziemny.

<sup>23</sup> www.wyborcza.biz (13.06.2011).



Spowodowane jest to faktem, że ten surowiec energetyczny ma bardzo szerokie zastosowanie w gospodarce i u indywidualnych odbiorców. Ponadto ten nośnik energii emituje do środowiska naturalnego relatywnie najmniej zanieczyszczeń podczas procesu spalania.

Polityka energetyczna państwa obejmowała jak do tej pory tylko kwestie związane z importem tegoż surowca do Polski. Jednak w obliczu najnowszych prognoz oraz pojawiających się aktualnych przesłanek, w ciągu najbliższych kilkunastu lat sytuacja ta musi ulec diametralnej zmianie. Złoża największych eksporterów wyczerpują się, niektórzy surowiec ten traktują jako narzędzie szantażu w procesie kształtowania stosunków międzynarodowych i w związku z tym konieczne staje się szersze poszukiwanie i wykorzystanie alternatywnych źródeł energii.

Szansą dla Polski w perspektywie strategicznej może być stosunkowo niedawne odkrycie na naszym terytorium nowego surowca energetycznego, jakim jest gaz łupkowy. Plany strategiczne dotyczące szerszej eksploatacji złóż tego surowca wymagają jednak zdobycia i zastosowania najnowszych technologii oraz dokładnie przemyślanej koncepcji postępowania z tym cennym dla nas surowcem. Właśnie z tego powodu decydujące znaczenie ma umiejętność obiektywnej oceny sytuacji, trafnego prognozowania oraz generowania celów, które by współgrały z polityką energetyczną kraju i decyzjami władz państwowych.

Istotnym kierunkiem polityki bezpieczeństwa energetycznego Polski w perspektywie strategicznej jest rozwój koncepcji i szersze zastosowanie odnawialnych źródeł energii, które obecnie nie cieszą się jeszcze wystarczającą popularnością i zainteresowaniem zarówno wśród decydentów, jak i obywateli. Największą szansą, wręcz koniecznością, dla bezpieczeństwa energetycznego kraju stanie się wytwarzanie energii jądrowej. Plany budowy elektrowni jądrowej na terytorium naszego kraju wywołują w różnych środowiskach jeszcze wiele obaw i kontrowersji, co wymaga rzeczowych dyskusji ekspertów i systematycznej edukacji społeczeństwa. Nie ulega wątpliwości, że wszelkie planowane i podejmowane kierunki działań, które mogą wpłynąć na uniezależnienie się Polski od dostaw surowców z innych krajów w przyszłości są warte dokładnych analiz i alokowania niezbędnych środków.

## Bibliografia

- Alternatywne źródła energii. Dobrodrojeństwa i zagrożenia*, pod red. M. Ciecior, wyd. OPTIMEX, Szczecin–Wisłoka 2005.
- Analiza rynku gazu w Polsce do roku 2035. Raport końcowy*, Europejski Bank Inwestycyjny, sierpień 2008.
- Craig J. R., Vaughan D. J., Skinder B. J., *Zasoby Ziemi*, wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- Czyste technologie węglowe*, Słoneczna Rada Narodowego Programu Redukcji Emisji, Grupa Robocza ds. Czystych Technologii Węglowych, Warszawa, maj 2010.
- Czyste Technologie Węglowe*, Załącznik nr 2 do Zielonej Księgi Narodowego Programu Redukcji Emisji Gazów Ciężkich, Warszawa, maj 2010.
- Czyste technologie węglowe. Znaczące osiągnięcia programów badawczo-rozwojowych Europejskiej Wspólnoty Węgla i Stali w rozwoju technologii wytwarzania czystej energii z węgla*, Instytut Techniki Ciepłej, Gliwice 2007.
- Gromadzki G., *Miedzy potrzebą a uzależnieniem. Rosyjski gaz w bilansie energetycznym rozszerzonej UE*, Raport 8, Warszawa 2002.
- Jak skutecznie wdrożyć CCS w Polsce? Polska Strategia CCS*, pod redakcją: A. Hinc, Warszawa 2011.
- Klanik M., *Perspektywy wykorzystania węgla w Polsce w aspekcie czystych technologii węglowych*, Gospodarka surowcami mineralnymi, tom 23, zeszyt 2, 2007.
- Międzynarodowe bezpieczeństwo energetyczne w XXI wieku*, pod red. E. Cziomera, Kraków 2008.
- O przyszłości Europy*, Raport 8, *Między potrzebą a uzależnieniem. Rosyjski gaz w bilansie energetycznym rozszerzonej UE*, Warszawa, grudzień 2002.
- Polska wobec wyzwań bezpieczeństwa narodowego*, pod red. K. Budzowskiego, Kraków 2010.
- Sołowiej P., *Niekonwencjonalne źródła energii. Ekologia wsi*, Regionalne Centrum Doradztwa i Obszarów Wiejskich, Przysiek 2000, Zeszyt 34.
- Zasoby dokumentowania złóż ropy naftowej, gazu ziemnego i metanu w pokładach węgla*, Ministerstwo Środowiska, Departament Geologii i Koncesji Geologicznych Komisja Zasobów Kopaliny, Warszawa 2002.
- Żukrowska K., *Partnerstwo Unia Europejska – Rosja*, *Polityka Wschodnia* 2/2002 Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, Dz.U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625.
- Ustawa z dnia 4 września 1997 r. o działach administracji rządowej, Dz.U. z 2003 r., Nr 159, poz. 1548.
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, Dz.U. Nr 223, poz. 1459 oraz z 2009 r. Nr 157, poz. 1241.
- www.bp.com.
- www.pgnig.pl.
- www.rynek-gazu.pl.
- www.weglowodory.pl.
- www.wyborcza.biz.

## THE STRATEGIC ANALYSIS OF THE ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN THE CONTEXT OF POLISH ENERGY SECURITY

### Abstract

The author presents in his article the main elements of the strategic analysis in the field of possible actions to be taken by the state in order to increase the level of the national security in the energy area. The diagnosis of the current state presented in the first part of the article allows the thesis to put forward that natural gas, which is extracted from the national deposits and is imported from the East, does not guarantee the required level of security in the strategic perspective. In the second part of the article, the author presents the possibility of using alternative energy sources, starting with clean coal technologies and ending with the nuclear power industry.

In the context of internal threats and opportunities for Polish energy security, the author concludes that there are three possible directions: to create a single EU internal energy market, to create national potential for diversification of the energy sources and to intensify activities in the use of alternative sources.

The external threats are mainly due to the policy of exporters of raw materials, mainly Russia, who treat energy resources as a "strategic weapon", as well as other factors, e.g. increasing consumption in the booming Polish economy.

**Key words** – strategic analysis, energy security, new technologies, nuclear power, renewable energy resources, shale gas, national security, energy resources

### The diagnosis of the current state

One of the basic conditions for the sustainable development of the country and eliminating differences between Poland and the most developed countries of the European Union is the uninterrupted access to energy resources. Unfortunately, Poland, like most of the countries in the world, is not self-sufficient in this regard. We are, therefore, dependent on external suppliers, who are not always in a friendly relationship with our country.

It appears purposeful to start the discussion on alternative courses of action to increase the level of Polish security with the findings on the terminology regarding to this problem area. The energy security of the state is always being given priority by the political, economic, business, etc. elite. The problem was and is often picked up and defined by the teams of scientists of different universities or research institutes. In general, it might be assumed that the energy security of the state is **the availability of energy at all times, in various forms, in sufficient quantities and at a reasonable price**. Energy security is both internal (the balance of supply and demand with regard to the environment, consumers and the political and economic requirements) and external (filling the gap resulting from the difference between domestic production and domestic needs). In this context,

the potential safety hazard should be recognised, namely:

- physical, i.e. short-term or even long-term interruption in the supply of the energy from a single source or a single region;
- economic, i.e. dependence on energy prices;
- other, i.e. high requirements for the environment protection affecting the extraction, production, consumption and supply of the raw materials<sup>1</sup>.

The so defined energy security and the potential threats, which may significantly contribute to lowering the threshold of national security, require reflection on the issue contained in the question: What should be the strategic direction of actions to be taken by the state authorities in order to raise the level of Polish energy security?

The experience of the first decade of the present century, as well as the current political situation in Europe (especially in the context of the conflict between Russia and Ukraine) mean taking into account pessimistic forecasts of reduction or even a total abandonment of natural gas supplies to Poland. If this hypothesis seems likely, then as many as possible alternative sources of this material should be ensured. Therefore, it

<sup>1</sup> P. Czerpak, *Bezpieczeństwo energetyczne*, [w:] K. Żukowska, M. Grącik, *Bezpieczeństwo międzynarodowe. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2007, s. 122.

is necessary to conduct broadly defined actions which would aim at:

- increasing the availability of various energy carriers and thereby ensure continuity of supplies,
- developing the necessary infrastructure (especially domestic),
- initiating international projects acquiring new energy sources,
- participation in various projects serving to the increase of the country's energy stabilisation.

These activities are very important for Poland because as statistics show, today 92% of the imported natural gas comes from the East and from the Yamal pipeline (the Yamal Peninsula gas pipeline connects gas fields in Russia with Western Europe). The total length of the pipeline is over 4,000 kilometers, while on our territory it extends over a length of 680 km and is the country's main source of natural gas.

This high level of supplies from one direction is a potential threat to the national security because of the risk of exerting economic pressure on Poland in order to achieve political goals. It is generally accepted from the energy security point of view that the import of raw materials from one source does not exceed 30% of the total demand of the country. Our index in this case, unfortunately, is three times higher.

It should also be noted that the current energy dependence on Russia affects not only our country but also all Member States of the European Union. The specialists in this area indicate that this situation will continue for decades, since it is necessary to balance the energy consumption of the Union. However, this is not a one-sided dependence. The state of the Russian economy to a huge extent depends on the export of raw materials mainly to the European market. This situation opens the door for negotiations, particularly to the EU authorities<sup>2</sup>. It should be noted that the forecast for the coming years shows a continuous increase in energy demand. By 2030, the European Union intends to cover 30% of its energy needs via imports from the East. It is true that Russia also has an alternative to the European markets, which are undoubtedly the Asian markets (China

and India)<sup>3</sup>, but this is not an equivalent option to the European market. The Asian markets are not as interesting for Russia in economic terms. This refers to the level of stability and solvency as well as the investment and technology opportunities available in the European Union.

As was already mentioned, Russia is a major supplier of energy to Poland; however, this relationship should not be seen only in terms of supplier - consumer, but primarily through the prism of legal relations. Poland is bound with Russian partners with the long-term supply contracts, of which the most important one signed with Gazprom has been extended from 2022 until 2037. Despite the fact that we have a two-year supply security, the government correctly expresses the need to reduce the dependence of the Polish economy on gas imports from Russia. To prevent the monopolisation of natural gas supplies to Poland, a number of activities and projects are to be implemented.

One such project in the strategic perspective is the implementation of the clean coal technologies which might be applied to the raw materials present in our country in satisfactory quantities.

### **The analysis of the possibilities of using alternative energy sources in Poland**

As was already mentioned, one of the opportunities for our country in this context is **clean coal technologies**, defined as *the technologies processing coal and lignite for energy, transport and chemical industries, which are aimed at reducing the impact on the environment, with particular emphasis on the reduction of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emission*<sup>4</sup>. The technological progress made over the years allows clean coal to be used. The research carried out in various European centres, as well as outside Europe, has shown that it is possible to improve energy efficiency and clean energy production of the raw material. In turn, the energy efficiency will affect the improvement of fuel quality. Optimising of the coal combustion processes and the use of advanced technology

<sup>3</sup> P. Seklecki, pracownik Departamentu Integracji Europejskiej i Studiów Porównawczych URE, *Dialog energetyczny Unia Europejska – Rosja*, Biuletyn URE 2/2003.

<sup>4</sup> *Czyste Technologie Węglowe*, Załącznik nr 2 do Zielonej Księgi Narodowego Programu Redukcji Emisji Gazów Ciężkich, Warszawa, maj 2010, s. 3.

<sup>2</sup> Zob. *O przyszłości Europy*, Raport 8, *Między potrzebą a uzależnieniem. Rosyjski gaz w bilansie energetycznym rozszerzonej UE*, Warszawa, grudzień 2002.

have led to the elimination of all contaminants from gases occurring during the burning process<sup>5</sup>.

The first of the above processes in the clean coal technologies portfolio is the **on-ground carbon gassing**. This process is very popular worldwide and is growing at a very fast pace. The main industries in which this technology will be used are the chemistry and energy sector. The technology is directly related to obtaining synthesis gas, which is an intermediate for<sup>6</sup>:

- motor liquid fuels produced by the chemical industry in the Fischer-Tropsch synthesis process, i.e.:
  - oxygen synthesised gas - the steam coal gasification through catalytic combustion,
  - desulfurisation and removal of carbon dioxide,
  - catalytic synthesis of  $\text{CO} + \text{H}_2$  to hydrocarbons,
  - distillation and processing of the intermediate formed as LPG, gasoline, jet fuel, diesel, fuel oils and paraffin,
- methanol and pure hydrogen for chemical synthesis.

According to the specialists, an advantage of this method is the altering of solid and liquid raw materials, including waste, to produce synthesis gas. Thanks to this process, the gas can be purified from sulfur and nitrogen compounds and thereby obtains inactive slag which is used in the industry.

Another technology available is the **underground gassing of carbon in the lode**. The use of this method may be a breakthrough in obtaining cheaper and  $\text{CO}_2$  reduced energy. This type of gassing rests on acting directly in the lode causing a pyrolysis reaction<sup>7</sup> of carbon with water and oxygen, resulting in the conversion to synthetic gas, which includes carbon monoxide and hydrogen. The gas is much cheaper than the one that is extracted from the on-ground gassing<sup>8</sup>.

<sup>5</sup> Zob. *Czyste technologie węglowe. Znaczące osiągnięcia programów badawczo-rozwojowych Europejskiej Wspólnoty Węgla i Stali w rozwoju technologii wytwarzania czystej energii z węgla*, Instytut Techniki Ciepłej, Gliwice 2007, s. 2.

<sup>6</sup> M. Klanik *Perspektywy wykorzystania węgla w Polsce w aspekcie czystych technologii węglowych*, Gospodarka surowcami mineralnymi, tom 23, zeszyt 2, 2007, s. 30.

<sup>7</sup> Pyrolysis or destructive distillation is a process that involves the thermal decomposition of the substance carried out by subjecting this substance to high temperatures without a contact with oxygen and other oxidizing agents.

<sup>8</sup> Zob., *Czyste technologie węglowe*, Słoneczna Rada Narodowego Programu Redukcji Emisji, Grupa Robocza ds. Czystych Technologii Węglowych, Warszawa, maj 2010, s. 8.

Another solution is an **underground coal bioconversion** which involves implanting small special bacteria to the lignite seam. The bacteria make changes in the process of organic matter to methane and humic acid - which is a very good fertilizer. This method of gassing is intended for low-calorie deposits of lignite, as they occur in the soft part and there is adequate moisture for microbiological life. A method of this type is not widespread, as there is no corresponding knowledge as to how it would affect the environment.

The fourth method, which will be used in the future, is the **process of coal combustion in oxygen**. This might be done in air containing 21% oxygen. Oxygen at such a concentration is needed to complete the fuel oxidation reaction by which large amounts of heat are received. The atmospheric air contains 79% of nitrogen; thus the boiler exhaust gas carbon dioxide will be within a range of 3 to 15%. The fuel type and air ratio have a high impact on this process.

The last method I present is the **gas - steam cycle** where  $\text{CO}_2$  is captured before burning. This process is intended to gas the coal with oxygen. Under suitable conditions of high pressure, the synthesis gas is produced which is composed of hydrogen and carbon dioxide. It will be possible to control the amount of carbon dioxide (in the range from 0 to 40%). A **simple conversion of CO to  $\text{CO}_2$**  will take place, and after the removal of carbon dioxide, it will be possible to obtain a hydrogen-rich gas.

Based on the literature, it needs to be concluded that the implementation of the above discussed technologies in Poland would encounter many barriers. The basic barriers are: too low a ratio of acquiring new expertise in research, poor organisation of research and a lack of will by the government to fund research. Also, the legal system does not allow for the development of new technologies as the consequence of the underdevelopment of public - private partnership<sup>9</sup>. A further barrier is the lack of joint activities within science and industry. The companies do not want to incur the costs associated with developing and seeking new technologies and are

<sup>9</sup> The public - private partnership is a joint realisation of projects based on the division of tasks and risks between the public entity and the private partner.

set to receive the final product<sup>10</sup>. To sum up, the policy makers will have a short period of time to find a reliable answer to a series of questions such as: Will the new technologies and research carried out bring relevant effects? Will the costs incurred for this purpose bring adequate returns, rewarding opportunities for society and sustainable development of the whole country? Will this allow the continuous price increases of energy to be avoided? The answers will help the right decisions to be made in real terms that are adequate to the needs investments in new technologies.

Based on the experts' opinions and the analysis of the literature, it seems legitimate to make a hypothesis that the objective in the near future shall be the intensification of the use of the renewable energy sources. The experts define the renewable energy sources as *sources that are not depleted in the process of their use, and their use does not impoverish energy resources and environmental values*<sup>11</sup>.

The concept of renewable energy sources also found its place in the Energy Law<sup>12</sup>. According to this law, they are *sources which use energy from wind, solar, geothermal, wave, tidal, the fall of rivers and biomass, biogas as well as the biogas generated in the process of sewage disposal and treatment or decomposition of plant and animal remains*<sup>13</sup>. Based on the above-mentioned definition, the alternative sources that can replace natural gas primarily include hydroelectric, wind, solar, geothermal, biomass and tidal energy<sup>14</sup>. A future-proof solution to generate energy also includes the use of hydrogen and nuclear synthesis.

The analysis of the future use of the alternative solutions is fully justified, because in our country there are many non-conventional energy sources which might significantly broaden the palette of energy-generating opportunities for potential customers. Unfortunately, so far as statistics show,

the alternative sources are used only to a small extent, mainly for the following reasons:

- the current structure and level of development of conventional energy,
- economic and financial barriers,
- social barriers resulting from the fear of unemployment in the case of reductions in traditionally mined fuel consumption and the lack of good legal regulation.

Today, the most significant renewable energy sources in Poland are biomass and water. These are followed by the energy from geothermal, wind and solar radiation. With satisfaction it should be noted that in our country there are already many institutions whose main task is research and issues related to renewable energy sources. The most important include<sup>15</sup>:

- The Centre for Environment and Development,
- The European Centre for Renewable Energy,
- The Polish Energy Conservation Agency,
- The National Forum for Renewable Energy Sources (the seat of the institution is located in the University of Science Technology in Cracow),
- The Polish Geothermal Association,
- The Polish Biomass Association – POLBIOM,
- The Polish Solar Energy Society – ISES,
- The Polish Wind Energy Association,
- The Polish Association for Small Hydropower Development,
- The Vis Venti Wind Energy Supporting Association.

As mentioned earlier, one of the most important sources of renewable energy is the **biomass** defined as *a series of renewable energy technologies, which include energy resources from residues of agricultural production (crop and livestock) and resources from municipal waste*. In the context of the energy supply, the biomass can be divided into<sup>16</sup>:

- solid waste (household waste, industrial waste, straw, wood waste, logs of wastes from forestry, peat),
- moist agricultural waste (waste from farms, vegetable waste, waste of poultry, pig and dairy),

<sup>10</sup> *Jak skutecznie wdrożyć CCS w Polsce? Polska Strategia CCS*, pod redakcją: A. Hinc, Warszawa 2011, s. 25.

<sup>11</sup> Zob. W. Gotkiewicz, Z. Brodziński, *Zasoby i możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii*, Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Przysiek 2002, s. 4–5.

<sup>12</sup> Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, Dz.U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625.

<sup>13</sup> Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, op. cit. Art. 1.

<sup>14</sup> J.R. Craig, D.J. Vaughan, B.J. Skinder, *Zasoby Ziemi*, wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 127.

<sup>15</sup> *Alternatywne źródła energii. Dobroziejstwa i zagrożenia*, pod red. M. Cieciry, wyd. OPTIMEX, Szczecin – Wiselka 2005, s. 244–245.

<sup>16</sup> Por., Ibidem, s. 254.

- wastes of the forest (i.e. trees that grow especially as a source of energy). The possibility of the use of biomass is available through the use of combustion, gasification and pyrolysis.

Based on the experts opinion, it should be noted, however, that the use of the biomass plays the biggest role on the local scale and, when it comes to the global scale, is no longer that important<sup>17</sup>. According to popular belief, biomass energy is environmentally friendly, but this is not totally true. Like the other energy sources it can also adversely affect the environment. Of course, one should consider the scale of the threat and the foreseeable effects. The emission of harmful substances in this case is much smaller than in the case of fossil fuels and has no sulfur oxide (SO<sub>2</sub>). The prognosis for the use of biomass as fuel in Poland is optimistic. Considering the current development stage, we have a chance to become a valley of „green wood”.

The second largest source of renewable energy production in Poland is **water**. The hydropower industry produces mechanical and electric energy using water motors in hydropower plants. Unfortunately, analysis shows that, in Poland, it is a small percentage of the total energy production, while for example in Norway it is almost the sole source of energy production.

Hydropower is mainly based on the use of inland waters (less the ocean). In terms of the use of water resources, we are at a very low position in Europe. The basic reason for this is the financial considerations related to the construction of large hydroelectric power plants requiring huge funds. Mainly for this reason, generally small power units are built in Poland.

Tycoons' experience in this field shows that hydropower is beneficial not only in the form of obtained energy, but also in other forms, namely<sup>18</sup>:

- ecological purity,
- emergency source of power (i.e. in the case of an industrial network failure),
- regulation of water in the immediate vicinity (it can also have a positive impact on agricultural areas),
- flood protection,

- the development of tourism and recreation in the area.

Objectively, it is clear that the majority of human activities interfere with nature and it also entails unwanted effects. The results mainly relate to large power plants built by a dam and include the reduction of the natural water flow. This may adversely affect the biocoenosis. This is the cause of many ecological protests and, consequently, often closes down the hydropower plant. Another negative consequence of building small hydropower plants is the possibility of erosion if the water level rises. There are protests in this case too, as the devastation of rivers causes flooding of coastal habitats and islands where birds build nests.

The next most common renewable energy source is **geothermal energy**, the essence of which is the acquisition and processing of heat from the Earth's interior. This heat is converted into geothermal power plants. The inner Earth crust has energy because there are a number of slow disintegration processes of radioactive elements (uranium and thorium). They occur in basalt and granite, and in this process they emit the thermal energy. The geothermal energy resources can be based on the deposits of such substances as water, steam, or a mixture of water and steam at high temperature. In such case they are called “hydrothermal”. If the energy storage is rocks with a sufficiently high temperature, then we talk about a geothermal resource. In our country, there are many geothermal resources<sup>19</sup>. They cover 60% of the Polish territory. Unfortunately, only the resources that meet certain requirements may be used. The basic requirements include:

- the depth does not exceed 2500 m,
- the minimum temperature is 60° C,
- operating performance is in the range of 100–200 m<sup>3</sup>/h.

Based on an analysis of the literature, it is assumed that in Poland the largest geothermal deposits occur in Podbeskidzie (near Sucha Beskidzka and Maków Podhalanski). In this region, water reaches a temperature of 80°C at a depth of 2 km. The geothermal resources are the richest source of energy in Poland. In 2005, their value was estimated at 7 billion tons of oil

<sup>17</sup> J.R. Craig, D.J. Vaughan, B.J. Skinder, *Zasoby Ziemi*, op. cit., s. 127.

<sup>18</sup> *Alternatywne źródła energii. Dobroziejstwa i zagrożenia*, op. cit., s. 248.

<sup>19</sup> P. Sołowiej, *Niekonwencjonalne źródła energii. Ekologia wsi*, Regionalne Centrum Doradztwa i Obszarów Wiejskich, Przysiek 2000, Zeszyt 34, s. 3–5.

equivalent. This represents approx. 23% of the total national energy resources concentrated in the mineral energy resources. In most cases, the geothermal resources are located in agricultural areas as well as nearby cities.

Another important source of energy is **wind**. The wind is processed by the engine in the power plants and wind farms. The wind provides energy for water pumps, mills, sawmills, and electricity for local users. There are many favourable locations in the country for the development of this type of power. The areas with the best conditions are on the Kashubian Coast, the Uznam Island, in the Suwalszczyzna area, the central part of Wielkopolska and Mazowsze. The average annual wind speed in these areas exceeds 4 m / s. In addition to these areas, there are other sites appropriate for the development of wind power. They are characterised by the special qualities of the terrain (hills, mountains) and the lack of trees and afforestation. Unfortunately, this method of obtaining energy has never enjoyed too much enthusiasm in Poland. The main reason for this are the limited possibilities for precise calculations of wind resources in the territory. However, this is fairly common in the world sources of energy and should not be rejected in the strategic perspective.

**Solar radiation**, which in Poland is used to a limited extent, is important from the strategic perspective source of energy generation. The current limited use of this method is mainly due to the lack of adequate legal regulations, as well as the climate and different lengths of the seasons in our country. Solar energy allows us to acquire, to process and to use solar radiation, which is mainly concentrated in visible and infrared light.

Due to the climate and the different lengths of the seasons in our country, we have to deal with the uneven distribution of solar radiation. Virtually all (80%) of the annual insolation falls within six months of the spring - summer (April to September) period. As the result of large variations of the insolation cycle, the length of the solar operation is 16 hours / day in the summer months and only 8 hours / day in the winter months.

Due to significant differences, the territory has been divided into the so-called helioenergy regions. This division was made based on such variables as<sup>20</sup>:

- the total radiation,
- structure of the total radiation,
- the number of hours of sunshine,
- latitude,
- altitude.

This division has allowed a fairly accurate indication of the areas with the most favourable conditions for solar energy. These include, primarily, locations on the coast (Gdynia). Somewhat worse conditions exist in the areas of Wielkopolska, and in the Warsaw area. The most unfavourable situation occurs in Silesia where the penetration of sunlight to the ground layer is difficult due to the significant pollution.

Some new possibilities in the field of energy security in the strategic perspective entail **shale gas** discovered in Poland. Due to the fact that this is a relatively new phenomenon it seems advisable to clarify the concept of shale gas and where it comes from. Shale gas is gas that occurs in the matrix, which is also the reservoir rock and the rock in which it comes to the formation of gas. In order to extract the gas, a fracturing<sup>21</sup> needs to be performed on the surface of the rock. The larger the fracturing and drilling area, the more gas can be extracted at a time.

The study of the American Energy Information Agency proves that Poland has approx. 5.3 billion m<sup>3</sup> of shale gas<sup>22</sup>. So, optimistic forecasts have led to a sense of wealth and to the assumption that it is possible to ensure full energy security in the short term perspective. Unfortunately, there are many factors that cause these luminous perspectives which may depart significantly over time (if not disappear completely). The shale gas extraction on Polish territory would begin at the earliest in 10 to 12 years. This time would allow research on the extraction technology to be carried out and management strategies, including energy carriers in the context of the energy security, to be developed. It should also be noted that, in the opinion of experts, the development of mining technology is associated not only with a huge financial outlay but also a huge risk. It may happen that all efforts and allocated resources dedicated to the wells at a particular location will be lost, only

<sup>21</sup> Fracturing – a technical operation aimed at causing the high pressure in the wellbore in order to open the existing or to create new slots. Fracturing is performed to increase the flow of oil or gas.

<sup>22</sup> www.wyborcza.biz (13.06.2011).

<sup>20</sup> *Alternatywne źródła energii. Dobrodrojeństwa i zagrożenia*, op. cit., s. 246.

for the reason that it is not possible to extract the gas at this point.

Probably, the rocks containing gas are present at a depth of approx. 2 thousand metres below the surface. Unfortunately, in some areas the depth is even greater and is from 3 to 4 thousand metres and deeper. The depth of the deposits of raw materials is a serious problem of exploration and the most advantageous situation is in areas where the depth is the smallest.

When analysing the strategic possibilities for using domestic sources of shale gas, it is essential to recognise the need for extremely high investment in the long term. Assuming reasonably that shale gas is a national property, we must also realise that we will not have sufficient financial capacity to carry out the extraction by ourselves. We will be forced to invite some foreign, mostly American, experienced companies to cooperate. It is not without significance for the development of this energy source that there is a hostile and very effective Russian lobby within the EU, as well as a rather negative attitude from the leading Member States of this organisation.

To summarise the considerations about shale gas as an attractive alternative for ensuring energy security, it is advisable to present the gas extraction costs based on expert analysis. According to Florence Geny - the author of the report of the Institute of Energy Studies, Oxford, the shale gas production costs in Europe must be at least three times higher than in the United States. The gas deposits lie much deeper in Poland and it is necessary to drill larger holes. In addition, the water needed in the process is ten times more expensive in Poland than in the US. In Europe it is also more expensive to rent the necessary equipment and to employ skilled workers whose salaries are higher than in the US. Polish experts (i.e. former Deputy Prime Minister W. Pawlak) estimate that the production would be profitable if the cost of gas imports remain at the same level, i.e. approx. \$ 400 per 1 thousand m<sup>3</sup>, and the cost of the shale gas production would be at a level of 280 – \$ 330 per 1 thousand m<sup>3</sup>. Unfortunately, Florence Geny's estimates differ significantly from the Deputy Prime Minister. In her view, the cost of shale gas in Poland may be as high as \$ 422 per 1 thousand m<sup>3</sup> and in the case of a rapid price reduction approx. 280 – \$ 290 per 1 thousand m<sup>3</sup>. According to the author of the report, the price of

the extraction in 2020 would be higher than the price of gas imported from Russia via the Yamal pipeline anyway; therefore, the extraction of shale gas in Europe would have little meaning.

However, it should be stated that there are opposing viewpoints on the forecasts of the cost of the shale gas. There are also analysts who believe that the exploitation of shale gas will be much cheaper. According to the calculations provided by the Wood Mackenzie consulting company, the profitable cost of shale gas production in Europe will be approx. \$ 318 per 1 thousand m<sup>3</sup> at the beginning, and then would drop to \$ 212 per 1 thousand m<sup>3</sup><sup>23</sup>. According to the International Energy Agency, the extraction will cost in the range of 106 to 318 dollars per 1 thousand m<sup>3</sup>. So, there are different views on the same problem. There are reasons to predict that Poland will find a way out of this situation and would achieve the expected stabilisation of energy security through gas supply stability.

When discussing alternative sources of energy, which in future could replace the global use of natural gas, it is impossible not to mention the use of **hydrogen and nuclear energy**.

The analysis carried out over several years by the Polish Energy Group indicates that, in order to satisfy the continuous increase in the demand for electricity, it is necessary to use nuclear power in Poland. Moreover, it is necessary to take into account the reasonable cost of electricity that will be produced by the nuclear power stations, also in the context of environmental protection. Based on the opinions of many experts, it seems to be a reasonable argument that this source of energy production becomes a pillar of Polish energy security in the strategic perspective. The condition for the effectiveness of such a solution is its implementation into the energy system of the country before we start to run out of organic resources of fossil fuels. The implementation must be thoroughly calculated so that the production costs (economic and environmental) of the energy are reasonable. As a result, the fees for CO<sub>2</sub> emission into the atmosphere would be reduced and would cause a decrease in the cost of capture and storage of carbon dioxide. Until recently, the use of nuclear energy has developed at a rapid pace. This resulted from the low production costs

<sup>23</sup> www.wyborcza.biz (13.06.2011).



of the energy due to efficient fissile elements. For comparison, from 1 g of uranium it is possible to obtain as much energy as 2.5 tons oil equivalent in normal power. Unfortunately, a very important aspect is to ensure safety during all kinds of activities related to the process of obtaining nuclear energy. As already mentioned, nuclear power is the future of the Polish energy security, but it requires a huge capital investment for the construction of the power plant, the relevant legislation, safety and security regulations, and adverse changes in the social climate that existed after the Chernobyl disaster and later in Japan.

### Conclusions

The basis of Polish energy security today and in the near-term is natural gas. This is due to the fact that this energy source is widely used in the economy as well as by the individual recipients. Moreover, this source of energy emits relatively fewer impurities into the environment during the combustion process.

The national energy policy has so far only covered the issues related to the import of the raw material to Poland. However, in the current conditions and the latest forecasts for the next few years, this situation must be changed dramatically. The deposits of the largest exporters are running out. Some countries treat this material as a tool for blackmailing in international relations and, therefore, there is a need for broader exploration and the use of alternative energy sources.

The opportunity for Poland in the strategic perspective may be the relatively recent discovery of shale gas as a new energy resource in our territory. Strategic plans for greater exploitation of this resource, however, require obtaining and using the latest technology and well thought-out concepts for dealing with this valuable resource. Precisely for this reason, an impartial assessment of the situation, accurate forecasting and goals that would blend in with the energy policy of the country and the decisions of state authorities are crucial.

An important direction of Polish energy security policy is the development of the strategic concept and wider use of renewable energy sources, which does not yet enjoy sufficient popularity and interest among policy makers and

citizens. The best chance, or even a necessity, for the energy security of the country will be nuclear power. Plans to build a nuclear power plant on our territory cause many concerns and controversies, which require an in-depth discussion by experts and regular public education. There is no doubt that all planned and taken courses of action that may affect the independence of Poland from the supply of raw materials from other countries in the future are worth careful analysis and allocation of the necessary resources.

### Bibliography

- Alternatywne źródła energii. Dobrodrojeństwa i zagrożenia*, pod red. M. Ciecior, wyd. OPTIMEX, Szczecin–Wisłoka 2005.
- Analiza rynku gazu w Polsce do roku 2035. Raport końcowy*, Europejski Bank Inwestycyjny, sierpień 2008.
- Craig J.R., Vaughan D.J., Skinder B.J., *Zasoby Ziemi*, wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- Czyste technologie węglowe*, Słoneczna Rada Narodowego Programu Redukcji Emisji, Grupa Robocza ds. Czystych Technologii Węglowych, Warszawa, maj 2010.
- Czyste Technologie Węglowe*, Załącznik nr 2 do Zielonej Księgi Narodowego Programu Redukcji Emisji Gazów Ciepłarnianych, Warszawa, maj 2010.
- Czyste technologie węglowe. Znaczące osiągnięcia programów badawczo-rozwojowych Europejskiej Wspólnoty Węgla i Stali w rozwoju technologii wytwarzania czystej energii z węgla*, Instytut Techniki Ciepłej, Gliwice 2007.
- Gromadzki G., *Miedzy potrzebą a uzależnieniem. Rosyjski gaz w bilansie energetycznym rozszerzonej UE*, Raport 8, Warszawa 2002.
- Jak skutecznie wdrożyć CCS w Polsce? Polska Strategia CCS*, pod redakcją: A. Hinc, Warszawa 2011.
- Klanik M., *Perspektywy wykorzystania węgla w Polsce w aspekcie czystych technologii węglowych*, Gospodarka surowcami mineralnymi, tom 23, zeszyt 2, 2007.
- Międzynarodowe bezpieczeństwo energetyczne w XXI wieku*, pod red. E. Cziomera, Kraków 2008.
- O przyszłości Europy*, Raport 8, *Między potrzebą a uzależnieniem. Rosyjski gaz w bilansie energetycznym rozszerzonej UE*, Warszawa, grudzień 2002.
- Polska wobec wyzwań bezpieczeństwa narodowego*, pod red. K. Budzowskiego, Kraków 2010.

- Sołowiej P., *Niekonwencjonalne źródła energii. Ekologia wsi*, Regionalne Centrum Doradztwa i Obszarów Wiejskich, Przysiek 2000, Zeszyt 34.
- Zasoby dokumentowania złóż ropy naftowej, gazu ziemnego i metanu w pokładach węgla*, Ministerstwo Środowiska, Departament Geologii i Koncesji Geologicznych Komisja Zasobów Kopalni, Warszawa 2002.
- Żukrowska K., *Partnerstwo Unia Europejska – Rosja*, Polityka Wschodnia 2/2002 Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, Dz.U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625.
- Ustawa z dnia 4 września 1997 r. o działach administracji rządowej, Dz.U. z 2003 r., Nr 159, poz. 1548.
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, Dz.U. Nr 223, poz. 1459 oraz z 2009 r. Nr 157, poz. 1241.
- [www.bp.com](http://www.bp.com).
- [www.pgnig.pl](http://www.pgnig.pl).
- [www.rynek-gazu.pl](http://www.rynek-gazu.pl).
- [www.weglowodory.pl](http://www.weglowodory.pl).
- [www.wyborcza.biz](http://www.wyborcza.biz).