



## **Uwarunkowania i prognoza bezpieczeństwa energetycznego Polski na lata 2010-2110**

*Stanisław Gawłowski*  
*Ministerstwo Środowiska*

*Renata Listowska-Gawłowska*  
*Bałtycka Wyższa Szkoła Humanistyczna, Koszalin*

*Tadeusz Piecuch*  
*Politechnika Koszalińska*

### **1. Wstęp**

Bezpieczeństwo energetyczne każdego kraju stanowi jeden z głównych czynników jego poprawnego funkcjonowania jako pewnego spójnego gospodarstwa, które nazywa się państwem.

Bezpieczeństwo energetyczne jest jednak szczególnie ważne dla państw położonych geograficznie w strefach, w których długie okresy roku dają niskie temperatury, a czasem nawet bardzo niskie i do tych obszarów strefy geograficznej musi być zaliczona także Polska.

Bezpieczeństwo energetyczne naszego kraju to nie tylko bieżące ciągle dostarczanie do naszych fabryk i domostw prądu i ciepła, ale także szeroko rozumiane środki transportu, które także, a może i głównie, pochłaniają ogromną ilość nośników energii.

W maju 2009 roku odbyła się w IX Ogólnopolska Konferencja Naukowa nt. „Kompleksowe i szczegółowe problemy inżynierii środowiska” organizowana w Darłównku przez Katedrę Techniki Wodno-Mułowej i Utylizacji Odpadów Politechniki Koszalińskiej w ramach której konferencji wydzielona została sesja problemowa zagadnień energetycznych oraz niezależnie odbyła się bezpośrednia transmisja telewizyjna przekazywana przez TVP3 Szczecin jako Forum Dyskusyjne nt. „Bezpieczeństwo energetyczne kraju – niekonwencjonalne źródła energii”. Uczestnikami tej dyskusji byli uznani w kraju i nie tylko w kraju profesorowie, a mianowicie prof. dr hab. inż. Aleksander Szkarowski Szef Zespołu Ogrzewnictwa i Ciepłownictwa Katedry Sieci i Instalacji Sanitarnych Politechniki Koszalińskiej, Dyrektor Instytutu Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk prof. dr hab. inż. Jarosław Mikielewicz, Prezes Zarządu Głównego Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Górnictwa prof. dr hab. inż. Wiesław Blaschke z Politechniki Śląskiej, Dyrektor Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk w Krakowie prof. dr hab. inż. Eugeniusz Mokrzycki, prof. dr hab. inż. Tadeusz Piecuch Kierownik Katedry Techniki Wodno-Mułowej i Utylizacji Odpadów Politechniki Koszalińskiej, Prorektor ds. Nauki Politechniki Koszalińskiej prof. dr hab. inż. Tadeusz Bohdal – Kierownik Katedry Techniki Ciepłej oraz także JM Rektor Politechniki Koszalińskiej prof. dr hab. inż. Tomasz Krzyżyński.

Redaktorzy TVP3 prowadzący Forum tak ustawili program, że każdy z w/w Profesorów odpowiadał na wąsko specjalizacyjne pytania w których poszczególne Profesorowie prowadzą własne badania i studia wysoce specjalistyczne.

Należy tu także nadmienić, iż na sali plenarnej konferencji obecnych było także wielu innych profesorów zajmujących się problematyką energetyczną, a którzy nie brali udziału w tej transmisji – Forum Dyskusyjnym TVP3 Szczecin, a mianowicie m.in. prof. dr hab. inż. Kazimierz Pieńkowski Rektor Państwowej Wyższej Szkoły Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży, prof. dr hab. inż. Jan Hehlmann Kierownik Katedry Aparatury Chemicznej i Procesowej Politechniki Śląskiej, prof. dr hab. Lucjan Pawłowski Dziekan Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej, prof. dr hab. inż. Czesława Rosik-Dulewska Dyrektor Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrze, prof. dr hab. inż. Rafał Miłaszewski z Politechniki Białostockiej, a także

z Politechniki Koszalińskiej Dziekan Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska prof. dr hab. Kazimierz Szymański, prof. dr hab. inż. Antoni W. Żuchowicki Kierownik Katedry Sieci i Instalacji Sanitarnych Politechniki Koszalińskiej oraz prof. dr hab. Józef Malej i wielu innych profesorów zahaczających w swej pracy naukowej o tę problematykę, których nie sposób tu wszystkich wymienić.

Transmitowane przez TVP3 Szczecin Forum Dyskusyjne co do swej treści merytorycznej stanowiło właściwie kompilację problematyki, której treść objęta jest tą publikacją i co tym samym oczywiste w wielu przypadkach w aspekcie cytowań wypowiedzi w/w profesorów, będzie ta dyskusja w treści niniejszej publikacji grafii wykorzystana.

## **2. Definicja bezpieczeństwa energetycznego**

Termin „bezpieczeństwo” pochodzi od łacińskiego „*sine cura = securitas*”, *sine* – bez, *cura* – troska, uwaga niepokój; *securitas* – wolność od troski i pewność, beztroska i stan bez niepokojów lub zagrożeń – jest określeniem stanu dającego poczucie pewności i gwarancje jego zachowania,

Współczesne bezpieczeństwo jest przedmiotem zainteresowania przedstawicieli różnych dyscyplin wiedzy. Wśród typologii bezpieczeństwa, bezpieczeństwo energetyczne stanowi pewien składnik przedmiotowy ogólnie pojmowanego bezpieczeństwa określonego dodatkowo w wymiarze przestrzennym, czasowym oraz sposobu organizowania.

Przez bezpieczeństwo energetyczne państwa, w myśl art. 3, pkt. 16 Ustawy Prawo Energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz. U. z 2003 r., nr 153, poz. 1504 ze zm.) rozumie się „*stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań – ochrony środowiska*”.

Przyjmując za podstawę tą ustawową definicję, można określić zachowanie bezpieczeństwa energetycznego kraju jako zespół działań zmierzających do stworzenia takiego systemu prawno-ekonomicznego, który wymuszałyby:

- pewność dostaw,
- konkurencyjność,
- spełnienie wymagań ochrony środowiska.

Ponadto definicje bezpieczeństwa energetycznego (różne podejścia) występują w:

- Założeniach polityki energetycznej Polski do 2010 r.,
- Strategii bezpieczeństwa narodowego RP z dnia 22 lipca 2003 r.,
- Założeniach polityki energetycznej Polski do 2020 r.,
- Polityce energetycznej Polski do 2020 r.,
- Polityce energetycznej Polski do 2030 r.,
- publikacjach (np. prof. W. Bojarski).

### **2.1. Podstawowe założenia bezpieczeństwa energetycznego UE**

Europejska polityka energetyczna oparta jest na trzech filarach:

- przeciwdziałanie zmianom klimatu,
- ograniczenie podatności UE na wpływ czynników zewnętrznych wynikające z zależności od importu węglowodorów,
- wspieranie zatrudnienia i wzrostu gospodarczego.

### **2.2. Podstawowe założenia bezpieczeństwa energetycznego Polski**

Najogólniej ujmując podstawowe założenia bezpieczeństwa energetycznego naszego kraju można sformułować jako następujące cele:

- poprawa efektywności energetycznej,
- wzrost bezpieczeństwa dostaw paliw i energii,
- dywersyfikacja struktury wytwarzania energii elektrycznej poprzez wprowadzenie energetyki jądrowej,
- rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw,
- rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii,
- ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko.

Jednoznaczne zdefiniowanie pojęcia bezpieczeństwa energetycznego jest trudne do sformułowania, gdyż należy najpierw zadać podstawowe pytanie w jakim odniesieniu ilość częściowa energii ogólnie rozumianej dostarczana na bieżąco na potrzeby naszego kraju jest jeszcze wystarczająca, chociaż minimalna, lecz zabezpieczająca nasze bezpieczeństwo – wobec poziomu tzw. potrzeb bilansowych czyli pełnych.

Zachodzi więc pytanie jaka część (jaki procent) potrzebnej energii pełnej czyli bilansowej jest przez nas do przyjęcia, o ile założymy maksymalne możliwe jeszcze oszczędności wobec potrzeb pełnych – na tyle, że w miarę normalnie funkcjonujemy jako kraj.

Oczywiście można podejść do tego problemu inaczej, tj. przyjmując jako poziom odniesienia nasze krajowe pełne zapotrzebowanie na ogólnie rozumianą energię, a więc zapotrzebowanie bilansowe dla naszych fabryk, domostw i szeroko rozumianego transportu.

Zdefiniowanie bezpieczeństwa energetycznego kraju jako bezpieczeństwa bilansowego czyli pełnego jest oczywiście łatwiejsze i mniej dyskusyjne.

Ogólnie ujmując roczniki statystyczne wykazują nasze krajowe zapotrzebowanie umownie na paliwa klasyczne jak: węgiel koksujący, węgiel energetyczny, węgiel brunatny, drewno, gaz koksowniczy, gaz ziemny, ropę naftową, a także obecnie ujmują przychód energii dostarczany ze źródeł niekonwencjonalnych tzn. wynikających z wykorzystania energii wody, wiatru, słońca czy też odpadów.

Zupełnie oddzielnym zagadnieniem w aspekcie dyskusji o przyszłości energetycznej naszego kraju jest zainwestowanie, a potem wykorzystanie energii jądrowej.

Natomiast wracając do rozważań nt. zdefiniowania tzw. bezpieczeństwa energetycznego kraju – najczęściej pojawia się w dyskusjach kwestia dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego i ropy naftowej. Jest to o tyle oczywiste, iż nasz kraj bazując na własnych zasobach węgla kamiennego oraz brunatnego nie musi obawiać się o dostawy na własnych rynek tych surowców pod warunkiem, że doinwestuje odpowiednio nasze górnictwo węglowe – co tak mocno akcentował w swej wypowiedzi prof. Wiesław Blaschke na odnośnym Forum Dyskusyjnym TVP3 Szczecin w dniu 29 maja 2009 roku.

Podobnie zresztą można odnieść się ogólnie do sprawy wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii (woda, wiatr, słońce, odpady) pod warunkiem, iż w te technologie nasz kraj zainwestuje.

Natomiast bezpieczeństwo energetyczne naszego kraju to potocznie najczęściej dyskutowane i rozumiane, odnosi się do aktualnego stanu dostaw gazu i ropy, głównie z kierunku wschodniego czyli Rosji, a tylko w niewielkim stopniu w odniesieniu do innych kierunków z których dostawy są tylko uzupełnieniem.

Otóż, chodzi w praktyce o to, że istnieje możliwość wstrzymania dostaw ropy i gazu z Rosji – gdyż taką próbkę kilkudniowego wstrzymania dopływu tych mediów mieliśmy w przeszłości – co traktowano w mediach jako sprawę polityczną. Tym czasem odwołując się znowu do

Forum Dyskusyjnego TVP3 z dnia 29 maja 2009 roku prof. dr hab. inż. Aleksander Szkarowski stwierdził, że sprawę ewentualnego wstrzymania dostaw ropy i gazu z Rosji do Polski nie można rozpatrywać w aspekcie politycznym, a jedynie w aspekcie gospodarczym. W swej wypowiedzi prof. Szkarowski stwierdził, że rosyjski przemysł naftowo-gazowy to ogromna, niewyobrażalna dla przeciętnego obywatela machina gospodarcza, której nie można po prostu ot tak sobie zatrzymać i gdyby zaprzestać transportowania np. gazu do Polski to trzeba by po prostu ten gaz spalać natychmiast po wydobyciu, a produkty termicznego rozkładu gazu ziemnego wprowadzać do atmosfery, co i tak jest lepsze jak niedopuszczalne wprowadzenie do atmosfery gazy wydobywanego, a nie spalane go bo wstrzymano jego dostawy np. ze względów politycznych.

Wreszcie prof. Szkarowski postawił w tej dyskusji retoryczne pytanie dziennikarzom prowadzącym jak i widzom: czy gdyby był już zbudowany tzw. gazociąg północny Rosja – Niemcy i gdy nagle Rosja odmówiła Polsce dostaw gazu ziemnego – to czy Niemcy pomogliby Polsce dostarczając nam przejęty od Rosji tym rurociągiem gaz? Otóż, po chwili ciszy – zadumy prof. Szkarowski sam odpowiedział sobie na postawione pytanie w sposób twierdzący tzn. taki, że Niemcy jako państwo pomogliby Polsce.

Oczywiście w tym momencie można by rozwinąć wielokierunkową dyskusję o tym, czy prof. Szkarowski ma rację lub w jakim stopniu ma rację i zapewne zdania byłyby podzielone.

Napewno w tym odniesieniu bezpieczeństwa energetycznego kraju nie da się uciec od polityki i to zarówno w odniesieniu do stosunków Niemcy – Rosja, z drugiej jednak strony Polska znajduje się w układzie państw Unii Europejskiej i dlatego na dzisiaj takie niebezpieczeństwo nam nie grozi, a na pomoc państwa niemieckiego możemy obecnie liczyć. Myśląc o bezpieczeństwie energetycznym kraju nie możemy odrzucać zmian geopolitycznych zarówno w rejonie Europy jak i Świata, nie możemy odrzucać prawdopodobieństwa wejścia Rosji do NATO dla stworzenia większej zapory przed ekspansją zarówno krajów azjatyckich, jak i krajów arabskich – w szczególności w związku z koniecznością zahamowania wojny terrorystycznej przeciwko państwom świata o najwyższej technologii (USA, Niemcy, Wielka Brytania, Francja, Hiszpania).

Wreszcie, nie możemy zapominać o przyszłych pokoleniach, gdyż złoża surowców energetycznych węgla, ropy i gazu szcerpają się

i wówczas zaopatrzenie państw, w tym i naszego kraju, musi być oparte o energetykę jądrową, która jest ogromnie kosztowa inwestycyjnie (liczona w wielu miliardach euro), ale stosunkowo tania eksploatacyjnie, o czym mówił w audycji Forum w TVP 3 w dniu 29 maja 2009 roku prof. Tadeusz Bohdal, zwracając także uwagę na potencjalne obawy społeczeństw przed ewentualną katastrofą takiej elektrowni jądrowej.

W ramach tej dyskusji prof. Bohdal stwierdził, że elektrownie jądrowe są najbardziej bezpiecznymi i najbardziej przychylnymi dla ochrony środowiska zakładami energetycznymi. Podał przykład Francji jako kraju, którego energetyka oparta jest na energetyce jądrowej. Prof. Tadeusz Bohdal podał także jako przykład, że przeprowadzono próbę – symulację upadku dużego samolotu transportowego z bardzo dużej wysokości na standardowo, czyli na dzisiaj optymalnie zabezpieczony reaktor jądrowy. Próba ta wypadła pozytywnie.

Zdaniem prof. Bohdala, Polska ma szansę wybudować niezbędną dla nas elektrownię jądrową w granicach 2025 roku.

Różne źródła literaturowe wykazują, że przy obecnym stałym zużyciu, zasoby surowców energetycznych ulegną szczypaniu w pewnym dużym przybliżeniu w interwale lat:

- węgiel – po 2100 (2200) roku,
- ropa – po 2045 (2050) roku – 2060 (Bliski Wschód),
- gaz – po 2055 (2060) roku – 2115 roku,
- uran – po 2090 (2200) roku.

Wracając jednak do dnia dzisiejszego, a więc do obecnej sytuacji Polski, zarówno gospodarczej jak i geopolitycznej, dostawy gazu ziemnego i ropy są niezbędne.

**Dlatego w odniesieniu do tych ogromnie ważnych mediów energetycznych można przyjąć pewną umowną definicję bezpieczeństwa energetycznego kraju na dzisiaj, taką, że bezpieczeństwo to mogą zapewnić trzy niezależne kierunki dostaw ropy i gazu.**

Oczywiście, powyższa definicja jest propozycją autorską.

Każda definicja jest przecież tylko umowną formą przyjęcia pewnych założeń, które potem obligatoryjnie powinni wszyscy uznawać, w czym definicja jest bardzo podobna do pojęcia norm (np. dopuszczalnych zanieczyszczeń w wodzie, powietrzu itp.) czyli nie popełniając dużego błędu można przyjąć, iż definicja jest po prostu pewną normą.

Analizując pojęcie bezpieczeństwa energetycznego kraju w aspekcie jw. można przyjąć najprościej, iż wobec mediów energetycznych gazu ziemnego i ropy naftowej Polska powinna posiadać więcej niż jeden kierunek dostaw tych mediów, przy czym muszą to być kierunki w miarę równoważne o wysokiej wydajności dostaw, **takiej, że przykładowo:**

- jeżeli są to tylko dwa kierunki, to 90% zapotrzebowania zostaje pokryte z tych kierunków, ale z każdego z tych kierunków zapotrzebowanie nie może być mniejsze niż 40%,
- jeżeli są to trzy kierunki to muszą one obejmować 90% zapotrzebowania, przy czym z każdego kierunku nie może być mniej niż 25% zapotrzebowania naszego kraju, itd.

Oczywiście można rozważać teoretycznie większą liczbę potencjalnych kierunków dostaw, ale przecież w praktyce jest to mało prawdopodobne ze względów ekonomicznych, a także geopolitycznych.

### **3. Analiza własna bezpieczeństwa energetycznego Polski – symulacje i prognozy**

Studium rozlicznych publikacji opracowań resortowych, w tym także niepublikowanych [1-287], oraz również przeprowadzone bezpośrednio rozmowy i konsultacje z uznanymi specjalistami, zajmującymi się problematyką energetyczną w naszym kraju, pozwalają stwierdzić, że bezpieczeństwo energetyczne Polski jawi się jako nie tylko niesłychanie ważny ale i ogromnie skomplikowany i niezwykle trudny zarówno na dzisiaj, a także w najbliższej oraz dalszej przyszłości problem gospodarki zasobami, tu zarówno surowcowymi no i oczywiście finansowymi, gdy surowce energetyczne trzeba głównie sprowadzać z zagranicy.

Przeprowadzone studium literaturowe oraz studium dokumentacji, oczywiście nie wyczerpuje wszystkich dostępnych informacji oraz poglądów różnych osób w grupie specjalistów, energetyków, gdyż jest to po prostu niemożliwe.

Nie mniej jednak, to przeprowadzone studium, pozwoliło na opracowanie własnej wizji bezpieczeństwa energetycznego kraju i to w ujęciu na dzisiaj, na najbliższe lata i na dalsze lata, załóżmy umownie, do stu lat, tj. w przedziale, od roku 2010 do roku 2110.



Otóż, bezpieczeństwo energetyczne Polski można rozpatrywać jako bezpieczeństwo pojedynczego państwa, jedynie w bardzo krótkim okresie czasu i to można ująć jako pojęcie "na dzisiaj" .

Pojęcie bezpieczeństwa Polski "na dzisiaj" oznacza, że na dzisiaj znajdujemy się w na tyle dobrym położeniu geopolitycznym, że odpowiednimi umowami międzynarodowymi mamy zabezpieczone dostawy deficytowych nośników energii jak gaz ziemny i ropa naftowa oraz, że na dzisiaj, nie grozi nam zamknięcie tych dostaw, bowiem nie grożą nam na dzisiaj konflikty zbrojne, mamy ochronę Unii Europejskiej od strony gospodarczej oraz mamy ochronę militarną, będąc członkiem NATO.

Oczywiście, jako kraj chcemy aby taka stabilizacja utrzymywała się zawsze, ale przecież historia uczy, że stosunki międzynarodowe układają się różnie, zmieniają się sojusze gospodarcze i polityczne nawet te, które wydawałyby się są bardzo trwałe.

Właśnie dlatego bezpieczeństwa energetycznego kraju nie można rozpatrywać w oderwaniu od ogólnego bezpieczeństwa naszej Ojczyzny – Polski.

Otóż, na ogólne bezpieczeństwo kraju składa się szereg parametrycznych bezpieczeństwa; wymieńmy chociaż te najważniejsze;

- bezpieczeństwo energetyczne,
- bezpieczeństwo dostępu do słodkiej, czystej wody,
- bezpieczeństwo wynikające z konieczności neutralizacji, likwidacji i utylizacji odpadów, które drastycznie zaczynają zalegać w kraju (podobnie w innych państwach jak i w ogóle w świecie, szczególnie w krajach o rozwiniętej technologii),
- bezpieczeństwo militarne,
- bezpieczeństwo gospodarcze (budżet, problem banków, problem zadłużenia, problem płynności finansowej państwa),
- bezpieczeństwo zdrowotne.

Otóż, jeżeli nawet jeden z wyżej wymienionych parametrów bezpieczeństwa uległby kompletnemu załamaniu, to na zasadzie efektu domina, także załamaniu ulegną pozostałe parametry bezpieczeństwa kraju, a to oznacza załamanie się funkcjonowania państwa jako całości, czyli jako ogromnej polskiej rodziny.

To wszystko mieści się w tak modnym ostatnio pojęciu rozwoju zrównoważonego (pionierskie publikacje prof. Franciszka Piontka

z Akademii Ekonomicznej w Katowicach, potem Uniwersytet Techniczno-Humanistyczny w Bielsko-Białej [173, 174, 175, 176, 177, 178], a obecnie prace prof. Artura Pawłowskiego z Politechniki Lubelskiej) [154, 155, 156].

Zatem, pierwszym zasadniczym fundamentem bezpieczeństwa energetycznego Polski jest zrównoważony rozwój wszystkich dziedzin gospodarki i życia społecznego w odpowiednich proporcjach, chociaż wyodrębnione bezpieczeństwo energetyczne Polski, wśród wyżej wymienionych parametrów, traktowanych w układzie rankingowym, może być postawione na pierwszym miejscu.

Drugim zasadniczym fundamentem bezpieczeństwa energetycznego Polski, traktowanego tu jako element całości bezpieczeństwa kraju, musi być współpraca z Unią Europejską, w zakresie szeroko rozumianej gospodarki zintegrowanej i coraz bardziej spójnej, docelowo jako jedno państwo sfederowane typu Kraje Zjednoczonej Europy.

Właściwie takie państwo tworzy się obecnie właśnie na naszych oczach – mamy Europejski Parlament, mamy komisje odpowiadające ministerstwom itd.

Utrzymując taki system współpracy, Polska może liczyć na pomoc państw UE, ale, o ile będą one w potrzebie – także Polska musi im pomagać – a to już nam jako społeczeństwu przychodzi znacznie trudniej.

Zwracając uwagę na powyższe, nie można wykluczyć, iż nagle mogą nastąpić zdarzenia, które nie są przecież mało prawdopodobne, jak eskalacja konfliktów wojennych (Irak, Iran, Afganistan, Korea Północna, Pakistan oraz nie do końca przewidywalne Chiny, państwa Wschodniej Azji itd.). To może spowodować zablokowanie dostaw do Polski a nawet szerzej – do Europy, gazu ziemnego i ropy naftowej.

Zatem, bezpieczeństwo energetyczne Polski musi być wkomponowane w bezpieczeństwo gospodarcze Unii Europejskiej i w tym globalnie ujętym bezpieczeństwie energetycznym Unii Europejskiej, mieści się bezpieczeństwo energetyczne naszego kraju.

Po prostu nie ma innej alternatywy i to jest ten drugi filar bezpieczeństwa energetycznego Polski, rozumiany jako wspólne bezpieczeństwo Europy.

Jest już dzisiaj wiadomo, że klasyczne surowce energetyczne ulegają szybkiej eksploatacji, a więc szybkiemu wykorzystaniu i można w przybliżeniu przyjąć szacunkowo z pomijalnym błędem, iż :

➤ światowe zasoby ropy naftowej starczą nam na około 50 lat,

- światowe zasoby węgla kamiennego – na około 100 lat (a w Polsce znacznie krócej, o ile nie sięgniemy po pokłady poniżej 1000 metrów),
- światowe zasoby gazu ziemnego – na około 80 lat.

Oczywiście, można liczyć się z tym, że będą dokonane jeszcze nowe odkrycia złóż węgla, ropy oraz gazu - aczkolwiek doświadczenie ostatnich lat uczy, iż jest to możliwe, aczkolwiek trudne.

Wykorzystując bowiem najnowsze zdobycze techniki, prowadzi się intensywne poszukiwania złóż tych surowców, szczególnie ropy naftowej i gazu i to nawet pod dnami mórz i oceanów; nawet odkrycie takich złóż w tych warunkach będzie powodowało ich ewentualną, ogromnie kosztowną eksploatację. Zatem cena takiej ropy i gazu może być tak duża, iż nie opłacalna w porównaniu do energetyki jądrowej.

Planując więc bezpieczeństwo energetyczne kraju, w perspektywie, nie tylko na dzisiaj ale na najbliższe lata i lata dalsze, tu umownie – do 100 lat, musimy uwzględnić szczyptywalność zarówno złóż polskich: węgla, gazu ziemnego i ropy naftowej, jak i światowych złóż tych surowców energetycznych.

Zatem, zaproponowano w tym miejscu pewną prognozę – symulację koniecznego zaopatrzenia w te paliwa klasyczne: węgiel, ropę naftową i gaz ziemny, naszej gospodarki, uwzględniając w tej symulacji nagle tj. w krótkim okresie czasu szczypanie się złóż węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego zarówno w kraju, jak i w innych państwach na świecie (problem zmniejszenia dostaw, zwiększania cen).

Otóż, uwzględnienie, w miarę realnej, takiej symulacji przez obecne jak i przyszłe rządy w naszym kraju jest trzecim filarem bezpieczeństwa energetycznego Polski .

Te symulacje, oparte o studium publikacji, dokumentacji oraz rozmów bezpośrednich ze specjalistami branży energetycznej w naszym kraju przedstawiono w tabelach od 1 do 4 oraz na wykresach rys. 1 do rys. 4.

**Tabela 1.** Symulacja – prognozowanie zaopatrzenia realnego na gaz ZR<sub>G</sub> w czasookresie od 2010 r. do roku 2110 (2130)**Table 1.** Simulation – forecasting of the real supply ZR<sub>G</sub> of gas in period from 2010 to 2110 (2130)

Lp.	Rok	Prognoza – symulacja zaopatrzenia realnego ZR <sub>G</sub> [mld m <sup>3</sup> /rok]	Prognoza - symulacja zaopatrzenia realnego ZR <sub>G</sub> [mld m <sup>3</sup> /rok] po przedłużeniu umów z Rosją do 2037r.
1.	2010	14,6	
2.	2011	16,7	
3.	2012	18,5	
4.	2013	20,0	
5.	2014	20,0	
6.	2015	20,0	
7.	2017	20,0	
9.	2018	20,0	
10.	2019	20,0	
11.	2020	20,0	
12.	2030	14,8	20,0
13.	2040	14,6	17,0
14.	2050	13,4	15,0
15.	2060	11,0	11,0
16.	2070	9,5	9,5
17.	2080	7,5	7,5
18.	2090	6,0	6,0
19.	2100	1,5	1,5
20.	2110	0,5	0,5
21.	2120	0,3	0,3
22.	2130	0,1	01

Pod pojęciem zaopatrzenia realnego (ZR) należy rozumieć nasze coroczne potrzeby na wyżej wymienione nośniki klasycznej energii (paliwa), które są zarówno konieczne do prawidłowego, aczkolwiek, w miarę oszczędnego funkcjonowania naszego kraju w kolejnych latach, przy czym na podstawie przeprowadzonych studiów literaturowych oraz innej

dokumentacji należy traktować przyjęte zaopatrzenie realne ZR jako wariant ostrożny, a więc zgodnie z nazwą realnie możliwy do spełnienia.

**Tabela 2.** Symulacja – prognozowanie zaopatrzenia realnego na ropę naftową ZR<sub>R</sub> w czasookresie od 2010-go do 2110 roku

**Table 2.** Simulation – forecasting of the real supply ZR<sub>R</sub> of crude oil in period from 2010 to 2110 (2130)

Lp.	Rok	Prognoza – symulacja zaopatrzenia realnego ZR <sub>R</sub> [mln ton/rok]
1.	2010	13,7
2.	2011	13,7
3.	2012	13,6
4.	2013	13,6
5.	2014	13,6
6.	2015	13,6
7.	2016	13,5
8.	2017	13,5
9.	2018	13,4
10.	2019	13,4
11.	2020	13,4
12.	2030	13,2
13.	2040	13,8
14.	2050	12,4
15.	2060	7,0
16.	2070	3,5
17.	2080	2,0
18.	2090	1,5
19.	2100	1,0
20.	2110	0,5

Zwraca się jednocześnie uwagę, iż wartości liczbowe przedstawione w tablicach od 1 do 4 i sporządzone na tej podstawie wykresy rys. od 1 do 4 mówią o łącznym zaopatrzeniu naszych potrzeb w te surowce zarówno ze źródeł rodzimych lub dzierzawionych oraz wprost z importu; zatem stanowią określoną sumę dostaw tworzącą takie realne zaopatrzenie.

**Tabela 3.** Symulacja – prognozowanie zaopatrzenia realnego na węgiel kamienny ZR<sub>w</sub> w czasookresie od 2010 do 2110 (2020) roku**Table 3.** Simulation – forecasting of the real supply ZR<sub>w</sub> of hard coal in period from 2010 to 2110 (2130)

Lp.	Rok	Prognoza – symulacja zaopatrzenia realnego ZR <sub>w</sub> [mln ton/ rok]
1.	2010	82,0
2.	2011	80,5
3.	2012	79,0
4.	2013	77,5
5.	2014	76,0
6.	2015	74,5
7.	2016	73,5
8.	2017	72,5
9.	2018	71,5
10.	2019	71,0
11.	2020	70,0
12.	2030	58,0
13.	2040	46,0
14.	2050	41,0
15.	2060	35,0
16.	2070	30,0
17.	2080	26,0
18.	2090	20,0
19.	2100	18,0
20.	2110	12,0
21.	2120	0,5

W przedstawionym prognozowaniu zaopatrzenia w te surowce, przyjmuje się jeszcze takie założenie, iż z biegiem lat w przedziale do stu lat nie zmienią się w sposób zasadniczy, a więc drastyczny proporcje zaopatrzenia w gaz, ropę naftową, węgiel kamienny oraz węgiel brunatny w odniesieniu do pozyskiwania tych surowców energetycznych zarówno ze złóż własnych lub dzierżawionych oraz pochodzące z importu.

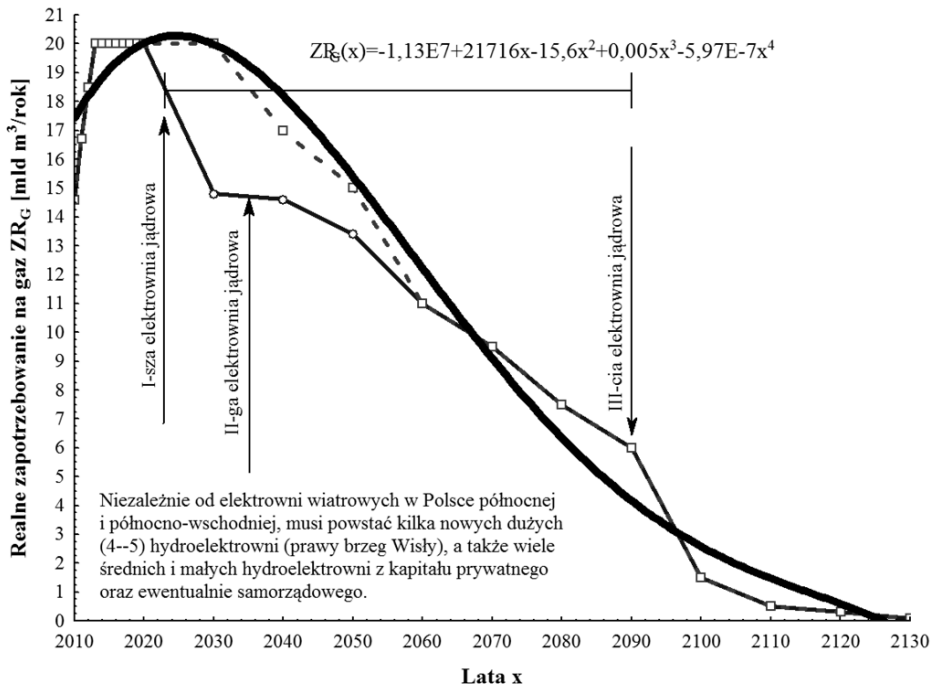
**Tabela 4.** Symulacja – prognozowanie zapotrzebowania realnego  $ZR_{WB}$  na węgiel brunatny w kraju w latach od 2010 do 2110 roku

**Table 4.** Simulation – forecasting of the real supply  $ZR_{WB}$  of brown coal in period from 2010 to 2110 (2130)

Lp.	Rok	Prognoza – symulacja zaopatrzenia realnego $ZR_{WB}$ [mln ton/ rok]
1.	2010	59,0
2.	2011	59,0
3.	2012	59,0
4.	2013	59,0
5.	2014	59,0
6.	2015	59,0
7.	2016	59,0
8.	2017	59,0
9.	2018	59,0
10.	2019	58,0
11.	2020	46,0
12.	2030	32,0
13.	2040	20,0
14.	2050	15,0
15.	2060	10,0
16.	2070	5,0
17.	2080	2,0
18.	2090	1,0
19.	2100	0,5
20.	2110	0,0

Tak więc przyjmuje się przybliżone założenie, iż w następnych latach Polska będzie zaopatrywać się proporcjonalnie:

- w gaz, w około 70% z importu oraz w około 30% ze złóż własnych i dzierzawionych, aż do sczerpania złóż polskich i światowych,
- w ropę naftową w około 95% z importu oraz w około 5% ze złóż własnych i dzierzawionych aż do czerpania,
- w węgiel kamienny w około 100% ze złóż własnych aż do sczerpania,
- w węgiel brunatny w około 100% ze złóż własnych aż do sczerpania.



**Rys. 1.** Krzywa symulacji prognozowania długoterminowego zapotrzebowania realnego  $ZR_G$  [mld  $m^3$ /rok] w gaz ziemny Polski w czasookresie 2010÷2110

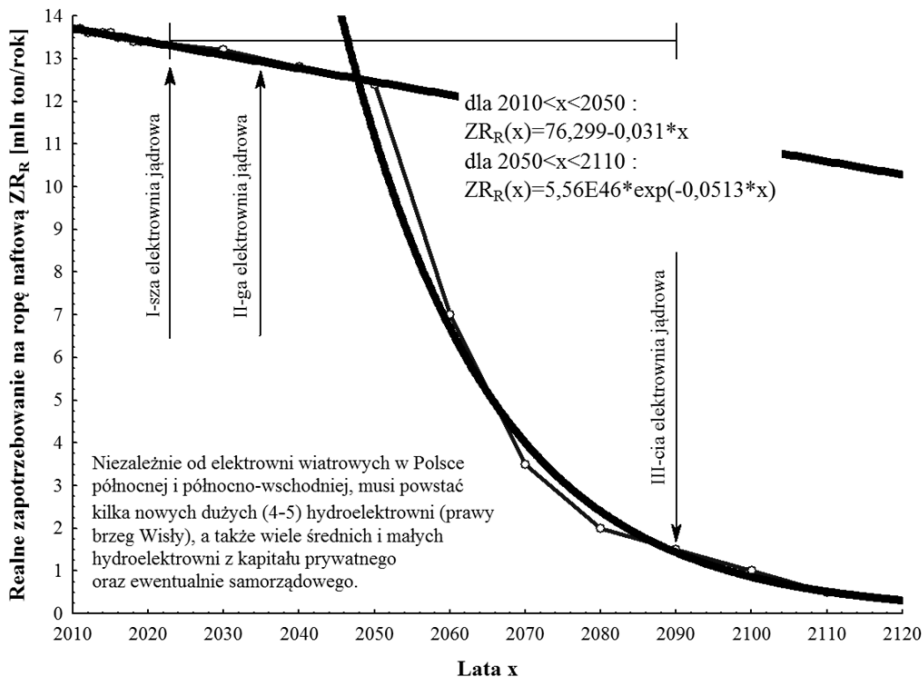
**Fig. 1.** Simulation curve of long term forecasting of the real supply  $ZR_G$  [mld  $m^3$ /year] of gas in Poland in period from 2010 to 2110

Analiza poszczególnych symulacji – wykresów wskazuje, iż przedstawiono tzw. krzywe symulacyjne, skokowe, odnoszą się do podstawowych, strategicznych surowców energetycznych, węgla, ropy oraz gazu, które to surowce w miejscach uskoku tych krzywych trzeba będzie zrekomensować energią z tzw. źródeł odnawialnych (energia wody, energia wiatru, energia wodoru, energia Słońca) oraz energetyką jądrową [29].

Otóż, w tym miejscu należy zwrócić uwagę czytelnika, że w odniesieniu do konieczności i zasadności budowy kolejnych dużych hydroelektrowni w Polsce na Wiśle, a taką wizję przedstawił na III Kongresie Inżynierii Środowiska w Lublinie we wrześniu 2009 roku prof. Andrzej Korczak z Politechniki Śląskiej – bardzo sceptyczny jest prof. Eugeniusz

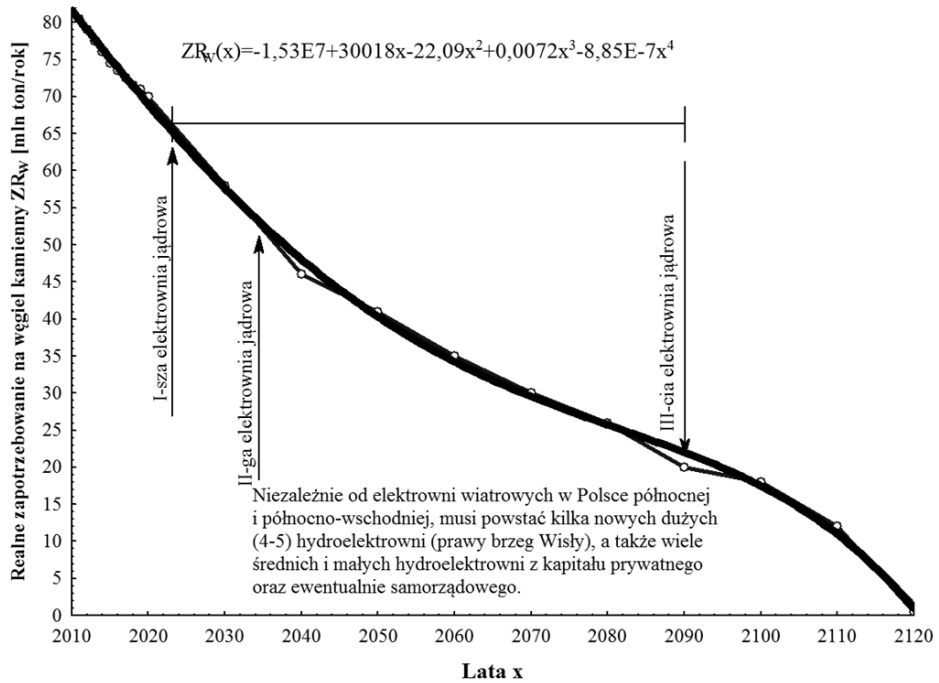


Mokrzycki (PAN Kraków). Zdaniem prof. Mokrzyckiego budowa kilku dużych hydroelektrowni od strony prawego brzegu Wisły jest przedsięwzięciem mało realnych z powodu niskiego poziomu wód gruntowych, a ponadto poziom ten do 2030 roku ma się obniżyć jeszcze do 15 metrów. To będzie zdaniem prof. Mokrzyckiego skutkowało stopowieniem obszarów Polski wschodniej i środkowej, a po drugie, zdaniem prof. Mokrzyckiego potencjał ekonomiczny zasobów technicznych wód w Polsce jest niewielki.



**Rys. 2.** Krzywa symulacji prognozowania długoterminowego zapotrzebowania realnego  $ZR_R$  [mln ton/rok] na ropę naftową Polski w czasookresie 2010÷2110

**Fig. 2.** Simulation curve of long term forecasting of the real supply  $ZR_R$  [mln tones/year] of crude oil in Poland in period from 2010 to 2110

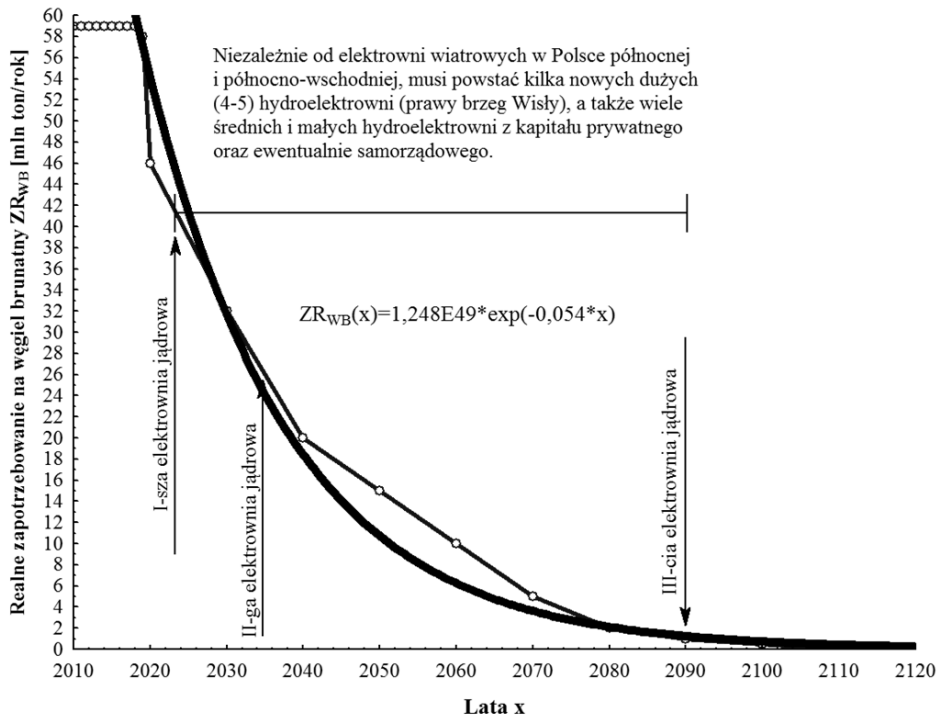


**Rys. 3.** Krzywa symulacji prognozowania długoterminowego zapotrzebowania realnego  $ZR_w$  [mln ton/rok] na węgiel kamienny Polski w czasookresie 2010÷2110

**Fig. 3.** Simulation curve of long term forecasting of the real supply  $ZR_w$  [mln tones/year] of hard coal in Poland in period from 2010 to 2110

Natomiast niewątpliwie zdaniem Autorów promujący w Polsce hydroelektrownie jako odnawialne źródła energii prof. Korczak uważa, iż prognozy prof. Mokrzyckiego mogą się sprawdzić i obawy te będą słuszne o ile nie zbuduje się koniecznych w sytuacji naszego kraju zbiorników retencyjnych, Stopowienie obszarów – zdaniem prof. Korczaka - jest procesem znanym m.in. w odniesieniu do obszarów nad Dnieprem. Jednak zdaniem prof. Andrzeja Korczaka wybudowanie odpowiedniej ilości zbiorników retencyjnych dałoby przede wszystkim możliwość oswojania coraz liczniej występujących w naszym kraju powodzi poprzez przechwytywanie nadmiaru wód roztopowych, a jednocześnie dzięki tym zbiornikom retencyjnym mielibyśmy możliwość wpływu poprzez zrzuty

na poziom wód gruntowych, a także na samą dynamikę przepływu rzeki – tu Wisły. Oczywiście, takie przedsięwzięcie to znowu konieczne nakłady inwestycyjne – ale przecież o obowiązku wybudowania wreszcie w naszym kraju zbiorników retencyjnych mówi się od początku lat 70-tych ubiegłego wieku.



**Rys. 4.** Krzywa symulacji prognozowania długoterminowego zapotrzebowania realnego  $ZR_{WB}$  [mln ton/rok] na węgiel brunatny Polski w czasookresie 2010÷2110

**Fig. 4.** Simulation curve of long term forecasting of the real supply  $ZR_{WB}$  [mln tones/year] of brown coal in Poland in period from 2010 to 2110

Trzeba równocześnie podkreślić, że zdaniem prof. Mokrzyckiego mają racje bytu małe elektrownie wodne w ramach generacji rozproszonej.

Oto mamy więc przykład ścierania się poglądów dwóch wybitnych autorytetów z dziedziny techniki, a mianowicie prof. Andrzeja Korczaka, który jest zdaniem Autorów przedstawicielem lobby hydro-

technicznego z jednej strony, oraz prof. Eugeniusza Mokrzyckiego, który zdaniem Autorów niniejszej publikacji jest przedstawicielem lobby górniczego; w powyższym spostrzeżeniu nie ma w żadnym przypadku odniesienia krytycznego i stanowiska obydwu profesorów są oczywiście zrozumiałe, a ich uwagi merytoryczne słuszne – gdyż na końcu zawsze chodzi o pieniądze – tu o środki inwestycyjne, albo w hydrotechnikę (elektrownie wodne), albo w górnictwo węglowe (nowe kopalnie, nowe pokłady oraz elektrociepłownie na kotły z paleniskami węglowymi).

To jest właśnie nieuchronność, która czeka zarówno społeczeństwo naszego kraju, podobnie jak i innych państw świata.

Zatem, trzecim filarem bezpieczeństwa energetycznego kraju jest – niezbędne uruchomienie stopniowe, ale konsekwentne środków finansowych na badania i wdrożenia optymalnych technologii, wykorzystania energii wiatru (szczególnie Polska Północna), budowa jak największej liczby małych, średnich i dużych elektrowni wodnych, czyli hydroelektrowni, przekazanie środków finansowych na badania i wdrożenie technologii pozyskiwania wodoru z wody i magazynowania tego wodoru jako paliwa przyszłości do samochodów, samolotów oraz innych środków transportu, a wreszcie konieczna budowa elektrowni jądrowych w latach 2023,2037,2090 (daty uruchomienia).

Aby tak się stało Rząd Polski musi założyć, że pierwsza elektrownia jądrowa powstanie w Polsce między rokiem 2020 a rokiem 2025, a ściślej ujmując do roku 2023, a więc do czasu, kiedy skończy się pierwsza część długoterminowej umowy z Rosją na dostawę corocznie 11 miliardów metrów sześciennych gazu – pierwsze ustalenia umowne z Rosją. Druga elektrownia jądrowa powinna powstać w Polsce około roku 2037 – drugie ustalenia umowne z Rosją i trzecia elektrownia jądrowa musi powstać w Polsce około 2090 roku; wówczas przecież klasyczne surowce energetyczne, będą w całości lub prawie w całości szcerpane.

Jeżeli więc moc zainstalowana elektrowni w Polsce, według Z. Grudzińskiego (PAN, Kraków) wynosiła:

- dla elektrowni na węgiel kamienny 20 701 MW,
- dla elektrowni na węgiel brunatny 9 210 MW,

a przecież węgla będzie na rynku ubywało stopniowo z każdym rokiem (z analizy przeprowadzonej w niniejszej pracy wynika, że jednak górnictwo nie będzie dofinansowane w stopniu wystarczającym) to potrzebna moc elektrowni jądrowych, które mogłyby zastąpić na dzisiaj w całości

moc elektrowni na węgiel kamienny i na węgiel brunatny, jest rzędu około 30 000 MW [29].

Zatem, biorąc powyższą analizę pod uwagę, moc energetyki jądrowej, wybudowanej w Polsce pomiędzy rokiem 2020, a rokiem 2025 (np. w roku 2023) powinna być rzędu, około 15 000 MW, oczywiście uwzględniając, iż w tych latach, zarówno węgiel kamienny jak i węgiel brunatny będzie w Polsce dalej eksploatowany, aczkolwiek wydobycie będzie się stale zmniejszało i w latach 2020 do 2025, zmniejszy się ono o około 40 do 50% wobec obecnego wydobycia węgla energetycznego (71,6 milionów ton w roku 2008 w tym około 12 milionów ton w roku 2008 – węgla koksowego i 59,6 milionów ton w roku 2008 – węgla brunatnego).

Otóż, prof. Mokrzycki zwraca krytyczną uwagę, iż jest to prawie szczytowe zapotrzebowanie mocy w kraju – ale Autorzy mają taką ogólną wizję, że zapotrzebowanie energii będzie duże, coraz większe, bowiem w perspektywie przyjmują jednak produkcje wodoru jako coraz bardziej potrzebną paliwa do samochodów w miejsce ubywającej i najszybciej wyczerpalnej w swych dostępnych złożach ropy naftowej.

Oczywiście, społeczeństwo polskie, jako niewątpliwie społeczeństwo nowoczesne będzie rozwijało i wdrażało nowe technologie, a więc tym samym wzrośnie ogólnie rozumiana konsumpcja, w tym także konsumpcja energii.

Zatem, trzeba paralelnie rozwijać tam, gdzie to możliwe i na ile pozwolą środki małe, średnie i duże elektrownie wodne oraz farmy wiatrowe – bo te technologie mamy na dzisiaj w miarę opanowane (na tyle, na ile pozwolą środki finansowe).

Oczywiście pewnym uzupełnieniem może być energia pozyskana z tzw. biomasy – ale tylko pewnym uzupełnieniem, zupełnie nieporównywalnym ilościowo do energii jądrowej.

Podpisanie w dniu 30 października 2008r. przez Polski Rząd, w osobie wicepremiera Waldemara Pawlaka i przedstawicieli Przedsiębiorstwa PGNiG długoterminowej umowy na dostawę stałą do 2023 roku dostawy gazu ziemnego w ilości 11 miliardów metrów sześciennych na rok, a potem przedłużenie do 2037 roku – świadczy o tym, że Rząd Polski nie będzie w jakiś zasadniczy sposób finansował górnictwa węglowego, a zakłady energetyczne oraz elektrownie będą stopniowo, do czasu uruchomienia elektrowni jądrowej przechodzić na paliwo gazowe. Świadczy o tym prognoza zapotrzebowania na gaz ziemny, przedstawio-

na w punkcie 3 niniejszej pracy (wg Ministerstwa Gospodarki o zwiększeniu zapotrzebowania Polski na gaz ziemny od 14,9 miliarda metrów sześciennych w roku 2010 do aż 20,0 miliarda metrów sześciennych w roku 2023). To właśnie jest dowodem, że najprawdopodobniej Rząd Polski ocenił, iż dalsze inwestowanie w górnictwo węglowe na przygotowanie do eksploatacji pokładów na poniżej 1000 metrów, jest zbyt drogie, niebezpieczne dla górników, a także spalanie węgla potęguje efekt cieplarniany (emisja dwutlenku węgla do atmosfery), a więc tworzy ogromne kłopoty w uzyskaniu stosownych limitów emisji dwutlenku węgla do atmosfery, która już od roku 2013, będzie ograniczona o około 20% niż obecnie, a to jest dla polskiej energetyki i hutnictwa bardzo dużo [34, 43, 47, 58, 60, 65, 108].

Tymczasem należy przypomnieć, że przedstawione w roku 2009 oficjalnie stanowiska Komitetu Geodezji PAN oraz Komitetu Geologii PAN kwestionują wpływ emisji dwutlenku węgla CO<sub>2</sub> na efekt cieplarniany.

Otóż, Komitet Geodezji PAN twierdzi, iż przyczyny zmian klimatycznych na Ziemi leżą w kosmosie, czyli w ruchach ciał niebieskich, co ma wpływ na ruchy Słońca i zmiany natężenia jego promieniowania, a to w konsekwencji daje zmiany klimatyczne na Ziemi.

Natomiast Komitet Geologii PAN uważa, iż zmiany klimatyczne są efektem tektoniki ziemskiej, a więc np. wybuchów wulkanicznych, w tym wielu podwodnych, zmian powierzchni kontynentów i w konsekwencji ruchów wód oceanicznych ze strefy tropikalnej do stref biegunowych, stapaniu lodowców i parowaniu wody – właśnie para, a nie dwutlenek węgla ich zdaniem ma główny wpływ na zmiany klimatyczne.

Jednocześnie wielkie mocarstwo, jakim są Chiny, nie zamierzają ograniczyć emisji CO<sub>2</sub> – stąd inicjatywa państw UE staje się dyskusyjna, bo przecież ma ona sens tylko wtedy, gdy wszystkie kraje świata zaakceptują redukcję emisji dwutlenku węgla.

Nie mniej jednak w Polsce prowadzone są badania nad rozwiązaniem problemu nadmiernej emisji dwutlenku węgla do atmosfery przez Zespół prof. Mokrzyckiego z Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN Kraków m.in. poprzez mineralną karbonatyzację oraz składowanie dwutlenku węgla z zawiesinami popiołowo-wodnymi pod ziemią [253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260].

Oczywiście, ubytek energii potrzebnej Polsce w wyniku obniżenia się możliwości realnego zaopatrzenia w pierwotne nośniki energii

musi być „wyrównany”, głównie dzięki budowie elektrowni jądrowych, a także wykorzystanie generacji rozproszonej.

Przykładowo moc zainstalowana elektrowni w Polsce na koniec 2007 roku wynosiła łącznie 35 847 MW wg opracowania Z. Grudzińskiego z Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN Kraków, przy czym, jak podaje autor ([www.min-pan.krakow.pl/zaklady/zrynek/cf\\_web.htm](http://www.min-pan.krakow.pl/zaklady/zrynek/cf_web.htm)), w tym:

- węgiel kamienny 20 701 MW,
- węgiel brunatny 9 216 MW,
- elektrownie wodne zawodowe 2 184 MW,
- inne źródła odnawialne 424 MW.

Z powyższego łatwo więc zauważyć, że wobec całości mocy zainstalowanej naszych elektrowni niewiele ponad 1% (około 1,185%) stanowi moc pochodząca ze źródeł odnawialnych (farmy wiatrowe, biomasa).

Zatem trudno mówić o tym, iż strategiczne bezpieczeństwo kraju można oprzeć na odnawialnych źródłach energii, a w szczególności wykorzystując biomasę jako substytut paliwa klasycznego; dlatego też nie powinno się planować w perspektywie kolejnych lat w Polsce, iż optymistycznie moc zainstalowana ze źródeł odnawialnych przekroczy 5% udziału całości mocy zainstalowanej w elektrowniach – a to jest przecież odniesienie strategiczne. Wydaje się, iż realnie w praktyce moc zainstalowana ze źródeł odnawialnych może oscylować w granicach 3,5 do 4,5%.

Zwrócimy niezależnie od powyższego uwagę, iż bezpieczeństwo energetyczne kraju, to nie tylko moc zainstalowana elektrowni, ale także ujmując ogólnie moc cieplna, czyli zapotrzebowanie węgla kamiennego i brunatnego do ogrzewania mieszkań i domów szczególnie w gospodarstwach wiejskich, zapotrzebowanie gazu na potrzeby komunalne i przemysłowe i wreszcie zapotrzebowanie ropy oraz benzyny do szeroko rozumianego transportu.

Oczywiście to zapotrzebowanie cieplne można by ekwiwalentnie przeliczyć na moc zainstalowaną pewnej hipotetycznej elektrowni, która na takim paliwie użytym w kraju do bezpośredniego ogrzewania mieszkań oraz szeroko rozumianego transportu pracowała – wymagałoby to jednak oddzielnej pracy zespołu inżynierów i techników.

Nie mniej jednak w oparciu o studium dostępnej literatury, dokumentów, informacji internetowych, a także rozmów i konsultacji ze

specjalistami branży energetycznej, można w tym miejscu zaprognozować, iż taka sumaryczna moc zainstalowana w elektrowniach istniejących w Polsce plus moc przeliczona wynikająca z potrzeb energetycznych kraju na moc elektryczną (ogrzewanie, gotowanie na kuchenkach gazowych, kąpiel w ciepłej wodzie ogrzewanej junkersami, zużycie gazu w przemyśle, transport itp.) to rząd około 80 tys. MW – oczywiście wartość ta obarczona jest określonym błędem takiego szacunku.

Dlatego też w przyszłości należy spróbować podjąć się takiego zadania przeliczenia potrzebnej Polsce energii cieplnej jw. na energię elektryczną m.in. po to aby sprawdzić dokładność przedstawionego jw. oszacowania. Wymaga to oczywiście ogromnego, dodatkowego nakładu pracy.

Podpisanie zatem umowy z Rosją na dostawę gazu ziemnego w ilości około 11 miliardów metrów sześciennych na każdy kolejny rok, aż do 2023 roku z przedłużeniem potem do roku 2037 (ewentualnym) świadczy o tym, że do 2023 roku Rząd nasz przewiduje uruchomienie pierwszej elektrowni jądrowej najpóźniej do 2037 roku; najlepiej jednak byłoby w roku 2037 uruchomić drugą elektrownię jądrową – taką opcję zaznaczono rzędnymi opisami na wykresach – rys. 1, rys. 2, rys. 3 oraz rys. 4.

Krzywe symulacji prognozowanej przedstawione na wykresach rys. 1, 2, 3 oraz 4 aproksymowano dobraną funkcją wykładniczą ustalając analityczno-empiryczne równania prognozy, czyli pewnej wizji Autorów publikacji o zapotrzebowaniu energii z poszczególnych surowców energetycznych.

Równanie analityczno-empiryczne, które można wykorzystać do przewidywania w przybliżeniu długoterminowego zapotrzebowania realnego na gaz ziemny w Polsce w czasookresie od 2010 do 2110 roku ma postać:

$$ZR_G(x) = -1,13E + 21716 \cdot x - 15,6 \cdot x^2 + 0,005 \cdot x^3 - 5,97E-7 \cdot x^4$$

gdzie:

$ZR_G$  – realne zapotrzebowanie na gaz (mld<sup>3</sup>/rok),

$E$  – oznaczenie wykładnika potęgowego poprzedzającego liczbę potęg (tu oznacza do potęgi 7 – do której należy podnieść stałą równania wynoszącą 1,13),

$x$  – lata (liczba danego roku).



Równanie analityczno-empiryczne, które można wykorzystać do przewidywania w przybliżeniu długoterminowego zaopatrzenia realnego na ropę naftową w Polsce w czasookresie od 2010 do 2110 roku ma postać:

$$\text{dla } 2010 < x < 2050 : \\ ZR_R(x) = 76,299 - 0,031 \cdot x$$

$$\text{dla } 2050 < x < 2110 : \\ ZR_R(x) = 5,56E46 \cdot \exp(-0,0513 \cdot x)$$

gdzie:

$ZR_R$  – realne zapotrzebowanie na ropę naftową (mln ton/rok),  
exp – funkcja odwrotna do logarytmu naturalnego.

Zwraca się uwagę, że w tym przypadku przebieg wykresu na rys. 2. aproksymowano oddzielnie od roku 2010 do roku 2050, a potem oddzielenie aproksymowano od roku 2050 do roku 2110.

Równanie analityczno-empiryczne, które można wykorzystać do przewidywania w przybliżeniu długoterminowego zaopatrzenia realnego na węgiel kamienny w Polsce w czasookresie od 2010 do 2110 roku ma postać:

$$ZR_W(x) = -1,53E7 + 30018 \cdot x - 22,09 \cdot x^2 + 0,0072 \cdot x^3 - 8,85E-7 \cdot x^4$$

gdzie:

$ZR_W$  – realne zapotrzebowanie na węgiel kamienny w mln ton/rok.

Równanie analityczno-empiryczne, które można wykorzystać do przewidywania w przybliżeniu długoterminowego zaopatrzenia realnego na węgiel brunatny w Polsce w czasookresie od 2010 do 2110 roku ma postać:

$$ZR_{WB}(x) = 1,248E49 \cdot \exp(-0,054 \cdot x)$$

gdzie:

$ZR_{WB}$  – realne zapotrzebowanie na węgiel brunatny (mln ton/rok).

Powyższy zestaw równań stanowi więc pewien autorski model matematyczny określonej wizji – przepowiedni, a więc także pewnej prognozy zapotrzebowania energii z poszczególnych nośników, które są nośnikami wyczerpywanymi (gaz ziemny, ropa naftowa, węgiel kamienny oraz węgiel brunatny). Tego typu wizje – prognozy, jak i ogólnie wszystkie prognozy mają to do siebie, że się sprawdzają lub też nie sprawdzają.

Niniejsza opracowana przez Autorów w oparciu o studium wielu dokumentów, wielu publikacji, a także wielu rozmów bezpośrednich m.in. głównie z prof. Wiesławem Blaschke (PAN Kraków, Politechnika Śląska), prof. Tadeuszem Bohdałem (Politechnika Koszalińska), prof. Andrzejem Korczakiem (Politechnika Śląska), prof. Józefem Malejem (Politechnika Koszalińska), prof. Eugeniuszem Mokrzyckim (PAN Kraków, AGH Kraków), a także – chociaż w mniejszym zakresie wieloma innymi – będzie mogła być zweryfikowana przez nasze praprawniki, a więc po roku 2110.

Oczywiście, w powyższym prognozowaniu – wizji nie ujęto wszystkich ewentualnych możliwości wykorzystania źródeł energii z różnych przyczyn, tj. dlatego, iż w opinii Autorów są one raczej marginalne lub też nie koniecznie stabilne i pewne.

Przykładowo prof. Eugeniusz Mokrzycki zwraca uwagę m.in. na:

- wykorzystanie promieniowania słonecznego w odniesieniu do elektrowni tzw. heliostatycznych naziemnych jak i również elektrowni w kosmosie
- wykorzystanie zasobu wód geotermalnych o niskiej entalpii oraz ciepła tzw. suchych skał, itd., itd.

Oczywiście, zdaniem Autorów w następnych stu latach nie można wykluczyć powstania nowych fantastycznych rozwiązań technicznych, które pozwolą nam na uzyskanie energii ze źródeł i w sposób, który dzisiaj sobie po prostu nie wyobrażamy.

Nie mniej jednak omówienie wszystkich aspektów chociaż w niniejszym dużym objętościowo artykule tak obszernego zagadnienia nie jest możliwe. Informuje się więc zainteresowanego czytelnika, iż Autorzy niniejszej publikacji pracują dalej nad problemem bezpieczeństwa energetycznego naszego kraju i możliwym jest, że w granicach roku ukaże się w tej samej problematyce bardziej obszerna publikacja zwarta

książkowa w której szerzej przedstawi się różne poglądy na kwestie bezpieczeństwa energetycznego naszego kraju.

#### **4. Wnioski**

Z przeprowadzonej analizy literaturowej, studium wielu dokumentacji, bezpośrednich rozmów z profesorami stanowiącymi autorytety w problematyce tej publikacji, a także korzystając z informacji internetowych, przedstawiono poniżej własne wnioski końcowe, stanowiące warunki strategicznego bezpieczeństwa energetycznego naszego kraju na dzisiaj oraz na najbliższe 100 lat.

1. Niemożliwym jest w obecnym czasie zagwarantowanie bezpieczeństwa energetycznego Polski jako bezpieczeństwa samodzielnego, zależnego wyłącznie od posiadanych surowców energetycznych tzw. klasycznych (gaz, ropa, węgiel) wspomaganego energią ze źródeł niekonwencjonalnych jak energia wiatru, energia wody, energia słońca oraz energia z biomasy.
2. Bezpieczeństwo energetyczne Polska musi oprzeć o wspólnotę Państw Europejskich skupionych w Unii Europejskiej jako przyszłego, dużego wspólnego państwa europejskiego różnych narodów w rodzaju Stanów Zjednoczonej Europy, w którym to państwie dzisiejsze kraje będą po prostu stanami.
3. Bezpieczeństwo energetyczne Polski już dzisiaj pozostaje w znaczącej korelacji z krajami Unii Europejskiej, gdyż tylko z Unią Europejską jako federacją krajów Europy liczą się wielkie światowe mocarstwa, jak Stany Zjednoczone Ameryki, Rosja, Chiny, Indie, Australia oraz blok Krajów Arabskich.
4. Należy przyjąć, iż szczypanie się polskich złóż gazu, ropy i węgla będzie w przybliżeniu proporcjonalne do szczypania się tych surowców w skali świata, chociaż oczywiście nigdy nie można wykluczyć, że uda się jeszcze odkryć nowe złoża zasadne ekonomicznie do ich eksploatacji.

5. Polska jako kraj Unii Europejskiej musi do roku 2023 wybudować pierwszą elektrownie jądrową, która odciążą obniżające się moce z elektrowni węglowych jeszcze istniejących oraz gazowych, drugą elektrownie jądrową musimy zbudować najpóźniej do 2037 roku, a trzecią do 2090 roku
6. Równocześnie natychmiast należy uruchomić programy badawcze dotyczące opracowania możliwie, maksymalnie taniej (choć zawsze będzie ona droga) technologii produkcji wodoru i jego magazynowania tak aby stopniowo już od około 2025 roku zaczęły powstawać w Polsce obok stacji benzynowych stacje wodorowe dla stopniowo pojawiających się w coraz większej liczbie samochodów na wodór.
7. Począwszy od około roku 2020 już powinny powstawać pierwsze fabryki wodoru oraz magazyny na jego składowanie, przy czym fabryki te powinny przynajmniej w pierwszych latach funkcjonowania pracować późną nocą i wczesnym porankiem, gdy w sieci mamy nadmiar prądu po to aby w tym czasie wykorzystać ten prąd do przecież kosztownej produkcji wodoru (np. w procesie elektrolizy lub przy pomocy plazmy); z chwilą uruchomienia elektrowni jądrowej w 2023 roku Polska powinna dysponować nadwyżką prądu również w porze tzw. dziennej, a więc fabryki produkujące wodór powinny już pracować bez ograniczeń
8. Polska powinna dodatkowo w najbliższym dziesięcioleciu (2010÷2020) na tyle na ile pozwolą środki finansowe zbudować jeszcze co najmniej dwie hydroelektrownie na prawym brzegu Wisły, przyjmując, iż prąd z hydroelektrowni będzie zawsze stanowił w przybliżeniu w granicach około ponad 10% mocy potrzebnej naszemu krajowi. Promować należy także budowę małych i średnich hydroelektrowni ze środków lokalnych samorządów oraz prywatnych przedsiębiorców
9. Należy oczywiście promować niekonwencjonalne źródła energii takie jak energia z wiatru oraz energia ze słońca pamiętając jednak o tym, że w polskiej strefie klimatycznej nie można liczyć na pełną

ciągłość oraz stabilność dostaw z tych źródeł; może to być jedynie uzupełnienie dostaw energii elektrycznej np. z terenów wiejskich, słabiej zaludnionych, słabiej zagospodarowanych jak np. niektóre obszary przymorza lub tereny Polski Północno- Wschodniej o klimacie zbliżonym do kontynentalnego. Można prognozować, że z tych źródeł nasz kraj nie otrzyma w bilansie energetycznym więcej niż w granicach do około 3,5% (4%) potrzebnej energii

10. Wątpliwe wydaje się być planowanie w jakimkolwiek aspekcie strategicznym energii z szeroko rozumianej biomasy, aczkolwiek także na terenach wiejskich, niskozurbanizowanych, dysponujących nieużytkami można posiłkować się ale tylko doraźnie plantacją np. roślin energetycznych (wierzba energetyczna); relatywnie niska wartość opałowia takich roślin oraz ogromne kłopoty z jej uprawą, pielęgnacją, zebraniem i ponownym zasianiem pozwalają na stwierdzenie, że nie będzie to paliwo przyszłości. Wierzba energetyczna szybko rosnąc spija znaczne ilości wody, wysusza także sąsiednie tereny, obniżając plony z sąsiednich upraw. Natomiast osady ściekowe mają także niską wartość energetyczną oraz dają szczególnie szkodliwą emisję zanieczyszczeń do atmosfery oraz odór.
11. Należy dalej rozwijać jednak produkcję tzw. biopaliwa z rzepaku po to aby olej rzepakowy mógł chociaż częściowo uzupełniać na naszym rynku brak ropy, która będzie w niedalekiej przyszłości najbardziej deficytowym klasycznym surowcem energetycznym.

## **5. Uwaga końcowa**

Dynamika zdarzeń związanych z bezpieczeństwem energetycznym Polski, Europy oraz świata jest tak duża, iż nie można wykluczyć, że niektóre dane zawarte w tej publikacji mogą nawet za kilka miesięcy okazać się nieaktualne.

Dlatego informuje się czytelnika, że niniejsze studium przeprowadzonych analiz, składające się na treść tej publikacji zostało zakończone w 2009 roku.

## Literatura

1. Annual European Community greenhouse gas inventory 1990=2006 and inventory report. 2008.
2. Argus Global LNG 03-04-2005.
3. **Bałys M., Buczek B.:** *Akumulacja ciepła w monolitach węglowych dla magazynowania energii – rozważania modelowe*. Polityka Energetyczna. Tom 12, Zeszyt 1, Kraków 2009.
4. **Bąkowski K.:** *Gazyfikacja gazociągi stacje redukcyjne instalacje i urządzenia gazowe*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.
5. *Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce według stanu na 31.12.2007 r.* Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2008.
6. **Biuro Marketingu i Publikacji Relations PGNiG S.A.:** *Raport roczny 2000*. Oddział Główny Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa S.A., Warszawa 2001.
7. **Blaschke S.A., Grudziński Z., Rżany J.:** *Szacunek nieuzyskanych wpływów ze sprzedaży węgla kamiennego energetycznego po cenach niższych od cen parytetu importowego*. Mat. XVI Konf. Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej. Sympozja i Konferencje nr 57. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2002.
8. **Blaschke U.:** *Prognoza dla górnictwa węgla kamiennego*. Konferencja Naukowo-Technicznej nt. Górnictwo wczoraj i dziś, Zarząd Główny Polskiego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa, Mysłówice, 05.11.2009.
9. **Blaschke W., Gawlik L.:** *The future of the Polish coal mining industry in the view of energy forecasts*. Proceedings of the 6th International Energy Conference, Energex'96, Beijing. China, 1996.
10. **Blaschke W., Lorenz U., Grudziński Z.:** *Przeróbka mechaniczna węgla a ekologia*. Wiadomości Górnicze nr 5, 1995.
11. **Blaschke W., Mokrzycki E., Blaschke S.A., Grudziński Z., Blaschke Z., Jaworski A.:** *System cen ekonomicznych stymulatorem poprawy jakości węgla energetycznego*. Problemy Projektowe Przemysłu i Budownictwa, nr 4, 1992.
12. **Blaschke W., Mokrzycki E., Blaschke S.A., Grudziński Z., Karcz A., Blaschke Z., Jaworski A.:** *System cen na węgiel kamienny*. Przegląd Górniczy, nr 2, 1991.
13. **Blaschke W., Mokrzycki E., Blaschke S.A., Grudziński Z., Lorenz U.:** *Clean coal technology in Poland – problem of pre-combustion coal beneficiation*. Proceedings of 5<sup>th</sup> International Energy Conference – Energex'93. Volume IV. Wyd. Korea Institute of Energy Research, Seoul, Korea 1993.

14. **Blaschke W., Nycz R.:** *Clean coal preparation barriers in Poland*. Proceedings International Workshop on Clean Coal Use – a Reliable Option for Sustainable energy. Vol. 1. Wyd. GIG. Szczyrk 2001.
15. **Blaschke W., Nycz R.:** *Clean coal preparation barriers in Poland*. Proceedings 9<sup>th</sup> International Energy Conference – Energex 2002. Applied Energy. Vol. 74. No 3÷4. Elsevier Science Ltd. 2003.
16. **Blaschke W., Nycz R.:** *Problemy produkcji czystych energetycznych węgla kamiennych*. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej Nr 21, Seria: Inżynieria Środowiska. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2003.
17. **Blaschke W.:** *Krytycznie o planach dotyczących przyszłości polskiego górnictwa przesłanych do Komisji UE*. Więści (dodatek do Przeglądu Górniczego) SITG, 2005.
18. **Blaschke W.:** *Problemy produkcji czystych węgla jako źródło wytwarzania czystej energii*. Mat. Międzynarodowej Konferencji “Przyszłość węgla w gospodarce świata i Polski”. PK ŚRE – GIPH, Katowice 2004.
19. **Blaschke W.:** *Rola węgla w polityce energetycznej państwa*. Mat. Konf. Reforma polskiego górnictwa węgla kamiennego. Pol. Śl., PAN; PARG. Szczyrk 2001.
20. **Blaschke W.:** *Rozwiązanie problemu poziomu cen węgla warunkiem harmonijnego rozwoju kompleksu paliwowo-energetycznego*. Studia, Rozprawy, Monografie nr 91. Wyd. IGSMiE PAN. Kraków 2001.
21. **Blaschke Z., Blaschke W.:** *Ocena celowości wzbogacania węgla na potrzeby energetyki w samodzielnych zakładach przerobczych*. Studia, Rozprawy, Monografie nr 116. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2003.
22. **Blaschke Z.:** *Wzbogacanie węgla kamiennego w Polsce*. Inżynieria Mineralna, Z. 1(3), 2001.
23. **Bławat F.:** *Analiza Ekonomiczna*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2001.
24. **BP:** *Energy in focus*. London 2004.
25. **BP:** *Statistical Review of World Energy*. 2006.
26. **Brendow K.:** *Global and regional coal demand perspectives to 2030 and beyond*. Mat. Konf. Przyszłość węgla w gospodarce świata i Polski. PK ŚRE, GIPH, Katowice 2004.
27. **Carpenter A.:** *Switching to cheaper coals for power generation*. CCC/01. IEA Coal Research, London, 87, 1998.
28. **Chmal T.:** *Budowa terminalu LNG jako inwestycja typu „Project finance”*. Doświadczenia. Materiały konferencyjne pt. Gazociąg czy terminal LNG, dywersyfikacja źródeł dostaw gazu do Polski. Organizator „adventure consulting”, Warszawa 19 stycznia 2006.

29. **Chwaszczewski S.:** *Technologie energetyki jądrowej w XXI wieku*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
30. **Cichocki J.:** *Geopolityczne uwarunkowania dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego do Polski*. Materiały konferencyjne pt. Gazociąg czy terminal LNG, dywersyfikacja źródeł dostaw gazu do Polski. Organizator „adventure consulting”, Warszawa 19 stycznia 2006.
31. *Coal information 2008 (with 2007 data)*. IEA Statistics, International Energy Agency. OECD, 2008.
32. **Copley Ch.:** *Coal demand and trade – Growth and structural change in a competitive world market*. Mat. Konf. Przyszłość węgla w gospodarce świata i Polski. PK ŚRE, GIPH, Katowice 2004.
33. **Czopek K., Sierpień M.:** *Analiza wariantowa opłacalności zagospodarowania nowego złoża węgla brunatnego*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
34. *Decyzja Komisji dotycząca krajowego planu rozdziału uprawnień do emisji*. Komisja Wspólnot Europejskich. Bruksela 2007.
35. *Decyzja Komisji nr 2002/871/EC z 17.10.2002 ustanawiająca wspólne ramy przekazywania informacji potrzebnych do zastosowania Rozporządzenia Rady nr 1407/2002 o pomocy państwa dla przemysłu węglowego*. OJ.L300.
36. **Departament Obsługi Spółki:** *Raport Roczny 2002*. Centrala Spółki Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa S.A., Warszawa 2003.
37. **Dietrich A.:** *Systemy zarządzania bezpieczeństwem, ryzykiem gazociągów - moda czy potrzeba?* Gaz Woda i Technika Sanitarna nr 1/2005, 2005.
38. **Dietrich A.:** *Możliwości zastosowania analizy ryzyka przy projektowaniu rurociągów dalekosiężnych*. IV Krajowa Konferencja Techniczna pt. Zarządzanie ryzykiem w eksploatacji rurociągów, Płock 24-25 maj 2001.
39. *Distribution, Book D-1, System Design, GEOP, Gas Engineering and Operating Practices Series*, 1990.
40. **Dobrowolski L., Brol A.:** *Dywersyfikacja dostaw i inne problemy polskiego gazownictwa*. Rynek gazu 2006. Pod redakcją Kapronia H. Kazimierz Dolny 21-22 czerwca 2006. Wydawnictwo KAPRIT, Lublin, 35-47, 2006.
41. **Dolęga W.:** *Rola Ministra Gospodarki i Ministra Skarbu w świetle obowiązujących regulacji prawnych w aspekcie bezpieczeństwa energetycznego kraju*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
42. **Dolęga W.:** *Analiza i ocena możliwości i skuteczności dotychczasowych regulacji prawnych w aspekcie bezpieczeństwa energetycznego kraju w odniesieniu do Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
43. **Drobek L., Bukowski M., Borecki T.:** *Chemical aspects of CO<sub>2</sub> sequestration in deep geological structures*. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 24, z. 3/1, 439-452, 2008.



44. **Dubiński J:** *Górnictwo węglowe w warunkach zrównoważonego rozwoju gospodarki energetycznej*. Górnictwo i Geologia, t. 3, z. 4, 19-34.
45. **Duda M., Mikołajuk H., Okrasa S.:** *Prognoza bilansu energetycznego Polski do 2030r*. Materiały XXIII Konferencji z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Dylematy polskiej polityki energetycznej, Zakopane 2009.
46. *Energetyka – Świat i Polska. Rozwój w okresie 1971÷2000, perspektywy do roku 2030*. Raport Polskiego Komitetu Światowej Rady Energii. Warszawa, kwiecień 2004.
47. **Energy Information Administration:** *The Global Liquefied Gas Market, Status and Outlook*. December 2003.
48. *Europejska polityka energetyczna*. Komisja Wspólnot Europejskich. KOM (2007)1, Bruksela 2007.
49. **Fedorowicz R., Kołodziński E., Solarz L.:** *Bezpieczeństwo użytkowania sieci przesyłowych gazu w warunkach zagrożeń terrorystycznych*. Problemy Eksploatacji PAN – Wydawnictwo Instytutu Eksploatacji. 1/2004 |52), 1232-9312, Radom 2004.
50. **Fedorowicz R., Kołodziński E., Solarz L.:** *Komputerowe modelowanie przesyłania gazu*. Oficyna Wydawnicza Cyber, Warszawa 2002.
51. **Gajda A., Barc W., Jaworski W.:** *O kierunkach wydobywania paliw stałych w kontekście zaostrożenia wymagań ekologicznych dla energetyki zawodowej*. Polityka Energetyczna, Tom 4, nr 2. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2001.
52. **Gajda A., Barc W., Jaworski W.:** *Polska energetyka – konsekwencje negocjacji z UE dotyczących Dyrektywy 2001/80/EC*. Polskie Sieci Elektroenergetyczne – Biuletyn Miesięczny nr 4(142), 2003.
53. **Gajda A., Melka K.:** *Krajowy sektor energetyczny – ocena wpływu nowych mocy na ograniczenie emisji zanieczyszczeń do powietrza w latach 2008–2020*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 1, Kraków 2009.
54. **Gajda A., Melka K.:** *Możliwości i zagrożenia w dostosowaniu sektora energetycznego do przyjętych przez Polskę zobowiązań i wymogów ekologicznych Unii Europejskiej*. Polityka Energetyczna, Tom 11, Zeszyt 1, 43-62, 2008.
55. **Galos K., Uliasz-Bocheńczyk A.:** *Źródła i użytkowanie popiołów lotnych ze spalania węgla w Polsce*. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 21, z. 1, 23-42, 2005.
56. **Gawłowska R.:** *Bezpieczeństwo energetyczne kraju*. Praca dyplomowa magisterska. BWSH, Koszalin, grudzień 2009.
57. **Gawlik L., Grudziński Z.:** *Projection of coal price in international turnover in comparison to other primary energy sources*. Mat. Konf. Przyszłość węgla w gospodarce świata i Polski. PK SRE, GIPH, Katowice 2004.

58. **Gąsiorowska E., Piekacz J., Surma T.:** *Polityka energetyczna Unii Europejskiej wobec zmian klimatu*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 1, 2009.
59. **Gnatowska R.:** *Formalno-prawne aspekty rozwoju odnawialnych źródeł energii*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
60. **Golomb D., Herzog H., Tester J., White D., Zemba S.:** *Feasibility modeling and economics of sequestering power plant CO<sub>2</sub> emissions in deep ocean*. Massachusetts Institute of Technology, Energy Laboratory, MiT-EL 89-003, 1989.
61. **Gołębiowska M.:** *Krotka historia LNG w Polsce*. Materiały konferencyjne pt. Gazociąg czy terminal LNG, dywersyfikacja źródeł dostaw ropy i gazu do Polski. Organizator „adventure consulting”, Warszawa 19 stycznia 2006.
62. **Göttlicher G., Pruscek R.:** *Comparison of CO<sub>2</sub> removal systems for fossil-fuelled power plant processes*. Energy Conversion and Management, vol. 38, S73-S78, 1997.
63. **Górecki W., Rychlicki S., Zięba A.:** *Paliwa przyjazne dla środowiska naturalnego – gaz ziemny*. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Współczesne Problemy Gazownictwa, Koszalin-Kołobrzeg czerwiec 1996, 47-59, 1996.
64. **Griffiths Ch.:** *The global image of coal*. Mat. Konf. Przyszłość węgla w gospodarce świata i Polski. PK ŚRE, GIPH, Katowice 2004.
65. **Gumula S., Piaskowska M.:** *Emisja dwutlenku węgla a zagrożenie efektem cieplarnianym*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
66. **Gunter B.:** *Alberta Research Council (ARC) Enhanced Coalbed Methane (ECBM) Recovery Project in Alberta, Canada*. Presentation from the First International Forum Geologic Sequestration of CO<sub>2</sub> in Deep Unmineable Coalseams (Coal-SeqI), Huston, 2002.
67. **Hauser W.:** GWF-Gas/Erdgas. nr 1/1990, 152-159, 1990.
68. **Herzog H.:** *The economics of CO<sub>2</sub> separation and capture*. Technology, 7, suppl. 1, 13-23, 2000.
69. **Holloway S.:** *An overview of the Joule II project “The underground disposal of carbon dioxide”*. Energy Conservation and Management, 37, 1-2, 1149-1154, 1996.
70. **Hycnar J.:** *Pozycja węgla w bilansach paliwowo-energetycznych*. Materiały XXIII Konferencji z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Dylematy polskiej polityki energetycznej, Zakopane 2009.
71. *Coal Information 2007*. IEA 2007.
72. *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage, Part 3. Capture*. Coordinating Lead Author: Kelly Thambimuthu, Mohammad Soltanieh, Juan Carlos Abanades, 2005.

73. *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage, Part 5. Underground geological storage.* Coordinating Lead Author: Sally Benson, Peter Cook, 2005.
74. **Jasieńko S. i in.:** *Chemia i fizyka węgla.* Oficyna Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1995.
75. **Klimek P.:** *Analiza zatłaczania gazu składowiskowego do sieci dystrybucji gazu ziemnego.* Gospodarka Odpadami Komunalnymi, Tom IV, Rok 2008.
76. **Jaworski W., Maciejewska J.:** *Przyszłość energetyczna Polski – ale z jakich paliw.* Materiały XXII Konferencji Przyszłość energetyczna Polski a dostępność paliw i energii. Ustroń, 2008. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 41-53, 2008.
77. **Kaliski M., Jedynak Z.:** *Wpływ zmian zachodzących w Polsce na wielkość zgłaszanych potrzeb na ropę naftową.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 1, Kraków 2009.
78. **Kaliski M., Szurlej A.:** *Zapotrzebowanie na gaz ziemny w Polsce i możliwości jego zaspokojenia.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
79. **Karcz A., Burmistrz P., Strugała A.:** *Oszacowanie emisji CO<sub>2</sub> związanej z wydobyciem, wzbogacaniem i transportem węgla – potencjalnych surowców dla procesów wytwarzania wodoru.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 1, Kraków 2009.
80. **Karcz A., Chmielniak T., Ściażko M., Strugała A.:** *Porównanie emisji CO<sub>2</sub> związanej z wytwarzaniem wodoru na drodze zgazowania i pirolizy węgla.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
81. **Kasztelan Z., Koziol K., Koziol W., Plich J.:** *Węgiel brunatny – perspektywy rozwoju.* V Międzynarodowy Kongres Górnictwa Węgla Brunatnego, Bełchatów 2007.
82. **Kasztelan Z., Koziol K.:** *Możliwości wydobywcze branży węgla brunatnego w Polsce po 2025 roku.* Polityka Energetyczna, Tom 10, Zeszyt specjalny Nr 2, 2007.
83. **Kaszelewicz Z., Ptak M.:** *Wybrane problemy zabezpieczania złóż węgla brunatnego w Polsce dla odkrywkowej działalności górniczej.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
84. **Kaszelewicz Z.:** *Branża węgla brunatnego w Polsce.* Nowa Energia nr 1, 1-10, 2008.
85. **Korc A.:** *Gaz koksowniczy jako surowiec do produkcji wodoru.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 1, Kraków 2009.
86. **Kowalczyk Z., Gunawikama K.:** *Wykrywanie przecieków w rurociągach przemysłowych metodą korelacyjno-modelową.* PAK. nr 4, 140-146, 1998.

87. **Kowalczyk Z., Gunawikrama K.:** *Wykrywanie przecieków w transporcie gazów i płynów.* Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna pt. Diagnostyka Procesów Przemysłowych. Podkowa Leśna 10-12 czerwiec 1996, 147-155, 1996.
88. **Krajowa Dyspozycja Gazu Dział Programów Ruchu:** *Analiza pracy Systemów Gazowniczych w 2000 roku.* Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. Pion Przesyłu i PMG, Warszawa 2001.
89. **Krajowa Dyspozycja Gazu Dział Programów Ruchu:** *Analiza pracy Systemów Gazowniczych w 2001 roku.* Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. Pion Przesyłu i PMG, Warszawa 2002.
90. *Krajowy Plan Rozdziału Uprawnień (KPRU II) do emisji CO<sub>2</sub> na lata 2008–2012.* Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2007.
91. **Krzak J.:** *Europejski rynek gazu ziemnego.* „Infos” Wydawnictwo Sejmowe dla Biura Analiz Sejmowych (BAS), nr. 4, 1-4, 2006.
92. **Krzystolik P., Skiba J.:** *Gospodarcze wykorzystanie metanu z pokładów węgla w warunkach polskich.*
93. **Korczak A., Rduch J.:** *Energetyka wodna w Polsce; Stan aktualny i perspektywy rozwoju.* Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, Vol. 60, Tom 3, Rok 2009.
94. **Kulczyk T., Jakubowicz K.:** *Poszukiwania i eksploatacja złóż w rejonie Pomorza oraz magazynowanie w złożach wyeksploatowanych.* Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Współczesne Problemy Gazownictwa, Koszalin-Kołobrzeg czerwiec 1996, 79-88, 1996.
95. **Kwiatkiewicz P.:** *Turecja a kwestia importu kaspijskiej ropy i gazu do Europy. Wieloaspektowy zarys problemu.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
96. **Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F.:** *Elektrownie.* WNT Warszawa, Wyd. III, 632, 1997.
97. **Lewandowski A.:** *Krótkoterminowe prognozowanie procesu poboru gazu.* Gaz Woda i Technika Sanitarna nr 4/1985, 96-98, 1985.
98. **Lorenz U., Grudziński Z.:** *Emission changes in power industry – The decade of transition in Poland.* Energex 2000, Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Energy Forum Las Vegas, July 23÷28, 2000. Energy 2000 – The Beginning of a New Millennium. Editor Peter Catania, Balaban Publishers, Technomic Publishing Company 2000.
99. **Lorenz U.:** *Metoda oceny wartości węgla kamiennego energetycznego uwzględniająca skutki jego spalania dla środowiska przyrodniczego.* Studia Rozprawy Monografie, nr 64. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 1999.
100. **Lorenz U.:** *Parytet importowy węgla kamiennego energetycznego.* Studia Rozprawy Monografie, nr 82. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2000.

101. **Lubaś J., Warchoń M., Krępulec P., Wolnowski T.:** *Greenhouse gas sequestration in aquifers saturated by natural gases.* Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 24, z. 3/1, 299-308, 2008.
102. **Pawłowska M., Siepak J.:** *Intensyfikacja procesu metanogenezy na składowiskach odpadów komunalnych przez dawkowanie osadów ściekowych.* Monografia Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, Vol 32, Rok 2005.
103. **Łyp J., Popławski T., Dąsał K.:** *Prognozowanie zapotrzebowania na letnią moc szczytową krajowego systemu elektroenergetycznego.*
104. **Maciejewski Z.:** *Prognoza krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną do 2012 r.* Polityka Energetyczna, t. 10, z. specjalny, 71-85, 2007.
105. **Mikielewicz J.:** *Domowe mikrośilownie kogeneracyjne.* Rocznik Ochrony Środowiska, Tom 11, Rok 2009.
106. **Malko J.:** *Uwarunkowania polskiej polityki energetycznej.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
107. **Malko J.:** *Globalna i europejska scena energetyczna.* Polityka Energetyczna, t. 10, z. specjalny, 9-21, 2007.
108. **Marzec A.:** *O kontrowersjach wokół emisji gazów cieplarnianych i co z tego wynika dla energii odnawialnej.* Materiały XXIII Konferencji z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Dylematy polskiej polityki energetycznej, Zakopane 2009.
109. *Materiały CEDIGAZ.* [www.cedigaz.com](http://www.cedigaz.com)
110. *Materiały PGNiG.* [www.pgnig.pl](http://www.pgnig.pl)
111. *Materiały WSG Oddział Koszalin. Warsztaty doradztwa techniczno-ekonomicznego.* Koszalin 2004.
112. *Materiały WSG Oddział Koszalin. Program UNIGAZ - Instrukcja obsługi.* Koszalin 2003.
113. **Matkowski A., Budziński Z.:** *Problemy zaopatrzenia w paliwo gazowe Pomorza Środkowego i Zachodniego.* Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Współczesne Problemy Gazownictwa, Koszalin-Kołobrzeg, 89-98, 1996.
114. **Małej J.:** *Bezpieczeństwo energetyczne świata, a ochrona atmosfery.* Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2010.
115. **Mazurkiewicz M., Mokrzycki E., Piotrowski Z., Pomykała R., Uliasz-Bocheńczyk A.:** *Sekwestracja CO<sub>2</sub> i możliwości jego współlokowania w zrobach podziemnych z popiołami.* Przegląd Górniczy nr 11, 42-48, 2005.
116. **Mazurkiewicz M., Piotrowski Z., Tajduś A.:** *Lokowanie odpadów w kopalniach podziemnych. cz. I.* Wyd. CPPGSMiE PAN, Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej nr 5, Kraków 1997.
117. **Mazurkiewicz M., Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E., Piotrowski Z., Pomykała R.:** *Metody separacji i wychwytywania CO<sub>2</sub>.* Polityka Energetyczna, T.8, zeszyt specjalny, 527-538, 2005.

118. **Mazurkiewicz M.:** *Technologiczne i środowiskowe aspekty stosowania stałych odpadów przemysłowych do wypełniania pustek w kopalniach podziemnych.* Zeszyty Naukowe AGH nr 152, Kraków 1990.
119. **Miller U.:** *Praktyczne aspekty spalania biomasy w kotłach rusztowych. Doświadczenia eksploatacyjne.* Rocznik Ochrony Środowiska, Tom 11, Rok 2009.
120. **Męćiewski M.:** *Uwarunkowania ekonomiczne i technologiczne inwestycji w terminal LNG w Polsce.* Materiały konferencyjne pt. Gazociąg czy terminal LNG, dywersyfikacja źródeł dostaw gazu do Polski. Organizator „adventure consulting”, Warszawa 19 stycznia 2006.
121. **Michałowski W. S., Trzop S.:** *Rurociągi dalekiego zasięgu.* Wydawnictwo Fundacji Odysseum, Warszawa 2005.
122. **Mokrzycki E., Ney R., Siemek J.:** *Światowe zasoby surowców energetycznych – wnioski dla Polski.* Rynek Energii, vol. 79, nr 6, 2008.
123. **Molenda J.:** *Gaz ziemny.* Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.
124. *Możliwość funkcjonowania kopalń węgla kamiennego w Polsce w świetle przepisów UE dotyczących zasad świadczenia pomocy państwa dla górnictwa w latach 2002÷2010.* Red. W. Blaschke. Studia Rozprawy Monografie, nr 123. Wyd. IGSMiE PAN. Kraków 2004.
125. **Michalski M.Ł.:** *Światowe zasady energii słonecznej i kierunki ich wykorzystania.* Czysta Energia, nr 12/2006.
126. **Nagy S., Rychlicki S., Siemek J.:** *Stan obecny i ewolucja stosunków gazowych Rosji z Unią Europejską i Polską.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
127. *Natural Gas.* BP Statistical Review of World Energy. www.bp.com, dział Reports and publications, 2006.
128. **Naworyta W.:** *Wpływ uwarunkowań środowiskowych na możliwość racjonalnej gospodarki zasobami złóż węgla brunatnego w Polsce.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
129. **Ney R., Blaschke W., Lorenz U., Gawlik L.:** *Hard coal as a source of clean energy in Poland.* 19<sup>th</sup> World Energy Congress. Sydney – Australia 2004.
130. **Ney R.:** *Ocena zasobów, wydobycia i zużycia węgla kamiennego i brunatnego w Polsce.* Mat. Konf. Przyszłość węgla w gospodarce świata i Polski. PK ŚRE, GIPH, Katowice 2004.
131. **Ney R.:** *The sustainable development of the Polish energy sector.* The 9<sup>th</sup> International Energy Conference ENERGEX'2002, May 19–24, 2002, Krakow, Poland. Plenary Papers, Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2002.
132. **Ney R.:** *Wybrane problemy polityki energetycznej Polski.* Polityka Energetyczna, t. 9, z. 1, 5-32, 2006.

133. **Nieć M.:** *Występowanie rud uranu i perspektywy ich poszukiwań w Polsce.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
134. **Nierada P.:** *Wygrać z rura. LNG w Europie Zachodniej.* Materiały konferencyjne pt. Gazociąg czy terminal LNG, dywersyfikacja źródeł dostaw gazu do Polski. Organizator „adventure consulting”, Warszawa 19 stycznia 2006.
135. **Nikodem W.:** *Kryteria i procesy technologiczne czystej energii węglowej.* Materiały XXIII Konferencji z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Dylematy polskiej polityki energetycznej, Zakopane 2009.
136. **Nowicki M.:** *Uwarunkowania ekonomiczne i technologiczne włączenia Polski do europejskiego systemu przesyłu gazu. Próba porównania projektów rurociągu i terminalu na gaz LNG.* Materiały konferencyjne pt. Gazociąg czy terminal LNG, dywersyfikacja źródeł dostaw gazu do Polski. Organizator „adventure consulting”, Warszawa 19 stycznia 2006.
137. **Nycz R.:** *Aktualny stan przeróbki węgla w Polsce.* Inżynieria Mineralna, Z. 2, 2000.
138. **Obidowicz L.:** *Rozprowadzenie i użytkowanie gazu.* Arkady. Warszawa 1964.
139. *Ograniczenie globalnego ocieplenia do 2°C w perspektywie roku 2020 i dalej.* Komisja Wspólnot Europejskich. KOM(2007) 2, Bruksela 2007.
140. **Olajossy A.:** *Modele matematyczne przepływów nieustalonych w gazociągach. Część 1.* Gaz Woda i Technika Sanitarna nr 2/1985.
141. **Olajossy A.:** *Modele matematyczne przepływów nieustalonych w gazociągach. Część 2.* Gaz Woda i Technika Sanitarna nr 3/1985.
142. **Olkuski T.:** *Straty energii chemicznej w procesach energetycznego wykorzystania węgla kamiennego.* Studia Rozprawy Monografie nr 124. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2004.
143. **Olszowski J.:** *Effects of restructuring of the Polish hard coal industry in 1990÷2004.* Mat. Konf. Przyszłość węgla w gospodarce świata i Polski. PK ŚRE, GIPH, Katowice 2004.
144. *Opracowanie Zespołu Ekspertów powołanego 30 stycznia 2003 r. przez Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej związanego z realizacją postanowień porozumienia podpisanego w dniu 11 grudnia 2002 r. w sprawie restrukturyzacji górnictwa w latach 2003÷2006.* Maj 2003.
145. **Osiadacz A., Zwoliński M., Perlicka-Czaja M.:** *Badania symulacyjne miejskiej sieci gazowej.* Gaz Woda i Technika Sanitarna nr 7/1995, 32-34, 1995.
146. **Osiadacz AJ., Zelman H., Krawczyński T.:** *Pakiet do symulacji statycznej sieci gazowej o dowolnej konfiguracji, SimNetSSV v 1,1.* Gaz Woda i Technika Sanitarna nr 6/1995.

147. **Osiadacz A.J.:** *Simulation and Analysis of Gas Networks*. E&F.N.SPON, London 1987.
148. **Osowski S.:** *Sieci neuronowe do przetwarzania informacji*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
149. **Osowski S.:** *Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym*. WNT, Warszawa 1996.
150. **Ozga-Blaschke U.:** *Parytet importowy węgla koksowego*. Studia, Rozprawy, Monografie nr 100. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2001.
151. **Pawłowska M., Zdeb M.:** *Porównanie efektywności mikrobiologicznego odsiarczania biogazu w bioskruberach i biofiltrach z warstwą nawadnianą*. Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk. Vol. 58, Tom 1, Rok 2009.
152. **Paskowska M.:** *Potencjał techniczny i opłacalność wykorzystania energii wiatru w Polsce*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
153. **Paszcz H., Białas M.:** *Pomoc publiczna dla górnictwa węgla kamiennego – przegląd oraz zagrożenia i perspektywy po 2010*. Materiały XXIII Konferencji z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Dylematy polskiej polityki energetycznej, Zakopane 2009.
154. **Pawłowski A., Dołęga J.M., Czartoszewski J.W., Skowroński A.:** *Człowiek – technika – ekofilozofia. Ochrona środowiska społeczno-przyrodniczego w filozofii i ekologii*. Wydawnictwo Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Warszawa 2001.
155. **Pawłowski A.:** *Rola nauk społecznych i filozofii w kształtowaniu koncepcji zrównoważonego rozwoju*. Problemy Ekorozwoju Vol. 3, No. 1, 2008.
156. **Pawłowski A.:** *Rozwój zrównoważony. Idea, filozofia, praktyka*. Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, Vol. 51, 2008.
157. *Perspektywy rynku wewnętrznego energii elektrycznej i gazu*. Komisja Wspólnot Europejskich. KOM(2007)841, Bruksela 2007.
158. **Petrozolin W.:** *Projektowanie sieci wodociągowych*. Arkady, Warszawa 1974.
159. **Piecuch T.:** *Praktische anwendung der pyrolyse bei der verwertung von abfallen pyrolytische verwertungseinrichtung vom Typ WPS*. Montanuniversitat Leoben (Austria). Monographie, Programm SOCRATES-ERASMUS 2002.
160. **Piecuch T.:** *Termiczna utylizacja odpadów – wdrażać czy nie?* Monografia. Wydawca
161. **Piecuch T.:** *Termiczna utylizacja odpadów i ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 1998.



162. **Piecuch T.:** *The Pyrolytic Convective Waste Utiliser*. Kluwer Academic/Plenum Publisher – Environmental Science Research – Volume 58, New York, 91-5-102, 2000.
163. **Piecuch T., Dąbek L., Juraszka B.:** *Spalanie i piroliza odpadów oraz ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin*. Podręcznik Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2002.
164. **Piecuch T., Dąbrowski T., Hryniewicz. T., Żuchowski A.W:** *Polish Made Pyrolytic Convective Waste Utilizer of WPS Type. Structure, Principle of Operation and Evaluation Problem of Residue Management After Thermal Waste Utilization*. Journal of Solid Waste Technology and Management, Vol. 26, Nos 3&4, 168-186, 1999.
165. **Piecuch T., Dąbrowski T., Piekarski J., Dąbrowski J.:** *Energietyczeskoje ispolzowanije otchodow organiczieskoj chimii – czastj I*. Kwartalnik GAZinform, 2/2007, 74-77, Sankt-Petersburg 2007.
166. **Piecuch T., Dąbrowski T., Piekarski J., Dąbrowski J.:** *Ispolzowanie otchodow organiczieskoj chimii dla proizwodztwa piroliznogo gaza*. Inżynieryjne sistemy. Nauczno-techniczo Żurnał, No 3 (36), 66-71, 2008.
167. **Piecuch T., Dąbrowski T., Piekarski J., Dąbrowski J.:** *Tiechnologija proizwodztwa piroliznogo gaza*. Kwartalnik GAZinform, Sankt-Petersburg, 3/22, 45-47, 2008.
168. **Piecuch T., Piekarski., Dąbrowski T., Dąbrowski J.:** *Energietyczeskoje ispolzowanije otchodow organiczieskoj chimii - czastj II*. Kwartalnik GAZinform, Sankt-Petersburg, 3/2007, 80-81, 2007.
169. **Piecuch T.:** *Wirtschaftliche aspekte der thermalen abfallverwertung*. Montanuniversitat Leoben (Austria). Monographie, Programm SOCRATES-ERASMUS. 2002.
170. **Piecuch T.:** *Spalanie -jako metoda termicznej utylizacji odpadów – zalety i wady*. Energia odnawialna na Pomorzu Zachodnim. Wykorzystanie energii odnawialnej – szanse i zagrożenia. Fundacja Rozwoju Pomorza Zachodniego. Szczecin, 197-209, 2007.
171. **Piecuch T.:** *Termiczna neutralizacja, likwidacja i utylizacja odpadów*. Rozwój energii odnawialnej na Pomorzu Zachodnim. Fundacja Rozwoju Pomorza Zachodniego. Szczecin, 301-314, 2004.
172. **Piecuch T.:** *Zarys metod termicznej utylizacji odpadów*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2006.
173. **Piontek B.:** *Teoretyczny model rozwoju zrównoważonego i trwałego*. Rocznik Ochrony Środowiska, Tom. 2, rok 2000.
174. **Piontek F., Piontek B.:** *Najlepsze dostępne techniki (BAT) i mnożnik cztery dla zapewnienia ochrony środowiska*. Rocznik Ochrony Środowiska, Tom. 4, Rok 2002.

175. **Piontek F., Piontek B.:** *Wzrost gospodarczy a zrównoważony rozwój środowisko, mierniki, efektywność, współzależność i strategie wdrożenia.* Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej Nr 15, Seria Inżynierii Środowiska, 1999.
176. **Piontek F.:** *Koncepcja mnożnika cztery wyzwaniem dla ekonomii i techniki.* Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej Nr 20. Seria Inżynierii Środowiska, 2001.
177. **Piontek F.:** *Metodyka oceny efektywności wydatkowania ekologicznych funduszy celowych.* Rocznik Ochrony Środowiska, Tom. 1, 1999.
178. **Piontek F.:** *Znaczenie narzędzi ekonomiczno-prawnych i rozwiązań organizacyjnych dla wdrożenia rozwoju zrównoważonego.* Rocznik Ochrony Środowiska Tom. 2, 2000.
179. **Piwowski A.:** *Innowacyjna technologia wyładunku metanowca bez udziału lądowego terminala importowego LNG jako sposób na przyspieszenie dywersyfikacji źródeł i kierunków dostaw gazu ziemnego dla Polski.* Konferencja LNG 4-5 kwiecień 2006, Warszawa 2006.
180. *Plan dostępu do zasobów węgla kamiennego w latach 2004÷2006 oraz plan zamknięcia kopalń w latach 2004÷2007.* Ministerstwo Gospodarki i Pracy. Wersje z 30.07.2004 i z 7.09. 2004.
181. *Plan działania na rzecz racjonalizacji zużycia energii.* Komisja Wspólnot Europejskich. KOM(2006)545, Bruksela 2006.
182. PN EN 1473 *Instalacja i armatura do ciekłego gazu ziemnego-Projektowanie instalacji nabrzeżnych.*
183. *Podziemne składowanie CO<sub>2</sub> w Polsce w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodonośnych).* Praca zbiorowa pod red. R. Tarkowskiego. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 2005.
184. *Polityka energetyczna Polski do 2025 roku.* Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 4 stycznia 2005 roku. Ministerstwo Gospodarki i Pracy. Zespół do spraw polityki energetycznej, 2006.
185. *Inżynieria środowiska w wydobywaniu, przekształcaniu i użytkowaniu zasobów ziemi.* Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk. Vol. 10, Rok 2002.
186. *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku.* Ministerstwo Gospodarki. Projekt – wersja 3.2 z dnia 10.09.2007.
187. *Polityka paliwowo – energetyczna.* Główny Urząd Statystyczny, 1993÷2002.
188. Polska Norma PN–C–04761: 2002 *Gaz ziemny ocena jakości.*
189. Polska Norma PN–C–04750: 2000 *Paliwa gazowe. Klasyfikacja, oznaczenia i wymagania.*
190. Polska Norma PN–C–04752: 2000 *Gaz ziemny. Jakość gazu w sieci przesyłowej.*

191. Polska Norma PN–C–04753 *Gaz ziemny. Jakość gazu dostarczanego odbiorcom z sieci rozdzielczej*
192. Polska Norma PN–M–34502: 1990 *Gazociągi i instalacje gazowe. Obliczenia wytrzymałościowe.*
193. **Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A.** *Raport roczny 2004.* Wydawnictwo Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S. A., Warszawa 2005.
194. **Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A.** *Raport roczny 2006.* Wydawnictwo Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S. A., Warszawa 2007.
195. **Ptak M., Kasztelewicz Z.:** *Procedura oceny oddziaływania na środowisko w górnictwie odkrywkowym.* Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Tom 25, Zeszyt 3, 2009.
196. **Pope L.T., Towler B.F.:** *New Equation for Friction-Factor Approximation Developed.* Oli&Gas Journal, 4/1994, 55-58, 1994.
197. **Popławski T., Dąsał K., Lyp J.:** *Długoterminowa prognoza mocy szczytowej dla KSE.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
198. *Program restrukturyzacji przemysłu koksowniczego w Polsce.* 2000.
199. **Pytel G.:** *Wykorzystanie doświadczeń spółek z udziałem Skarbu Państwa w realizacji projektu LNG. Budowa modelu dywersyfikacji i uczestnictwa w międzynarodowym rynku gazem.* Materiały konferencyjne pt. Gazociąg czy terminal LNG, dywersyfikacja źródeł dostaw gazu do Polski. Organizator „adventure consulting”, Warszawa 19 stycznia 2006.
200. **Pytel J.:** *Wykorzystanie i wystarczalność zasobów węgla kamiennego w Polsce.* VII Górnictwo Forum Dyskusyjne. Problemy krajowej gospodarki paliwowo-energetycznej. ZG SITG, 2004.
201. **Radović U.:** *Zanieczyszczenia atmosfery. Źródła oraz metodyka szacowania wielkości emisji zanieczyszczeń.* Wyd. Centrum Informatyki Energetyki, Warszawa, 162, 1997.
202. **Rak J.:** *Istota ryzyka w funkcjonowaniu systemu zaopatrzenia w wodę.* Oficyna wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2004.
203. **Rak J., Kucharski B.:** *Poważne awarie – przeciwdziałanie i reagowanie.* Gaz Woda i Technika Sanitarna, nr 11/2003, 398-400, 2003.
204. **Raywer A., Kaczmarek K.:** *Wykrywanie nieszczelności w systemie transportu gazu.* Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 1/1991, 2-5, 1991.
205. **Raywer A., Kaczmarek K.:** *Wykrywanie nieszczelności w systemie transportu gazu.* Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 3/1991, 67-72, 1991.
206. **Raywer A., Kaczmarek K.:** *Wykrywanie nieszczelności w systemie transportu gazu.* Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 2/1992, 34-41, 1992.
207. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z 30 lipca 2001 w sprawie wprowadzania do powietrza substancji zanieczyszczających z procesów technologicznych i operacji technicznych. Dz. U. Nr 87, poz. 957, 24.08.2001.

208. Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 14 listopada 1995r dotyczącego warunków technicznych, którym powinny odpowiadać sieci gazowe. Dz.U. nr 139/95 poz. 686
209. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji. Dz.U. Nr 260, poz. 2181 z 2005.
210. Rozporządzenie Rady (UE) nr 1407/2002 z dnia 23.07.2002 r. w sprawie pomocy państwa dla przemysłu węglowego. OJ.L.205.
211. **Ruhrgas AG:** *The History of the World's Gas Industry*. World Gas Yearbook 1995.
212. **Rychlicki S., Siemek J.:** *Gaz ziemny w strategii bezpieczeństwa energetycznego Europy i Polski – stan aktualny i perspektywy*. Polityka Energetyczna, t. 10, z. Specjalny, 47-70, 2007.
213. **Rymczyk C.:** *Mechanika ośrodków ciągłych*. PWN. Warszawa 1993.
214. **Rzadkowski J.:** *Zagadnienia polityki ubezpieczeń w zarządzaniu ryzykiem rurociągów dalekosiężnych*. Konferencja BUDiN 2001. pt. Zarządzanie Procesem Inwestycyjnym w Budownictwie. Szklarska Poręba listopad-grudzień 2001.
215. **Sablik J., Wawrzynkiewicz W.:** *Wpływ siarki organicznej na jakość węgla energetycznych*. Inżynieria Mineralna v. 2, nr 1, 11-21, 2001.
216. **Schiffer H-W.:** *Long-term security in energy supplies – The contribution of coal*. Mat. Konf. Przyszłość węgla w gospodarce świata i Polski. PK ŚRE, GIPH, Katowice 2004.
217. **Schwab H., Kretschmar H.J.:** GWF – Gas/Erdgas nr 1/1992, 25-31, 1992.
218. **Sedding H.:** *Kombination eines blockheizkraftwerkes und einer expansionsmaschine zur erdgasentspannung betreibserfahrungen*. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Współczesne Problemy Gazownictwa, Koszalin-Kołobrzeg czerwiec 1996, 140-163, 1996.
219. Shell International Petroleum Maatschappij and Kaninklijke/Shell Exploartien Productie Laboratorium, 1990 Carbon dioxide disposal from coal based combined cycle power station indepleted gas fields in Netherlands. Publikatierooks Lucht nr 91, Ministry of Housing, Physical Planning and Environment, Air Directorate, Leidschenhan, 1990.
220. **Siebert H., Isermann R.:** *Leckuberwachung und Lokalisierung bei Pipelines durch on-lin Korrelation mit einen Prozesrechnes*. Regelungstechnik nr 3/77, 69-74.
221. **Siebert H.:** *Dynamisch Leckuberwachung bei Pipelines*. Erdol Erga Kohle.
222. **Siewierski A.:** *Raport Roczny 1996. Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo*. Wydawca Zarząd Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa, Warszawa 1997.
223. **Siewierski A., Paluszkiewicz J.:** *Raport Roczny 1993. Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo*. Wydawca Zarząd Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa Warszawa, 1994.

224. **Siewierski A., Paluszkiewicz J.:** *Raport Roczny 1994. Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo*. Wydawca Zarząd Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa, Warszawa 1995.
225. **Smelser S.C., Stock R.M., Cleary M.C., Booras G.S., Stuart R.J.:** *Engineering and economic evaluation on CO<sub>2</sub> removal from fossil-fuel-fired power plants. Vol. 1: Pulverized Coal-Fired Power Plants*. EPRI IE – 7365, 1991.
226. **Stos K.:** *Strategia a długofalowy rozwój przedsiębiorstwa energetycznego*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 1, Kraków 2009.
227. *Strategia prywatyzacji sektora górnictwa węgla kamiennego*. Ministerstwo Skarbu Państwa. 2004.
228. **Strupczewski A.:** *Program rozwoju energetyki jądrowej w Polsce a zapotrzebowanie w paliwa rozszczepialne z zasobów krajowych*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
229. **Strzelec-Łobodzewska J.:** *Dylematy polskiej polityki energetycznej czyli wybrane problemy do rozwiązania*. Materiały XXIII Konferencji z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Dylematy polskiej polityki energetycznej, Zakopane 2009.
230. System IGZOP/M.
231. **Szafański B.:** *Irak – szansą Polski na dywersyfikację źródła gazu ziemnego*. Materiały konferencyjne pt. Gazociąg czy terminal LNG, dywersyfikacja źródeł dostaw gazu do Polski. Organizator „adventure consulting”, Warszawa 19 stycznia 2006.
232. **Szkarowski A.:** *Technologia redukcji emisji NO<sub>x</sub> metodą dozowanego skierowanego balastowania płomienia*. Rocznik Ochrona Środowiska, Tom 3. Rok 2001, 53-73, 2001.
233. **Szkarowski A.:** *Zasady obliczeń zdławienia NO<sub>x</sub> metodą dozowanego skierowanego wtrysku balastu wodnego*. Rocznik Ochrona Środowiska. Tom 4. Rok 2002, 365-378, 2002.
234. **Szkarowski A., Kadel V.:** *Interrelation of a global and local level of analysis in environment protection*. PLE A 2002. Design with the Environment. Proceeding of the 19<sup>th</sup> International Conference. Toulouse, France, 657-660, 2002.
235. **Szkarowski A., Maliszewska A.:** *Optymalizacja spalania paliwa poprzez regulowany poziom niedopału chemicznego*. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska nr 22, Seria Inżynieria Środowiska, 545-553, 2005.
236. **Szkarowski A., Nowikow O., Okatjew O., Kociergin M.:** *Intelektualny system sterowania jakością spalania paliwa*. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska nr 22, Seria Inżynieria Środowiska, 117-126, 2003.
237. **Szymański J.:** *Hydraulika*. PWSZ, Warszawa 1969.

238. **Szymczak J.:** *Czy dywersyfikacja dostaw gazu ziemnego do Polski przy - użyciu LNG przegra z polityką?* Rynek gazu 2006. Pod redakcją Kapronia H. Kazimierz Dolny 21-23 czerwca 2006. Wydawnictwo KAPRIT. Lublin, 21-35, 2006.
239. **Tańczyk M., Warmuziński K., Jaschik M.:** *Wydzielanie wodoru z mieszanin gazowych powstałych w procesie wysokotemperaturowej konwersji gazu koksowniczego.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
240. **Tarkowski R., Uliasz-Misiak B.:** *Możliwości podziemnego składowania CO<sub>2</sub> w Polsce w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodonośnych).* Przegląd Geologiczny z. 12, 25-29, 2002.
241. **Tarkowski R., Uliasz-Misiak B.:** *Podziemne magazynowanie dwutlenku węgla.* Przegląd Geologiczny z. 5, 402-409, 2003.
242. **Tarkowski R.:** *Geologiczna sekwestracja CO<sub>2</sub>.* Studia Rozprawy Monografie nr 132. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2005.
243. **Tarłowski J.:** *Uwarunkowania technologiczne i inwestorskie budowy terminalu LNG. Doświadczenia światowe oraz ocena projektu polskiego.* Materiały konferencyjne pt. Gazociąg czy terminal LNG, dywersyfikacja źródeł dostaw gazu do Polski. Organizator „adventure consulting”, Warszawa 19 stycznia 2006.
244. *Termochemiczne przetwórstwo węgla i biomasy.* Praca zbiorowa pod red. M. Ściążko i H. Zielińskiego. Wyd. ICHPW i IGSMiE PAN, Zabrze-Kraków, 2003.
245. **Thambimuthu K. i in.:** *CO<sub>2</sub> capture and reuse.* Proceedings of IPCC Workshop Carbon Capture and Storage. Regina 2002.
246. **Tokarzewski J., Bednarski R.:** *Perspektywy rozwoju gazownictwa w Polsce do 2010 r.* Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Współczesne Problemy Gazownictwa, Koszalin-Kołobrzeg, 1-34, 1996.
247. **Tomczyk P.:** *Szanse i bariery rozwoju energetyki wodorowej.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
248. **Trzaskuś-Żak B.:** *Ocena wpływu wewnętrznej struktury taryf na końcową cenę gazu ziemnego.* Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Rok 2009.
249. *Traktat Akcesyjny.* Dziennik Ustaw nr 90 z kwietnia 2004.
250. **Troskoleński A.T.:** *Hydromechanika.* WNT, Warszawa 1969.
251. **Trzop S.:** *Wybrane zagadnienia z konstrukcji rurociągów w aspekcie niezawodności ich pracy.* IV Krajowa Konferencja Techniczna pt. Zarządzanie ryzykiem w eksploatacji rurociągów. Płock 2001.
252. **Tuliszka E.:** *Sprężarki, dmuchawy i wentylatory.* WNT, Warszawa 1976.
253. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E., Mazurkiewicz M., Piotrowski Z.:** *Utilization of carbon dioxide in fly ash and water mixtures.* Chemical Engineering Research and Design, Vol. 84, No A9, 843-846, 2006.

254. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E., Mazurkiewicz M., Piotrowski Z.:** *Ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> poprzez mineralną karbonatyzację.* Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska nr 23, Seria Inżynieria Środowiska, 231-244, 2007.
255. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E., Mazurkiewicz M., Piotrowski Z., Pomykała R.:** *CO<sub>2</sub> utilization within ash-water mixtures deposited in underground coal mines.* Carbon Dioxide Sequestration in Geological Media – State of the Science. AAPG Studies in Geology No. 59, 2008.
256. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E., Piotrowski Z., Pomykała R.:** *Składowanie CO<sub>2</sub> z zawiesinami popiołowo-wodnymi pod ziemią.* Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 142, 2007.
257. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E.:** *Emissions from the Polish power industry.* Energy vol. 34, no. 12, 2370-2375, 2007.
258. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E.:** *Fly Ashes from Polish Power Plants and Combined Heat and Power Plants and Conditions of their Application for Carbon Dioxide Utilization.* Chemical Engineering Research and Design Vol. 84, No A9, 837-842, 2006.
259. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E.:** *Przegląd możliwości utylizacji diltlenku węgla.* Rocznik AGH, Wiertnictwo, Nafta, Gaz, 22/1, 373-378, 2005.
260. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E.:** *Gospodarka pierwotnymi nośnikami energii w Polsce a ochrona środowiska przyrodniczego.* Rocznik Ochrony Środowiska. Tom 11, Rok 2009.
261. *Ustawa o stanie kłesk żywiolowych z dnia 18 kwietnia 2002r.* Dz.U. nr 62 poz. 558 z dnia 22.05.2002r.
262. *Ustawa Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27.04.2001r.* Dz.U. nr 62 poz 627 Rozdział IV. Poważne awarie.
263. **Versteeg M.F.:** *External Safety Police In Netherlands. An Approach to Risk Management.* Technical Committee of Status, Experience and Future Prospects for the Development of Probabilistic safety Criteria, Wiedeń 1986.
264. **Von Roli – Departament Rollmaplast:** *Druckverlust und Strömungsgeschwindigkeit beim isothermen Gastransport in Rollmaplast-Rohrleitungen aus HDPE/MDPE.* Subingen (Schweiz).
265. **Wachowska H., Kozłowski M., Pietrowski M.:** *Analiza form siarki w polskich węglach kamiennych.* Karbo–Energochemia–Ekologia nr 6, 199-204, 1996.
266. **Walden H., Piekarski M.:** *Analiza i weryfikacja doświadczalna wybranych wzorów na obliczanie gazociągów przesyłowych.* Gaz Woda i Technika Sanitarna nr 9/1999, 211-21, 1999.
267. **Walden H., Stasiak J.:** *Mechanika cieczy i gazów.* Arkady, Warszawa 1968.
268. **Weiss L., Jurga T.:** *Inwestycje budowlane.* Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 1999.

269. **Wilk K.:** *Badania dyfuzyjnych palników gazowych*. Monografia, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 785/1984.
270. **Wilk K.:** *Energetyka a środowisko naturalne*. V konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona powietrza - zmniejszenie zanieczyszczeń”, Organizator SliTPCh Gliwice, Ustroń – Jaszowiec, maj 1998.
271. **Wilk K.:** *Teoretyczno-doświadczalny model procesu spalania w dyfuzyjnym płomieniu gazowym*. III Konferencja „Problemy Badawcze Energetyki Ciepłej”, tom II, Warszawa 1997.
272. **Wong S., Gunter W.D., Law D., Mavor M.J.:** *Economics of the flue gas injection and CO<sub>2</sub> sequestration in coalbed methane reservoirs*. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies. Ed. Williams D., Durie B., Mc Mullan P., Paulson C., Smith A., Collingwood, Australia CSIRO, 2001.
273. *World Energy Investment Outlook 2003 Insights*.
274. **Wróblewski Z., Czaplński Z.:** *Wykrywanie uszkodzeń izolacji gazociągu*. IGNiG, Kraków 1988.
275. [www.bp.com](http://www.bp.com)
276. **Zajda R.:** *Schematy obliczeniowe gazociągów*. Wydawnictwo Centrum szkolenia Gazownictwa w Warszawie, 2001.
277. **Zamorowski K.:** *Możliwości redukcji emisji tlenków azotu w spalinach kotłowni energetycznych*. Energetyka nr 2, 85-90, 1998.
278. **Zarzycki R. i in.:** *Energia z odpadów*. Komisja Ochrony Atmosfery Oddział w Łodzi Polska Akademia Nauk, Łódź 2008.
279. *Zielona Księga Europejska – strategia na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii*. Komisja Wspólnot Europejskich. KOM(2006)105, Bruksela 2006.
280. *Zrównoważona produkcja energii z paliw kopalnych: cel – niemal zerowa emisja ze spalania węgla po 2020*. Komisja Wspólnot Europejskich. KOM(2006)843, Bruksela 2006.
281. **Żmijewski K.:** *Harmonogram Programu Energetyki Jądrowej w Polsce*. Polityka Energetyczna, Tom 12, Zeszyt 2/2, Kraków 2009.
282. **Żuchowicki A.W., Janusz P., Fijałkowski N.:** *Analiza rozbiorów gazu na podstawie wydobywania i dystrybucji gazu przez P.P.U. PETRICO w Karlinie*. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Nr 19, Seria Inżynieria Środowiska, 43-48, 2000.
283. **Żuchowicki A.W., Janusz P., Fijałkowski N.:** *Analiza awaryjności sieci gazowej w Koszalinie oraz charakterystyka metod polepszających jej niezawodność*. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Nr 19, Seria Inżynieria Środowiska, 32-41, 2000.



284. **Żuchowicki A.W., Twardowska W., Gajdecki A., Kuczyński W.:** *Problemy miejskiej gazyfikacji niedużych miast na wybrzeżu Bałtyckim Problemy miejskiej gazyfikacji i niebolszych miast na Pobrzeżu Bałtyckiego* *Mona*. Międzywzowskiy tematyczny zbiór prac LISI - Sankt Petersburg, 88-95, 1993.
285. **Żuchowicki A.W., Usidus D.:** *R.B.M. jakość i bezpieczeństwo w instalacjach gazowych*. Pismo Polskiej Korporacji Techniki Sanitarnej, Grzewczej, Gazowej i Klimatyzacji Nr 5, 28-30, 1997.
286. **Żuchowicki J.:** *Problemy zaopatrzenia w gaz ziemny jednostek osadniczych na terenie Polski*. Rozprawa doktorska, Koszalin 2009.
287. **Żuchowicki W., Majewicz K., Twardowska W.:** *Biogaz – alternatywne źródło energii*. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Współczesne Problemy Gazownictwa Koszalin-Kołobrzeg, 205-213, 1996.

## **Conditions and Forecast of Poland's Energy Safety for the period 2010-2110**

### **Abstract**

Each country's energy safety is one of the main factors of its proper functioning as a cohesive form which is called a state. Energy safety is especially important for the states located in the geographic areas where it is cold during long periods. Energy safety of Poland is not only a continuous supply to our factories and homes of electricity and heat, but also widely understood means of transport, which also, and perhaps mainly, absorb enormous amount of energy.

Explicit defining of the concept of energy security is difficult to formulate, because a fundamental question must be first answered: in what regard the amount of partial generally understood energy delivered to keep the needs of Poland is yet sufficient, though minimal, but assuring Poland's safety – to the level of so-called appropriate balance that is complete. **For today a conventional definition of energy safety in Poland may be used: three independent lines of oil and gas supplies assure energy safety.**

At present it is impossible to assure the energy safety of Poland as an independent safety, dependent only on own energy raw materials, so-called classic (gas, oil, coal) assisted with non-conventional sources like wind energy, water, solar energy and energy from biomass.

Poland has to base its energy safety on community of European Countries clustered in the European Union as a future, single, big European Country of different nations, a kind of United States of Europe.

It must be assumed that depleting of the Polish gas, oil and coal deposits, is proportional to depleting these raw materials in the world, but of course it can never be ruled out that still new deposits will be found, economically for their exploitation.

Poland as a member of the European Union has to build first nuclear power plant until 2023, which will relieve the decreasing capacity of existing coal-fired and gas power plants. The second nuclear power plant Poland must build no later than 2037, and a third one to 2090.

At the same time, it is crucial to start immediately research programs concerning development of as cheap as possible (although it will always be expensive) technology for hydrogen production and storage, so that gradually from about 2025 in Poland next to gas stations, hydrogen stations were established for gradually appearing greater numbers of cars on hydrogen.

During next decade (2010-2020) Poland should also, as far as resources permit, build at least two hydroelectric plants on the right bank of the Vistula river, assuming that the electricity from hydroelectric plants will always be approximately in the range of about 10% of power needed by Poland. Construction of small and medium-sized hydroelectric power plants should also be promoted from the local authorities and private funds.

It is also essential to promote non-conventional energy sources such as wind energy and solar energy, but keeping in mind that in the Polish climate zone you cannot count on the full continuity and stability of supply from these sources. Such source can make up a supplement electricity supply for rural, less populated, less exploited areas, such as certain areas of Pomerania or areas of North-East where the climate is more continental. It might be predicted that, from such sources, Poland will not receive more than 3.5% (4%) of the required energy in the energy balance.

It appears to be questionable, planning in any strategic aspect of energy from widely understood biomass, but in rural, low urban areas having wastelands can make use of energy crops (willow), but only as an ad hoc solution. Relatively low calorific value of such plants and huge problems with the cultivation, care, collection and re-sowing, allow to conclude that willow will not be the fuel of the future. Sewage sludge are also low in energy and give a particularly harmful emissions into the atmosphere and smell.

However production of so-called biofuel from rape should be further developed, so that rape oil could at least partially complement the lack of oil, which will be in the near future, the most scarce resource of classical energy.