

CZY OZE SĄ KONKURENCYJNE DLA ŹRÓDEŁ KONWENCJONALNYCH

Agnieszka Wantuch¹, Mirosław Janowski²

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki, ²AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Surowców Energetycznych

Streszczenie. Energetyka stanowi kluczowy czynnik rozwoju gospodarki, decyduje o jakości życia teraz i w przyszłości. W energetyce, podobnie innych gałęziach przemysłu, zasadniczymi czynnikami są ekonomia i ekologia. W ostatnich latach kładzie się szczególny nacisk na produkcję energii elektrycznej w oparciu o źródła odnawialne. Czy jednak rzeczywiście są one opłacalne bardziej niż źródła konwencjonalne, bo na pewno nie ma wątpliwości, że są niewyczerpalne i ekologiczne. Celem artykułu jest przedstawienie analizy ekonomicznej efektywności różnych źródeł energii.

Słowa kluczowe: OZE, koszty energii elektrycznej

WHETHER RES ARE COMPETITIVE FOR CONVENTIONAL SOURCES?

Abstract. Energy is a key factor in the development of the economy, determines the quality of life now and in the future. Just like in other industries, an important factor is the economy and ecology. In recent years, puts particular emphasis on the production of electricity based on renewable sources (RES). Certainly they are inexhaustible and organic, but if they are indeed more profitable than conventional sources. The aim of this article is to present an analysis of the economic efficiency of different energy sources.

Keywords: RES, costs of electrical energy

Wstęp

Energia elektryczna jest wytwarzana na drodze przemiany innych rodzajów energii (chemiczna, cieplna, mechaniczna). Podstawowymi źródłami energii elektrycznej na świecie są: źródła konwencjonalne (paliwa kopalne), energia jądrowa i odnawialne źródła energii (OZE). Wykorzystywanie OZE w znacznym stopniu zmniejsza szkodliwe oddziaływanie energetyki na środowisko naturalne, m.in. poprzez ograniczenie emisji szkodliwych substancji, jak np. gazy cieplarniane. W polityce krajów członkowskich UE wzrost udziału OZE w ogólnym bilansie paliwowo-energetycznym zapisano w [4, 10] i jest on jednym z podstawowych i strategicznych celów. Najważniejsze cele i zadania polskiej strategii energetycznej sformułowano w [9].

Projekt rozwoju elektrowni w Krajowym Systemie Energetycznym (KSE) został oparty na założeniu, że bezpieczeństwo dostaw energii pierwotnej w warunkach polskich zapewniają [3]:

- węgiel brunatny i kamienny,
- energia biomasy, po odpowiednim rozwoju rynku tego paliwa w Polsce,
- energia wody,
- energia wiatru,
- energia jądrowa, pod warunkiem rozwiązania problemu zapewnienia dostaw tego paliwa do elektrowni przez cały okres cyklu ich eksploatacji oraz problemu przerobu i przechowywania odpadów.

1. Źródła energii odnawialnej

Energia odnawialna to energia uzyskiwana z naturalnych, cyklicznych lub quasistałych procesów przyrodniczych. Stanowi ona alternatywę paliw kopalnych. Istnieją różne sposoby klasyfikacji OZE. Światowa Rada Energetyczna wyróżnia następujące energie odnawialne i ich źródła: energię wód, energię wiatru, energię słoneczną, energię geotermalną, energię z biomasy oraz energię mór i oceanów (fal, pływów, prądów, różnicy stopnia zasolenia i różnicy temperatur).

1.1. Energia wody

Wykorzystywana jest energia potencjalna wody przepływającej z zbiornika położonego wyżej do niższego (elektrownie zbiornikowe, pompowe) lub woda przepływająca rzeką (elektrownie przepływowe). Produkcja hydroenergii jest niedroga i długofalowa, a wpływ na środowisko elektrowni wodnych jest minimalny. Te zalety powodują, że pozostanie ona ważnym źródłem energii również w przyszłości.

W marginalny sposób energia elektryczna jest produkowana przy wykorzystaniu energii pływów morskich, energii falowania morskiego i energii kinetyczna prądów morskich.

1.2. Energia wiatru

Energia kinetyczna wiatru wykorzystywana jest do produkcji energii elektrycznej w turbinach wiatrowych. Na koniec 2011 r. moc farm wiatrowych w Europie wynosiła 92607 MW [8].

Na 2/3 terytorium Polski średnia prędkość wiatru wynosi powyżej 4 m/s, co pozwala na budowę elektrowni wiatrowych.

1.3. Energia słońca

Energia słoneczna – energia promieniowania słonecznego przetworzona na energię elektryczną (fotoogniwa) lub ciepło (kolektory słoneczne). Jest niewyczerpalna, ale charakteryzuje się niewielką koncentracją i okresowym występowaniem. Ilość możliwej do wychwycenia energii słonecznej jest ograniczana przez takie czynniki jak: szerokość geograficzna, pora roku, pora dnia, kąt padania promieni słonecznych. Na wydajność energii słonecznej wpływ ma też zachmurzenie oraz sprawność ogniw fotowoltaicznych.

1.4. Energia geotermalna

Energia geotermalna – ciepło uzyskiwane z wnętrza Ziemi w postaci gorącej wody lub pary wodnej. Energia ta jest wykorzystywana bezpośrednio, jako ciepło grzewcze dla potrzeb komunalnych i w procesach produkcyjnych w rolnictwie oraz do produkcji energii elektrycznej.

1.5. Energia biomasy

Biomasa stała to organiczny, niekopalny surowiec pochodzenia roślinnego, który może być wykorzystywany jako paliwo do produkcji ciepła lub wytwarzania energii elektrycznej. Głównym paliwem jest biomasa leśna, czyli drewno opałowe. Kolejną grupę stanowi biomasa rolnicza z plantacji przeznaczonych na cele energetyczne, a także odpady organiczne z rolnictwa i ogrodnictwa. Do grupy paliw stałych z biomasy należy także węgiel drzewny.

1.6. Biogaz

Biogaz jest produktem fermentacji beztlenowej związków pochodzenia organicznego, zawierających węglowodany, białko, skrobię, celulozę. Pozyskiwany jest m.in. z biomasy, szczególnie z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych oczyszczalni ścieków i składowisk odpadów (Dz.U. z 2005 r. Nr 261, poz. 2187, z późn. zm.).

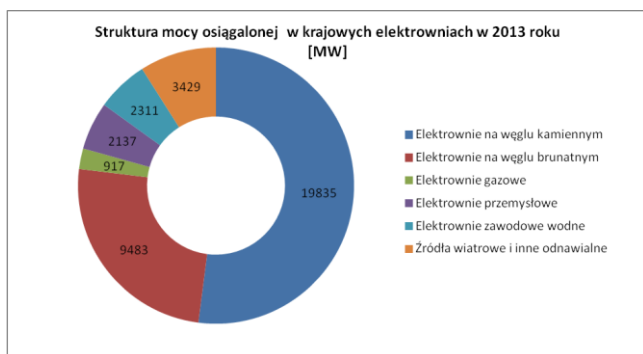
2. Produkcja energii elektrycznej w Polsce

W całym 2013 roku produkcja energii elektrycznej w Polsce wyniosła 162 501 GWh, co oznacza, że była większa o 1,66% niż w analogicznym okresie 2012. Natomiast zużycie energii elektrycznej w Polsce w pierwszych jedenastu miesiącach 2013 wyniosło 157 980 GWh, co oznaczało zapotrzebowanie o 0,62% większe niż w tym samym okresie 2012 [6]. Ponadto spadła produkcja energii w elektrowniach na węgiel kamienny i brunatny oraz w elektrowniach gazowych, wzrosła natomiast o 131,7% w elektrowniach wiatrowych. Mimo tak dużego wzrostu jest on niewielki w skali bilansu całego polskiego rynku energetycznego. Zmiany w polskiej elektroenergetyce na przełomie ostatnich lat przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wielkości charakteryzujące polską elektroenergetykę w latach 2011-2013 [6]

Wyszczególnienie	Jednostka	Lata		
		2011	2012	2013
Zużycie energii elektrycznej ogółem	GWh	158306	157013	157 980
Moc zainstalowana na koniec roku	MW	37010	37720	38112
Maksymalne zapotrzebowanie mocy	MW	24780	25845	24761

Strukturę mocy, osiągalnej z różnych źródeł energii, w krajowych elektrowniach w 2013 roku przedstawiono na rysunku 1. Jak widać, wciąż „królują” węgiel – przeszło 75% mocy.



Rys. 1. Struktura mocy osiągalnej w elektrowniach krajowych 31.12.2013 [6]

Należy jednak zwrócić uwagę, że struktura produkcji energii przez poszczególne źródła różni się od struktury mocy zainstalowanej. Jeśli w przypadku energetyki zawodowej współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej elektrowni jest relatywnie wysoki i wynosi ok. 70%, to dla elektrowni wiatrowych jest to odpowiednio ok. 15% i 25% dla elektrowni onshore i offshore. Dla elektrowni wodnej wielkość ta będzie wynosiła ok. 30%, zaś dla słonecznej fotowoltaicznej ok. 12%. Zatem udział energii wyprodukowanej w farmach wiatrowych i innych OZE jest kilkukrotnie niższy niż by na to wskazywała moc zainstalowana urządzeń, co obrazuje tabela 2.

Tabela 2. Produkcja energii elektrycznej w roku 2012 z podziałem na źródła konwencjonalne i OZE, wg [rocznik statystyczny 2014]

Źródło	Ilość wyprodukowanej energii w roku 2012
Konwencjonalne elektrownie zawodowe	146480 GWh
Odnawialne źródła energii	7841 GWh

Daje to w roku 2012 około 5%, choć oficjalne dane wskazują, że obecnie całkowity (włącznie z energią cieplną, gdzie szczególną rolę odgrywa biomasa) udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi około 10%.

Nie można zapominać o energii geotermalnej, której, jak zapewniają kręgi ją propagujące, jesteśmy „potentatem”. Oczywiście posiadamy w pewnych rejonach dogodne warunki do wykorzystania energii cieplnej górotworu, ale jest to energia niskotemperaturowa. Temperatury na głębokościach ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji rzadko dochodzą do 100°C.

Fakt ten determinuje obecne wykorzystanie energii wód geotermalnych tylko w celach ciepłowniczych. Ponadto zwiększenie wydajności cieplnej otworu geotermalnego jest częstokroć uzyskiwane poprzez połączenie systemu geotermalnego z konwencjonalnym kotłem szczytowym. Uzyskuje się w ten sposób wyższy współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej jednostki geotermalnej, co poprawia parametry ekonomiczne inwestycji i, co dziwo, jej ekologiczne oddziaływanie na środowisko, tzw. emisję unikniętą. Przy energii geotermalnej nie sposób nie zauważyć tak zwanej płytkiej geotermii, czyli wykorzystania niskotemperaturowego ciepła elementów środowiska naturalnego, jak: grunt i górotwór do 100 m p.p.t., wody gruntowe i powierzchniowe oraz powietrze atmosferyczne, jako dolnego źródła ciepła do systemów opartych o pompy ciepła. Lecz jest to właściwie raczej wysokowydajny sposób wykorzystania energii opartej w zasadniczej części o paliwa konwencjonalne.

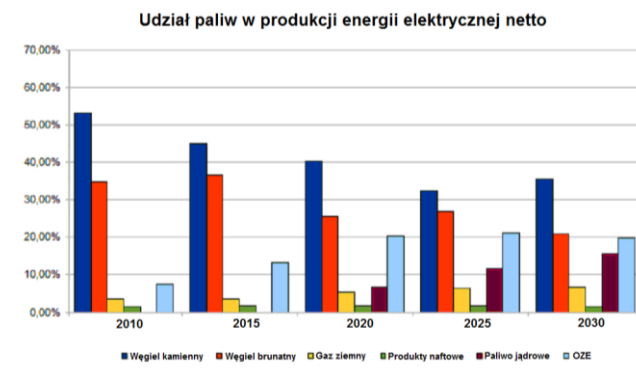
Choć należy podkreślić, że takie systemy grzewcze są na pewno przyszłościowe i znajdują, a właściwie już znalazły, znaczące miejsce w ogrzewnictwie. Istnieją również sposoby wytwarzania energii elektrycznej przy wykorzystaniu niskotemperaturowych wód geotermalnych. Są to metody drogie mało efektywne i sprawdzają się przy wystąpieniu szczególnie sprzyjających warunków geologicznych, klimatycznych, gospodarczych i infrastrukturalnych. W Polsce są na razie tylko prowadzone badania nad takim wykorzystaniem energii geotermalnej za pomocą obiegów ORC. Niestety jest to sposób bardzo mało efektywny.

Koszty budowy instalacji geotermalnych są bardzo wysokie i są obciążone ryzykiem nie trafienia otworu w odpowiednie warunki geotermalne. Skutkuje to niewielkim zainteresowaniem inwestorów. Znacznie bardziej efektywne jest połączenie wykorzystania ciepła wód geotermalnych z działalnością rekreacyjno balneoterapeutyczną, czego w Polsce mamy coraz więcej przykładów. Niestety w krajowej skali wytwarzania ciepła jest to znikomy udział.

Wzrost zapotrzebowania na energię, uzależnienie dostaw gazu i ropy naftowej od zewnętrznych producentów oraz zobowiązania kraju w zakresie ochrony środowiska nakazują potrzebę dynamicznych działań, związanych głównie z wdrożeniem „Unijnego pakietu klimatycznego 3×20%”, który zakłada, że do roku 2020 nastąpi:

- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do roku 1990,
- zmniejszenie zużycia energii o 20% w stosunku do prognoz unijnych na rok 2020,
- zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii do 20% całkowitego zużycia UE.

Na rysunku 2 przedstawiono udział wybranych nośników energii w produkcji energii elektrycznej w latach 2010 – 2030.



Rys. 2. Udział nośników energii w produkcji energii elektrycznej netto [1]

Prognozy Ministerstwa Gospodarki wskazują na planowaną w przyszłych latach zmianę nośników energii, z których będzie czerpana energia elektryczna. Rysunek 2 przedstawia szacowany udział poszczególnych źródeł energii w jej produkcji do roku 2030.

3. Rozwój OZE w Polsce

Do 2020 roku obowiązkowy udział energii odnawialnej w zużyciu energii brutto ma wynieść 15%. W Polsce cel ten wspierany jest przez obowiązek zakupu energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych przez przedsiębiorstwa energetyczne oraz zapewnienie w energii sprzedawanej końcowym odbiorcom obowiązkowego udziału energii pochodzącej z OZE [8].

W grudniu 2011 r. Ministerstwo Gospodarki przedstawiło projekt nowej ustawy o OZE, zawierający w mechanizmach wspierających źródła odnawialne m.in. następujące zmiany [8]:

- wprowadzenie nowego mechanizmu kalkulacji opłaty zastępczej oraz stałego okresu otrzymywania świadectwa pochodzenia,
- likwidację mechanizmu określania minimalnej ceny dla obowiązkowego zakupu energii elektrycznej z OZE,
- zróżnicowanie ilości świadectw pochodzenia zależnie od technologii wytwarzania.

Pomimo, iż projekt spotkał się z krytyką przedstawicieli sektora OZE należy podkreślić, że rozwiązania wspierające OZE będą miały zasadnicze znaczenie dla jej rozwoju.

4. Koszty produkcji energii elektrycznej

Choć odnawialne źródła energii są coraz bardziej popularne i bardziej przyjazne dla środowiska niż ich kopalne odpowiedniki, to nasuwa się pytanie, czy są bardziej ekonomiczne?

Cena energii elektrycznej jest jednym z ważniejszych składników kosztów nie tylko przy działalności gospodarczej, ale także w pozycjach kosztowych lokalnych budżetów, czy gospodarstw domowych. Poziom kosztów energii ma szczególny wpływ na konkurencyjność branż energochłonnych.

Przy obliczaniu kosztów wytwarzania energii elektrycznej wyznacza się jednostkowy koszt produkcji. Należy tu uwzględnić cały okres funkcjonowania obiektu, czyli czas budowy i eksploatacji; koszty powinny obejmować poniesione nakłady inwestycyjne, jak również ewentualne koszty związane z likwidacją obiektu oraz koszty eksploatacyjne z kosztami oddziaływania na środowisko. Wszystkie wartości należy sprowadzić do wspólnego momentu czasowego z wykorzystaniem rachunku dyskonta [2].

W 2008 r. Komisja Europejska opublikowała dokument „Second Strategic Energy Review - An EU Energy Security and Solidarity Action Plan”. Jednym z dokumentów roboczych był: „Energy Sources, Production Costs and Performance of Technologies for Power Generation, Heating and Transport”, który zawiera m.in. analizę porównawczą źródeł energii, kosztów wytwarzania i właściwości technologii wytwarzania energii elektrycznej [1]. W opracowaniu tym wyznaczono jednostkowy równoważny koszt wytwarzania energii elektrycznej z następujących zależności [5]:

$$COE = \frac{SCI \cdot (1 + IDC) \cdot CRF}{8760 \cdot LF} + \frac{FOM}{8760 \cdot LF} + VOM + FC + CC + CTS \quad (1)$$

gdzie: *COE* – jednostkowy równoważny koszt wytwarzania energii elektrycznej, w €/ (MW·h); *SCI* – jednostkowe nakłady inwestycyjne na obiekt wytwórczy, w €/MW lub w €/toe; *IDC* – oprocentowanie nakładów inwestycyjnych w czasie budowy obiektu; *CRF* – rata kapitałowa (stopa zwrotu kapitału); *LF* – roczny stopień wykorzystania zdolności wytwórczej obiektu; *FOM* – równoważne roczne stałe koszty eksploatacyjne, w €/MW lub w €/toe; *VOM* – równoważne jednostkowe koszty eksploatacyjne zmienne, w €/ (MW·h) lub w €/toe; *FC* – równoważne jednostkowe koszty paliwa, w €/ (MW·h) lub w €/toe; *CC* – równoważne jednostkowe koszty emisji CO₂, w €/ (MW·h); *CTS* – równoważne jednostkowe koszty transportu i składowania wychwyconego CO₂, w €/ (MW·h).

Wszystkie wartości odnoszą się do mocy zainstalowanej netto w MW lub energii wytwarzanej netto w MWh. Oprocentowanie nakładów inwestycyjnych jest obliczane z uwzględnieniem czasu

budowy obiektu i rozkładu nakładów inwestycyjnych podczas budowy, zaś rata kapitałowa – okresu życia obiektu.

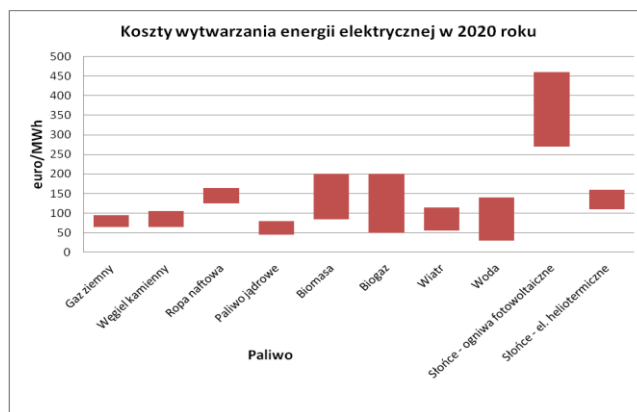
$$IDC = \sum_{k=1}^{CT} W_k (1+r)^{CT-(1-k)} - 1 \quad (2)$$

$$CRF = \frac{d \cdot (1+d)^n}{(1+d)^n - 1}$$

gdzie: *CT* – czas budowy obiektu, *W_k* – względne nakłady inwestycyjne poniesione w roku *k*, *r* – stopa oprocentowania, *CRF* – rata kapitałowa, *d* – rzeczywista (realna) stopa dyskonta, *n* – czas życia obiektu.

Dane przyjęte do obliczeń i wyniki analizy dla UE można znaleźć w [5]. Na przestrzeni najbliższych 15 lat prognozy cenowe pokazują, że zdecydowanie najtańsze będzie paliwo jądrowe – 37-63 euro/toe. Na drugim miejscu plasuje się węgiel – 105-190 euro/toe, natomiast najdroższy będzie gaz ziemny – 320-595 euro/toe.

Koszty wytwarzania energii elektrycznej, szacowane na rok 2020, wskazują, że najtańsza będzie energia z elektrowni jądrowych, który czas eksploatacji wynosi 60 lat. Farmy wiatrowe, pomimo iż „paliwo” mają darmowe, to jednak charakteryzują się wysokimi nakładami inwestycyjnymi na 1 MW, niewielką mocą, niskim stopniem wykorzystania mocy oraz krótkim czasem eksploatacji (zakładany 25 lat).



Rys. 3. Koszty wytwarzania energii elektrycznej w 2020 roku [2]

5. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wykazała, że na rynku energii elektrycznej, energetyka jądrowa jest konkurencyjna w porównaniu z technologiami konwencjonalnymi. Wśród stosunkowo tanich nośników energii plasuje się również węgiel, choć elektrownie węglowe zatruwają środowisko emitowanym do atmosfery CO₂, jak też „produkcją” toksycznych odpadów w postaci żużla, popiołów lotnych oraz emitowanych do atmosfery gazów będących produktem energetycznego spalania węgla. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że emisja CO₂ nie może być wykładnikiem stopnia zagrożenia środowiskowego ze strony danego źródła energii. Po pierwsze nie jest w stu procentach dowiedzione, że antropogeniczne emisje CO₂ w tak znacznym stopniu, jak to się przedstawia, wpływają na zmiany klimatyczne. Po drugie nie wszystkie źródła charakteryzują się emisją CO₂ w trakcie generowania energii, co stawia je ponad źródłami opartymi o procesy spalania paliw zawierających węgiel pierwiastkowy. Nie znaczy to, że ich funkcjonowanie nie jest związane z emisją dyskusyjnego CO₂ na etapie produkcji i utylizacji danego źródła energii, a właściwie jego struktury technicznej. Wynika stąd, że porównanie różnego rodzaju systemów energetycznych pod kątem kosztów środowiskowych jest bardzo skomplikowane i wymagające dogłębnej i szczegółowej analizy na wszystkich etapach „życia” danego systemu energetycznego, włączając w to metody, koszty energetyczne oraz środowiskowe pozyskania paliwa.

Wskazane jest stworzenie systemu realnej oceny rzeczywistego oddziaływania systemów energetycznych na środowisko, bazującego na maksymalnej ilości czynników zagrażających środowisku, nie zaś CO₂ jako wykładni rzeczowego wpływu.

Dopiero po takiej analizie, uwzględniającej szeroko rozumiane koszty środowiskowe zobrazowane w postaci kosztów realnych, można pokusić się o rzeczywistą ocenę kosztów eksploatacji danego źródła energii.

Rzeczą niezaprzeczną jest fakt, że OZE w Polsce są znacznie droższe od konwencjonalnych. Koszty inwestycyjne ww. źródeł na jednostkę zainstalowanej mocy są znacznie wyższe. Jeszcze bardziej jest to wyraziste, gdy odniesiemy koszty do jednostki wytworzonej energii, ze względu na wspomniane wyżej współczynniki wykorzystania mocy. Zdecydowanie najwyższy jednostkowy koszt wytwarzania energii (LCOE) przypadł popularnym obecnie ogniowom fotowoltaicznym [7].

Nie znaczy to, że systemy energetyczne oparte na OZE są z gruntu złe i niepotrzebne. Można znaleźć wiele przypadków, gdzie ich zastosowanie znajduje ekologiczne, a nawet ekonomiczne uzasadnienie. Natomiast trzeba wyraźnie powiedzieć, że farmy wiatrowe czy też fotowoltaiczne nie są jedynym sposobem na poprawienie ekonomii, a nawet ekologii polskiego rynku energetycznego.

Literatura

- [1] Paska J.: *Ekonomia w elektroenergetyce*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2007.
- [2] Paska J.: *Metodyka oceny kosztów wytwarzania energii elektrycznej*, Rynek Energii – kwiecień 2012.
- [3] Zaporowski B.: *Analiza kosztów wytwarzania energii elektrycznej*, Polityka Energetyczna, Tom 11, Zeszyt 1, 2008.
- [4] Biała Księga. *Energia dla Przyszłości. Odnawialne zasoby energii*. Komisja Europejska, Bruksela, 27.11.1997.

- [5] *Energy Sources, Production Costs and Performance of Technologies for Power Generation, Heating and Transport*. COM, 2008, 744.
- [6] *Polskie Sieci Elektroenergetyczne, Raport roczny 2011*, 2012, 2013.
- [7] *Projected Costs of Generating Electricity: 2010 Edition*. IEA/NEA/OECD. June 2010, p. 105.
- [8] *Wpływ energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce*, Raport przygotowany przez Ernst & Young we współpracy z PSEW oraz EWEA, marzec 2012.
- [9] *Założenia polityki energetycznej Polski do roku 2020*. Komitet Ekonomiczny Rady Ministrów, Warszawa 22.02.2000.
- [10] *Zielona Księga. Ku europejskiej strategii bezpieczeństwa energetycznego*. Komisja Europejska, Bruksela, 22.06.2005.
- [11] <http://analizy.inwestio.pl/kryzys-energetyczny/> (22.07.2014).

Dr inż. Agnieszka Wantuch
e-mail: awantuch@agh.edu.pl

Ukończyła studia na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie na Wydziale EAiE na kierunku elektrotechnika. Od roku 2004 zatrudniona na stanowisku asystenta na Wydziale EAiIB w Katedrze Elektrotechniki i Elektroenergetyki. W 2012 roku uzyskała tytuł doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika.



Dr inż. Mirosław Janowski
e-mail: janowski@agh.edu.pl

Ukończył studia na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie na Wydziale MGiH na kierunku maszyny i urządzenia energetyczne. W 1996 roku w Instytucie Kształowania i Ochrony Środowiska na wydziale GGiŚ uzyskał tytuł doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska. Od roku 1996 zatrudniony na Wydziale GGiŚ w Katedrze Surowców Energetycznych.



otrzymano/received: 2014.10.14

przyjęto do druku/accepted: 2014.11.05

REKLAMA



Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej

Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej:

Należy do ścisłej czołówki w ogólnopolskich rankingach uczelni. Każdy absolwent naszego Wydziału bez trudu znajduje zatrudnienie odpowiadające posiadanym kwalifikacjom, w kraju i za granicą. Naszym studentom oferujemy pomoc socjalną, stypendia naukowe oraz możliwość zakwaterowania w akademikach.

ENERGICZNY, AMBITNY, INTRYGUJĄCY I EKSCYTUJĄCY



Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie



STUDIA STACJONARNE I i II stopnia

- Automatyka i Robotyka (wyróżnienie PKA)
- Elektrotechnika (wyróżnienie PKA)
- Informatyka
- Inżynieria Biomedyczna
- Mikroelektronika w Technice i Medycynie

STUDIA NIESTACJONARNE I i II stopnia

- Automatyka i Robotyka
- Elektrotechnika

STUDIA DOKTORANCKIE I PODYPLOMOWE

W zakresie prowadzonych podstawowych kierunków kształcenia i uprawianej tematyki badawczej.

Wydział EAiIB posiada kategorię naukową A oraz uprawnienia do nadawania stopni naukowych doktora i doktora habilitowanego aż w pięciu dyscyplinach:

- automatyka i robotyka,
- biocybernetyka i inżynieria biomedyczna,
- elektronika,
- elektrotechnika,
- informatyka.

al. Mickiewicza 30,
30-059 Kraków; pawilon B-1
Dziankanat:
☎ 12 617-28-87
parter, paw. B-1, pok. 29
Seksja studiów doktoranckich
i podyplomowych:
☎ 12 617-39-16, paw. B-1, pok. 1

www.eaiib.agh.edu.pl
www.facebook.com/EAiIBAGH
e-mail: eaiib@agh.edu.pl

