

## **II. STRESZCZENIA ROZPRAW DOKTORSKICH I HABILITACYJNYCH**

**MACIEJ DZIKUĆ**

# **EKONOMICZNE I EKOLOGICZNE ASPEKTY BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO POLSKI**

**Promotor:**

**prof. zw. dr hab. inż. dr h.c. Stanisław Urban,  
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu**

**Recenzenci:**

**prof. zw. dr hab. Marian Podstawka,  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

**prof. zw. dr hab. Stefan Wrzosek,  
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu**

**Obrona doktorska odbyła się 11 października 2012 r. na Wydziale Inżynierjno-  
-Ekonomicznym Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu**

**Streszczenie:** Praca doktorska pt. „Ekonomiczne i ekologiczne aspekty bezpieczeństwa energetycznego Polski” jest próbą przedstawienia i oceny problemów energetycznych Polski, której sektor energetyczny jest w trakcie realizacji założeń mających na celu przystosować krajowe rozwiązania do strategii energetycznej Unii Europejskiej. Głównym celem dysertacji było określenie wpływu czynników ekonomicznych i ekologicznych na stan bezpieczeństwa energetycznego Polski. Potwierdzono wszystkie hipotezy postawione w pracy poprzez szczegółową analizę statystyczną uzyskanych wyników badań ankietowych oraz na podstawie danych uzyskanych z największych polskich elektrowni, które zostały poddane analizie metodą LCA.

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo energetyczne, ekonomia, ekologia, odnawialne źródła energii.

## **1. UZASADNIENIE WYBORU TEMATU PRACY**

Energia przyczyniła się do rozwoju współczesnej cywilizacji. Od sprawnego funkcjonowania systemu energetycznego zależy bezpieczeństwo energetyczne państw oraz regionów. Produkty sektora energetycznego mają istotny wpływ na działalność pozostałych działów gospodarki. Jakość wytwarzanych w tym sektorze paliw i energii, ich cena oraz poziom i zakres usług świadczonych przez przedsię-

biorstwa energetyczne, są szczególnie istotne dla efektywności gospodarowania podmiotów prowadzących działalność gospodarczą. Przerwy w dostawach energii stanowią dziś poważne zagrożenie dla wszystkich dziedzin życia.

Bezpieczeństwo energetyczne państwa to według Urzędu Regulacji Energetyki- stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię, w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu ciągłości (i niezawodności) dostaw i odpowiednich parametrów jakościowych oraz warunków ochrony środowiska, po społecznie akceptowalnych cenach. Bezpieczeństwo energetyczne jest uzależnione od wielu czynników, m.in. wielkości potencjału źródeł energii, stanu technicznego systemu zaopatrzenia i form własności jego infrastruktury, lokalizacji i stopnia dywersyfikacji i wykorzystania krajowych i zagranicznych źródeł zaopatrzenia (szczególnie złóż gazu ziemnego i ropy naftowej), zróżnicowania bazy paliwowej dla elektroenergetyki i ciepłownictwa, możliwości magazynowania paliw, stopnia rozwoju i przepustowości krajowych i międzynarodowych połączeń systemów energetycznych (elektroenergetycznego i gazowniczego) oraz warunków wewnętrznej i międzynarodowej stabilności i preferowanych przez państwo mechanizmów rynkowych. Wzrostowi bezpieczeństwa energetycznego sprzyja kreowanie warunków konkurencyjności, rozumianej jako tworzenie jednakowych warunków działalności dla wszystkich uczestników rynku energii, racjonalizacja zużycia energii, poprawa efektywności jej wytwarzania, przesyłania i zużycia oraz rozwój wykorzystania krajowych (szczególnie lokalnych, w tym odnawialnych) źródeł energii<sup>1</sup>.

Gospodarka każdego wysoko rozwiniętego państwa opiera się w głównej mierze na wykorzystaniu różnego rodzaju paliw i energii. Udziały paliw, z których w Polsce jest wytwarzana energia elektryczna, różnią się od udziałów w innych krajach, zwłaszcza zachodnioeuropejskich. W naszym kraju 95% energii elektrycznej jest wytwarzane z węgla (61% z kamiennego i 34% z brunatnego)<sup>2</sup>.

Wyczerpywanie się zasobów paliw kopalnych oraz powstawanie znacznej ilości różnego rodzaju zanieczyszczeń przy ich spalaniu negatywnie oddziałujących na środowisko będzie miało wpływ na stopniowe ograniczanie zużycia tradycyjnych surowców energetycznych oraz zastępowanie ich między innymi źródłami odnawialnymi. Energię z odnawialnych źródeł określa się jako „pochodzącą z naturalnych powtarzających się procesów przyrodniczych, uzyskiwaną z odnawialnych niekopalnych źródeł energii”<sup>3</sup>. Do produkcji „zielonej” energii wykorzystuje się energię: wody, wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, oraz wytwarzaną z biomasy stałej, biogazu i biopaliw ciekłych<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> [www.ure.gov.pl](http://www.ure.gov.pl) [9. 11. 2011].

<sup>2</sup> J. Soliński, *Sektor energii – świat i Polska. Rozwój 1971–2000, perspektywy do 2030 r.*, Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, Warszawa 2004, s. 52.

<sup>3</sup> *Energia ze źródeł odnawialnych w 2009 r.* Wydawnictwo Głównego Urzędu Statystycznego.

<sup>4</sup> Tamże.

Rozwój odnawialnych źródeł energii stał się ważnym celem polskiej polityki po wstąpieniu do Unii Europejskiej, kiedy to Polska została zobowiązana do dostosowania swoich norm dotyczących odnawialnych źródeł energii do przepisów UE<sup>5</sup>.

Podstawą prawną funkcjonowania rynku energii w Polsce jest ustawa Prawo energetyczne uchwalona przez Sejm RP w dniu 10 kwietnia 1997 r. oraz powiązane z nią akty wykonawcze (rozporządzenia), głównie Ministra Gospodarki i Ministra Środowiska. Wraz z wstąpieniem Polski do Unii Europejskiej, polskie prawodawstwo dotyczące rynku energii zostało dostosowane do prawodawstwa europejskiego, w tym przede wszystkim Dyrektywy UE o zasadach wspólnego rynku energii elektrycznej. Z przyczyn oczywistych dyrektywy unijne stały się podstawą do tworzenia krajowych uregulowań prawnych dotyczących rynku energii<sup>6</sup>. Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. była po jej uchwaleniu wielokrotnie nowelizowana. Wejście w życie ustawy Prawo energetyczne w kwietniu 1997 r. rozpoczęło tworzenie rynku energii w Polsce.

Tworzenie rynku energii obejmuje następujące ściśle powiązane ze sobą procesy:

- demonopolizację energetyki obejmującą jej podział na podsektory wytwarzania (elektrownie), przesyłu i dystrybucji oraz handlu energią,
- liberalizację rynku, dzięki której w sukcesywnie poszerzanych obszarach funkcjonowania konkurencji, niezależne przedsiębiorstwa wchodzące w skład wspomnianych podsektorów współpracują ze sobą na zasadach komercyjnych,
- prywatyzację energetyki obejmującą przekształcenie przedsiębiorstw państwowych w jednoosobowe spółki Skarbu Państwa, a następnie sprzedaż ich udziałów inwestorom krajowym lub zagranicznym. W szczególnych przypadkach dopuszcza się prywatyzację przedsiębiorstw energetycznych poprzez sprzedaż ich akcji na giełdzie<sup>7</sup>.

Głównym celem uruchomienia mechanizmów rynkowych w energetyce jest zapewnienie racjonalnych cen energii dla jej nabywców przy jednoczesnym:

- zagwarantowaniu bezpieczeństwa dostaw energii,
- wysokiej jakości energii i jakości obsługi odbiorców,
- wytwarzaniu energii w minimalnym stopniu zanieczyszczającym środowisko (głównie poprzez emisję tlenków węgla, siarki i azotu oraz efekt cieplarniany),
- zwiększeniu efektywności wykorzystania energii,
- zagwarantowaniu rentowności przedsiębiorstw funkcjonujących w energetyce,

---

<sup>5</sup> G. Bartodziej, M. Tomaszewski, *Polityka energetyczna i bezpieczeństwo energetyczne*, Wydawnictwo Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Energetyka i Środowisko, Warszawa 2008, s. 43.

<sup>6</sup> [www.cire.pl](http://www.cire.pl) – Agencja Rynku Energii SA [24. 11. 2011].

<sup>7</sup> Tamże.

- zapewnieniu energetyce środków niezbędnych na odtworzenie i rozwój jej infrastruktury technicznej<sup>8</sup>.

Sektor energetyczny naszego kraju stoi obecnie przed poważnymi wyzwaniami. Coraz większy popyt na energię przy złym poziomie infrastruktury wytwórczej i przesyłowej, brak wystarczających ilości własnych surowców energetycznych takich jak gaz i ropa przy jednoczesnych zobowiązaniach w zakresie ochrony środowiska zmuszają Polskę do zdecydowanych przedsięwzięć takich jak rozważenie budowy elektrowni jądrowych, będących obecnie najtańszym źródłem energii po uwzględnieniu kosztów zewnętrznych (wynikających ze strat zdrowia społeczeństwa oraz zanieczyszczenia środowiska) oraz kosztów związanych z emisją gazów cieplarnianych<sup>9</sup>.

Jeśli zestawimy wyżej wymienione niekorzystne czynniki z sytuacją mającą miejsce w ostatnich latach w gospodarce światowej tj. zjawisk takich jak duże wahania w cenach ropy naftowej, rosnące zapotrzebowanie na energię, pogłębiające się zanieczyszczenie środowiska czy też awarie systemów energetycznych to staje się oczywiste, że należy zasadniczo zmienić dotychczasowe podejście do energetyki. Oddalane w czasie są decyzje o rozwoju elektroenergetyki i budowie nowych niezbędnych mocy wytwórczych.

Wejście Polski w struktury Unii Europejskiej wiązało się z koniecznością otwarcia krajowego rynku dla dużych holdingów energetycznych, które mają olbrzymi potencjał i z którymi bardzo trudno będzie konkurować krajowym przedsiębiorcom. Polska elektroenergetyka dysponuje wysłużonym zapleczem produkcyjnym. Majątek wytwórczy w polskich elektrowniach jest w dużym stopniu przestarzały. Modernizacja krajowych elektrowni i sieci przesyłowych staje się coraz pilniejszą potrzebą. Polska energetyka jest obecnie na etapie rozwoju, który jest zdynamizowany poprzez sukcesywnie wdrażane regulacje prawne odnoszące się do budowy jednolitego rynku energii w Unii Europejskiej.

Prowadzone do tej pory badania dotyczące ekonomicznych i ekologicznych warunków wytwarzania energii w zestawieniu z zapewnieniem bezpieczeństwa energetycznego Polski nie były dotąd realizowane w zaproponowanym przez autora zakresie ani w Polsce, ani w województwie lubuskim. Badania zamierzone przez autora prowadzone będą w nowej rzeczywistości kraju, mającego za sobą kilkuletni okres funkcjonowania w strukturach UE, który ma do nadrobienia poważne zaległości związane z poprawą nieefektywnej i nienowej infrastruktury energetycznej, wymianą przestarzałych mocy wytwórczych oraz dostosowaniem polskiej energetyki do surowych wymogów ekologicznych. Przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki mogą wskazać zmiany, nowe tendencje lub potwierdzić brak zachodzących zmian wśród badanych czynników.

<sup>8</sup> K. Kuciński, *Energia w czasach kryzysu*, Difin, Warszawa 2006, s. 34.

<sup>9</sup> Z. Leszczyński, *Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej do 2030 roku*, Urząd Regulacji Energetyki, Warszawa 2009, s. 132.

## 2. HIPOTEZY I CELE BADAWCZE

Głównym celem dysertacji jest określenie wpływu czynników ekonomicznych i ekologicznych na stan bezpieczeństwa energetycznego Polski. Sformułowano także szereg celów szczegółowych:

1. Identyfikacja czynników oddziałujących na rynek energii elektrycznej w kraju i województwie lubuskim.
2. Określenie wpływu aspektów ekonomicznych i ekologicznych wytwarzania energii elektrycznej w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Polski według różnych grup respondentów.
3. Zidentyfikowanie postrzegania stanu bezpieczeństwa energetycznego kraju w odniesieniu do różnych grup respondentów.
4. Określenie oddziaływania na środowisko wytwarzania energii elektrycznej w zależności od wykorzystywanego paliwa.
5. Ustalenie wpływu skali produkcji energii na oddziaływanie środowiskowe (w przeliczeniu na jednostkę energii: 1 MWh).

Planując badania sprecyzowano zakresy:

- podmiotowy,
- przedmiotowy,
- przestrzenny,
- czasowy.

Potrzeba badań oraz ich zakres są uwarunkowane chęcią osiągnięcia przyjętych w pracy celów. Aby cele te mogły być zrealizowane badaniami objęto podmioty:

1. dziesięć największych elektrowni w Polsce wytwarzających energię elektryczną na bazie węgla kamiennego i brunatnego oraz gazu ziemnego,
2. siedem przedsiębiorstw dystrybuujących energię,
3. siedem przedsiębiorstw wytwarzających energię, którzy produkują energię również w oparciu o źródła odnawialne,
4. dwustu siedemnastu przemysłowych odbiorców energii,
5. czterystu dziesięciu indywidualnych odbiorców energii,
6. dwudziestu pięciu ekspertów niezależnych.

Podmioty wymienione w punkcie pierwszym zostały zbadane metodą LCA (Life Cycle Assessment), natomiast pozostałe za pomocą badań ankietowych.

Do przyjętego zakresu badań została określona hipoteza wyjściowa: czynniki ekonomiczne i ekologiczne w istotnym stopniu wpływają na stan bezpieczeństwa energetycznego Polski.

Sformułowano również hipotezy badawcze:

1. Przemysłowi odbiorcy energii częściej niż indywidualni odbiorcy energii wskazują na rozwój ekologicznych technologii opartych na węglu jako czynnik wpływający na poprawę ekologicznych warunków wytwarzania energii elektrycznej w Polsce w perspektywie 20–30 lat.
2. Respondenci, którzy nie wyrażają gotowości do ponoszenia wyższych kosztów zakupu energii elektrycznej uzasadnianych zastosowaniem OZE

rzadziej widzą potrzebę inwestycji w OZE niż respondenci gotowi do ponoszenia wyższych kosztów zakupu energii.

3. Odbiorcy indywidualni energii elektrycznej postrzegają gorzej stan bezpieczeństwa energetycznego aniżeli odbiorcy przemysłowi.
4. Oddziaływanie na środowisko produkcji energii jest uzależnione w głównej mierze od wykorzystywanego paliwa do jej wytwarzania. Natomiast nie ma wpływu na środowisko skala produkcji energii, przy założeniu, że jest ona analizowana w elektrowniach co najmniej średniej wielkości.

Pierwsze trzy hipotezy robocze zostaną zweryfikowane poprzez szczegółową analizę statystyczną wyników badań ankietowych za pomocą testu chi kwadrat ( $\chi^2$ ). Natomiast czwarta zostanie zweryfikowana na podstawie przeprowadzonej analizy metodą LCA.

### 3. ZAKRES ROZPRAWY I METODY BADAWCZE

Zakres czasowy badań ustalono na lata 1997–2010 w odniesieniu do danych statystycznych i gospodarczych. Okres ten był szczególnie istotny dla polskiej energetyki z uwagi na uchwalenie w 1997 r. ustawy Prawo energetyczne, wejście Polski w struktury Unii Europejskiej oraz związane z tym dostosowywanie polskiego prawa do wymogów UE. Badania metodą LCA prowadzone były na bazie danych otrzymanych z największych elektrowni w Polsce za lata 2007–2009. Natomiast badania ankietowe zostały przeprowadzone w II kwartale 2011 roku.

Zakres przedmiotowy w przypadku badań metodą LCA obejmuje wszystkie czynniki niezbędne do wytwarzania energii takie jak: zużycie węgla kamiennego (brunatnego lub gazu ziemnego), zużycie biomasy (jeśli występuje), zużycie wody, zużycie energii elektrycznej, kaloryczność węgla (gazu) oraz ilość wyprodukowanej energii elektrycznej i cieplnej, jak również powstające przy tym zanieczyszczenia takie jak emisja  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO, pyłów czy ilość powstającego żużla.

W przypadku badań ankietowych zakres przedmiotowy obejmuje w zależności od grupy respondentów takie problemy jak:

- wiedza na temat bezpieczeństwa energetycznego kraju,
- ocena bezpieczeństwa energetycznego z punktu widzenia danego respondenta,
- ocena dostępności energii z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego,
- pogląd na produkcję energii w aspekcie ekologii,
- propozycje dotyczące poprawy bezpieczeństwa ekologicznego,
- propozycje dotyczące poprawy warunków ekologicznych wytwarzania energii elektrycznej.

Zakres przestrzenny badań obejmuje cały kraj w przypadku badań metodą LCA oraz województwo lubuskie w przypadku badań ankietowych.

Zakres czasowy badań ustalono na lata 1997–2010 w odniesieniu do danych statystycznych i gospodarczych. Okres ten był szczególnie istotny dla polskiej

energetyki z uwagi na uchwalenie w 1997 r. ustawy Prawo energetyczne, wejście Polski w struktury Unii Europejskiej oraz związane z tym dostosowywanie polskiego prawa do wymogów UE.

Metodyka badań własnych została dostosowana do celu i zakresu badań. Przedstawiony problem badawczy stał się determinantem zastosowania metod charakterystycznych dla nauk społecznych. Aby zrealizować sformułowane cele badań oraz zweryfikować postawione hipotezy zostały zastosowane następujące metody badawcze:

1. Analiza literatury przedmiotu, zwłaszcza w pierwszym etapie postępowania badawczego.
2. Analiza LCA przeprowadzona na próbie składającej się z największych polskich elektrowni.
3. Badania ankietowe z użyciem kwestionariuszy ankiet.
4. Metody statystyki opisowej i matematycznej.
5. Metody tabelaryczno – opisowe oraz wykresy.

Badania przebiegały w dwóch etapach: przygotowawczym i realizacji badań właściwych. W pierwszym etapie badań wyodrębniono trzy podetapy:

- projektowania,
- doboru prób,
- budowy instrumentów pomiarowych<sup>10</sup>.

Podetap projektowania polegał na określeniu problemu badawczego, wyznaczeniu celów badawczych, uściśleniu zakresu badań oraz ustaleniu harmonogramu badań.

W podetapie drugim (dobór próby badawczej) wyznaczono próby do badań w zależności od metody badań oraz analizowanej problematyki. Dobór wytwórców energii w przypadku analizy LCA miał charakter celowy, ponieważ wybrano największych producentów energii elektrycznej w kraju, którzy wytwarzają energię elektryczną w oparciu o węgiel kamienny, brunatny oraz gaz ziemny. Wyboru wytwórców energii dokonano na podstawie danych uzyskanych z Centrum Informacji o Rynku Energii oraz Urzędu Regulacji Energetyki. Również celowy był dobór próby w przypadku części grup respondentów zbadanych przy pomocy kwestionariuszy ankiet. Grupy respondentów: eksperci niezależni, zarządzający zakładami dystrybucyjnymi oraz zarządzający przedsiębiorstwami wytwarzającymi energię dobrano w sposób celowy. W przypadku grup indywidualnych i przemysłowych odbiorców energii do badań przyjęto zasadę doboru próby celowo-losową. Kryteriami doboru celowego było miejsce prowadzenia działalności lub zamieszkania w zależności od grupy respondentów. W badaniach przy wykorzystaniu kwestionariuszy ankiet podstawą uzyskania informacji pierwotnych był wywiad przeprowadzony na próbie mieszkańców województwa lubuskiego przy użyciu kwestionariusza ankiety odpowiedniego dla badanej grupy respondentów.

Zebrane dane posłużyły do ustalenia wpływu zwiększenia wymogów ekologicznych na koszty wytwarzania energii elektrycznej. Pomogły również odpo-

<sup>10</sup> S. Kaczmarczyk, *Badania marketingowe. Metody i techniki*, PWE, Warszawa 2002, s. 33–35.

wiedzieć na pytanie czy i w jakim zakresie respondenci są gotowi uczestniczyć finansowo w zwiększaniu udziału produkcji energii na bazie odnawialnych źródeł energii a także czy są gotowi na inne niedogodności z tym związane oraz wskażą najskuteczniejsze, zdaniem respondentów, sposoby poprawy bezpieczeństwa energetycznego w Polsce?

Pierwszy etap procesu badawczego został zakończony przeprowadzaniem badań pilotażowych w poszczególnych grupach respondentów:

- *zarządzających przedsiębiorstwami wytwarzającymi energię,*
- *zarządzających zakładami dystrybucyjnymi,*
- *przemysłowych odbiorców energii,*
- *indywidualnych odbiorców energii,*
- *ekspertów niezależnych.*

Dzięki badaniom pilotażowym możliwe było dokonanie korekt kwestionariuszy ankiet zanim trafiły one do wszystkich respondentów.

Drugi etap projektu badawczego składał się z czterech podetapów:

1. zbieranie danych,
2. redukcja danych,
3. analiza danych,
4. prezentacja i ocena wyników badań<sup>11</sup>.

Pierwszy podetap *zbieranie danych* etapu realizacji badań właściwych polegał na wykorzystaniu pierwotnych oraz wtórnych źródeł informacji. W czasie przeprowadzania badań oparto się na wielu różnego pochodzenia danych statystycznych oraz innych informacjach odnoszących się do badanego zagadnienia. Do najważniejszych źródeł, które były pomocne w napisaniu niniejszej pracy należały dane pochodzące z:

- Głównego Urzędu Statystycznego,
- Urzędu Statystycznego w Zielonej Górze,
- Ministerstwa Gospodarki,
- Ministerstwa Rozwoju Regionalnego,
- Urzędu Regulacji Energetyki,
- Centrum Informacji o Rynku Energii,
- Agencji Rynku Energii S.A.,
- Urzędu Marszałkowskiego Województwa Lubuskiego,
- pochodzące z badanych elektrowni, zakładów dystrybucyjnych oraz innych przedsiębiorstw,
- literatury fachowej,
- krajowych i zagranicznych konferencji naukowych dotyczących omawianej problematyki,
- innych instytucji i służb działających na rzecz rynku energetycznego.

Uzyskane dane stały się podstawą charakterystyki społeczno- gospodarczej zakresu badań. Jednak dane pochodzące ze źródeł wtórnych nie były wystarczające do rozwiązania przedstawionych w niniejszej pracy problemów. Aby uzyskać pełne

<sup>11</sup> Tamże, s. 35– 37.



informacje przeprowadzono badania pierwotne (terenowe). Literatura omawianego przedmiotu przytacza pięć głównych metod badań terenowych:

1. badania ankietowe,
2. wywiady,
3. badania motywacyjne,
4. obserwacje,
5. eksperyment<sup>12</sup>.

W pracy zostały zastosowane przede wszystkim metody:

- badania ankietowe, skierowane do pięciu grup respondentów (*zarządzający przedsiębiorstwami wytwarzającymi energię, zarządzający zakładami dystrybucyjnymi, przemysłowi odbiorcy energii, indywidualni odbiorcy energii oraz eksperci niezależni*), które pozwoliły na zebranie opinii oraz informacji dotyczących ekonomicznych i ekologicznych aspektów bezpieczeństwa energetycznego w Polsce,
- wywiady, dzięki którym pozyskano informacje niezbędne do badań głównie metodą LCA od przedstawicieli największych wytwórców energii w Polsce oraz dystrybutorów i odbiorców,
- obserwacje, którym poddane zostały głównie badane przedsiębiorstwa wytwarzające, dystrybuujące oraz odbierające energię w czasie przeprowadzanych wywiadów bezpośrednich.

Wszystkie zastosowane metody badań terenowych (pierwotnych), które zostały wykorzystane w niniejszej pracy, przyczyniły się do rozwiązania postawionych problemów badawczych.

Redukcja danych polegała na wykluczeniu z badań kwestionariuszy ankiet, które najczęściej były niekompletne. Najwięcej odrzuconych kwestionariuszy ankiet było w grupie *indywidualnych odbiorców energii* (38) oraz *przemysłowych odbiorców energii* (13).

Badania w grupie *indywidualnych odbiorców energii* przeprowadzono na próbie, która została dobrana w sposób pozwalający autorowi zweryfikować hipotezy badawcze. Natomiast w badaniach wzięło udział 410 *indywidualnych odbiorców energii*.

Pięć autorskich kwestionariuszy ankiet stanowiło podstawowe narzędzie pomiarowe badań pierwotnych. Aby zwiększyć prawdopodobieństwo otrzymania obiektywnych odpowiedzi wszystkim respondentom zapewniono anonimowość. Kwestionariusze ankiet były ustrukturyzowane, wykorzystano w nich pytania otwarte, półotwarte i zamknięte. W pytaniach zamkniętych zostały zastosowane liczbowe oraz werbalne rodzaje skali odpowiedzi.

Na początku kwestionariuszy ankiet skierowanych do wszystkich badanych grup respondentów dołączano informację wyjaśniającą cel badania. Natomiast na ich końcu zostały umieszczone podziękowania za wypełnienie kwestionariusza ankiety i pomoc w realizacji badań.

<sup>12</sup> J. Pocięcha, *Metody statystyczne w badaniach marketingowych*, PWN, Warszawa 1996, s. 49.

## 4. UKŁAD I TREŚĆ PRACY

W pracy wyodrębniono sześć związanych ze sobą tematycznie części. Rozdział pierwszy przedstawia metody badawcze, które zostały wykorzystane w pracy, określono problem badawczy oraz zakres badań. Zaprezentowano organizację badań własnych oraz metody analizy ich wyników. W kolejnym rozdziale opisano wyznaczniki zachowania bezpieczeństwa energetycznego Polski, ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań ekologiczno-ekonomicznych bezpieczeństwa energetycznego. Przedstawiono również założenia i cele dyrektyw unijnych w kwestii bezpieczeństwa energetycznego, kompetencje prezydenta, organów administracji rządowej i samorządowej w sferze zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Polski oraz zaprezentowano założenia polityki energetycznej Polski do 2030 roku z uwzględnieniem ochrony środowiska. W rozdziale trzecim dokonano oceny źródeł energii w Polsce. Następny rozdział scharakteryzował krajowy rynek energetyczny wraz z systemem handlu emisjami oraz planami Unii Europejskiej w zakresie redukcji szkodliwych emisji. W piątym rozdziale przedstawiono wyniki badań metodą LCA wytwarzania energii elektrycznej w Polsce w oparciu o podstawowe surowce energetyczne wykorzystywane w kraju do tego celu. Przeprowadzona analiza pozwoliła ocenić wpływ wytwarzania energii na bazie różnych nośników energetycznych oraz porównać wpływ na środowisko badanych sposobów produkcji energii elektrycznej. W ostatnim rozdziale zaprezentowano wyniki badań ankietowych przeprowadzonych w pięciu grupach respondentów: *zarządzający przedsiębiorstwami wytwarzającymi energię, zarządzający zakładami dystrybucyjnymi, przemysłowi odbiorcy energii, indywidualni odbiorcy energii (mieszkańcy miast oraz wsi), eksperci niezależni*. Pracę kończą wnioski, które wynikają z treści pracy i stanowią jej podsumowanie.

## 5. WYBRANE WYNIKI BADAŃ

Przeprowadzona ocena LCA wskazała jaki wpływ na środowisko ma wytwarzanie energii na bazie najczęściej stosowanych w Polsce surowców energetycznych. Rysunek 1. przedstawia porównanie oddziaływania na środowisko pracy dziesięciu różnych elektrowni. Są to elektrownie opalane:

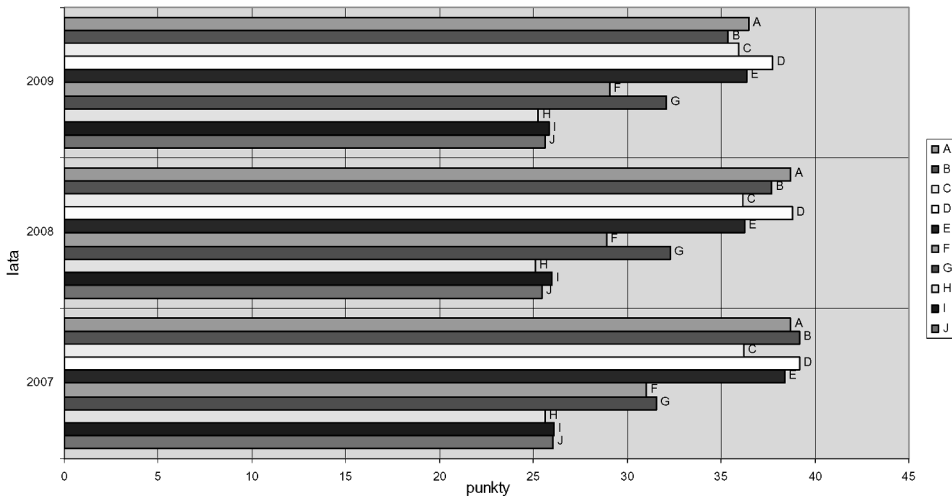
- węglem kamiennym (*A, B, C, D, E*),
- węglem brunatnym (*F i G*),
- gazem ziemnym (*H, I, J*).

Wyniki badań odnoszą się do wpływu wytworzenia 1 MWh i są wyrażone w postaci jednostek Pt (punkt ekowskaźnika), gdzie 1 punkt ekowskaźnika (Pt) to wartość, która reprezentuje jedną tysięczną rocznego obciążenia środowiska jednego mieszkańca Europy. Rysunek 1., przedstawiający oddziaływanie na środowisko badanych elektrowni w latach 2007–2009 wskazuje na największy wpływ na środowisko wytwarzania energii poprzez spalanie węgla kamiennego. Według oceny LCA mniejszym wpływem na środowisko cechuje się produkcja

energii na bazie węgla brunatnego. Natomiast elektrownie opalane gazem ziemnym w najmniejszym stopniu obciążają środowisko.

W badaniach przeprowadzonych za pomocą kwestionariuszy ankiet niektóre odpowiedzi można było porównać w różnych grupach respondentów. Przykładem jest pytanie: *czy uważa Pan(i) swoje gospodarstwo domowe za zabezpieczone pod względem pewności dostaw energii elektrycznej?* zadane w dwóch grupach: *indywidualni odbiorcy energii* oraz *przemysłowi odbiorcy energii*. Przy czym przemysłowi odbiorcy odpowiadali na nieco zmodyfikowane pytanie dotyczące postrzegania zabezpieczenia swoich przedsiębiorstw pod względem pewności dostaw energii elektrycznej. Tabela 1. pokazuje, że *indywidualni odbiorcy energii* gorzej postrzegają bezpieczeństwo związane z pewnością dostaw energii elektrycznej do swoich gospodarstw domowych niż *przemysłowi odbiorcy energii* do swoich przedsiębiorstw. Również więcej wskazań osób, które nie mają zdania w tej kwestii, jest po stronie *indywidualnych odbiorców energii*.

**Rysunek 1. Wpływ na środowisko wytwarzania energii w badanych elektrowniach.**



Źródło: badania własne.

**Tabela 1. Odpowiedzi respondentów na pytanie: *Czy uważa Pan(i) swoje gospodarstwo domowe (przedsiębiorstwo) za zabezpieczone pod względem pewności dostaw energii elektrycznej?* (odpowiedzi w %).**

Wskazania respondentów	Przemysłowi odbiorcy energii	Indywidualni odbiorcy energii
Zdecydowanie tak	6,7	4,6
Tak	25,8	19,8
Raczej tak	48,4	30,2
Ani tak ani nie	12,9	30,5
Raczej nie	3,1	11,5
Nie	3,1	2,9
Zdecydowanie nie	0,0	0,5

Źródło: badania własne.

Problemem, który został poruszony w ankietach skierowanych do wszystkich badanych grup respondentów był sposób poprawy bezpieczeństwa energetycznego w Polsce. Tabela 2. przedstawia działania, które zostały wskazane przez badane grupy respondentów. Działaniami mającymi poprawić bezpieczeństwo energetyczne w Polsce są zdaniem respondentów: *budowa elektrowni jądrowych, zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii, dywersyfikacja dostaw surowców energetycznych oraz modernizacja linii i urządzeń energetycznych* (tabela 2.). Respondenci wskazywali również inne sposoby, które mają poprawić bezpieczeństwo energetyczne w kraju takie jak: *prywatyzacja sektora energetycznego*, na którą wskazywały trzy grupy respondentów: *przemysłowi odbiorcy energii, indywidualni odbiorcy energii i eksperci niezależni*. Prywatyzacją sektora energetycznego nie są jednak zainteresowani: *zarządzający przedsiębiorstwami wytwarzającymi energię oraz zarządzający zakładami dystrybucyjnymi*.

**Tabela 2. Opinie różnych grup respondentów na temat sposobów poprawy bezpieczeństwa energetycznego w Polsce (odpowiedzi w %).**

Możliwe warianty odpowiedzi	Zarządzający przedsiębiorstwami wytwarzającymi energię	Zarządzający zakładami dystrybucyjnymi	Przemysłowi odbiorcy energii	Indywidualni odbiorcy energii	Eksperti niezależni
Budowa elektrowni jądrowych	28,6	14,3	16,6	13,2	24,0
Zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii	28,6	14,3	23,5	23,2	16,0
Dywersyfikacja dostaw surowców energetycznych	28,6	0,0	18,4	5,9	40,0
Modernizacja linii i urządzeń energetycznych	0,0	28,6	13,8	7,6	8,0

Źródło: badania własne.

Innym zagadnieniem, jakie zostało poruszone w kwestionariuszach ankiet były bariery i ryzyka w największym stopniu utrudniające rozwój energetyki odnawialnej w Polsce. Tabela 3. przedstawia opinię trzech grup respondentów: *zarządzający przedsiębiorstwami wytwarzającymi energię, zarządzający zakładami dystrybucyjnymi i eksperci niezależni*. Jak pokazuje tabela 3. największym problemem wskazywanym przez wszystkie badane grupy respondentów były: *bariery administracyjne oraz trudności związane z planowaniem przestrzennym i oddziaływaniem na środowisko*. Pozostałe możliwości wskazywane były rzadziej i nie powtarzały się we wszystkich badanych grupach. Należy też zwrócić uwagę na to, że *zarządzający przedsiębiorstwami wytwarzającymi energię* wskazywali

również na ryzyko spowodowane częstymi zmianami regulacji prawnych przy długim okresie zwrotu kosztów inwestycji oraz trudności w uzyskaniu zgód właścicieli gruntów. Również na brak zgody właścicieli gruntów wskazywali eksperci niezależni (12% odpowiedzi), co mogło być powodem głośnej sprawy, która miała miejsce w województwie lubuskim w 2009 roku, kiedy to w miejscowości Brody mieszkańcy sprzeciwili się budowie kopalni odkrywkowej węgla brunatnego. Respondenci mogli wskazać więcej niż jedną możliwość.

**Tabela 3. Opinie respondentów na temat barier i ryzyk w największym stopniu utrudniających rozwój energetyki odnawialnej w Polsce (odpowiedzi w %).**

Możliwe warianty odpowiedzi	Zarządzający przedsiębiorstwami wytwarzającymi energię	Zarządzający zakładami dystrybucyjnymi	Eksperti niezależni
Barьеры administracyjne	85,7	57,1	72,0
Trudności związane z przyłączeniem do sieci	0,0	0,0	28,0
Niestabilny kurs złotego	0,0	0,0	8,0
Trudności związane z planowaniem przestrzennym i oddziaływaniem na środowisko	71,4	57,1	64,0
Dostępność kredytów	0,0	28,6	20,0
Ograniczona dostępność zasobów OZE	0,0	0,0	0,0
Barьеры technologiczne	0,0	28,6	12,0
Inne	28,6	0,0	12,0

Źródło: badania własne.

Pierwsze trzy hipotezy robocze zostały zweryfikowane poprzez szczegółową analizę statystyczną wyników badań ankietowych za pomocą testu chi kwadrat ( $\chi^2$ ), natomiast czwarta została zweryfikowana na podstawie badań przeprowadzonych metodą LCA.

Przeprowadzona analiza LCA pozwala na przyjęcie hipotezy czwartej: *Oddziaływanie na środowisko produkcji energii jest uzależnione od wykorzystywanego paliwa. Natomiast nie ma wpływu na środowisko skala produkcji energii, przy założeniu, że jest ona analizowana w elektrowniach co najmniej średniej wielkości.* Dane uzyskane w wyniku badań pozwalają stwierdzić, że w największym stopniu na całkowite oddziaływanie na środowisko wpływa zużycie paliwa, którego wielkość jest porównywalna w badanych elektrowniach danego typu. Zbliżoną ilość punktów, najczęściej mieszczącą się w przedziale 25–27 Pt, w kategorii *surowce* uzyskały elektrownie opalane węglem kamiennym (*Elektrownie A, B, C, D i E*). Elektrownie opalane węglem brunatnym (*Elektrownie F i G*) w tej samej kategorii zazwyczaj osiągały poziom 20–21 Pt w badanym okresie. Wynika to z faktu, że choć więcej węgla brunatnego trzeba zużyć na uzyskanie 1 MWh

niż węgla kamiennego, to wynik w kategorii *surowce* pierwsze paliwo osiągnęło niższy, ponieważ w porównaniu z istniejącymi zasobami węgla brunatnego ilość ta jest relatywnie mała. Natomiast elektrownie opalane gazem ziemnym wykazują szkody surowcowe na poziomie 24–25 Pt, co mogłoby wskazywać na większe niż w rzeczywistości zasoby tego surowca, ponieważ ocena LCA w odniesieniu do szkód surowcowych bierze pod uwagę istniejące zasoby paliw kopalnych. Taka ocena programu SimaPro wynika z przypisywania określonych wag wysokoefektywnym technologiom wytwarzania energii. Wszystkie analizowane elektrownie gazowe wytwarzają energię cieplną i elektryczną w kogeneracji. Produkcja energii w skojarzeniu według danych uzyskanych w jednej z badanych elektrowni gazowych pozwala na zaoszczędzenie paliwa o 28% w stosunku do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej oddzielnie. Gdy w programie SimaPro wpisano ilość paliwa, która byłaby potrzebna, gdyby energia wytwarzana była w tradycyjny sposób, to szkody surowcowe wyniosłyby o kilka punktów więcej niż w przypadku wytwarzania energii w elektrowniach węglowych. Podczas analizy przy pomocy specjalistycznego oprogramowania należy brać pod uwagę szczegółowe uwarunkowania przy posługiwaniu się metodą LCA, ponieważ źle interpretowane wyniki badań mogą prowadzić do błędnych wniosków. Program traktuje nadmierne zużycie paliw do produkcji energii jako niepotrzebne marnotrawstwo przypisując wysokie szkody surowcowe niskoefektywnym technologiom wytwarzania energii. W odniesieniu do drugiej części hipotezy czwartej: *nie ma wpływu na środowisko skala produkcji energii, przy założeniu, że jest analizowana ona w co najmniej średniej wielkości elektrowniach*. Należy podkreślić, że do badań przyjęto dane z elektrowni wytwarzających od 2 do 18% krajowej produkcji energii elektrycznej. Wyjątek stanowiły elektrownie opalane gazem ziemnym, które wytwarzają zdecydowanie mniej energii niż polskie elektrownie opalane węglem. Jednak do badań wytypowano tylko największe elektrownie gazowe. Z przeprowadzonych badań jednoznacznie wynika, że nie ma podstaw do odrzucenia również tej części hipotezy. W każdej z badanych elektrowni węglowych pracuje co najmniej kilka bloków energetycznych. Wytwarzanie energii negatywnie wpływa na środowisko a największy wpływ według oceny LCA ma zużycie nieodnawialnych surowców. Ponadto coraz większe znaczenie ma stosowana technologia wytwarzania energii oraz oczyszczania spalin. Należy się spodziewać dalszych zmian ograniczających szkodliwe emisje do atmosfery oraz poprawiających wydajność energetyczną, co przyczyni się do dalszego zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko wytwarzania energii.

## 6. PODSUMOWANIE

Zdaniem autora w pracy zrealizowano wszystkie postawione cele. W części teoretycznej dokonano przeglądu i usystematyzowano wiedzę na temat bezpieczeństwa energetycznego, przeprowadzono ocenę źródeł energii, opisano funkcjonowanie rynku energetycznego w Polsce oraz zidentyfikowano czynniki oddziałujące

na rynek energii. Natomiast w części empirycznej zbadano wpływ wytwarzania na środowisko energii elektrycznej, określono postrzeganie stanu bezpieczeństwa energetycznego w kraju oraz dokonano oceny aspektów ekonomicznych i ekologicznych bezpieczeństwa energetycznego Polski.

Ponadto zweryfikowano pozytywnie, czyli potwierdzono wszystkie hipotezy przyjęte w pracy poprzez szczegółową analizę statystyczną uzyskanych wyników badań ankietowych oraz na podstawie danych uzyskanych z największych polskich elektrowni, które zostały poddane analizie metodą LCA.

Wyniki badań pokazują, że badani respondenci mają świadomość konieczności rozwoju ekologicznych technologii opartych na węglu, które będą miały wpływ na poprawę ekologicznych warunków wytwarzania energii elektrycznej w Polsce w perspektywie 20–30 lat. Przy czym przemysłowi odbiorcy energii częściej niż indywidualni są świadomi potrzeby zastosowania rozwiązań poprawiających bezpieczeństwo energetyczne, które jednocześnie są przyjazne środowisku.

Respondenci, którzy nie wyrażają gotowości do ponoszenia wyższych kosztów zakupu energii elektrycznej uzasadnianych zastosowaniem odnawialnych źródeł energii, rzadziej widzą potrzebę inwestycji w OZE niż respondenci gotowi do ponoszenia wyższych kosztów zakupu energii. Mimo rosnącej świadomości odbiorców energii elektrycznej (indywidualnych i przemysłowych) nie zawsze są oni skłonni do ponoszenia wyższych kosztów związanych z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii przy jej wytwarzaniu. Jednak należy podkreślić, że część respondentów zgadza się na ponoszenie wyższych kosztów zakupu energii elektrycznej związanych z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii.

Ponadto badania przeprowadzone za pomocą kwestionariuszy ankiet wskazują, że odbiorcy indywidualni energii elektrycznej gorzej postrzegają stan bezpieczeństwa energetycznego kraju aniżeli odbiorcy przemysłowi. Na taki wynik badań znacząco wpływa gorsze postrzeganie bezpieczeństwa energetycznego przez indywidualnych odbiorców energii, będących mieszkańcami wsi (35% badanych respondentów to mieszkańcy wsi). Z przeprowadzonej analizy kwestionariuszy ankiet wynika, że mieszkańcy wsi wskazują na częstsze przerwy w dostawach energii elektrycznej niż mieszkańcy miast, co ma wpływ na gorsze postrzeganie bezpieczeństwa energetycznego.

Badania przeprowadzone metodą LCA wskazują, że negatywne oddziaływanie na środowisko wytwarzania energii elektrycznej jest uzależnione w głównej mierze od wykorzystywanego paliwa do jej wytwarzania. Natomiast nie ma znaczącego wpływu na środowisko skala produkcji energii, przy założeniu, że jest ona analizowana w elektrowniach co najmniej średniej wielkości. Wytwarzanie energii przy pomocy obecnie wykorzystywanych surowców energetycznych w Polsce niekorzystnie wpływa na środowisko. Jednak można ten wpływ ograniczać stosując surowce i technologie, które w mniejszym stopniu obciążają środowisko. Ocena cyklu życia może skutecznie wspomagać rozwój ekologicznych technik wytwarzania energii.

Na podstawie przeprowadzonych badań można postawić następujące wnioski:

1. W Polsce nie podjęto wystarczających działań w zakresie redukcji szkodliwych emisji do atmosfery związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej na bazie węgla, co przyczyni się do stopniowego wzrostu jej cen już od 2013 roku ze względu na koszty związane z emisją CO<sub>2</sub>.
2. Z powodu wieloletnich zaniechań ponoszenie kosztów związanych z emisją gazów cieplarnianych jest nieuniknione z uwagi na czas potrzebny na realizację inwestycji (OZE, elektrownie atomowe lub rozwój ekologicznych technologii opartych na węglu).
3. Wdrażanie rozwiązań, które są bardziej przyjazne środowisku wymaga nie tylko ogromnych nakładów inwestycyjnych, ale również niezmienności przepisów oraz zmniejszenia barier administracyjnych, co jak pokazują przeprowadzone badania, ciągle stanowi istotny problem przy podejmowaniu decyzji przez inwestorów dotyczących rozwoju sektora energetycznego.
4. Odbiorcy energii chętnie kupują droższy, energooszczędny sprzęt, który pozwala na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej i tym samym na obniżenie kosztów eksploatacyjnych. Świadczy to o racjonalnych postawach dużej części odbiorców energii elektrycznej.
5. Przemysłowi odbiorcy energii częściej niż indywidualni kupując sprzęt zużywający energię elektryczną zwracają uwagę na to, czy jest on energooszczędny (ekologiczny).
6. Indywidualni odbiorcy energii rzadziej niż przemysłowi są skłonni zapłacić więcej za sprzęt zużywający energię elektryczną, który będzie potrzebował mniej energii.
7. Większość przemysłowych i indywidualnych odbiorców energii oraz ekspertów niezależnych uważa za niezasadne podwyższenie cen energii elektrycznej związane z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii.
8. Wytwarzanie energii elektrycznej w kogeneracji przez niewielkie elektrownie gazowe znacznie zmniejsza negatywny wpływ na środowisko oraz zużycie nieodnawialnych surowców energetycznych. Ponadto ogranicza koszty związane z przesyłem energii oraz ryzyko wystąpienia awarii linii przesyłowych z uwagi na mniejszą odległość od odbiorcy końcowego niż w przypadku tradycyjnych elektrowni opalanych węglem o dużej skali produkcji.
9. Największy negatywny wpływ na środowisko ma wytwarzanie energii elektrycznej na bazie węgla kamiennego w odniesieniu do analizowanych surowców energetycznych wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej. Nieco mniejszym wpływem cechuje się produkcja energii w oparciu o węgiel brunatny. Natomiast najmniej obciąża środowisko wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach opalanych gazem ziemnym.
10. Budowa niewielkich elektrowni lokalnych (opalanych biomasą lub gazem ziemnym, biogazowni lub elektrowni wodnych i wiatrowych) przyczyni



się do rozwoju regionów oraz poprawi bezpieczeństwo energetyczne z uwagi na brak konieczności przesyłu energii na znaczne odległości.

11. W Polsce istnieje jeszcze znaczny potencjał pozwalający na rozwój odnawialnych źródeł energii, których wykorzystanie może stanowić element przedsiębiorczości lokalnych społeczności i może służyć rozwiązaniu wielu problemów społeczno-gospodarczych w tym bezrobocia.
12. Trudności związane z planowaniem przestrzennym i oddziaływaniem na środowisko oraz bariery administracyjne są głównymi przeszkodami hamującymi rozwój energetyki odnawialnej w Polsce. Ponadto rozwój energetyki wymaga znacznych nakładów inwestycyjnych.

Na poziom bezpieczeństwa energetycznego Polski wpływa szereg czynników ekonomicznych i ekologicznych, co wykazane zostało w niniejszej rozprawie. Sytuacja w kraju ulega dynamicznym zmianom i w ciągu jednej dekady może ulec znaczącym przeobrażeniom. Jednak rozwiązanie problemów zaopatrzenia w energię będzie wymagało dużego wysiłku i systematycznego wieloletniego działania, gdyż skala opóźnień i zaniedbań w tym zakresie jest duża.

## BIBLIOGRAFIA

- Bartodziej G., Tomaszewski M., *Polityka energetyczna i bezpieczeństwo energetyczne*, Wydawnictwo Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Energetyka i Środowisko, Warszawa 2008.
- Bodio M., *Polityka energetyczna w stosunkach między Unią Europejską a Federacją Rosyjską w latach 2000–2008*, ASPRA-JR, Warszawa 2009.
- *Energia ze źródeł odnawialnych w 2009 r.* Wydawnictwo Głównego Urzędu Statystycznego.
- Kaczmarczyk S., *Badania marketingowe. Metody i techniki*. PWE, Warszawa 2002.
- Kuciński K., *Energia w czasach kryzysu*, Difin, Warszawa 2006.
- Leszczyński Z., *Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej do 2030 roku*. Urząd Regulacji Energetyki, Warszawa 2009.
- Pocięcha J., *Metody statystyczne w badaniach marketingowych*, PWN, Warszawa 1996.
- Soliński J., *Sektor energii – świat i Polska. Rozwój 1971–2000, perspektywy do 2030 r.*, Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, Warszawa 2004.
- [www.cire.pl](http://www.cire.pl) Agencja Rynku Energii.
- [www.ure.gov.pl](http://www.ure.gov.pl) Urząd Regulacji Energetyki.

## THE ECONOMIC AND ECOLOGICAL ASPECTS OF POLISH ENERGY SECURITY

**Summary:** The dissertation titled “The economic and ecological aspects of Polish energy security” is an attempt to present and evaluate Polish energy problems, the energy sector of which is in the course of implementation of the targets for national solutions to adapt the European Unions energy strategy. The main objective of this dissertation was to determine

the impact of economic and ecological factors on the status of Polish energy security. All the hypotheses posed in the work were confirmed through the detailed statistical analysis of survey results and on the basis of data obtained from the biggest Polish power plants that were analyzed by LCA.

**Key words:** energy security, economics, ecology, renewable energy sources.

*Dr inż. Maciej Dzikuć  
Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Podgórna 50  
65-001 Zielona Góra  
e-mail: m.dzikuc@wez.uz.zgora.pl*