

PRACE NAUKOWE

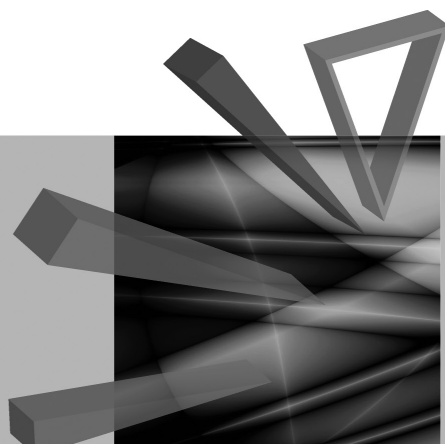
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

317

Efektywne gospodarowanie zasobami przyrodniczymi i energią



Redaktor naukowy

Andrzej Graczyk



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redakcja wydawnicza: Anna Grzybowska
Redakcja techniczna: Barbara Łopusiewicz
Korekta: K. Halina Kocur
Łamanie: Adam Dębski
Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:
www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,
w Dolnośląskiej Bibliotece Cyfrowej www.dbc.wroc.pl,
The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,
a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon
http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się
na stronie internetowej Wydawnictwa
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2013

ISSN 1899-3192
ISBN 978-83-7695-335-9

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk i oprawa:
EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, sp.j.
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek

Spis treści

Wstęp	9
--------------	---

Część 1. Energia i klimat

Bartosz Fortuński: Wykorzystanie wybranych surowców energetycznych w kontekście polityki energetycznej Unii Europejskiej	13
Alicja Graczyk: Energooszczędne gospodarowanie w gminie Prusice na przykładzie badań ankietowych w ramach projektu ENERGYREGION..	23
Magdalena Ligus: Wartościowanie bezpieczeństwa energetycznego – ujęcie metodyczne	33
Tadeusz Pindór, Leszek Preisner: Oszczędność zasobów energii pierwotnej w skali światowej w wyniku zagospodarowania złóż niekonwencjonalnego gazu ziemnego	44
Michał Ptak: Znaczenie dyskontowania w polityce klimatycznej.....	53
Edyta Sidorczuk-Pietraszko: Metodyka badania wpływu inwestycji w odnawialne źródła energii na tworzenie miejsc pracy w wymiarze lokalnym.....	63
Ewa Mazur-Wierzbicka: Europa efektywnie korzystająca z energii – kontekst Polski.....	73
Jacek Malko, Henryk Wojciechowski: Efektywność energetyczna jako element gospodarki zasobooszczędnej.....	82
Zbigniew Brodziński: Działania operacyjne gmin na rzecz pozyskania energii ze źródeł odnawialnych na przykładzie województwa warmińsko-mazurskiego	98
Paweł Korytko: Warunki i ograniczenia rozwoju energetyki jądrowej w Polsce	107
Benedykt Olszewski: Development of small geothermal and hydroelectric power plants in Poland as a chance for energetic security and regional growth	120
Joanna Sołtuniak: Zagospodarowanie zasobów wodnych województwa łódzkiego na potrzeby energetyki	130

Część 2. Rolnictwo

Katarzyna Brodzińska: Racjonalizacja działań na rzecz ochrony środowiska w nowej perspektywie wdrażania WPR	141
--	-----

Maria Golinowska: Struktura organizacji gospodarstw ekologicznych	151
Danuta Gonet: Analiza gospodarowania ziemią w gospodarstwie rolnym. Studium przypadku RSP w gminie Święta Katarzyna	163
Karol Kociszewski: Polityka ochrony klimatu w rolnictwie	172
Wiktor Szydło: Kryzys żywnościowy (<i>food crisis</i>) pierwszej dekady XXI wieku – wstępna analiza teorii	184
Bogumiła Grzebyk: Obszary przyrodniczo cenne w zrównoważonym roz- woju obszarów wiejskich Podkarpacia	193
Bogdan Piątkowski, Magdalena Protas: Gospodarowanie zasobami odna- wialnymi – wybrane modele gospodarki leśnej	203

Część 3. Wycena zasobów przyrodniczych

Anna Bisaga: Zrównoważone wykorzystanie zasobów rolnictwa warunkiem wzrostu gospodarczego	221
Katarzyna Kokoszka: Popyt na czyste środowisko na terenach wiejskich w świetle zrównoważonego rozwoju rolnictwa.....	230
Arnold Bernaciak, Małgorzata Cichoń: Wartość przyrodnicza ekosyste- mów a wycena wartości ekonomicznej na przykładzie jezior Pomorza Środkowego	240
Łukasz Popławski: Problem wyceny dóbr i usług środowiskowych na obsza- rach wiejskich	250
Anetta Zielińska: Wycena obszarów przyrodniczo cennych przy wykorzy- staniu wskaźników rozwoju zrównoważonego	261
Stanisław Czaja: Wybrane problemy metodyczno-metodologiczne wyceny elementów kapitału naturalnego	272
Agnieszka Becla: Wybrane informacyjne wyzwania identyfikacji i wyceny elementów kapitału naturalnego dla rachunku ekonomicznego	291
Tomasz Żołyński: Gospodarowanie energią w halach sportowych w woje- wództwie dolnośląskim	302

Summaries

Part 1. Energy and climate

Bartosz Fortuński: The use of selected energy resources in the context of the EU energy policy	22
Alicja M. Graczyk: Energy efficient management in Prusice powiat based on ENERGYREGION surveys.....	32

Magdalena Ligus: Valuing energy supply security – methodological approach	43
Tadeusz Pindór, Leszek Preisner: Economical use of primary energy deposits on a global scale resulted of more effective use of non-conventional deposits of the natural gas	52
Michał Ptak: The importance of discounting in the climate change policy ...	62
Edyta Sidorczyk-Pietraszko: Method of employment impact assessment of renewable energy sources on creating new workplaces – local level.....	72
Ewa Mazur-Wierzbicka: A resource-efficient Europe – Polish context.....	81
Jacek Malko, Henryk Wojciechowski: Energy efficiency as an element of resource-effective economy.....	97
Zbigniew Brodziński: Operational activities of municipalities in the production of energy obtained from renewable sources based on Warmia and Mazury Voivodeship.....	106
Paweł Korytko: Conditions and limitations of the nuclear power industry development in Poland.....	119
Benedykt Olszewski: Rozwój małej energetyki geotermalnej i wodnej w Polsce w kontekście bezpieczeństwa energetycznego oraz rozwoju regionalnego	129
Joanna Soltuniak: Management of water resources in Lodz Voivodeship for water-power engineering needs.....	138

Part 2. Agriculture

Katarzyna Brodzińska: Rationalization of actions to protect the environment in a new perspective of the CAP implementation	150
Maria Golinowska: The structure of ecological farms organization	162
Danuta Gonet: The analysis of land management in a farm. Case study of collective farm in Święta Katarzyna commune	171
Karol Kociszewski: Climate protection policy in agriculture	183
Wiktor Szydło: Food crisis of the first decade of the XXIst century – preliminary analysis of theory.....	192
Bogumiła Grzebyk: Naturally valuable areas in the balanced development of rural areas of the region of Podkarpackie	201
Bogdan Piątkowski, Magdalena Protas: Management of renewable resources – selected models of forest management.....	218

Part 3. Evaluation of natural resources

Anna Bisaga: A balanced use of agricultural resources as requisite of economic growth	229
--	-----

Katarzyna Kokoszka: Demand on clean environment in the light of the rural sustainable development.....	239
Arnold Bernaciak, Małgorzata Cichoń: Natural value of ecosystems and their economic valuation, case of the Middle Pomerania lakes	249
Łukasz Popławski: Problem of environmental goods and services valuation in rural areas.....	259
Anetta Zielińska: The assessment of naturally valuable areas with the use of sustainable development indicators	271
Stanisław Czaja: Chosen methodical and methodological problems of the natural capital elements evaluation	290
Agnieszka Becla: Chosen informative challenges of identification and the evaluation of elements of natural capital for the economic account	301
Tomasz Żołyński: Energy management in sports halls in Lower Silesia.....	310

Magdalena Ligus

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

WARTOŚCIOWANIE BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO – UJĘCIE METODYCZNE*

Streszczenie: Artykuł dotyczy metodycznych aspektów przeprowadzania wyceny bezpieczeństwa energetycznego. Dokonano systematyzacji metod: bazujących na cenach rynkowych (*market prices*), metod ujawnionych preferencji (*revealed preferences*) – bazujących na rynkach zastępczych, oraz metod deklarowanych preferencji (*stated preferences*) – bazujących na rynkach symulowanych. Wskazano na wady i zalety metod oraz możliwości aplikacyjne ich stosowania. Zaprezentowano również wyniki badań literaturowych, światowych oraz polskich, dotyczących wartości VOLL (*value of lost load*) jako wyceny kosztów zakłóceń oraz przerw w dostawach energii spowodowanych niedoskonałościami rynku produkcji oraz przesyłu i dystrybucji energii.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo energetyczne, metody wyceny, wycena warunkowa (*contingent valuation*), *value of lost load* (VOLL).

DOI: 10.15611/pn.2013.317.03

1. Wstęp

Bezpieczeństwo energetyczne definiuje się jako stan, w którym konsumenci oraz władze mają podstawy do przekonania, że istnieją odpowiednie rezerwy oraz infrastruktura produkcyjna i przesyłowa pozwalające na zabezpieczenie oczekiwań popytowych w dającej się przewidzieć przyszłości, ze źródeł energii w kraju i za granicą, po koszcie dostarczenia, który nie stawia konsumentów w niekorzystnym położeniu, jeśli chodzi o przewagę konkurencyjną, i nie zagraża w żaden inny sposób ich dobrobytowi. Brak bezpieczeństwa energetycznego natomiast przejawia się w fizycznych przerwach w dostawie energii lub w nagłych i znacznych zmianach cen [Hunt, Markandya 2004]. Definicja ta koresponduje z definicją Międzynarodowej Agencji Energii, według której bezpieczeństwo energetyczne to dostępność regularnych dostaw energii po rozsądnej (akceptowalnej) cenie [*Energy price... 2001*].

* Artykuł opracowany w ramach grantu NCN nr NN112 384840 „Szacunek pozaśrodowiskowych kosztów i korzyści zewnętrznych modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym”.

Dla władz krajów europejskich zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego staje się coraz ważniejszym problemem. Decyzje prywatne dotyczące użycia energii nie opierają się na całkowitym koszcie społecznym (a zatem powstaje efekt zewnętrzny). Zakłócenia w dostawie energii oraz skoki cenowe wywołują makroekonomiczne skutki, których gospodarstwa domowe oraz przedsiębiorstwa nie biorą pod uwagę, podejmując decyzje dotyczące użycia energii. Co więcej, istnieje tendencja do niedoszacowywania ryzyka zakłóceń oraz fluktuacji cenowych. Występują także efekty trudno wymierne, jak koszt psychiczny obywateli wywołany niepewnością co do dostaw energii. Dlatego tak istotne jest, z punktu widzenia władz na szczeblu krajowym oraz lokalnym, szacowanie kosztów związanych z brakiem bezpieczeństwa energetycznego i podejmowaniem odpowiednich decyzji regulacyjnych czy też inwestycyjnych.

Po pierwsze, wartościowanie zmian w poziomie bezpieczeństwa energetycznego pozwala na podejmowanie optymalnych z punktu widzenia społecznego decyzji inwestycyjnych przez operatorów systemu przesyłowego i dystrybucyjnego oraz wytwórców energii (mowa o przerwach w dostawie wynikających zarówno z niedostatecznej podaży, jak i ze stanu sieci przesyłowych), gdyż to ich decyzje wpływają na prawdopodobieństwo wystąpienia przerw w dostawie energii. Znajomość wartości zmian w poziomie bezpieczeństwa energetycznego jest pierwszym krokiem do obliczenia optymalnego, z punktu widzenia społecznego, poziomu przerw w dostawach energii. Takie podejście powinno zastąpić stosowaną do tej pory „regulę kciuka”. Po drugie, taka informacja jest przydatna w sytuacji wystąpienia niedoboru po stronie podaży energii w celu podjęcia decyzji, które regiony i sektory gospodarki powinny być odcięte w pierwszej kolejności.

Powyższe wymaga jednak przeprowadzenia wyceny kosztów bezpieczeństwa energetycznego. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie metod i możliwości w zakresie wyceny oraz wskazanie wskaźników literaturowych – światowych oraz specyficznych dla Polski.

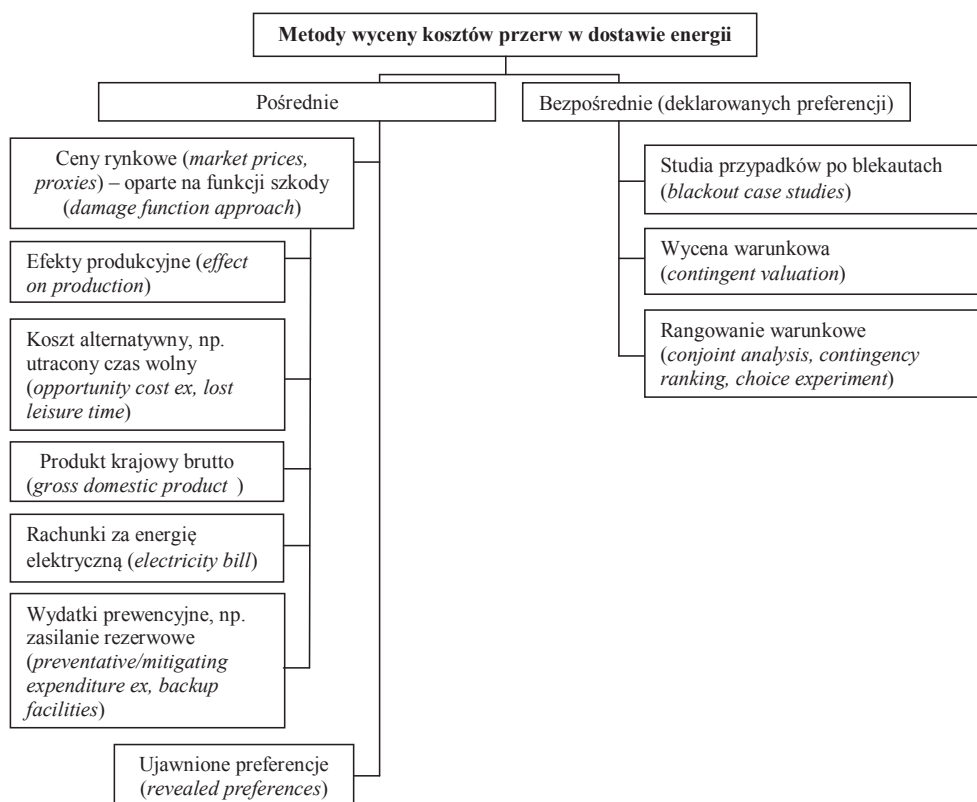
2. Metody przeprowadzania badań pierwotnych wartościowania zmian w poziomie bezpieczeństwa energetycznego

Ze względu na to, że nie istnieje rynek bezpieczeństwa energetycznego, tak jak w przypadku innych dóbr publicznych, nie istnieje cena rynkowa, która pozwoliłaby na ujawnienie kosztu krańcowego na minutę przerwy w dostawie czy też na kWh niedostarczonej energii. Na przestrzeni ostatnich kilkadziesiąt lat zostały jednak rozwinięte metody szacowania kosztów przerw w dostawie energii.

Ajodhia i Hakvoort [2005] rozróżniają najogólniej krótkoterminowe (*short-term outage costs*) i długoterminowe koszty przerw w dostawie energii elektrycznej (*long-term outage costs*). Koszty w krótkim terminie to te ściśle związane z przerwą w dostawie. Przykładem są utracona produkcja, koszty rozruchu technologicznego, koszty psucia się towarów, ale także odczucie niedogodności, utracony czas wolny

(w odniesieniu do gospodarstw domowych), obrażenia odniesione przez ludzi, możliwe szabrownictwo. Koszty w długim okresie są związane z przebiegiem działań dostosowawczych do spodziewanych przerw w dostawie energii elektrycznej. Konsumenty, którzy przewidują pewien poziom zawodności dostaw, wdrażają działania łagodzące skutki potencjalnych kosztów przyszłych przerw w dostawie. Przykładem jest zakup świeczek, latarek czy rezerwowych generatorów prądu.

Metody wyceny kosztów przerw w dostawie energii klasyfikuje się zazwyczaj jako [Ajodhia, Hakvoort 2005; Bliem 2009]: pośrednie (*indirect methods*) i bezpośrednie (*direct methods*). Metody pośrednie to: metody oparte na cenach rynkowych (*market prices*) oraz metody ujawnionych preferencji (*revealed preferences*); metody deklarowanych preferencji (*stated preferences*) to metody bezpośrednie¹. Systematyzację metod prezentuje rys. 1.



Rys. 1. Podział metod wyceny kosztów przerw w dostawie energii

Źródło: por. [Ajodhia, Hakvoort 2005; Bliem 2009; Foltyn-Zarychta 2008; Ligus 2010].

¹ Inny podział metod wyceny kosztów przerw w dostawie energii oparty jest na: wskaźnikach makroekonomicznych (*market price* lub *proxies*); rynku (*revealed preferences*) oraz badaniach ankietowych (*stated preferences*).

Metody bazujące na cenach rynkowych, nazywane również *physical linkage methods*, często odnoszą się do funkcji szkody (*damage function approach*), a w przypadku związków biologicznych do funkcji oddziaływanie-skutek (*dose-response approach*). Podejście funkcji szkody wycenia szacowane efekty przy użyciu cen rynkowych – to oraz ich prostota spowodowały, że pozyskały sobie w przeszłości wielu zwolenników wśród ekonomistów. Jednakże obecnie wady tej grupy metod są szeroko rozpoznane. Przede wszystkim są to metody, które nie znajdują podstaw teoretycznych w ekonomii dobrobytu, jako że fizyczne związki pomiędzy przyczyną a szkodą nie są bezpośrednio skorelowane z funkcją użyteczności konsumenta (choć zachowania prewencyjne oraz zmiany cen są również modelowane). Ponadto metody te są bardzo niedokładne i służą jedynie do wyceny efektów bezpośrednio użytkowych. Nie są w stanie wycenić wartości pozaużytkowych dóbr nierynkowych, a nawet pośrednich wartości użytkowych. Metody te mogą zatem posłużyć jedynie jako pierwsza aproksymacja wartości wycenianych dóbr [Mitchell, Carson 1989].

Przykładem *proxy methods*, opartych na danych statystycznych, może być metoda bazująca na wskaźniku wartości produktu krajowego brutto i jakiejś miary konsumpcji energii, np. szczytowego poboru energii. Takie podejście nie wycenia kosztów pośrednich, które mogą być powodowane utratą produkcji, oraz kosztów dla gospodarstw domowych, gdzie skutkiem przerw w dostawie energii jest głównie utrata użyteczności, a nie utrata produkcji [Willis, Garrod 1997]. Podobna metoda opiera się na wskaźniku opłat za energię elektryczną i ilości skonsumowanej energii. Zostały również rozwinięte tego typu metody dla poszczególnych grup konsumentów energii, np. dla gospodarstw domowych stawka godzinowa płacy może być zastosowana jako wycena utraconego w związku z przerwą w dostawie energii czasu wolnego, zakładając, że formy aktywności w tym czasie są powiązane z konsumpcją energii. Dla sektora przemysłowego stosuje się metodę opartą na kosztach prewencyjnych związanych z instalacją zasilania rezerwowego. Założeniem tej metody jest koncepcja, że wartość dobra (bezpieczeństwa energetycznego) jest równa kwocie, jaką konsument jest w stanie zapłacić za inne dobro/dobra (będące substytutami) dostarczające konsumentowi takich samych korzyści. Wadą tej metody jest to, że w praktyce zwykle zaniża wartość korzyści płynących z bezpieczeństwa energetycznego, ponieważ działania zapobiegawcze i popyt na energię nie są doskonałymi substytutami. Przykładem badań pierwotnych zarówno dla sektora przedsiębiorstw, jak i gospodarstw domowych, przeprowadzonych metodami opartymi na cenach rynkowych, jest badanie przedstawione w pracy [De Nooij, Koopmans, Bijvoet 2007].

Wszystkie powyższe podejścia bazują na szacunku kosztów dla konsumenta. Wartość oszacowanych kosztów będzie zwykle niższa od wartości pieniężnej utraconej użyteczności dla konsumenta. Powodów jest kilka: brak kalkulacji awersji do ryzyka, występowanie kosztów niepieniężnych, jak odczucie niedogodności spowodowanych brakiem energii, utrata nadwyżki konsumenta. Jest jednak możliwe

uniknięcie tych problemów i wyprowadzenie miary teoretycznie bardziej właściwej poprzez koncentrowanie się na szacunku wartości utraconej przez konsumentów użyteczności w związku z przerwami w dostawie energii poprzez oszacowanie utraconych korzyści (a nie poniesionych kosztów) [Willis, Garrod 1997]. Takie podejście oparte jest na tzw. *behavioral linkage methods*, opisanych poniżej.

Metody ujawnionych preferencji (*revealed preferences*) wykorzystują informacje z tzw. rynków zastępczych, tj. rynków dóbr, których konsumpcja jest w jakiś sposób powiązana z konsumpcją dobra nierynkowego będącego przedmiotem wyceny.

Metody deklarowanych preferencji (*stated preferences*) polegają na próbie symulacji rynku na dobra nierynkowe. Dokonuje się tego najczęściej poprzez badania ankietowe. Badania te polegają na przeprowadzaniu wywiadów z konsumentami, którzy podają swoje hipotetyczne ceny dóbr nierynkowych (metoda wyceny warunkowej) – jeśli badanie jest przeprowadzane bezpośrednio po „blackout” i dotyczy konkretnego zdarzenia, przyjmuje formę studium przypadku (*blackout case study*), zatem zastosowanie wyników jest ograniczone lub badani proszeni są o wyrażenie preferencji (rangowanie) dotyczących pewnego zbioru alternatyw. Najczęściej stosowaną metodą jest metoda wyceny warunkowej. Respondenci proszeni są bezpośrednio o określenie, jaką kwotę są gotowi zapłacić (*willingness to pay* – WTP) za zmianę jakości/dostępności dobra nierynkowego lub też jaką kwotę są skłonni przyjąć jako rekompensatę (*willingness to accept* – WTA) za wprowadzenie pewnych zmian w jakości/dostępności badanego dobra. Technika jest określana jako warunkowa, ponieważ dobro lub usługa w rzeczywistości niekoniecznie będą dostarczone. Sytuacja, do której odnosi się respondent przy określaniu wartości, jest hipotetyczna i zakłada się, że respondenci zachowują się w identyczny sposób jak na prawdziwym rynku. W celu znalezienia średniej wartości WTP lub WTA z próby analizuje się wyniki ankiet za pomocą metod ekonometrycznych.

3. Badania światowe wyceny kosztów bezpieczeństwa energetycznego

W odniesieniu do pierwszego rodzaju kosztów społecznych (wywołanych fluktuacjami cenowymi surowców) przeprowadzono badanie dla krajów UE27 w ramach projektu CASES (Cost Assessment for Sustainable Energy Systems) Komisji Europejskiej [Hunt, Markandya, Arnold 2007].

Raport z badania CASES podaje wartość kosztu szoków cenowych ropy naftowej 0,000004€/kWh jako medianę zawartą w przedziale wartości 0,000001€-0,000008€, jako utratę PKB spowodowaną fluktuacjami cenowymi ropy naftowej trwającymi dłużej niż sześć miesięcy (takie były ograniczenia przyjęte w badaniu, nie badano krótkoterminowych zmian cenowych, zatem wartość kosztu może być niedoszacowana). Należy podkreślić, że chociaż dla krajów UE średni udział energii produkowanej z ropy naftowej to zaledwie 4%, są kraje, dla których udział ten,

a zatem i koszt zewnętrzny, jest znaczny (np. Malta, Cypr). Dla Polski jest to zaledwie 2% (dane za 2004 r. przyjęte w badaniu), więc koszt zewnętrzny dla energetyki wywołany fluktuacjami cenowymi ropy naftowej będzie niewielki. Natomiast dominujący w UE udział węgla, gazu oraz energetyki jądrowej powoduje, że koszty związane z fluktuacjami cenowymi mogą być znaczące. Dla UE średni udział gazu w produkcji energii wynosi 19%, węgla oraz energetyki jądrowej po 31%. Należy oczekiwać, że dla Polski największy koszt zewnętrzny związany jest z importowanym gazem ziemnym. W badaniu CASES podkreślono, że nie są znane żadne badania dotyczące kosztów bezpieczeństwa energetycznego związane z gazem ziemnym oraz węglem. Jest to niewątpliwie luka wymagająca podjęcia intensywnych badań [Hunt, Markandya, Arnold 2007].

W odniesieniu do drugiego rodzaju kosztów zewnętrznych bezpieczeństwa energetycznego w badaniach podaje się zwykle koszt zakłóceń oraz przerw w dostawach energii poprzez przemnożenie wielkości niedostarczonej energii (wyliczonej na podstawie prawdopodobieństwa intensywności, częstotliwości i czasu trwania przerw w dostawach) przez czynnik nazywany VOLL (*value of lost load*). VOLL wyrażany jest zwykle jako koszt przypadający na kWh niedostarczonej energii (czasami jako koszt uzależniony od czasu trwania przerw w dostawach). Istnieje wiele opracowań, wykonywanych zarówno na zlecenie Komisji Europejskiej (głównie badania polegające na przeglądzie literatury dotyczącej badań przeprowadzanych w poszczególnych krajach UE), jak i przez agendy rządowe USA oraz inne kraje. Należy podkreślić, że nie ma zgodności co do wysokości badanych kosztów. Wiele zależy od przyjętej metody badawczej² oraz od specyficznych uwarunkowań poszczególnych krajów (przede wszystkim poziomu bezpieczeństwa energetycznego, poziomu PKB *per capita*, zwyczajów dotyczących spędzania czasu przez społeczeństwo). Można jednak zauważyć wyraźne różnice w wartościach szacowanych w krajach rozwijających się oraz w krajach rozwiniętych (co jest intuicyjnie zrozumiałe). Wynikiem projektu CASES w tym zakresie (tab. 1) są wartości szacunkowe: 4-40\$/kWh niedostarczonej energii elektrycznej w wyniku awarii sieci dla krajów rozwiniętych oraz 1-10\$/kWh dla krajów rozwijających się. Autorzy badania podają również przedziały zawężone dla 90% poziomu ufności: 5-25\$/kWh dla krajów rozwiniętych oraz 2-5\$/kWh dla krajów rozwijających się [Hunt, Markandya, Arnold 2007]. Wydaje się, że wyniki są lewostronnie skośne, co sugeruje, że należy przyjmować wartości raczej z dolnej niż z górnej granicy. Mediana również znajduje się bliżej lewego końca przedziału. Natomiast nie jest możliwe przypisanie prawdopodobieństwa konkretnym wartościom. Dane są również niewystarczające, aby skonstruować przedziały wartości VOLL dla poszczególnych krajów w dwóch wymienionych kategoriach. Wartości VOLL zostały podane na 2030 r., wyrażone w USD z 2007 roku. Autorzy podkreślają jednak, że prognozowany przez nich wzrost wartości był niewielki, tak aby wartości te mogły być stosowane przez dwie kolejne dekady.

² Należy podkreślić, że najbardziej obiecujące są metody oparte na szacunku gotowości do zapłaty (WTP) w celu uniknięcia przerw w dostawie energii [Hunt, Markandya 2004].

Tabela 1. Wartości VOLL w 2030 r. wg badania CASES Komisji Europejskiej (w US(2007)\$/\$/kWh)

	Maksymalny przedział wartości	Przedział wartości przy poziomie ufności 90%
Kraje wysoko rozwinięte	4-40	5-25
Kraje rozwijające się	1-10	2-5

Źródło: [Hunt, Markandya, Arnold 2007].

Autorzy podkreślają również, że podane wartości należy traktować jako ich osobiste przypuszczenia (określają je dosłownie *personal guesses*) oparte na przeglądzie wyników badań literaturowych oraz wnioskach, jakie z nich wyciągnęli.

Istotne wnioski autorzy wyciągnęli z porównania wyników badań VOLL zebranych przez Ajodhię [2006] dla różnych krajów, odrębnie dla sektora gospodarstw domowych, sektora usług, przemysłu oraz dla gospodarki jako całości. Stwierdzono, że poziom VOLL znacząco zależy od sektora. Szczególnie wrażliwy na przerwy w dostawach energii jest sektor usług – wartości VOLL dochodzące do 70 USD/kWh. Także sektory przemysłowy i gospodarstw domowych mogą być poważnie dotknięte przerwami w dostawach, lecz w mniejszym stopniu niż sektor usług – wartość VOLL sięga 25 USD/kWh. Natomiast wartości VOLL dla gospodarki jako całości są znacząco niższe, gdyż uśrednione dla wszystkich odbiorców, również tych, których aktywności tylko marginalnie zależą od dostaw energii.

4. Badania pierwotne dla Polski wartościowania bezpieczeństwa energetycznego

Pierwsze znane autorce badanie dla Polski, zrealizowane jednak na niereprezentatywnej próbie, zostało przeprowadzone w 2003 r. [Paska, Goc 2003]. Badanie w ramach projektu TRELSS (Transmission Reliability Evaluation of Large Scale Systems) dla Polskich Sieci Energetycznych PSE SA miało na celu stworzenie podstaw do stosowania w PSE SA podejścia wartościowania niezawodności. Odbiorców podzielono na dwa sektory: mieszkaniowy oraz przemysłowy i handlowy. Badaniem w fazie testowej objęto 20 odbiorców mieszkaniowych oraz 20 odbiorców przemysłowych i handlowych. Odpowiedzi uzyskano tylko od odbiorców mieszkaniowych. W wyniku badania oszacowano sprawiedliwą rekompensatę (WTA) za przerwę jednogodzinną w wysokości 5 zł. Natomiast gotowość do zapłaty (WTP) za uniknięcie przerwy w dostawie wyniosła 0 zł. Poniesiony koszt prewencyjny wyniósł od 5 do 10 zł. Straty jednogodzinne odniesione do przeciętnego jednogodzinnego zużycia energii elektrycznej dają dla sektora gospodarstw domowych wskaźnik wartości niedostarczonej energii w przedziale: 1,5-5 zł/kWh.

Badanie w fazie pilotażowej przeprowadzono na większych, choć nadal niedostatecznych próbach odbiorców, w dwóch regionach Polski: centralnym i południowym: odbiorcy mieszkaniowi – 100 ankiet (zwrot 84 ankiet), odbiorcy prze-

mysłowi i handlowi – 100 ankiet (zwrot 64 ankiet). Badanie nie doprowadziło do oszacowania wartości VOLL. Wyniki uzyskane w badaniach wskazują jednak, że niezawodność dostaw energii elektrycznej jest dla odbiorców ważnym problemem. Wszyscy ankietowani odbiorcy ponieśli mniejsze lub większe straty wywołane przerwą w dostawie energii elektrycznej. Dla odbiorców mieszkaniowych straty te wiązały się przeważnie z utrudnieniem realizacji codziennych czynności, zmianą planu zajęć i stawianiem odbiorcy w trudnej i przymusowej sytuacji. Przerwa w dostawie powodowała również problem w kontynuowaniu ogrzewania dla 16,5% ankietowanych mieszkających w mieście. U odbiorców przemysłowych straty wywołane przerwą w dostawie energii elektrycznej powstają w wyniku zatrzymania lub zwolnienia produkcji oraz ponownego rozruchu zatrzymanego procesu.

W 2010 roku autorka przeprowadziła badanie dotyczące bezpieczeństwa energetycznego (w rozumieniu niestabilności systemu elektroenergetycznego) w Polsce [Ligus 2011]. Zasadniczym celem badania było oszacowanie średniej miesięcznej kwoty gotowości do zapłaty (WTP) społeczeństwa jako całości oraz w podziale sektorowym: gospodarstwa domowe, mikroprzedsiębiorstwa oraz gospodarstwa rolne w celu poprawy bezpieczeństwa energetycznego.

Wycenę bezpieczeństwa energetycznego przeprowadzono w ramach szerszego badania ankietowego „Wykorzystanie energii w codziennym życiu”, realizowanego w ramach projektu badawczego rozwojowego finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju „Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach”.

Łącznie przebadano 1067 osób, w tym: 449 gospodarstw domowych, 360 gospodarstw rolnych oraz 258 mikroprzedsiębiorstw w dziewięciu gminach trzech województw. Bezpieczeństwo energetyczne zostało zdefiniowane w kontekście wielkości szkód wyrządzanych przy danym stanie infrastruktury produkcyjnej i przesyłowej. Wielkość szkody była uzależniona od częstości i czasu trwania przerw w dostawach oraz spadków napięć energii elektrycznej.

Podstawowe statystyki podsumowujące odpowiedzi na pytanie wyceniające są zawarte w tab. 2. Parametry oszacowano dla grupy wszystkich danych (1067 obserwacji). Ze względu na cel analizy podano również parametry rozkładów, dokonując podziału próby na sektor gospodarstw domowych, mikroprzedsiębiorstw oraz rolnych, a także w układzie województw: dolnośląskie, lubelskie oraz podlaskie.

Przedział ufności na poziomie istotności 95% to (1,40-4,17) dla średniej miesięcznej kwoty gotowości do zapłaty za wzrost bezpieczeństwa energetycznego w kontekście jakości infrastruktury produkcyjnej i przesyłowej w badanej populacji. Średnia miesięczna kwota WTP za wzrost bezpieczeństwa energetycznego wyniosła 2,78 zł. Zwraca uwagę fakt, że mediana jest zdecydowanie niższa od średniej i wynosi 0 zł. Spowodowane jest to dominującym udziałem deklaracji zerowych. Zróżnicowanie w próbie jest ogromne, o czym świadczy odchylenie standardowe od średniej: 22,48 zł (współczynnik zmienności na poziomie 8). Przeważający udział deklaracji zerowych nie jest zaskoczeniem, również duże zróżnicowanie w próbie

Tabela 2. Oszacowane parametry rozkładu wszystkich danych

Oszacowany parametr/próba	N ważnych	Średnia WTP (zł/mc)	Przedział ufności 95%	Mediana	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności (%)	Min	Max
Próba całkowita	1017	2,78	1,40 4,17	0	22,48	808	0,00	501,0
Gospodarstwo domowe	428	1,14	0,16 2,12	0	10,31	901	0,00	200,5
Mikroprzedsiębiorstwa	257	6,06	1,13 10,99	0	40,15	663	0,00	501,0
Rolne	332	2,36	1,01 3,71	0	12,49	530	0,00	200,5
Woj. dolnośląskie	360	3,97	1,70 6,24	0	21,87	551	0,00	200,5
Woj. lubelskie	360	0,31	-0,12 0,73	0	4,11	1331	0,00	75,5
Woj. podlaskie	297	4,34	0,52 8,17	0	33,51	772	0,00	501,0

Źródło: [Ligus 2011].

zdaje się świadczyć o tym, że dobro w postaci bezpieczeństwa energetycznego nie jest jasno sprecyzowane w umysłach respondentów, skąd wypływają trudności w wycenie.

Przeprowadzone analizy pozwoliły również wyciągnąć wnioski, że deklarowane WTP zależy istotnie od sektora, przy czym najwyższa gotowość do zapłaty występuje w sektorze przedsiębiorstw (tutaj badane były mikroprzedsiębiorstwa ze względu na specyfikę projektu badawczego), następnie gospodarstw rolnych, najniższą zaś domowych, co zgodne jest z intuicyjnym postrzeganiem siły uzależnienia poszczególnych sektorów od ciągłości dostaw energii elektrycznej. Kolejnym czynnikiem istotnie wpływającym na deklarowane WTP jest częstość doświadczanych przerw w dostawach energii, przy czym czas trwania przerw nie wpływa istotnie na deklarowane WTP. Należy jednak zauważyć, że w badaniu poczyniono rozróżnienie jedynie na przerwy trwające dłużej niż jeden dzień i przerwy krótsze. Gotowość do zapłaty również zależy istotnie od województwa, a co za tym idzie, od gminy, przy czym najwyższe średnie WTP wykazuje województwo podlaskie, niewiele niższe dolnośląskie oraz zdecydowanie niższe lubelskie. Trudno jest wskazać na czynnik determinujący taki rozkład odpowiedzi wyceniających, jednak istotne jest, że zarówno dochód, jak i doświadczana częstość przerw w dostawach energii zależą istotnie od województwa, przy czym deklarowany dochód najwyższy jest dla województwa dolnośląskiego, niższy dla podlaskiego i zdecydowanie najniższy dla lubelskiego; natomiast częstość przerw w dostawach wykazuje największą zależność dla województwa podlaskiego, nieco niższą dla dolnośląskiego i znowu

zdecydowanie najniższą dla lubelskiego. A zatem oba czynniki można uznać za determinujące rozkład odpowiedzi wyceniających pomiędzy województwami.

Odnosząc się do pozostałych zmiennych socjoekonomicznych respondentów, wykazano istotną statystycznie zależność WTP od dochodu – bogatsi byli skłonni płacić więcej. Nie wykazano istotnej statystycznie zależności WTP od płci, wykształcenia oraz liczby osób w rodzinie.

Ze względu na potwierdzoną w badaniach wstępnych zależność VOLL od sektora – najwyższa w sektorze przedsiębiorstw, autorka zdecydowała się na przeprowadzenie badań tego sektora reprezentatywnych dla całej Polski. Badanie ma być kontynuowane w 2013 r. na ogólnopolskiej próbie przedsiębiorstw.

5. Podsumowanie i wnioski

Wartość bezpieczeństwa energetycznego wydaje się ważnym czynnikiem, oddziałującym na podejmowane decyzje regulacyjne i inwestycyjne w sektorze energetycznym. Jednocześnie jest to obszar wymagający przeprowadzenia intensywnych badań. Istnieje wiele wycen kosztów zakłóceń i przerw w dostawach energii. Brakuje jednak jednoznacznych konkluzji co do proponowanych wartości. Na podstawie danych literaturowych można jedynie wyciągnąć wniosek, że istnieje ogromna dysproporcja wartości pomiędzy krajami rozwiniętymi i rozwijającymi się oraz pomiędzy sektorami. Istnienie wskaźników literaturowych umożliwia jednak zastosowanie przynajmniej zgrubnych szacunków wartości kosztów zakłóceń i przerw w dostawach energii. Wymaga to oczywiście dostosowania wyników badań literaturowych do specyfiki konkretnego regionu, co może być zadaniem trudnym. Rekomendowane jest przeprowadzenie badań pierwotnych dla konkretnych zastosowań. Przedstawione autorskie badanie pierwotne może być stosowane w warunkach polskich, gdyż przeprowadzone testy wskazują na jego poprawność – *validity* (pomimo dużej wariancji średniej WTP, wpływającej na wiarygodność badania – *reliability*). Ze względu na potwierdzoną w badaniach wstępnych największą zależność VOLL od sektora przedsiębiorstw wydaje się najistotniejsze przeprowadzenie badania pierwotnego na reprezentatywnej próbie tego sektora dla Polski. Należy również zauważyć, że brakuje w literaturze wycen kosztów dywersyfikacji źródeł energii, w tym ze źródeł odnawialnych. Potencjalnie wysokie koszty tego aspektu bezpieczeństwa energetycznego dla Polski również uzasadniają przeprowadzenie badań pierwotnych w tym zakresie.

Literatura

Ajodhia V., Hakvoort R., *Economic regulation of quality in electricity distribution networks*, “Utilities Policy” 2005, vol. 13, s. 211-221.

- Ajodhia V., *Regulating beyond price – integrated price-quality regulation for electricity distribution networks*, PhD-thesis, Delft University, Delft 2006.
- Alvehag K., Soder L., *An activity-based interruption cost model for households to be used in cost-benefit analysis*, Power Tech Conference, Post-Conference Materials, IEEE Lausanne 2007, s. 1611-1616.
- Bliem M.: *Economic valuation of electrical service reliability in Austria – a choice experiment approach*, Institute for Advanced Studies Carinthia, Working Paper 01/2009,
- De Nooij M., Koopmans C., Bijvoet C., *The value of supply security. The costs of power interruptions: Economic input for damage reduction and investment in networks*, “Energy Economics” 2007, vol. 29, s. 277-295.
- Energy price volatility: trends and consequences*, IEA, Paris 2001.
- Foltyn-Zarychta M., *Analiza kosztów-korzyści w ocenie efektywności inwestycji proekologicznych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2008,
- Hunt A., Arnold S., *National and EU-level estimates of energy supply externalities*, CEPS, Brussels April 2009.
- Hunt A.S.P., Markandya A., *Final report on work package 3: The externalities of energy insecurity: ExternE-Pol research project for European Commission*, Brussels 2004.
- Hunt A.S.P., Markandya A., Arnold S., *Cost assessment of sustainable energy systems (CASES): WP5 report (1) on national and EU level estimates of energy supply externalities*, EC, November 2007.
- Ligus M., *Wartościowanie bezpieczeństwa energetycznego w ocenie ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze energetycznym – wyniki badania pierwotnego metodą wyceny warunkowej*, [w:] *Finanse – nowe wyzwania teorii i praktyki. Finanse przedsiębiorstw*, red. S. Wrzosek, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego nr 172, UE, Wrocław 2011, s. 122-138.
- Ligus M., *Efektywność inwestycji w odnawialne źródła energii. Analiza kosztów i korzyści*, CeDeWu, Warszawa 2010.
- Mitchell R.C., Carson R.T., *Using surveys to value public goods: The contingent valuation method*, Resources for the Future, Washington (D.C.) 1989.
- Paska J., Goc W., *Niezawodność i jakość zasilania w odczuciu odbiorców*, X Konferencja N-T „Rynek energii elektrycznej: od restrukturyzacji do Unii Europejskiej – REE’2003”, Kazimierz Dolny, 7-9 maja 2003, Pektor, Lublin 2003, s. 371-378.
- Willis K.G., Garrod G.D., *Electricity supply reliability. Estimating the value of lost load*, “Energy Policy” 1997, vol. 25, no. 1, s. 97-103.

VALUING ENERGY SUPPLY SECURITY – METHODOLOGICAL APPROACH

Summary: The study concerns methodological aspects of valuing social costs of energy supply insecurity. There are presented methods of valuation: market price methods, revealed preference approaches based on surrogate market prices and stated preference approaches based on simulated markets. The article also provides a short analysis of advantages, drawbacks and applicability of techniques. It presents world and Polish literature surveys results concerning the value of lost load (VOLL) as monetary expression for the costs associated with inter- or disruptions of electricity supply as an effect of production, transmission or distribution failures.

Keywords: energy supply security, valuation methods, contingent valuation, value of lost load.